下水道管きょ設計指針

令和5年度改訂版

令和6年4月

取 手 地 方 広 域 下 水 道 組 合

目　　次

ページ

第1章　設計要領
1.　下水道管きょ設計フロー……1- 1
1-1　下水道管きょ設計フロー……1- 1
2.　調査……1- 2
2-1．設計資料……1- 2
2-2．関連資料……1- 2
3.　流域踏査……1- 6
3-1．道路状況調査……1- 6
3-2．地下埋設物調査……1- 7
3-3．宅地内状況調査……1- 7
3-4．土地利用状況調査……1- 7
3-5．その他構造物状況調査……1- 8
3-6．身分証明書……1- 8
4.　設計諸元……1-11
4-1．計画下水量の算出……1-11
4-2．計画下水量に対する余裕……1-12
4-3．流下能力の算定式……1-12
4-4．管きょの粗度係数……1-13
4-5．流速と勾配……1-13
4-6．他地下埋設物との離れ……1-15
4-7．管きょ接合方法及びマンホール内段差……1-15
4-8．最小管径……1-16
4-9．最小土被り……1-17
4-10．マンホール設置箇所……1-18
4-11．マンホール設置間隔……1-18
4-12．曲線施工の計画と設計……1-19
4-13．マンホール種類及び形状……1-21
4-14．組立マンホールの組み合わせ……1-23
4-15．小型マンホール……1-24
4-16．中間スラブ……1-28
4-17．インバート……1-29
4-18．マンホール蓋の耐荷重の選定……1-29
4-19．マンホール蓋の設置基準……1-30
4-20．ますの蓋及び防護蓋……1-31
4-21．副　管……1-32
4-22．スリップ防止用鉄蓋……1-33
4-23．伏越し……1-35
5.　平面・縦断計画の検討……1-36
5-1．仮平面図作成……1-36
5-2．仮縦断図作成……1-37
6.　施工方法の比較……1-38
6-1．施工方法の検討……1-38
7.　開削工法の検討……1-39
7-1．設計作業フロー……1-39
7-2．管種及び管基礎の選定……1-39
7-3．可とう継手の設置……1-40
7-4．土留め工法の選定……1-41
7-5．支保工の選定……1-42
7-6．覆工板の選定……1-42
7-7．掘削幅の算出……1-42
7-8．発生土の利用方法……1-42
7-9．圧送管吐出し先……1-43
7-10．取付管の管止め対策……1-43
7-11．家屋調査の事業区分の検討……1-45

8. 小口径管推進工法の検討 1-50
8-1. 小口径管推進工法の選定 1-50
8-2. 推進管の検討 1-50
8-3. 立坑の検討 1-51
8-4. 補助工法の選定 1-51
第2章 概略平面縦断検討
1. 仮平面図・仮縦断図作成 2-1
1-1. 仮平面図作成 2-1
1-2. 仮縦断図作成 2-2
2. 追加調査 2-3
2-1. 土質調査 2-3
2-2. 測量調査 2-7
2-3. 試掘調査 2-8
第3章 施工方法の検討
1. 施工方法の比較検討 3-1
1-1. 施工方法の比較検討 3-1
2. 関係機関協議 3-3
2-1. 関係機関協議 3-3
第4章 開削工法
1. 設計項目 4-1
1-1. 設計項目 4-1
2. 管種・管基礎の選定 4-4
2-1. 管 種 4-4
2-2. 管基礎 4-6
2-3. 管種と管基礎の計算 4-9
2-4. 管きょの防護 4-32
2-5. 管きょの継手 4-34
3. 伏越し 4-36
3-1. 伏越しの考え方 4-36
4. 土留め工法の選定 4-39
4-1. 土留め工法の選定 4-39
4-2. 自立高の計算 4-40
4-3. 軽量鋼矢板工法・アルミ矢板土留工法・たて込み簡易土留め工法 4-41
4-4. 鋼矢板工法 4-43
4-5. 土留めによる周辺地盤への影響検討 4-56
5. 支保工 4-58
5-1. 腹起し 4-58
5-2. 切 梁 4-60
5-3. 火打ち 4-62
5-4. 覆 工 4-64
6. 掘削幅 4-69
6-1. 掘削幅の決定 4-69
7. 発生土 4-76
7-1. 発生土の利用方法 4-76
8. 取付管 4-78
8-1. 取付管 4-78
9. 汚水桝 4-79
9-1. 汚水桝 4-79
10. マンホール形式ポンプ場 4-80
10-1. ポンプ場の計画と設計 4-80
10-2. 計画汚水量 4-82
10-3. マンホール形式ポンプ場の形状 4-82
10-4. ポンプ適用範囲 4-84
10-5. ポンプ口径の算出方法 4-85

目　　次　　ページ

10-6．ポンプ機種の選定 4-86
10-7．ポンプ揚程の算出 4-89
10-8．電動機出力 4-94
10-9．ポンプ深さ 4-96
10-10．圧送管 4-101
10-11．ポンプの水撃作用 4-104
10-12．受変電設備 4-105
10-13．運転操作・監視制御 4-106
11．開削工法に於ける曲線施工 4-111
11-1．曲線施工の計画と設計 4-111
第5章　小口径管推進工法
1．小口径管推進工法 5- 1
1-1．小口径管推進工法 5- 1
2．小口径管推進工法の選定 5- 3
2-1．小口径管推進工法の選定 5- 3
2-2．取付管推進工法の選定 5-19
3．推進管の検討 5-23
3-1．推進管の種類 5-23
3-2．推進管の選定 5-26
3-3．管に作用する外圧荷重 5-28
3-4．管の強度計算 5-35
3-5．推進力の算定 5-43
3-6．立坑内空伏せの検討 5-50
3-7．可とう継手の検討 5-53
4．立　　坑 5-54
4-1．立坑の位置 5-54
4-2．立坑の用地 5-54
4-3．立坑種類及び形状寸法 5-56
4-4．立坑基礎工及び掘削深 5-62
4-5．推進立坑部の埋戻し方法 5-64
5．補助工法 5-66
5-1．補助工法の選定 5-66
5-2．立坑部の改良 5-69
6．特殊人孔の構造計算 5-73
6-1．特殊人孔構造計算 5-73
6-2．断面力算定 5-76

第6章 管路施設腐食対策
1-1．管路施設腐食対策 6- 1
1-2．硫酸によるコンクリート腐食の発生箇所 6- 2
1-3．腐食の状態 6- 6
1-4．腐食対策 6- 7
1-5．圧送管吐出し部の対策 6-10

資料集

序

「下水道管きょ設計指針（案）」は、取手地方広域下水道組合における開削工法及び小口径管推進工法の実施設計等を行う上で必要となる事項について、とりまとめたものである。

取手地方広域下水道組合では、これまで社団法人日本下水道協会発行の「下水道施設計画・設計指針と解説」や「下水道用設計積算要領」等に準拠して実施設計を行ってきたが、今後は設計方針を一元化することが必要と考え、「下水道管きょ設計指針（案）」を作成することになった。

「下水道管きょ設計指針（案）」は、取手地方広域下水道組合における開削工法及び小口径管推進工法の設計に適用するものである。

令和５年４月

取手地方広域下水道組合

「下水道管きょ設計指針（案）」の作成に引用した主な文献資料を、以下に示す。

- 「下水道施設計画・設計指針と解説（前編）」【2019 年版】
  (社)日本下水道協会
- 「下水道用設計積算要領ー管路施設（開削工法）編ー」【2015 年版】
  (社)日本下水道協会
- 「下水道推進工法の指針と解説ー2010 年版ー」
  (社)日本下水道協会
- 「推進工法用設計積算要領ー小口径管推進工法編ー」【2013 年版】
  (社)日本下水道管渠推進技術協会
- 「下水道マンホールポンプ施設技術マニュアル（案）」【1997 年 6 月】
  (財)下水道新技術推進機構
- 「道路土工ー擁壁・カルバート・仮設構造物工指針ー」【平成 21 年度版】
  (社)日本道路協会
- 「道路橋示方書・同解説ーⅠ共通編・Ⅳ下部構造編ー」【平成 24 年度版】
  (社)日本道路協会
- 「コンクリート標準示方書」【2012 年版】　(社)土木学会
- 「トンネル標準示方書ー開削工法編ー」【2016 年版】(社)土木学会
- 「土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手引き（案）」
  【ボックスカルバート・擁壁編】平成 11 年　建設省
- 下水道マンホール安全対策の手引き（案）【平成 11 年 3 月】
  （社）日本下水道協会

改訂履歴

改訂年度	改訂項目・改訂理由	改訂内容 （改訂前）	改訂内容 （改訂後）
平成 14 年度	「下水道施設計画・設計指針と解説」の最新版の基準に準拠するため	1994 年版の設計基準に準拠	2001 年版の設計基準に準拠
	「設計積算要領　管路施設編」の最新版の基準に準拠するため	1997 年版の設計基準に準拠	2000 年版の設計基準に準拠
	「道路土工擁壁カルバート仮設構造」の最新版の基準に準拠するため	昭和 62 年５月版の設計基準に準拠	平成 11 年３月版の設計基準に準拠
	「道路橋示方書・同解説」の最新版の基準に準拠するため	平成８年 12 月版の設計基準に準拠	平成 14 年３月版の設計基準に準拠
	「コンクリート標準示方書」の最新版の基準に準拠するため	平成８年版の設計基準に準拠	2002 年度版の設計基準に準拠
	地下埋設物企業者と連絡先の修正のため	従来の基準	取手市のガス・工業用水道・その他の企業者及び伊奈町のガス・工業用水道の企業者の変更
	身分証明書の書式変更のため	旧書式	新書式へ追加修正
	計画下水量に対する余裕の変更のため	以下の旧分類 ・小口径φ200mm～φ600mm ・中口径φ700mm～φ1500mm •大口径φ1650mm～φ3000mm	以下の新分類へ変更 ・小口径φ700mm 未満 ・中口径φ700mm～φ1650mm •大口径φ1800mm～φ3000mm
	管きょ接合方法の変更のため	従来の基準	管頂接合以外の場合を採用する際の説明文章において、「不具合の生じない範囲で」という文章の追加修正
	最小土被りの変更のため	1.20m	1.0m へ修正 ただし、伊奈町は 1.20m のままとする
	マンホール設置間隔の変更のため	300mm 以下　50m	最大間隔を 75m へ修正。
	マンホールの種類及び計上の変更のため	小型マンホールの基準なし	小型マンホールの追加修正
	組立マンホールの組合せの変更のため	無収縮モルタルの記載無し	調整金具の説明箇所で、充填する場合に「無収縮モルタルの使用」の文書を追加修正
	土留工法の選定の変更のため	経済比較の記載無し	軽量鋼矢板建込工法と建込み簡易土留工法の適用について、「経済比較検討が必要」との記載を追加修正
	掘削幅の算出の変更のため	管種、管基礎、土留め工法、支保工より掘削幅を算出する	従来の条件に掘削工法を追加修正
	測量調査の変更のため	仮 BM 設置の記載無し	仮 BM の設置項目を追加修正

改訂年度	改訂項目・改訂理由	改訂内容 （改訂前）	改訂内容 （改訂後）
平成 14 年度	試掘調査の必要条件の変更のため	地下埋設物の資料及び現地確認でも明確に判断できなく、設計範囲に影響がある場合	従来の基準に、「地下埋設物でその特殊構造物との出入り口付近・交差地点で資料と変わっており、位置が判断できない場合」の条件を追加修正
	施工方法の一般的特徴の変更のため	開削工法の管径条件の制限なし	「開削工法の管径は一般的にφ150mm」の条件を追加修正
	関係機関協議の変更のため	従来の基準	河川管理者との協議項目に「河川・河川構造物（現況又は計画）」を追加修正
	管種の追加のため	従来の基準	従来の基準に、レジンコンクリート管・ポリエチレン管・鋼管・既製矩形きょ・現場打ち矩形きょの追加修正
	あて矢板工法の掘削条件の変更のため	・h≦2.7m：木矢板工法 ・2.7m≦h≦3.8m：軽量鋼矢板	・1.5m≦h≦2.7m：木矢板工法 ・1.3m≦h≦3.8m：軽量鋼矢板
	あて矢板工法の適用範囲の変更のため	上記の掘削深に対応する支保工段数の基準あり	上記の掘削深の修正に伴う支保工段数の追加修正
	掘削幅（バックホウのバケット幅）の変更のため	機種：バケット幅 ・平積 0.10m3：0.45m ・平積 0.20m3：0.60m ・平積 0.35m3：0.85m ・平積 0.60m3：1.00m	機種：バケット幅 ・平積 0.10m3：0.50m ・平積 0.20m3：0.60m ・平積 0.35m3：0.70m ・平積 0.60m3：0.85m へ変更修正
	開削工法による曲線施工の追加のため	基準なし	追加修正
	小口径推進工法の種類の修正のため	工法名称の記載あり	工法名の記載を削除修正
	標準的な推進延長の変更のため	工法名称の記載あり	上記に伴う変更修正
	標準的な工法別適用管種管径の修正のため	工法名称の記載あり	上記に伴う変更修正
	推進力の算定の追加のため	下水道協会提案式の記載無し	下水道協会提案式の追加修正
	単位の変更のため	従来単位	SI 単位へ修正
平成 15 年度	取手市舗装構成の変更のため	従来の基準	新基準へ標準図を修正
	小型マンホールの適用のため	基準なし	小型マンホールの基準を追加修正
	マンホールの変形防止金具の適用のため	基準なし	マンホールの変形防止金具の追加修正
	掘削幅選定に伴うバケット幅の修正のため	従来の基準	工事歩掛り・資料の修正
平成 16 年度	素掘り掘削の適用のため	基準なし	追加修正
	取付管マンホール直結の適用のため	基準なし	追加修正
	楕円マンホールの規格見直し及び横方向流入の適用のため	基準なし	追加修正

改訂年度	改訂項目・改訂理由	改訂内容 （改訂前）	改訂内容 （改訂後）
平成 16 年度	桝タイプの設定等の追加のため	基準なし	工事歩掛り・資料の修正
平成 17 年度	マンホール形式ポンプ場の改訂のため	「小規模汚水中継ポンプ場設計要領（案）平成９年１月」の基準に準拠	「下水道マンホールポンプ施設技術マニュアル 1997 年６月」の基準に準拠
	推進力の計算の改訂のため	「推進工法用設計積算要領-小口径推進工法編-平成 10・11 年度」の基準に準拠	「下水道推進工法の指針と解説 2003 年度版」の基準に準拠
	長距離・曲線推進工法の追加のため	基準なし	追加修正
	立坑内空伏せ計算の改訂のため	従来の基準	計算フローの一部、文書を修正
平成 18 年度	マンホール形式ポンプ場の改訂のため	従来の基準	制御盤の仕様変更
	リブ付硬質塩化ビニル管の追加のため	標準図なし	標準図の追加修正
	土留工法の選定の修正	木矢板の基準あり、軽量鋼矢板の支保工の詳細分類無し	木矢板を削除、軽量鋼矢板の支保工としてＨ鋼・パイプサポートの追加修正
平成 19 年度	自治体合併による地下埋設物企業者の連絡先変更のため	取手市、藤代町、伊奈町の連絡先	合併後の取手市、つくばみらい市の連絡先へ修正
	自治体合併による土地地権者資料の変更のため	取手市、藤代町、伊奈町の土地地権者	合併後の取手市、つくばみらい市の土地地権者へ修正
	管路施設腐食対策の追加のため	基準なし	追加修正
	組立マンホール種別の変更のため	組立マンホールのマンホール深による分類無し	組立マンホールのマンホール深によるⅠ種・Ⅱ種の分類を追加修正
	開削工法の改訂のため	従来の基準	「改訂８版下水道工事の積算・（財）経済調査会」の基準に準拠
	小口径推進工法の変更のため	旧指針の基準	「下水道推進工法の指針と解説 2003 年版」にもとづき管に作用する荷重の考え方の修正
	仮設計算のボイリング、盤ぶくれ、ヒービングの安全率の変更のため	改訂前の指針の安全率を使用（各項目 1.5 以上）	ボイリングの安全率 1.2、盤ぶくれの安全率 1.1、ヒービングの安全率 1.2 へ変更
平成 20 年度	汚水管きょ本管φ150mm の追加のため	基準なし	追加修正
	副管φ100mm の追加のため	基準なし	追加修正
	取手市の仮復旧舗装構成の修正のため	旧基準に準拠	表層 5cm、路盤 20cm に数量ファイル及び標準図を修正
平成 21 年度	スリップ防止用鉄蓋の適用のため	基準なし	仕様条件を追加修正
	リブ付き硬質塩化ビニル管の追加	基準なし	管種選定フローを追加修正

改訂年度	改訂項目・改訂理由	改訂内容 （改訂前）	改訂内容 （改訂後）
平成 21 年度	組立マンホールの蓋の仕様の修正	基準なし	下水道マンホール安全対策の手引き（案）の基準に準拠。
	腐食防止用鉄蓋の追加	基準なし	用途条件を追加修正
	転落防止用梯子の追加	基準なし	用途条件を追加修正
	可とう性継手の追加	基準なし	選定フローを追加修正
	リブ付き硬質塩化ビニル管の布設図の追加	標準図なし	標準図の作成
	レジンマンホール構造図の追加	標準図なし	標準図の作成
	縦断図に特殊マンホールの記載を追加	記載欄なし	標準図の修正
	縦断図に補助・単独・弾力条項の区別の追加	記載欄なし	標準図の修正
	リブ管の数量計算システムへの追加	設定なし	数量計算システムへの追加作成
	小型レジンマンホールの数量計算システムへの追加	設定なし	数量計算システムへの追加作成
	内副管用継手の数量計算システムへの追加	設定なし	数量計算システムの修正
平成 22 年度	山積 0.08m3 小型バックホウの数量計算システム等への追加	基準なし	下水道用設計標準歩掛表（平成 22 年度版）の改訂基準に準拠
	アルミ矢板土留の数量計算システム等への追加	基準なし	下水道用設計標準歩掛表（平成 22 年度版）の改訂基準に準拠
	数量計算システム上の舗装構成の入力を自動から手動入力へ修正	自動計算	数量計算システムの修正
	数量計算システムの出力サイズを A4 サイズへ修正	A3 サイズ	数量計算システムの出力設定の修正
	数量計算システムの２号・３号人孔の組合せを追加	設定なし	数量計算システムの追加修正
	数量計算システムの公共桝表示をタイプ名から深さ名へ修正	タイプ別表記	数量計算システムの修正
	数量計算システムの HIVP 管φ75・φ100 の追加	設定なし	数量計算システムの追加修正
	数量計算システムの総括表および補助・単独の分割した集計の作成	設定なし	数量計算システムの集計表上で作成
	素掘りの山留めを直堀へ変更	勾配 1：0.1	数量計算システム等の修正
	数量計算システムで人孔深 2.0m 以上の梯子の追加	設定なし	数量計算システムの追加修正
	数量計算システムで木矢板土留工法の削除	木矢板工法の設定あり	数量計算システムの削除修正
	数量計算システムで小型人孔の副管の削除	落差条件より自動計上	数量計算システムの修正

改訂年度	改訂項目・改訂理由	改訂内容 （改訂前）	改訂内容 （改訂後）
平成 22 年度	数量計算システムで内副管と外副管の別修正追加	設定なし	数量計算システムの総括表の追加修正
	数量計算システムで継手名称の表記変更	「上流継手」「下流継手」の名称	数量計算システムの継手名称「路線上流側」、「路線下流側」の名称へ変更
	数量計算システムで取付管布設総延長の追加	設定なし	数量計算システムの総括表の追加修正
	数量計算システムで特 1 号マンホール名称の変更	特 1 号マンホールの名称	数量計算システムの楕円人孔への名称変更
	山積 0.08m3 小型バックホウの工程計算システム等への追加	基準なし	下水道用設計標準歩掛表（平成 22 年度版）の改訂基準に準拠
	アルミ矢板土留の工程計算システム等への追加	基準なし	下水道用設計標準歩掛表（平成 22 年度版）の改訂基準に準拠
	素掘りの山留めを直堀へ工程計算システム変更	勾配 1：0.1	工程計算システムの修正
	市道部の舗装構成の手動化	自動計上	工程計算システムの修正
	工程計算システムの深さの入力値を土被りから掘削深へ修正	土被り入力値	工程計算システムの修正
	設計指針から陶管の削除	陶管の記載あり	下水道施設計画・設計指針と解説 2009 年版に準拠
	設計指針へ管きょの防護の追加	基準なし	下水道施設計画・設計指針と解説 2009 年版に準拠
	設計指針へ 5 号マンホールの追加	基準なし	下水道施設計画・設計指針と解説 2009 年版に準拠
	設計指針の施工方法の検討にアルミ矢板土留工法を追加	基準なし	下水道施設計画・設計指針と解説 2009 年版に準拠
	設計指針の施工方法の検討に木矢板土留を削除	木矢板の記載あり	設計指針の削除修正
	最小管径の基準修正	基準あり	下水道施設計画・設計指針と解説 2009 年版および取手組合基準に準拠
	管きょの継手の基準の追加	詳細な基準なし	詳細な基準設定が無いため検討資料を作成
	マンホールポンプ受変電設備の仕様変更	基準あり	設計指針の修正
	小型レジンマンホールの塩ビ管管布設図の作成	標準図なし	標準図作成
	小型レジンマンホールのリブ管管布設図の作成	標準図なし	標準図作成
	小口径人孔の落差ありの標準図作成	標準図なし	標準図の追加作成
	圧送管吐き出し先標準図の修正	記載なし	標準図の修正
	仮設山留工標準断面図の木矢板の削除	標準図あり	標準図の削除
	仮設山留工標準断面図のアルミ矢板の追加	標準図なし	標準図の追加作成

改訂年度	改訂項目・改訂理由	改訂内容 （改訂前）	改訂内容 （改訂後）
平成 22 年度	仮設山留工標準断面図の掘削幅一覧表にバックホウ 0.08m^3 の追加	記載なし	標準図の修正
	仮設山留工標準断面図の軽量鋼矢板の型式図の追加	標準図なし	標準図の修正
	マンホールポンプの構造図の追加	標準図なし	参考図の追加作成
	マンホールポンプの電気設備図の追加	標準図なし	参考図の追加作成
	スリップ防止用鉄蓋のデザイン図の追加	標準図なし	標準図の追加作成
	設計指針（案）のダイジェスト版を作成	H19 の基準あり	設計指針（案）ダイジェスト版資料の作成
平成 23 年度	堀山の液状化対策	記載なし	設計指針（案）の作成
	可とう継手の基準の指針（案）への追加	基準なし	下水道施設計画・設計指針と解説 2009 年版に準拠
	特記仕様書（案）の指針（案）への追加	基準なし	設計指針（案）の作成
	圧送管吐出し先の腐食対策の指針（案）への追加	基準なし	下水道管路施設腐食対策の手引き（案）に準拠
	小型マンホールの優先的な設置の指針（案）への追加	組立マンホールを優先的に使用	設計指針（案）の修正
	圧送管標準図の追加	標準図なし	標準図の追加作成
	マンホール蓋標準図の車道用・歩道用の表記修正	記載なし	標準図の修正
	可とう継手の図面の追加	標準図なし	管布設図、副管構造図、マンホール構造図の追記
	数量集計用シートの別ファイル編集	数量と同じファイル	数量計算システムの修正
	数量のメインファイルとサブファイルの分割	設定なし	数量計算システムの修正
	可とう継手の数量反映	設定なし	数量計算システムの修正
	数量のヒューム管布設工はサブファイルへ移動	設定なし	数量計算システムの修正
	数量の藤代の舗装構成の削除	設定あり	数量計算システム、工程計算システムの削除修正
	数量の本復旧欄の削除	設定あり	数量計算システムの削除修正
	数量の舗装厚は自動計算化および県道とその他の手入力化	昨年度手入力化	数量計算システムの自動化
	数量のレジンマンホール 1 号の追加	設定なし	数量計算システムの修正
	数量の取付管の箇所数のみの計上	箇所数以外も集計	数量計算システムの修正
	計画副管工シートを副管工シートへの追加	別シート	数量計算システムの修正
	数量のマンホールの設置深ごとの計上	設定なし	集計表の修正

改訂年度	改訂項目・改訂理由	改訂内容 （改訂前）	改訂内容 （改訂後）
平成 24 年度	舗装構成図の修正	従来の基準	取手市の舗装構成図に準拠し修正
	数量の HIVP の素掘り掘削幅の修正	従来（メーカー）の基準	日本下水道協会の算出式に基づき修正
	数量の土留めの法勾配 1：0.1 の反映	直堀り	日本下水道協会の浅い場合（取付管）の法勾配に準拠
	工程計算システムへの HIVP 管の反映	設定なし	HIVP 管の反映
	総括表のリンク解除及び様式作成	計算書とのリンク入りの様式	計算書とのリンクを解除した様式
	数量の管種 HP の削除	管種 HP 欄あり	数量計算システムの削除修正
	数量の管径φ300～450 の削除	管径φ300～450 の選択欄あり	数量計算システムの削除修正
	数量の矢板種別 LSP-Ⅰ、LSP-Ⅲの削除	矢板 LSP-Ⅰ、LSP-Ⅲの選択欄あり	数量計算システムの削除修正
	数量の事業区分（単独・補助）欄のスパンごとの入力欄から 1 箇所入力欄へ修正	スパンごとの事業区分の選択欄あり	数量計算システムの事業区分の入力欄 1 箇所へ修正
	数量の管布設工の上流継手、下流継手の削除	上流継手、下流継手の欄あり	数量計算システムの削除修正
	数量のマンホール工の変形防止金具から鉄蓋受枠用モルタルへ変更	変形防止金具を計上	数量計算システムの変形防止金具を削除し、鉄蓋受枠用モルタルへ変更
	工程計算エクセルも上記数量計算エクセルと整合が図れるよう反映	上記の設定と同様	工程計算エクセルの数量計算エクセルと整合が図れるよう修整
	取付管単独工事に対応したエクセル	無し	取付管単独施工用の数量計算システムの作成
平成 25 年	発生土の利用方法	無し	設計指針（案）の追加
	開削工法、推進工法の土質調査項目一覧表の修正	開削、推進一式の調査項目一覧表	設計指針（案）の修正
	土留めによる周辺地盤への影響検討	無し	設計指針（案）の追加
	重要路線の分類を整理	無し	設計指針（案）の追加
	取付管・桝設置図における桝深の修正	旧桝深	設計図の修正
	数量計算システムにおける可とう継手の自動計上化（外副管の場合は 1 個）	手動入力	数量計算システムの可とう継手の自動計上化への修正
	数量計算システムにおけるバケット幅改定に伴う掘削幅の修正	旧指針のバケット幅	数量計算システムの掘削幅の修正
	数量計算システムにおける残土処理量の修正	舗装処分工が別内訳	数量計算システムの残土処理量に As ガラを追加修正
	積算用の数量総括表の作成	数量計算書の総括表	積算用の数量総括表の作成

改訂年度	改訂項目・改訂理由	改訂内容 （改訂前）	改訂内容 （改訂後）
平成 26 年度	ますの蓋及び防護蓋の設置基準	基準なし	日本下水道協会の基準に準拠し、設計指針（案）と標準図の追加
	取付管の管止め対策の検討	基準なし	設計指針（案）の追加
	中間スラブ設置基準の修正（1 号マンホールは対象外）	5.0m を越えた場合。マンホール種別による区分なし。	設計指針（案）の修正
	家屋調査の事業区分の検討	基準なし	近接施工に関する技術資料等に準拠し、設計指針（案）の追加
	推進用マンホール可とう継手の検討	基準なし	設計指針（案）、標準図の追加
	小型レジンマンホール構造図の基礎厚の追記	記載なし	標準図の修正
	親子蓋デザイン標準図の追加	基準なし	標準図の修正
	数量計算エクセル上の可とう継手の手動入力化への修正	自動化	数量計算エクセルの修正
平成 27 年度	地下埋設物企業者と連絡先の変更	基準あり	設計指針（案）の修正
	マンホール形式ポンプ場の基準の変更	基準あり	設計指針（案）の修正
	人孔取付部における取付管標準図の作成	基準なし	設計指針（案）の修正 標準図の修正
平成 28 年度	マンホール形式ポンプ場の遠方監視装置の変更	装置名、メーカー名記載あり	装置の廃盤及びメーカー名改名による設計指針（案）の修正
	マンホール形式ポンプ場の耐震基準の追加	基準なし	耐震指針（案）の追加
	旧基準あり	総合地震対策業務に準じて、耐震指針の修正	重要路線の抽出の改訂
	数量計算上の小型マンホール控除長の修正	基準あり	数量計算プログラムの修正
	数量計算上の外副管延長の修正	基準あり	数量計算プログラムの修正
	工程計算上の HIVP 管の工種別工期計算の修正	基準あり	工程計算プログラムの修正
	取付管用の数量計算上の取付管本管土工の修正	基準あり	取付管用の数量計算プログラムの修正
	推進立坑部の埋戻し方法に関する基準の追加	基準なし	設計指針（案）の追加
	流速と勾配の基準の修正	汚水幹線 0.6～3.0m/s 汚水枝線 1.0～3.0m/s 雨水管　1.0～3.0m/s	日本下水道協会に準拠し、設計指針（案）の修正
	マンホール設置箇所の基準の追加	注釈なし	出入口付近を避けて設置位置を検討するよう設計指針（案）の注釈の追記
	マンホール種類及び形状の基準の追加	注釈なし	仮設は考慮せずに部材を選定するよう設計指針（案）の注釈の追記
	組立マンホールの組合せ内容の訂正	受枠変形防止金具	設計指針（案）上の鉄蓋受枠用モルタルへの変更

改訂年度	改訂項目・改訂理由	改訂内容 （改訂前）	改訂内容 （改訂後）
平成 28 年度	小型マンホールの埋戻し方法の留意点の追加	基準なし	小型マンホールの沈下対策として埋戻しの留意点を追加
	マンホール蓋荷重の選定の追加	基準あり	取手市及びつくばみらい市の基準に準拠し、選定内容を改訂
	施工方法の検討フローの修正	たて込み簡易土留工法は掘削深 3.8m～6.0m の適用範囲	掘削深 3.8 未満の掘削深についても採用可能な検討フローへ修正
	可とう継手の設置基準内容の訂正	検討フローの条件に基づき設置の決定	設計指針（案）において、新設時は全ての継手部に設置する内容へ修正
	管種の選定（リブ管）	注釈なし	液状化対策を考慮したリブ管採用の比較検討を行う旨の注釈の追加
	埋戻し土の液状化対策の改定	旧基準	最新版の耐震指針に準拠し、埋戻し土の液状化対策の一覧へ更新
	小口径耐震計算の省略の削除	小口径管の耐震計算の省略を記載	全ての管きょに耐震計算を行うため省略を削除
	発生土の要求品質	建設汚泥再生利用マニュアルに準拠	設計指針（案）からの削除
	小口径管推進工法の基準の改訂	旧基準	最新版の基準に準拠し、設計指針（案）の改定
	標準図上の平面縦断図の改訂	スリップ防止鉄蓋の引き出しあり	スリップ防止鉄蓋の引き出し削除、歩道用蓋の引き出しの追加
	標準図上のスリップ防止用デザイン蓋の改訂	注釈なし	空気弁、仕切弁、MP 記載の注釈の追記
	桝・取付管用の可とう継手及び可とう支管の標準図の作成	図面なし	標準図の追加
	設計委託のチェックリストの更新	旧基準	最新の設計指針（案）内容に準拠し、チェックリストを更新
平成 29 年度	空気弁脱臭装置の追加	基準なし	空気弁に脱臭装置を設置する場合の設計指針の改訂
	〃	図面なし	空気弁脱臭装置の標準図の追加
	最新の標準歩掛りによる工程計算プログラムの改訂	旧基準	H29 標準歩掛りによる工程計算プログラムの改訂
	ます・取付管用の工程計算プログラムの作成	基準なし	ます・取付管用の工程計算プログラムの新規作成
平成 30 年度	圧送管の管種の改訂	基準なし	設計指針（案）の圧送管の管種の選定比較表の追加
	小型マンホールの基準の改訂	塩ビ製小型マンホール	設計指針（案）の小型マンホールの種類の追加
	マンホール蓋の耐荷重の選定の改訂	旧基準	設計指針（案）のマンホール蓋耐荷重基準の改訂
	マンホール蓋の設置基準の改訂	旧基準	設計指針（案）のマンホール蓋の設置基準において、機能強化型を追加

改訂年度	改訂項目・改訂理由	改訂内容 （改訂前）	改訂内容 （改訂後）
平成 30 年度	舗装復旧図の改訂	旧基準	標準図の取手市の仮復旧の種類を改訂
	ケーシング立坑図	基準なし	標準図の追加
	数量計算書の本管土工及び取付管土工の残土処理の改訂	旧土質区分	数量計算書の土質区分等の修正
令和 元年度	組立マンホールの斜壁の組み合わせの改定	0 号及び 1 号マンホールの斜壁は H=45cm、H=60cm	0 号、1 号、2 号、3 号及び楕円マンホールの斜壁は H=45cm、H=60cm
	小口径マンホールの防護蓋の基礎材	基礎範囲は円形（φ700）	基礎範囲は矩形（掘削幅×1.0m）で H=300mm
	副管	原則、外副管	原則、内副管
	取付管・下水道用硬質塩化ビニル製ます（公共ます）設置図	注記あり	機能強化型鉄蓋採用に伴い、注記を削除
	下水道用硬質塩化ビニル製小型マンホール構造図	基礎材が旧基準	基礎材を砕石基礎の基礎範囲は矩形（掘削幅×1.0m）で H=300mm へ修正
	数量計算プログラムの修正	旧基準	手動入力の際の仮復旧の控除高の反映
令和 2 年度	組立マンホール部材の追記	記載なし	「調整金具」を追加
	インバート仕様の追記	記載なし	「会合管のインバート径」を追加
	内圧管の管種追加	PE、DIP	PE、DIP、HIVP
	ポンプ口径の修正	原則φ80mm 以上	原則φ65mm 以上
	圧送管径の追記	記載なし	ポンプ口径以上 （φ75mm 以上）
	空気弁の追記	記載なし	防音装置について記載
	工期算定プログラムの更新	旧基準	R2 標準歩掛の内容を反映
令和 3年度	小口径塩ビマンホール砕石基礎材の追加	RC-40、C-40	M-30 を追加
	圧送管標準図の追加	塩ビ管	ポリエチレン管を追加
	2 号マンホール標準図の追加	斜壁 600-900・900-1200	斜壁 600-1200 を追加
令和 4 年度	関係機関連絡先の追加	記載なし	土浦市外十五ヶ町村土地改良区を追加
	チェックリスト（資料収集）への追加	記載なし	道路境界査定図、道路台帳を追加
令和 5年度	主な地下埋設物業者と連絡先の更新	東日本ガス（株）	（株）エナジー宇宙

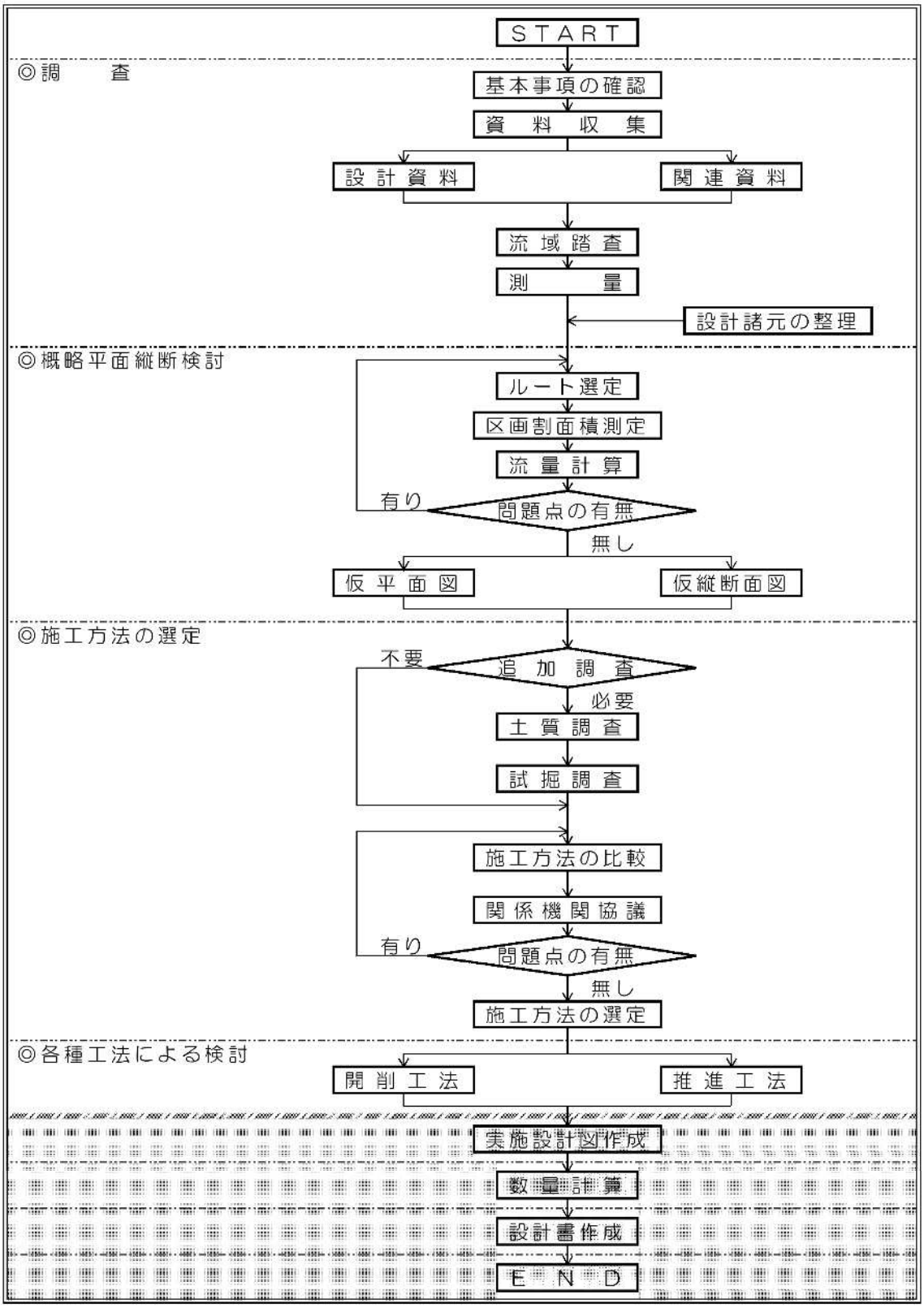
改訂年度	改訂項目・改訂理由	改訂内容 （改訂前）	改訂内容 （改訂後）
令和 5 年度	最新の標準歩掛りによる工程計算プログラムの改訂	旧基準	R5 準歩掛りによる工程計算プログラムの改訂
	取付管数量計算プログラムの改訂	管記号の入力が必要	管記号の入力が不要となるように修正

Ⅰ　設　　計　　指　　針

第　1　章　設　計　要　領

1. 下水道管きょ設計フロー

1-1 下水道管きょ設計フロー



2. 調査

2-1 設計資料

（1） 全体計画図書、都市計画決定図書及び下水道事業認可図書

1） 計画諸元

2） 計画一般図

3） 施設平面図

4） 区画割平面図

5） 縦断図

6） 流量表

（2） 実施設計区域に関する既設計、施工済関連図書

1） 設計報告書

2） 設計図面、完成図

3） 流量表

2-2 関連資料

（1） 地形図

1） 白図（1/10,000　1/2,500）

2） 平面図（1/500）

（2） 地下埋設物資料

（3） 土地地権者資料

（4） 既土質調査資料

（5） その他構造物

（6） その他

【 解説 】

実施設計区域の現況を把握する目的で、次のような資料を収集・整理する。

（1） 地形図

1） 白図（1/10,000　1/2,500）

＜位置図、系統図を作成するための地形図とする。＞

2） 平面図（1/500）

＜平面縦断図を作成するための地形図とする。＞

（2） 地下埋設物資料

各企業者の管理台帳を閲覧し、地下埋設物の埋設位置、埋設深さ、形状等を調査する。

＜＜主な地下埋設物企業者と連絡先＞＞

【取手市】（旧取手市）

地下埋設物の種類	企業者	住所及び連絡先
（1）水道	茨城県南水道企業団	龍ヶ崎市長山１丁目５番地２ TEL　0297-66-5131
（2）ガス	（株）エナジー宇宙	取手市井野 32 TEL　0120-428-057
	東部液化石油（株）	つくば市稲岡字迎山 729-3 TEL　0298-37-0033
（3）電気	東京電力（株）配電・地下埋	龍ヶ崎市寺後 3626-1 TEL　0297-90-2757
（4）NTT ケーブル	NTT 東日本ー茨城	土浦市千束町 8-3 TEL　029-825-4192
（5）共同溝	取手市役所管理課	取手市寺田 5139 TEL　0297-74-2141
（6）工業用水道	キリンビール（株）	取手市桑原 188-1 TEL　0297-72-8300
	茨城県企業局県南水道事務所	土浦市大岩田 2972 TEL　0298-21-3945
（7）防災水槽	取手市消防本部 取手消防署	取手市井野 1264-1 TEL　0297-74-1478
（8）その他	岡堰土地改良区 [農業用水]	取手市岡 23-2 TEL　0297-85-8016
	国土交通省土浦出張所 [光ケーブルボックス]	土浦市沖新田道祖神前 29-4 TEL　0298-41-0928

【取手市】（旧藤代町）

地下埋設物の種類	企業者	住所及び連絡先
（1）水道	茨城県南水道企業団	龍ヶ崎市長山１丁目５番地２ TEL　0297-66-5131
（2）ガス	東京ガス（株）	龍ヶ崎市馴馬町山王台 2517 TEL　0297-62-8276
	日本瓦斯（株）	取手市萱場 909 TEL　0297-83-0311
（3）電気	東京電力（株）配電・地下埋	龍ヶ崎市寺後 3626-1 TEL　0297-90-2757
（4）NTT ケーブル	NTT 東日本ー茨城	土浦市千束町 8-3 TEL　029-825-4192
（5）共同溝	―	―
（6）工業用水道	―	―
（7）防災水槽	椚木消防署	取手市椚木 950-1 TEL　0297-83-1166
（8）その他	岡堰土地改良区	取手市岡 23-2 TEL　0297-85-8016
	土浦土地改良事務所	土浦市真鍋５丁目 17 番 26 号 土浦合同庁舎 TEL　029-822-5045
	福岡堰土地改良区	つくばみらい市福岡 1546 TEL　0297-52-4232

【つくばみらい市】

地下埋設物の種類	企業者	住所及び連絡先
（1）上下水道	つくばみらい市役所 上下水道課 ＜谷和原庁舎＞	つくばみらい市加藤 237 TEL　0297-58-2111
（2）ガス	日本瓦斯（株）藤代営業所	取手市萱場 909 TEL　0297-83-0311
	堀川産業　本社　簡易ガス事業部 【集中プロパン】	埼玉県草加市住吉 1-13-10 TEL　0489-25-2101
	（有）斉藤商店 【集中プロパン】	つくばみらい市豊体 1058 TEL　0297-58-0054
	（株）エナジー宇宙	取手市井野 32 TEL　0120-428-057
（3）電気	東京電力（株）配電課・地下埋	龍ヶ崎市寺後 3626-1 TEL　0297-90-2757
（4）NTT ケーブル	（株）ミライト水海道サービスサポートセンタ	つくば市南中妻字宮久保 378-1 TEL　029-893-5467
	NTT InfraNet（株） 茨城支店（光ケーブル）	水戸市城南 2-9-12 TEL　029-300-3000
（5）共同溝	―	―
（6）工業用水道	茨城県企業局県西水道事務所	筑西市大字辻 2382 TEL　0296-37-7402
	茨城県企業局県南水道事務所	土浦市大岩田 2972 TEL　0298-21-3945
（7）防災水槽	常総地方広域市町村圏事務組合 つくばみらい消防署	つくばみらい市福田 759 TEL　0297-58-0111
（8）その他	福岡堰土地改良区	つくばみらい市大字福岡 1546 TEL　0297-52-4232
	土浦市外十五ヶ町村土地改良区	土浦市大字上高津館下 464 TEL　0298-22-2828

（3） 土地地権者資料

汚水桝の設置場所の選定、公私道の確認のため公図及び地権者の調査を行う。

調査対象市町	調査閲覧場所	住所及び連絡先
取手市	水戸地方法務局　取手出張所	取手市宮和田 1784-1 TEL　0297-83-0057
つくばみらい市	水戸地方法務局　取手出張所	取手市宮和田 1784-1 TEL　0297-83-0057

以下に示す項目について調査し、一覧表にして整理を行う。

- 地番
- 地権者氏名
- 地権者住所
- 地目
- 地積
- その他必要事項

＜＜公図調査結果一覧表＞＞（参考）

地内					
地番	地権者		地目	地積（m^2）	備考
	氏名	住所			

（4） 既土質調査資料（当該地区及び近隣地区）

施工方法の検討及び設計に用いる土質定数を把握する。

- 設計路線付近の既調査報告書を他部署を含めて、できるだけ多くの資料を収集する。
- 現況地形図及び古い年代の地形図（S＝1/2,500 程度）を調査する。
- 既に調査整理されている地盤図等を調査する。

（5） その他構造物

河川、水路、鉄道等の構造物について調査する。

（6） その他

道路形態や地盤高を把握するため、道路台帳及び既設計資料を調査する。

3. 流域踏査

3-1 道路状況調査

（1） 道路幅員

（2） 道路勾配

（3） 路面表示

（4） 付帯構造物

（5） 交通量

（6） マンホール及び桝

（7） その他

【解説】

計画系統が現況に適合しているか、否かを判断するため、現況の環境条件を現地にて調査する作業である。

（1） 道路幅員

下記の点等踏まえて、道路幅員について整理する。

- 道路幅員が大きい場合は、道路の両側に管きょを布設する必要が生じる。
- 道路幅員が小さい場合は、施工時に周囲への影響がある。
- 車線確保のため、占有面積や工事時間帯を考慮する。

（2） 道路勾配

地形図で判断できない急勾配区間について調査を行う。

現況復旧を行う際の資料とするため、階段道路について構造等の調査を行う。

（3） 路面表示

現況復旧を行う際の資料とするため、横断歩道、停止線、速度制限、センターライン等の路面表示の位置、幅等の調査を行う。

（4） 付帯構造物

道路付帯構造物の基礎や位置等の調査を行う。

（5） 交通量

（6） マンホール及び桝

（7） その他

3-2 地下埋設物調査

【 解説 】

- 資料収集で入手した資料内容を、現地で確認する。
- 地下埋設物調査の結果を、平面的に現地で確認する。
  （マンホール、バルブ、ハンドホール等）

3-3 宅地内状況調査

（1） 排水状況
（2） 規模及び形状
（3） 建物等
（4） 地盤高の状況
（5） その他

【 解説 】

（1） 排水状況

宅地全体の排水、水路及び浸水状況等の調査を行う。

（2） 規模及び形状

宅地の大きさ、傾斜等の調査を行う。また、桝設置位置、スペース、深さについて調査を行う。

（3） 建物等

施工に影響のある車庫玄関等の出入り口等の調査と、桝設置位置選定のため、浄化槽、くみ取り槽、風呂場等の位置及び高さの調査を行う。

（4） 地盤高の状況

管きょ布設面に対して、宅地の地盤高（高低）状況を調査し、水準測量の必要性を判断する。

（5） その他

井戸の有無等、その他必要に応じて調査を行う。

3-4 土地利用状況調査

【 解説 】

- 大規模宅地及び宅地以外の利用を行っている土地の状況について、調査を行う。

（アパート、マンション、工場、学校、空地、農地　等）

3-5 その他構造物状況調査

（1） 河川及び水路（形状、流下状況　等）

（2） 橋梁及び護岸（形状、範囲、基礎形状　等）

（3） NTT、東電等の鉄塔、電柱及び架空線（形状、位置　等）

（4） 鉄道、道路等その他の構造物

3-6 身分証明書

（1） 発行願

（2） 身分証明書

【 解説 】

調査に先立ち取手地方広域下水道組合の書式で、身分証明書の発行願を提出し、身分証明書の発行を受けるものとする。

（1） 発行願

別紙に示す「調査員身分証明書発行願」に、必要事項を記入し提出する。

（2） 身分証明書

取手地方広域下水道組合の身分証明書の書式に、必要事項を記入し提出する。

平成　　年　　月　　日

調査員身分証明書発行願

取手地方広域下水道組合
管理者　○○　○○　殿

受託者

（担当者）＿＿＿＿＿＿＿＿

TEL＿＿＿＿＿＿＿＿

今回受託いたしました「○○○○　　業務委託」の業務に係り下記調査員の身分証明書を発行願いたく申請いたします。［尚、調査に関する業務は下請会社である＿＿＿＿＿＿に依頼しますので下請人通知書を添えて提出します。］

氏　　名	住　　所	生年月日	役職	入社年月日	経験年数

※［　］内は、下請け業者を使う場合のみ併記すること。

身分証明書の書式

委託業者の身分証明書

1　適用範囲　　取手地方広域下水道組合で発注した設計調査委託業務等の調査員に適用する。

2　身分証明書発行願　様式

平成○年○月○日

調査員身分証明書発行願

取手地方広域下水道組合
管理者　　○○○○　　殿

受託者　住　所
代表者　　㊞
（担当者）　　㊞

今回受託致しました（件名）　　の業務に係り下記調査員の身分証明書を発行頂いたく申請願います。［尚，調査に関する業務は下請け会社である（会社名）に依頼しますので下請人通知書を添えて提出します。］

氏　名	住　所	生年月日	役　職	入社年月日	経験年数

※［　］内は，下請け業者を使う場合のみ併記すること。

3　身分証明書　様式

取広身第○○○号

身　分　証　明　書

業者名
氏　名　　年　月　日生
職　名

上記の者は、下水道法第３２条第１項の規定により、他人の土地に立ち入ることができる者であることを証する。

発行年月日　平成　年　月　日

有効期限　　平成　年　月　日

取手地方広域下水道組合
管理者　○○○○

下水道法抜すい

（他人の土地の立ち入り又は一時使用）

第３２条　公共下水道管理者，流域下水道管理者若しくは，都市下水路管理者又はその命じた者若しくは委任を受けた者は，公共下水道，流域下水道又は都市下水路に関する調査，測量若しくは工事又は公共下水道，流域下水道又は都市下水路の維持のためやむを得ない必要があるときは，他人の土地に立ち入り，又は特別の用途のない他人の土地を材料置場若しくは作業場として一時使用することができる。

2　前項の規定により他人の土地に立ち入ろうとするときは，あらかじめ当該土地の占有者にその旨を通知しなければならない。ただし，あらかじめ通知することが困難であるときは，この限りでない。

3　第１項の規定により宅地又はかき，さく等で囲まれた土地に立入ろうとするときは，立入の際あらかじめその旨を当該土地の占有者に告げなければならない。

4　日出前又は日没後においては，占有者の承諾があった場合を除き，前項に規定する土地に立ち入ってはならない。

5　第１項の規定により他人の土地に立ち入ろうとする者は，その身分を示す証明書を携帯し，関係者の請求があったときは，これを提示しなければならない。

7　土地の占有者又は所有者は，正当な理由がない限り，第１項の規定による立入又は一時使用を拒み，又は妨げてはならない。

4　身分証明書発行願様式はＡ４縦版，身分証明書様式寸法は6cm×9cmの用紙とする。

5　身分証明書は，発行願受理後速やかに台帳に記入後発行する。決裁は特別の事情がない限り課長とする。

6　身分証明書様式は下水道法施行規則第２１条（様式第１６）による。

7　下請業者が調査業務を行う場合，必ず下請人通知書を提出させ発行願い［　］を併記させる事。

8　左上の発行番号は，A00010の地区番号に順ずる。

4. 設計諸元

4-1 計画下水量の算出

（1） 汚水

汚水管きょの計画下水量は、計画時間最大汚水量とし、以下による。

$$Q_s = q \times A$$

（2） 雨水

雨水管きょの計画下水量は、計画雨水量とし、以下の合理式による。

$$Q_r = \frac{1}{360} \times \mathrm{C} \times \mathrm{I} \times \mathrm{A}$$

【 解説 】

（1） 汚水

$$Q_s = q \times A$$

ここに、Q_s： 時間最大汚水量（m^3/sec）

q： 汚水量原単位（m^3/sec/ha）

【汚水量原単位については、事業認可説明書を参考にする。】

A： 流域面積（ha）

（2） 雨水

$$Q_r = \frac{1}{360} \times \mathrm{C} \times \mathrm{I} \times \mathrm{A}$$

ここに、Q_r： 計画雨水量（m^3/sec）

C： 流出係数

I： 流達時間内の平均降雨強度（mm/hr）

A： 排水面積（ha）

$$I = \frac{a}{(t^m + b)^n}$$

ここに、a、b、m、n：定数

t：流達時間

$t = t_1 + t_2$

t_1：流入時間

取手市：７分
藤代町：10 分
伊奈町：10 分

t_2：流下時間（分）

$$t_2 = \frac{\mathrm{L}}{60 \times \mathrm{V}}$$

ここに、L：路線延長（m）

V：管の満管流速（m/sec）

【注：降雨強度式、流出係数等の値は、事業認可説明書を参考にする。】

4-2 計画下水量に対する余裕

（1） 汚水

汚水管きょについては、以下に示す余裕を見込む。

- 小口径管きょ（φ700mm 未満）　：100%
- 中口径管きょ（φ700mm～φ1,650mm 未満）　：75%
- 大口径管きょ（φ1,650mm～φ3,000mm 以下）　：25%

（2） 雨水

雨水管きょについては、余裕を見込まない。

4-3 流下能力の算定式

管きょの流下能力の算定は、以下のマニング公式による。

$$Q = A \times V$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

【 解説 】

＜マニング（Manning）式＞

$$Q = A \times V$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

ここに、Q：　流量（m^3/sec）

A：　流水の断面積（m^2）

V：　流速（m/sec）

n：　粗度係数

R：　径深（m）（=A/P）

P：　流水の潤辺長（m）

I：　勾配（分数または小数）

原則として流水の断面積は、円形管は満流、矩形きょは水深を内法高さの９割、開きょは水深を内法高さの８割として算定する。

（この場合が最大流量ではないが、安全を考えて、この条件で行うものとする。）

4-4 管きょの粗度係数

管きょの粗度係数は、以下の値を用いる。

- 遠心力鉄筋コンクリート管　：　n=0.013
- 下水道用硬質塩化ビニル管　：　n=0.010
- 下水道用リブ付き硬質塩化ビニル管：　n=0.010
- 強化プラスチック複合管　：　n=0.010
- ダクタイル鋳鉄管
  - （合成樹脂ライニング）　：　n=0.010
  - （モルタルライニング）　：　n=0.013

4-5 流速と勾配

基本的な流速と勾配については、流速は下流へ行くに従い暫増させ、勾配は下流へ行くに従い緩くなるように設定する。

（1） 汚水管きょ

汚水管きょは、計画汚水量に対して原則として流速が 0.6m/sec（最小）～3.0m/sec（最大）の範囲となる勾配を設定する。

（2） 雨水管きょ

雨水管きょは、計画雨水量に対して原則として流速が 0.8m/sec～3.0m/sec の範囲となる勾配を設定する。

（3） 標準的な勾配と流速

理想的な流速は、汚水管きょ及び雨水管きょともに、計画水量に対して流速が 1.0m/sec～1.8m/sec 程度である。使用頻度の高い小中口径を中心に設定した理想的な流速となる標準勾配の目安を設定した。前後の既設管の状況を踏まえて適切な勾配を設定する。（標準的な勾配の目安は、次頁を参照）。

【 解説 】

（1） 汚水管きょ

汚水管きょでは、沈殿物が堆積しないような流速を定めなければならない。このため、計画下水量に対して少なくとも最小流速を 0.6m/s とする。また、流速があまり大きくなると管きょやマンホールを損傷するので、最大流速は 3.0m/s 程度とする。

（2） 雨水管きょ

雨水管きょにおいては、沈殿物の比重が土砂類の流入によって汚水管きょの場合より大きいため、最小流速は 0.8m/s とし、最大流速は 3.0m/s 程度とする。

（3） 標準的な勾配と流速の目安

理想的な流速は、汚水管きょ及び雨水管きょともに、計画雨水量に対して流速が1.0m/sec～1.8m/sec 程度であるため、使用頻度の高い汚水管の呼び径を中心に標準的な勾配と流速の目安を設定した。

【目安】標準的な勾配と流速

呼び径 （mm）	勾配 （%）	流速（m/s） N=0.010	備　考
150	8.0	1.00	VU、PRP、FRPM 等
200	5.5	1.01	
250	5.0	1.11	
300	4.5	1.19	

4-6 他地下埋設物との離れ

（1） 交差する場合には、管外面（又は構造物外面）と埋設物外面（構造物外面）との離れを原則として 30cm 以上確保する。

（2） 平行に近接する場合は、原則として土留め外面と埋設物外面（構造物外面）との離れを原則として 30cm 以上確保する。

4-7 管きょ接合方法及びマンホール内段差

（1） 管きょ接合方法

管きょの接合方法は、原則として管頂接合とする。

（2） マンホール内段差

流入管と流出管が同一管径の場合の段差は、最低 2cm とする。

【 解説 】

（1） 管きょ接合方法

管きょの接合方法は、原則として管頂接合とするが、必要に応じて不具合の生じない範囲でその他の接合方法を用いる。

- 水位接合
- 管底接合　　etc.

（2） マンホール内段差

小口径管推進工法におけるマンホール（立坑）内段差を以下に示す。

- 両発進立坑　　：　2cm
- 発進到達立坑　　：　5cm
- 両到達立坑　　：　10cm

4-8 最小管径

（1） 汚水管きょ

最小管径は、φ200mm を標準とする。

（2） 雨水管きょ

最小管径は、φ250mm を標準とする。

（3） 主要道路の場合

国道及び県道については、道路管理者と協議を必要とする。

【 解説 】

下水には異物が混入することもあり、管きょの内径が十分でない場合には、これら異物による閉そくも考えられることから、閉そくが生じないよう管きょの内径は、100mm を下回らない大きさとする。また、管きょの内径は、計画下水量に応じて排除すべき下水を支障なく流下させることができるように設定する。

排水面積が小さいと、計画下水量も少なく、必要な管きょの内径も非常に小さいもので十分である。しかし、あまり小さいと管きょ内の清掃や点検及び供用後の新たな取付管の設置等、維持管理に支障をきたすため、計算上 200mm 又は 250mm 以下で十分であっても、200mm 又は 250mm の管径のものを使用することを標準とする。

4-9 最小土被り

管きょの最小土被りは、原則として次表による。

道路の種類		最小土被り（m）			備考
		取付管なし	取付管あり	圧送管	
国道	車道	3.0	1.5	1.5	
	歩道	1.2	1.2	1.2	
県道	車道	3.0	1.5	1.5	
	歩道	1.2	1.2	1.2	
市町道	車道	1.2	1.2	1.2	
	歩道	1.2	1.2	1.2	
私道		1.0			

注）上表に記載されていない道路については、道路管理者と協議を行う。

【 解説 】

上表の管きょ最小土被りは基本的な値で、原則的には道路管理者との協議、設計条件及び現場の状況により決定する。

桝の深さ、取付管の勾配、路面荷重及びその他の埋設物の関係を考慮して最小土被りは1.2m 以上とする。また、特に必要のある場合は、荷重関係を検討し適当な防護工を施さなければならない（道路法施工令第 12 条、14 条参照）。国道、県道など交通量の多い主要道路における管きょの埋設深さは、各道路管理者と協議の上決定する。

「下水道管路施設設計の手引き」（1991 年版　社団法人日本下水道協会）より旧取手市・旧藤代町・旧伊奈町の各市町村の最小土被りは、1.2m としている。

ただし、旧取手市の場合、車道 5.5m 以上で一時改良済みの道路の場合、浅層埋設が可能として最小土被りを規定している。道路の舗装構成、土質の状態、交通状況及び気象状況等による施工・技術的な検討の結果から、不適切であると認められた場合は、適用することはできない。又、舗装で基本構成以外の断面の場合は、別途協議となっている。

旧取手市の場合、最小土被り　車道　80cm（舗装厚+30cm を満たすこと）
　　歩道　60cm（舗装厚+30cm を満たすこと）

浅層埋設については、特に開削管きょの汚水桝・取付管、圧送管の弁類等で、設計上の検討を含めて決定すること。

4-10 マンホール設置箇所

（1） 管きょの起点

（2） 流下方向が変化する箇所

（3） 管きょの勾配や管径が変化する箇所

（4） 段差の生じる箇所

（5） 管きょの会合する箇所

（6） 維持管理上必要な箇所

（7） その他設置が必要とされる箇所

【 解説 】

上記のマンホールの設置箇所において、極力、出入口付近を避けて設置位置を検討すること。

4-11 マンホール設置間隔

管きょの直線部におけるマンホールの最大設置間隔は、管径により下表に示す間隔を標準とする。

管径（mm）	600 以下	1000 以下	1500 以下	1650 以下
最間隔（m）	75	100	150	200

但し、推進工法等によりマンホール間隔が決定されるものは、別途考慮する。

また、小型マンホールの最大設置間隔は 50 m とする。

4-12 曲線施工の計画と設計

（1） 曲線施工の計画

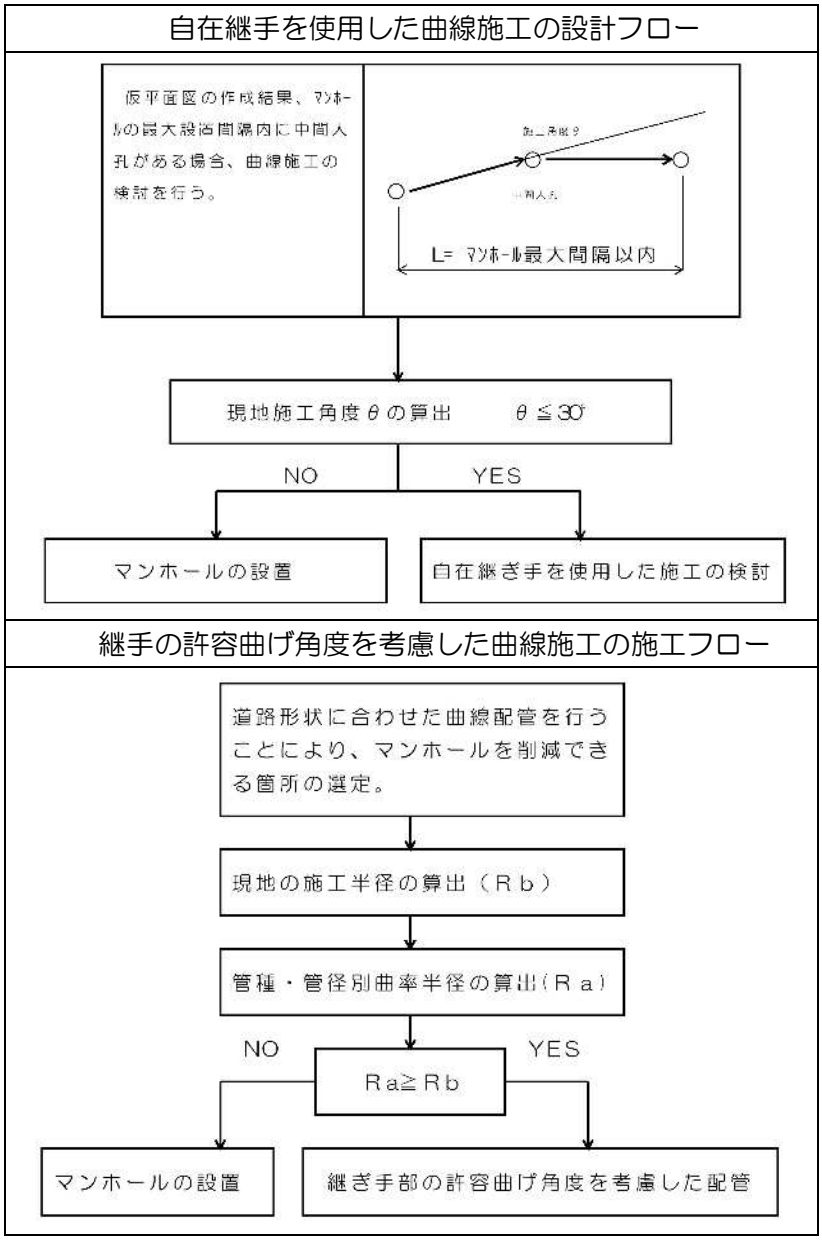
（2） 曲線施工の留意点

【 解説 】

（1） 曲線施工の計画

従来、下水道管きょは直線施工を基本とし設計・施工がされている為、道路形状にカーブの多い施工箇所においては、数多くの人孔を設置しなければならなく、施工費及び、維持管理費の増大を招いていた。

その為、本指針では下記に示す２ケースの設計フローに従い曲線施工を比較検討する。



（2） 曲線施工の留意点

1） 自在継手を使用

① 自在継手を用いて角度を許容する箇所は、２箇所までとする。

② 1 箇所の最大許容角度は 30°とする。

③ S 字配管は行わない。

④ 同一線内（マンホール間）では、曲線配管と自在継手を組み合わせた設計は行わない。

2） 直管を使用

① 各継手を均等に曲げ一箇所当たりの曲げ角度はなるべく小さくする。

② 曲率半径の算定式を用いて最小 R を算出し、その最小 R を満足する線形を計画する。

$$2\sin^{-}\frac{L}{2(Ra-D/2)} \fallingdotseq IA$$

ここに、L ＝ 管きょ 1 本当たりの長さ（m）

Ra ＝ 曲率半径（m）

D ＝ 管きょ外径（m）

IA ＝ 許容曲角度（2°）

（例）下水道用硬質塩化ビニル管（ゴム輪受口）を使用する場合

$\phi 200$ $L = 4.00m$ $\mathrm{IA} = 2^{\circ}$

$$2\sin^{-}\frac{4}{2(Ra-0.216/2)} \fallingdotseq 2$$

$Ra = 115m$

4-13 マンホール種類及び形状

（1） マンホール種類

マンホール種類は、組立マンホールおよび小型マンホールを標準とする。なお、小型マンホールの設置は、維持管理器具の小型化等を考慮しコスト縮減策として将来延伸が見込まれない管きょの起点又は中間点に設置する。

但し、管径が大きい場合など組立マンホールで対応できない場合には、カーブ開削、特殊なマンホール（現場打ち等）を用いる。

（2） マンホール形状

マンホール形状は、用途に応じて選定を行う。

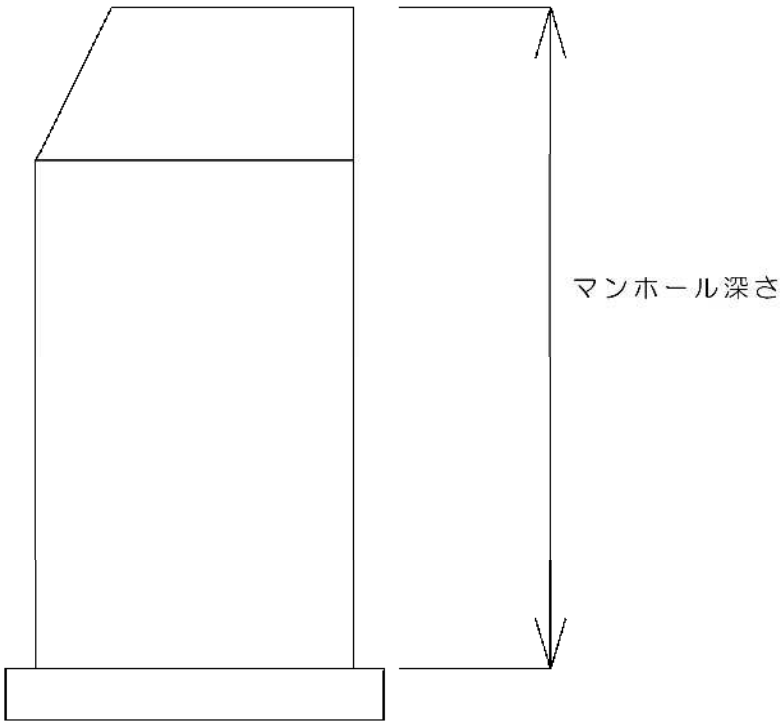
【 解説 】

（1） マンホール種類

マンホールは埋設深さ及び水密性によりⅠ種・Ⅱ種に区分した。（ケーシング等の水圧がかからない場合においても仮設は考慮せずに埋設深さ及び水密性により部材を選定する。）

適用範囲

	マンホール深さ	水圧
Ⅰ種	5.0m	0.05MPa
Ⅱ種	10.0m	0.10MPa



（2） 組立マンホール形状

組立マンホール形状寸法は下表を参考にする。

マンホールの形状別用途

種類	内径（mm）	用途
（1）０号マンホール	φ750	小規模な排水、又は起点など用地条件や作業性等を考慮し必要となる地点
（2）１号マンホール １号レジンマンホール	φ900	管の起点及び 500mm 以下の管の中間点、ならびに内径 400mm までの管の会合点。
（3）２号マンホール A 〃　　B	φ1200	管の起点及び 800mm 以下の管の中間点、ならびに内径 500mm までの管の会合点。
（4）３号マンホール	φ1500	管の起点及び 1100mm 以下の管の中間点、ならびに内径 700mm までの管の会合点。
（5）４号マンホール	φ1800	管の起点及び 1200mm 以下の管の中間点、ならびに内径 800mm までの管の会合点。
（6）５号マンホール	φ2200	管の起点及び 1500mm 以下の管の中間点、ならびに内径 1100mm までの管の会合点。
（7）特殊マンホール	円形又は角形	設計・施工上等で 0～5 号マンホールで対応できない場合。
（8）小型マンホール 塩化ビニル製	φ300	原則として、起点又は中間点。
（9）小型マンホール レジン製	φ300	原則として、起点又は中間点。

4-14 組立マンホールの組み合わせ

（1） 蓋（枠共）

（2） 調整モルタル

（3） 調整金具

（4） 調整リング

（5） 斜壁

（6） 直壁・躯体ブロック

（7） 底版ブロック

（8） 転落防止用梯子

【 解説 】

（1） 鉄蓋

受枠を含めた蓋（φ600mm）の高さは 12cm とし、圧力開放型浮上防止用鉄蓋を使用する。

（2） 調整モルタル

受枠と調整リング間は、必要高に応じてモルタルにより充填する。なお、充填するモルタルには高流動性無収縮超早強モルタルを使用する。

（3） 調整金具

受枠と調整リング間は、上記のほか、高さの微調整と受枠固定のため調整金具を設置する。調整金具は 25mm用（0≦調整高≦25mm）と 45mm 用（25＜調整高≦45mm）のいずれかを用いる。

（4） 調整リング

調整リングは 50mm、100mm、150mm を使用し、最低 1 個計上する。

（5） 斜壁

0 号マンホール、1 号マンホール、2 号マンホール、3 号マンホール及び楕円マンホールの斜壁は、H＝45cm 及び H＝60cm のいずれかとする。

（6） 直壁・躯体ブロック

マンホール深が大きい場合は、必要に応じてⅡ種の使用を考慮する。

（7） 底版ブロック

マンホール深が大きい場合は、必要に応じてⅡ種の使用を考慮する。

（8） 転落防止用梯子

ロック付き転落防止用梯子を使用する。

設置条件として、汚水人孔に関しては人孔深が2m 以上の人孔に転落防止用梯子を設置し、雨水人孔に関しては人孔深に関わらず全ての人孔に転落防止用梯子を設置する。

4-15 小型マンホール

（1） 種類

（2） 設置位置と間隔

（3） マンホール深さ

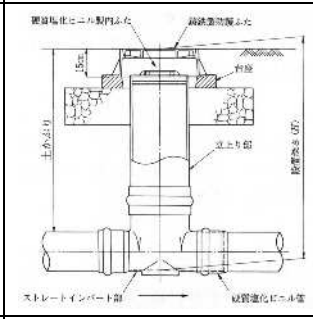
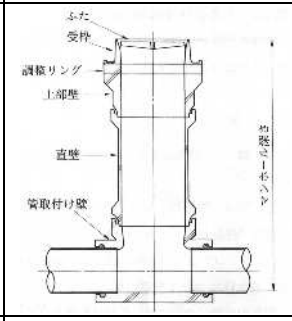
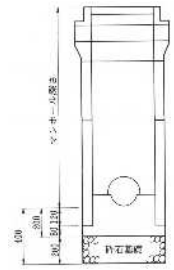
（4） マンホール蓋（硬質塩化ビニル製小型マンホール）

（5） 急勾配

【 解説 】

（1） 小型マンホールの種類

小型マンホールの使用にあたっては、詳細設計において設置条件、現場条件及び経済性を考慮し、十分検討し使用する。

項　目	硬質塩化ビニル製 小型マンホール	小型レジンマンホール	コンクリート製 小型マンホール
模式図			
特　徴	軽量であり、運搬・施工が容易に行うことができる。	高強度で硫化水素に起因する硫酸に対して優れた耐食性を持つ。	通常の１号マンホールを小型化したもの。高強度である。
荷　重	T-25、T-14、T-8	T-25、T-14	T-25、T-14
設置条件	起点、中間点、 屈曲点、合流点	起点、中間点、屈曲点、 合流点、腐食環境下	起点、中間点、屈曲点、 合流点、落差点
埋設深さ	最大 2m	同左	同左
適用管径	φ150、φ200、φ250	同左	同左
留意点	防護蓋が必要である	―	―
経済性	安価である	やや高価である	安価である

名称	形状寸法	用途
起点	内径 30cm 円形	内径 250mm 以下の硬質塩化ビニル管の起点
屈曲点	内径 30cm 円形	内径 250mm 以下の硬質塩化ビニル管 15°～90°の屈曲点
会合点	内径 30cm 円形	内径 200mm 以下の硬質塩化ビニル管の 45°、90°の会合点
中間点	内径 30cm 円形	内径 250mm 以下の硬質塩化ビニル管の中間点
落差点	内径 30cm 円形	内径 250mm 以下の硬質塩化ビニル管の落差点

（2） 設置位置と間隔

1） 小型マンホールは、原則として、起点又は中間点に設置する。

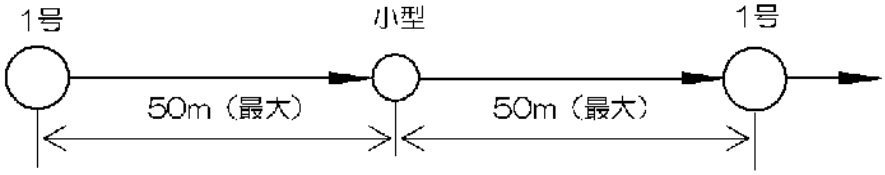
2） 小型マンホールの曲り角度は、90 度以内とする。

3） 小型マンホールの最大間隔は、50m を標準とする。

4） 地震時にも下水道の有すべき機能を維持するため、地震対策を講じる。

5） 占用位置等で連続設置を行う場合、維持管理上の支障を生じない範囲とする。

上・下流 1 号マンホール間（最大 50m）での連続使用とする。



（3） マンホール深さ

マンホール深は概ね 2.0m 程度とする。なお、マンホール深が 2.0m を超える場合については、監督員と協議のうえ決定する。

マンホール深は、管きょの検査・監理業務の鏡使用、自走式カメラの路上操作等の維持管理上と、埋戻しによる立ち上がりの偏芯等の施工性等から設定される。

（4） マンホール蓋（硬質塩化ビニル製小型マンホール）

ふたは、鋳鉄製を標準とする。

マンホール蓋（防護ハット）は、基礎が浅く、支持力が十分得られない可能性があるため、軟弱地盤、交通量の多い路線での使用は十分検討する必要がある。基礎が浅く支持力が十分に得られないため、防護ハットに沈下・ガタツキが発生する恐れがあり、交通量の多い道路では防護ハットに沈下・ガタツキが発生する。このような場合は、その他の小口

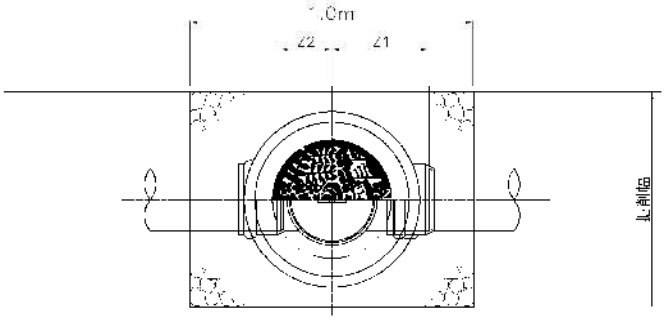
径マンホール（レジン、コンクリート製）の使用を検討する。

小口径マンホールの設置に当たっては、再生砕石など締固めやすく強固な材料を用いて、十分に締固める。締固めは、一層の仕上り厚さを 15cm として、一層ごとにタンピングランマーを用い十分に締固める。基礎範囲は矩形（掘削幅×1m）の高さ H=30cm を基本とする。沈下の許容値は 5mm 程度と考えられる。

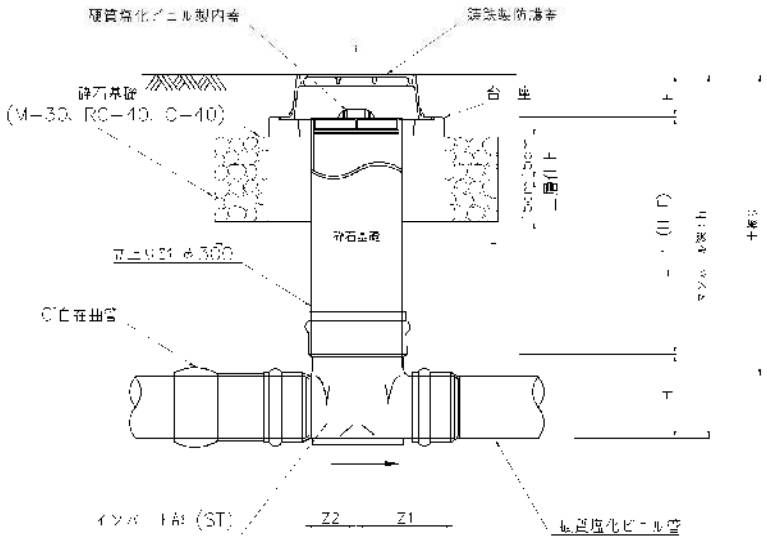
防護ふたの適用

種　類	適　　用	備　　考
T－25	道　路　一　般	総重量14トンを超える大型車両が通行する道路
T－14	大型車の交通の少ない道路	総重量14トンを超える大型車両が通行しない道路
T－8	歩道及び宅地内等	総重量８トンを超える大型車両が通行しない場所

平 面 図



断 面 図



（5） 急勾配施工について（折れ線・曲線施工との関係）

急勾配の場合には、落差点、会合点、屈曲点では１号マンホールを用いる。

マンホール内では管径の 1/2 程度以上の落差を設ける。小口径マンホールを使用した場合、ウォーターハンマーによるマンホール蓋の浮き上がり等の恐れがある。

幅員が狭く折れ・曲線の多い急勾配の道路で、方向転換による水衝作用が生ずる部分にはマンホールの代わりに曲管を使用し、マンホールをなくす方法もある。この場合、曲管の至近距離にマンホールを設置する。

「急勾配管路施設の設計・施工マニュアル」（財）下水道新技術推進機構

4-16 中間スラブ

（1） 設置基準

【 解説 】

（1） 設置基準

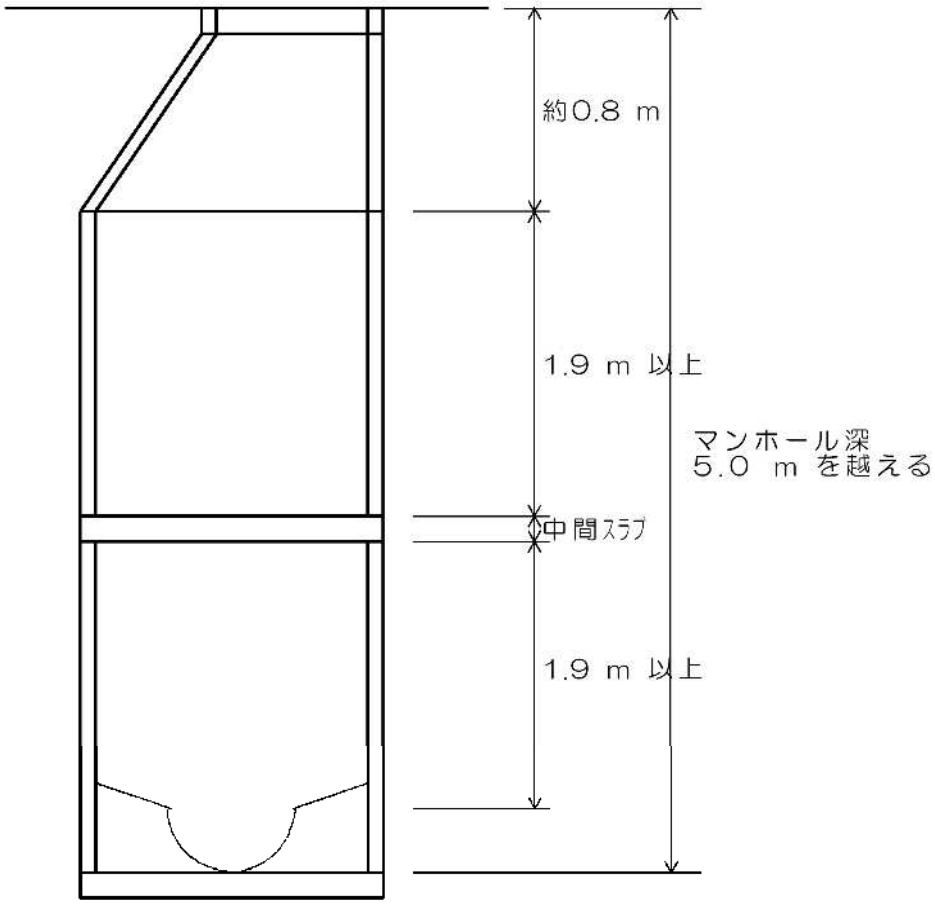
1） マンホール深が 5.0m を越える場合は、中間スラブの設置検討を行う。

2） 2 号マンホール以上において、中間スラブの設置検討を行う。

3） 設置位置は、以下の点等に留意し決定する。

- マンホール内での作業性（維持管理）
- 流入管位置

※1 号マンホールが 5.0m を越える場合は、マンホール内での作業性を考慮し、維持管理スペースの大きい２号マンホール以上を採用して中間スラブの設置検討を行うものとする。



4-17 インバート

（1） インバートは、下流の管径及び勾配に合わせる。なお、既設人孔に対して新たに流入が生じ、かつ、流入管径と下流管径が大きく異なる場合、流入部のインバートは流入管の管径に合わせる。

（2） インバート部には、10%程度の勾配を付ける。

（3） 上流管との段差が大きい場合は、インバートの洗掘防止措置を考慮する。

4-18 マンホール蓋の耐荷重の選定

マンホール蓋の耐荷重の選定基準は、道路管理者の基準に準拠することとし、道路管理者別に設定する。

蓋の耐荷重の種類は T-25 荷重と T-14 荷重の 2 種類として、適用範囲は以下のとおりとする。

なお、上記の耐荷重の選定とは別に、別章で示す「スリップ防止用鉄蓋」の設置位置と範囲の基準に準拠し、マンホール蓋の選定を行う。

【国道、県道、つくばみらい市道】

（1） 歩道：T-14 のマンホール蓋

（2） 道路幅員 5.5m 以上の車道：T-25 のマンホール蓋

（3） 道路幅員 5.5m 未満の車道：原則として T-14 のマンホール蓋とするが、道路管理者と協議のうえ決定する。

【取手市道】

（4） 車道：T-25 のマンホール蓋

（5） 歩道：道路管理者と協議のうえマンホール蓋の荷重を決定する。

4-19 マンホール蓋の設置基準

マンホール蓋の設置基準は、以下に示すとおり、日常の維持管理業務を軽減し、今後実施するストックマネジメント計画において事故を未然に防止でき、ライフサイクルコストの最小化が図れる製品を選定する。

なお、機能強化型マンホール蓋は、『次世代型マンホールふたおよび上部壁技術マニュアル(2007 年 3 月発行)財団法人 下水道新技術推進機構』または、『建設技術審査証明事業「次世代軽開放鉄ふた」財団法人 下水道新技術推進機構』の同等以上の性能を有する製品とする。

また、耐荷重の選定基準は 4-17 章の基準に準じる。

【φ600（直接蓋）のマンホール蓋】

荷 重 区 分	車　　道		歩　　道
	道路幅員 5.5m 以上	道路幅員 5.5m 未満	
T-25	機能強化型 マンホール蓋		
T-14		機能強化型 マンホール蓋	デザイン型 マンホール蓋

【φ900-600（直接蓋）、φ300（直接蓋及び防護蓋）のマンホール蓋】

荷 重 区 分	車　　道		歩　　道
	道路幅員 5.5m 以上	道路幅員 5.5m 未満	
T-25	標準型 マンホール蓋		
T-14		標準型 マンホール蓋	デザイン型 マンホール蓋

4-20 ますの蓋及び防護蓋

（1） 設置基準

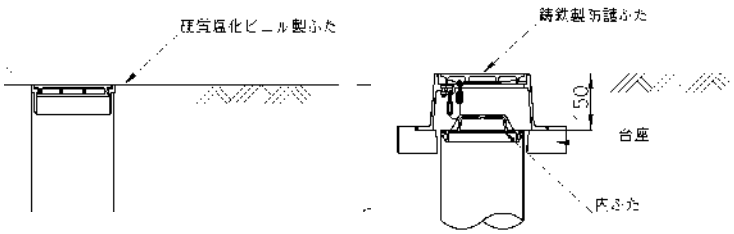
【 解説 】

（1） 設置基準

ますの蓋は、基本的に宅地内においては硬質塩化ビニル製蓋を設置する。ただし、総重量２t を超える車両が通行する場所及び不特定多数の車両が進入する場合は防護蓋を設置する。

ます蓋及び防護蓋の設置基準

種　　類		適　　用	備　　考
蓋	T-2	宅 地 内	―
防護蓋	T-8	歩道及び宅地内等	総重量 8t を超える大型車両が通行しない場所
	T-14	大型車の交通の少ない歩道	総重量 14t を超える大型車両が通行しない場所
	T-25	道 路 一 般	総重量 14t を超える大型車両が通行する場所



硬質塩化ビニル製蓋と鋳鉄製防護蓋の概要図

4-21 副管

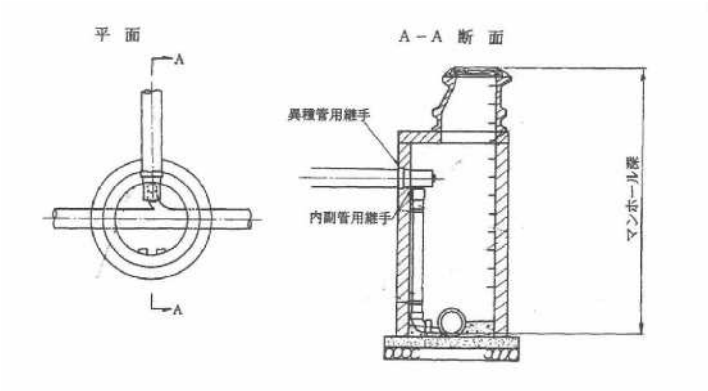
（1） 設置基準

（2） 副管径

【 解説 】

（1） 設置基準

流入管と流出管の管底高の差が 0.60m 以上の場合には、流入管径に応じた副管をマンホールの流入管側に設ける。副管は、耐震性、施工性、止水性及び改築時の対応政党を考慮し、原則として内側に設置する。複数の副管を設置する場合等は、現場条件及び維持管理性等を踏まえて適切な設置の検討を行い、協議のうえ決定する。



（2） 副管径

流入管径別副管径

流入管径（mm）	副管径（mm）
150	100
200	150
250	200
300	200
350	200
400	200
450	250
500 以上	別途考慮

4-22 スリップ防止用鉄蓋

（1） 用途

（2） 種類

（3） 性能規定

（4） 設置位置と範囲

（5） デザイン仕様規定

（6） 腐食防止機能

【 解説 】

（1） スリップ防止用鉄蓋の用途

スリップ防止用鉄蓋は、スリップ事故を防止するため、すべり抵抗性を高める必要のある場合に用いる。

（2） 種類

スリップ防止用鉄蓋の適用は、φ900-600（直接蓋）、φ300（直接蓋及び防護蓋）とする。

（3） 性能規定

スリップ防止用鉄蓋の性能規定は、設置される周辺舗装面と同一レベルのスリップ防止性を有する必要がある。スリップ防止性能を規定する項目及び条件は、限界状態における動摩擦係数がμ＝０．４５以上とする。ここで、すべり抵抗値である動摩擦係数μはすべり抵抗測定器による測定結果の証明を必要とする。また、摩擦係数がｆ＝０．４以上とする。なお、限界状態とは蓋表面の模様高さが３mm 磨耗した状態である。（出典：社団法人　日本道路協会の路面性状委員会　表４－１　日本道路協会で示された舗装のすべり抵抗目標値）

（4） 設置位置と範囲

スリップ防止用鉄蓋の設置は、雨に濡れた鉄蓋上でのスリップ事故を防止する目的でありスリップ事故が発生しやすい箇所に設ける。スリップ事故が発生しやすい状況は、ブレーキング時とコーナリング時であり、それらの状況が特に発生しやすい箇所は、交差点手前・交差点内・急カーブ内・急坂道・水溜り部等である。また、これらの箇所以外においても、ブレーキングまたはコーナリングの状況が発生する可能性があるため、全ての車道にスリップ防止用鉄蓋を設置する。

（5） デザイン仕様規定

スリップ防止用鉄蓋の蓋表面のデザイン仕様は、取手地方広域下水道組合マーク及び「おすい」・「うすい」の種別を表記すること。

（6） 腐食防止機能

スリップ防止用鉄蓋設置箇所においても、腐食対策が必要な鉄蓋には腐食防止機能を備える。

4-23 伏越し

伏越しは原則として避けるべきであり、やむを得ず設置する場合は、次の事項を考慮して定める。

（1） 伏越し管きょは、一般に複数とし、護岸等の構造物の荷重やその不同沈下の影響を受けないようにする。

（2） 伏越しの構造は、障害物の両側に垂直な伏越し室を設け、これらを水平又は下流に向かって下り勾配の伏越し管きょで結ぶものとする。

（3） 伏越し室には、ゲート又は角落しのほか、深さ 0.5m 程度の泥だめを設ける。

（4） 伏越し管きょの流入口及び流出口は、損失水頭を少なくする構造とする。また、管きょ内の流速は、上流管きょ内の流速の 20～30%増しとする。

（5） 雨水管きょ又は合流管きょが河川等を伏越しする場合、上流に雨水吐のないときは、伏越しの上流側に災害防止のための非常放流管きょを設けるのがよい。

（6） 伏越しの選定にあたっては、ベンド管を用いた伏越し（改良型伏越し）の設置を検討する。

（7） 伏越し延長が長距離となる場合は、流下状況等を十分検討する。

5. 平面・縦断計画の検討

5-1 仮平面図作成

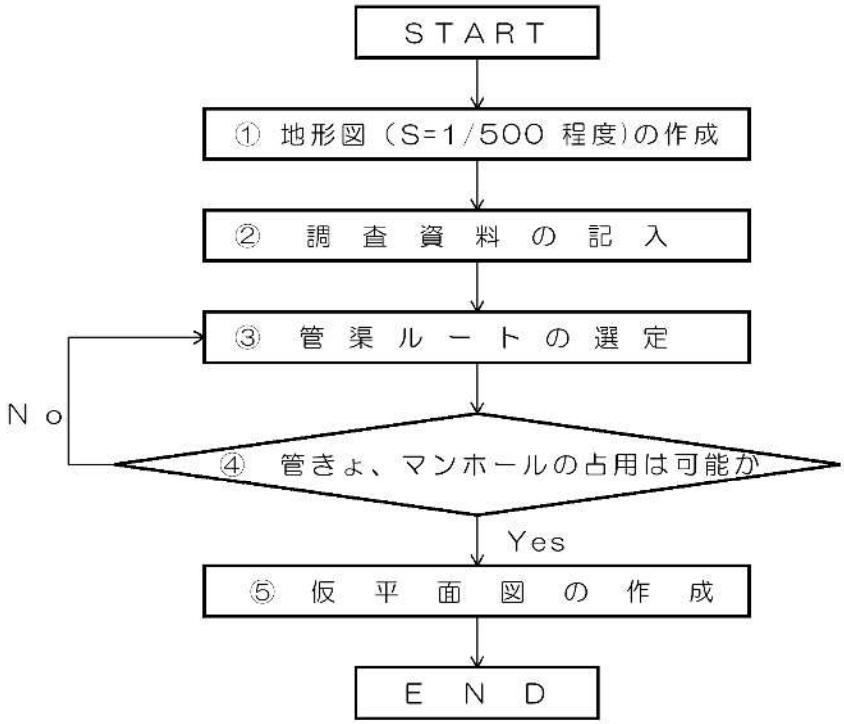
【 解説 】

仮平面図は、調査・整理した資料に基づいて、管きょ及びマンホールの占用位置を検討し、施工方法の検討を行う際の資料として用いるものである。

仮平面図の作成は、事業認可の管きょルートに基づくことを原則とし、次の手順で行う。

選定した管きょルートでの占用が不可能又は不経済な場合には、管きょルートの見直しを行う。

仮平面図作成フロー



地下埋設物の切廻し、移設は極力避けるように計画し、道路幅員、地下埋設物状況等により切廻しが必要となる場合には、関連機関と協議を行う。

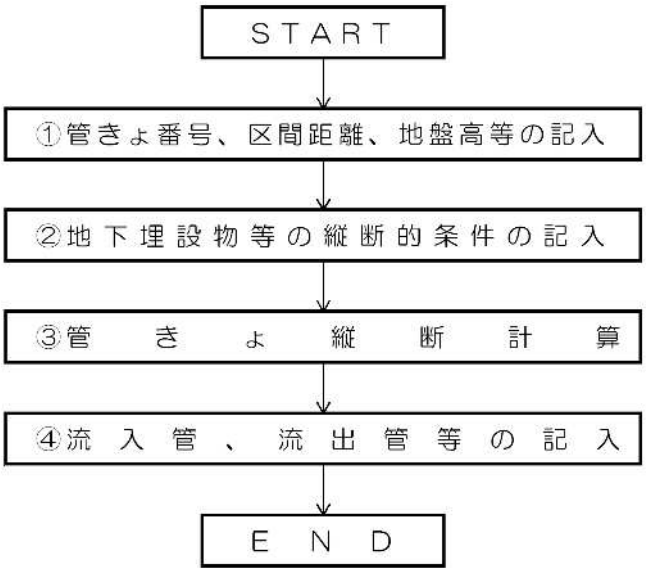
5-2 仮縦断図作成

【 解説 】

仮縦断図は、調査・整理した資料に基づいて管きょの縦断位置を検討し、施工方法の検討を行う際の資料として用いるものである。

仮縦断図の作成に当たっては地表勾配、地下埋設物の深度、河川、水路形状（将来計画を含む）、低宅地や道路等の条件を十分に考慮し、次の手順で行う。

仮縦断図作成フロー



埋設位置が深くなり施工方法に影響が見られる場合は、その要因を把握し、平面管きょルートの見直し検討も必要となる。

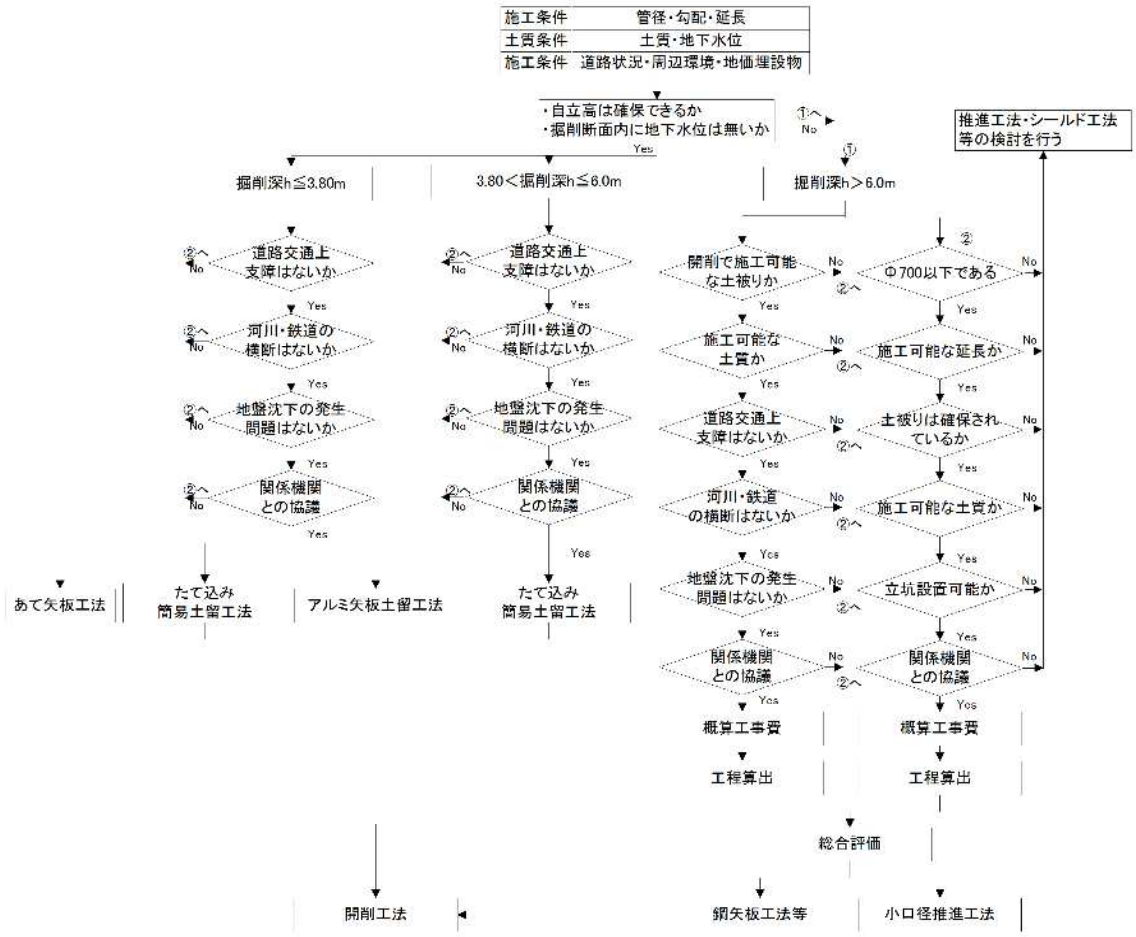
6. 施工方法の比較

6-1 施工方法の検討

【 解説 】

管きょの施工方法は、施工性、周辺環境への影響、関係機関との協議、経済性等を考慮して施工方法（あて矢板工法、たて込み簡易土留工法・鋼矢板工法・アルミ矢板土留・小口径管推進工法）を検討する。

施工方法検討フロー

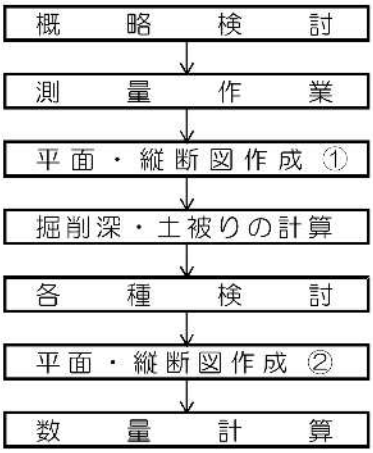


7. 開削工法の検討

7-1 設計作業フロー

【 解説 】

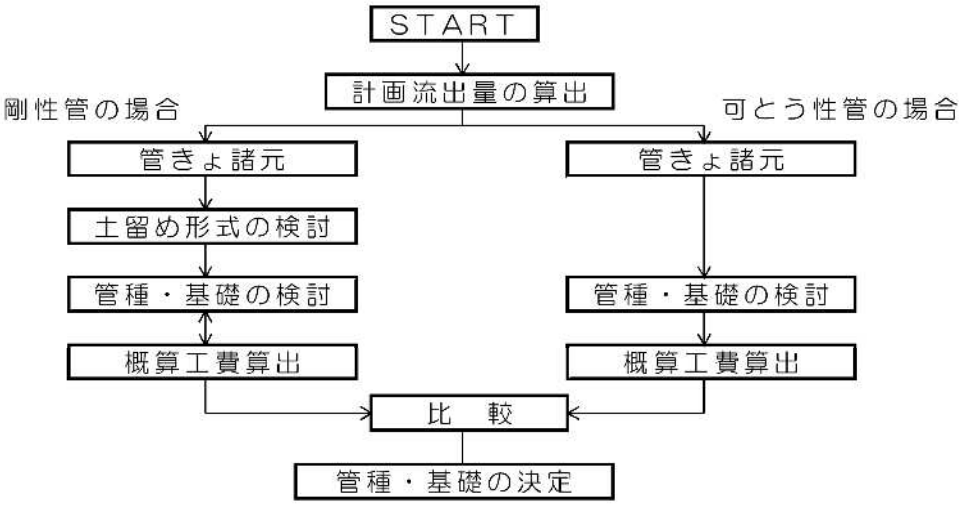
開削工法の設計は、下記のフローに従って設計を行う。



7-2 管種及び管基礎の選定

【 解説 】

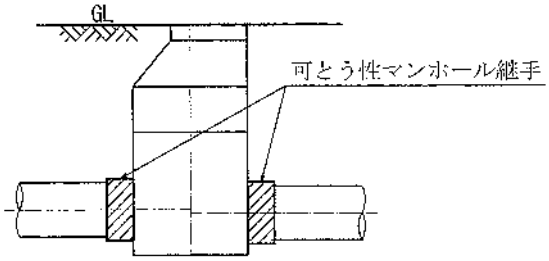
管種・基礎については、下記のフローに従い検討し、施工条件・経済性を考慮して選定する。なお、外圧への対応、磨耗・腐食等への対応、地震時における対策等が必要であれば、管きょの防護の検討を行う。特に、周辺地盤が液状化のおそれのある場合または地下水位が高い場合は、液状化対策を考慮した比較検討を行い、協議のうえ選定する。



7-3 可とう継手の設置

【 解説 】

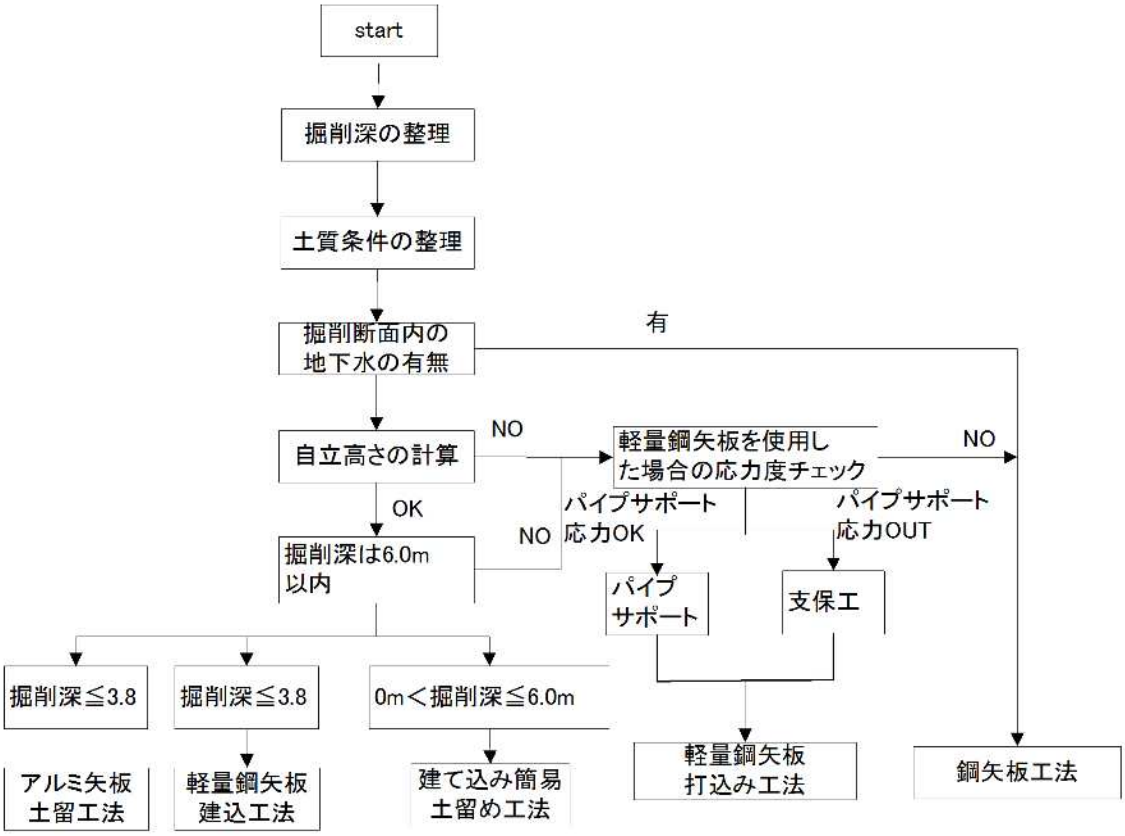
マンホールと管きょとの継手部には、下図に示すように可とう性マンホール継手を設置し、耐震性能を確保する。



7-4 土留め工法の選定

【 解説 】

土留め工法は、下記のフローに従い選定する。

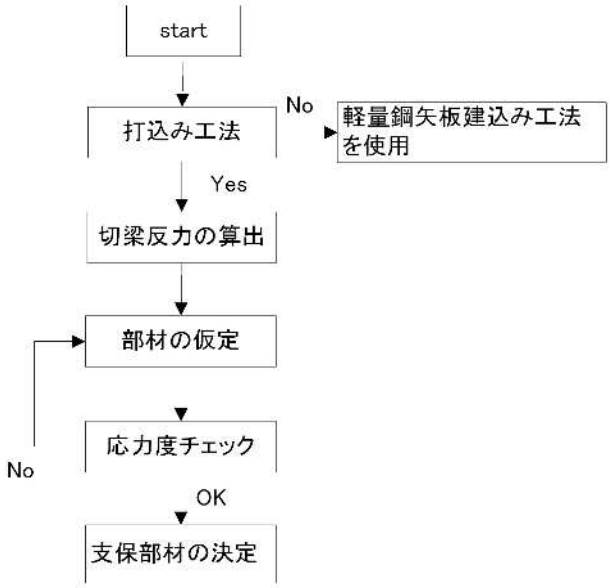


- 軽量鋼矢板建込工法・たて込み簡易土留工法・アルミ矢板土留工法の適用については、土被り・掘削深・掘削幅・土質・地下埋設物等の条件及び経済比較検討の上選定すること。
- 近接施工の場合には、既設構造物の構造や現場状況を把握し、土質調査を入念に実施した上で適切な対策工を検討する。

7-5 支保工の選定

【 解説 】

土留め工法に応じて、掘削深、土質条件、地下水位等を考慮して下記のフローに従い選定する。



7-6 覆工板の選定

【 解説 】

覆工板は施工ヶ所の交通状況、施工期間を考慮し、必要に応じて設計する。

7-7 掘削幅の算出

【 解説 】

選定した管種、管基礎、土留め工法、支保工、掘削方法より掘削幅を算出する。

7-8 発生土の利用方法

【 解説 】

下水管きょ工事に伴い副次的に発生する発生土において、土質区分に応じた適用基準と要求品質に留意し、発生土の適正な利用の促進を図る。

7-9 圧送管吐出し先

【 解説 】

圧送管吐出し先は、腐食対策として管きょ・マンホールともに①硫黄酸化細菌の増殖抑制、②耐硫酸性向上の対策の検討を行う。また、圧送管吐出し先は段差や落差を極力なくす構造を検討する。

なお、圧送管吐出し部マンホールは、マンホールのみでなくマンホール内にある圧送管材、ステップ、マンホール蓋枠等も腐食対策の検討を行う。

7-10 取付管の管止め対策

取付管に対して、管止めの処置をする場合に取付管端部が沈下する可能性がある。そこで、管止め部における沈下対策を以下に列挙し、現場状況に応じて対策を講じる。

（1） 管基礎の延長による対策

（2） はしご胴木による対策

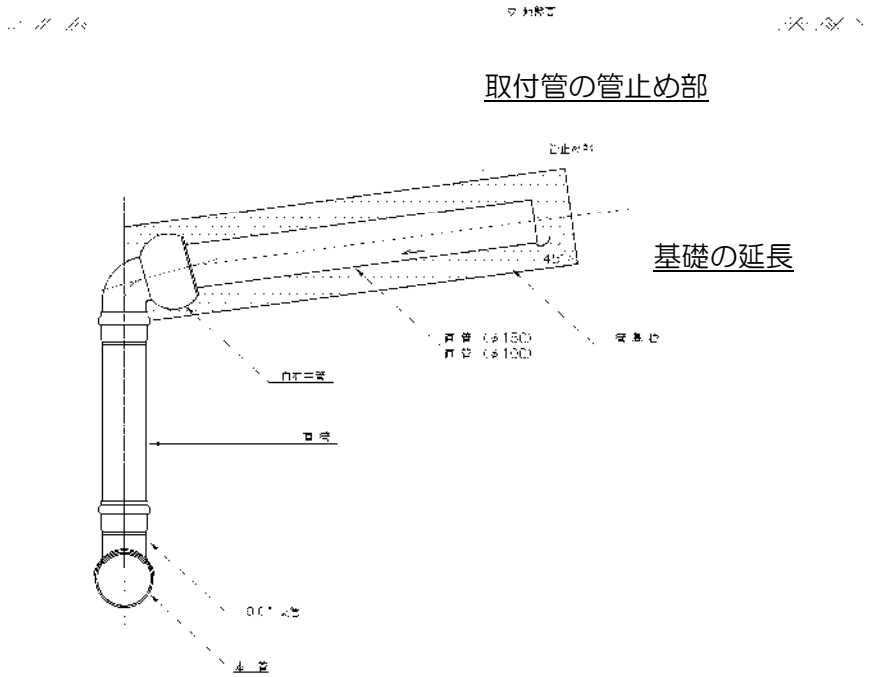
（3） 薬液注入工法による対策

（4） その他の対策

【 解説 】

（1）管基礎の延長による対策

管きょ下端部における沈下防止対策として、管きょ設計時に検討した管基礎材を管止め下端部の管中心から４５°の長さ分を管軸方向に延長し補強する対策を行う。



（2）はしご胴木による対策

管きょ下端部における沈下防止対策として、管底部にはしご胴木基礎を設置し、基礎を補強する対策を行う。

（3）薬液注入工法による対策

管底部に薬液注入工法を注入し、基礎を補強する対策を行う。ただし、薬液注入工法対策は、有効な期間があること、また注入時に浮上がりの懸念があることに留意する必要がある。

（4）その他の対策

管止め断面部において、浸入水や土砂流入を防止する対策として、止水用のキャップの設置対策を実施する。

7-11 家屋調査の事業区分の検討

（1） 事業区分

（2） 国庫補助対象と区分される範囲

（3） 単独対象と区分される範囲

【 解説 】

（1）事業区分

家屋調査の事業区分の検討において、「国庫補助対象と区分される範囲」と「単独対象と区分される範囲」に事業の範囲が区別できる。その事業区分は以下のとおりである。

事　業　区　分	範　　囲
国庫補助対象事業	①：近接対象範囲
単独対象事業	②：家屋調査実施範囲ー①：近接対象範囲

（2）国庫補助対象と区分される範囲

家屋調査において、国庫補助対象を区分される範囲は近接程度の判定において近接施工として該当する場合である。したがって、1）建込み仮設の場合と 2）打込み仮設の場合に分けて近接程度の判定手法を示す。

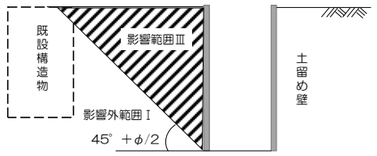
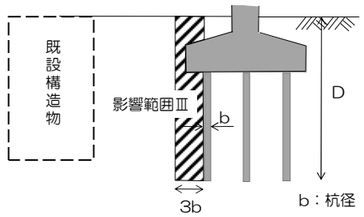
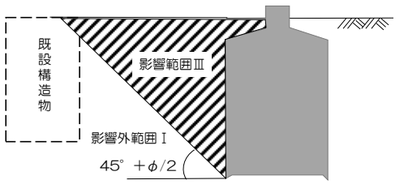
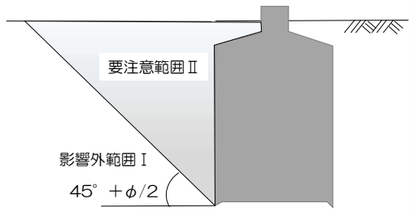
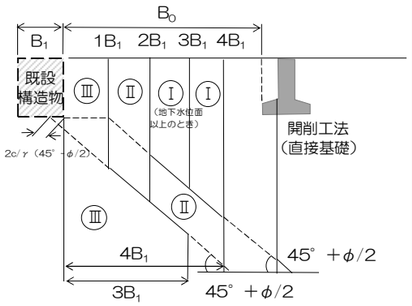
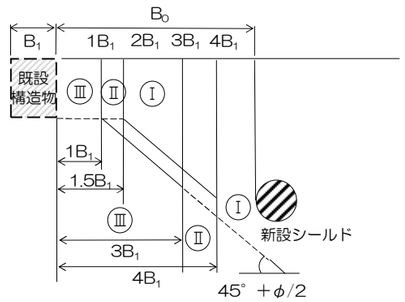
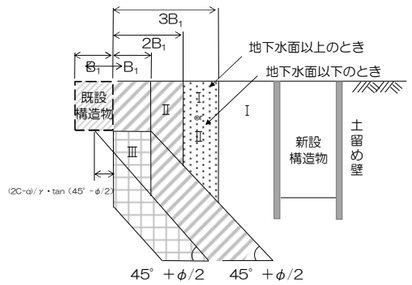
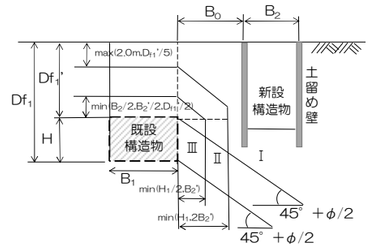
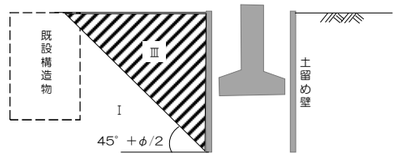
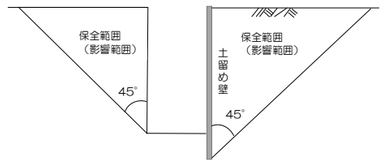
1）建込み仮設の場合（開削土留めが自立する場合）

建込みによる開削土留めの場合において、近接施工に該当する範囲の検討手法の比較を次ページに示す。

なお、建込み仮設の場合の近接範囲の検討手法は多くの手法があり、土質等地盤特性で最適な手法が異なるため、詳細設計時において適切な手法を選定し対象範囲の検討を行うこと。

【参考】

表　建込み仮設の場合の近接範囲（開削土留めが自立する場合）

協会・団体	建設省土木研究所	日本道路公団	首都高速道路公団	J　　R	東京都下水道局
近接程度の区分	影響外範囲Ⅰ 影響範囲Ⅲ	影響範囲Ⅰ 要注意範囲Ⅱ 影響範囲Ⅲ	無条件範囲Ⅰ 要注意範囲Ⅱ 制限範囲Ⅲ	無条件範囲Ⅰ 要注意範囲Ⅱ 制限範囲（要対策範囲）Ⅲ	保全範囲
近接程度の領域	開削土留めに伴う影響範囲を判定する手法である。 （1）土留め壁の引抜きによる影響範囲 矢板などの土留め壁の引抜きを行う場合には、次のように影響範囲を設定する。  影響外範囲Ⅲ：土留め壁先端から、水平面に対し、45°＋φ/2の角度をなす直線より内側の領域とする。 影響範囲Ⅰ　：上記以外の領域とする。 ここで、φ：内部摩擦角（°）	道路橋等の基礎構造物を築造する場合の影響範囲を判定する手法である。 （1）新設基礎が場所打ち杭基礎の場合の影響範囲  （2）通常のニューマチックケーソンの場合  （3）特別に配慮されたニューマチックケーソンの場合  	ビル等の直接基礎やシールド工法等による管布設を築造する場合の影響範囲を判定する手法である。 （1）開削土留めの場合  （2）シールド工法等の場合  Ⅰ：無常観範囲Ⅰ Ⅱ：要注意範囲Ⅱ Ⅲ：制限範囲Ⅲ	近接工事に起因する鉄道構造物への影響範囲を判定する手法である。 （1）既設構造物が直接基礎・杭基礎・ケーソン基礎の場合  （2）既設構造物が地中構造物の場合  （3）仮土留め引抜き時の場合  	他の埋設物などに対する影響範囲を判定する手法である。  近接工事による地盤の緩みが予想される範囲を掘削底面端の垂直線に対し45°の範囲としている。 また、鋼矢板等の山留めを使用する場合は、寝入端から45°の範囲とする。 近接工事の掘削内に施設が露出する場合は、全て保全範囲とする。また、影響範囲内に施設が含まれる場合も保全範囲とする。 なお、保全範囲とは、施設の保全措置が必要な範囲である。
評　　価	下水道管路施設の布設時の開削土留めに適応した影響範囲の考え方である。 また、内部摩擦角を考慮することで土質の種類も考慮した影響範囲である。	道路橋等の基礎構造物を築造する場合の影響範囲の考え方である。	ビル等の直越基礎構造物を築造する場合、またはシールド工法等に伴う影響範囲の考え方である。推進工法やシールド工法による管きょ布設工事の際に参考となる。	仮土留めを用いた掘削に伴う影響範囲の判定手法であるが、鉄道構造物等の特に安全側で検討するような重要構造物が対象となる考え方である。	他の埋設物に対する影響範囲の考え方である。
判　　定	◎	×	△	○	×

※出典：近接施工技術総覧（産業技術サービスセンター）

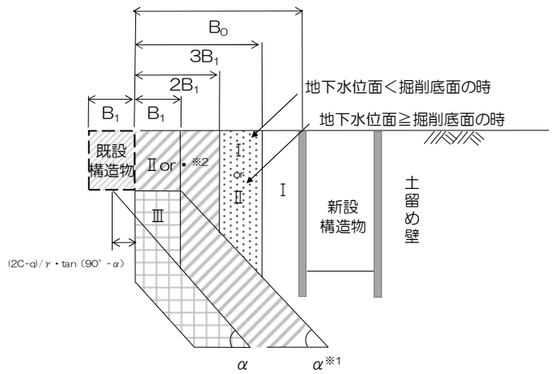
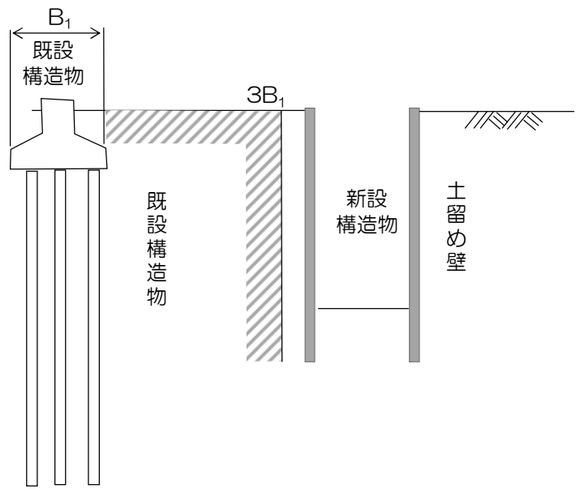
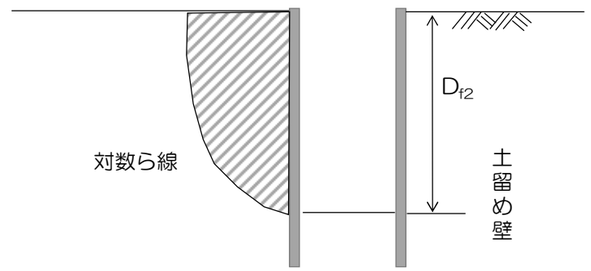
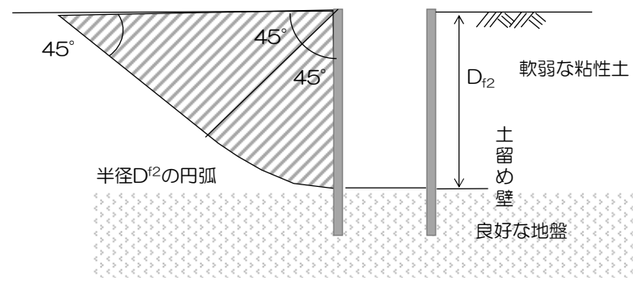
2）打込み仮設または立坑工事の場合

打込みによる開削土留めの場合において、近接施工に該当する範囲の検討手法の比較を次ページに示す。

なお、打込み仮設の場合の近接範囲の検討手法においても多くの手法があり、土質等地盤特性で最適な手法が異なるため、詳細設計時において適切な手法を選定し対象範囲の検討を行うこと。

【参考】

表　打込み仮設の場合の近接範囲（開削土留めが自立しない場合）

協会・団体	鉄道総合技術研究所	日本トンネル技術協会	日本トンネル技術協会
近接程度の区分	＜既設構造物からの近接程度の判定＞ 影響範囲Ⅰ 要注意範囲Ⅱ 影響範囲Ⅲ	＜既設構造物からの近接程度の判定＞ 既設構造物が安定を保つために必要な範囲	＜新設構造物からの近接程度の判定＞ 新設構造物の施工による影響範囲
近接程度の領域	仮土留め壁を用いた掘削における既設構造物側からの影響範囲を判定する手法である。  ※1　α＝45°＋φ/2 ※2　既設構造物が直接基礎の場合は制限範囲（Ⅲ）とする。	仮土留め壁を用いた掘削における既設構造物側からの影響範囲を判定する手法である。  ここで、 B_1：既設構造物の基礎幅・構造幅	土留め壁の変形による背面地盤の影響範囲を判定する手法である。 ①砂質土及び軟弱でない粘性土の場合  ②軟弱な粘性土の場合  ここで、 D^{f2}：地表面から新設構造物の床付面の深さ
評　価	既設構造物側から仮土留め壁の影響範囲を判定した手法である。本手法は、地下水位面を考慮した影響範囲の判定手法である。	既設構造物側から仮土留め壁の影響範囲を判定した手法である。本手法は、既設構造物の基礎幅・構造幅から算定した影響範囲の判定手法である。	新設構造物側から仮土留め壁から周辺構造物への影響範囲を判定した手法である。
判　定	○	○	○

※出典：地盤工学・実務シリーズ 28　近接施工（地盤工学会）

（3）単独対象と区分される範囲

家屋調査を実際に実施する範囲は、全ての範囲が国庫補助対象へ区分される範囲ではなく単独対象と区分される場合がある。ここでは、家屋調査を実施する範囲を以下のとおり設定する。

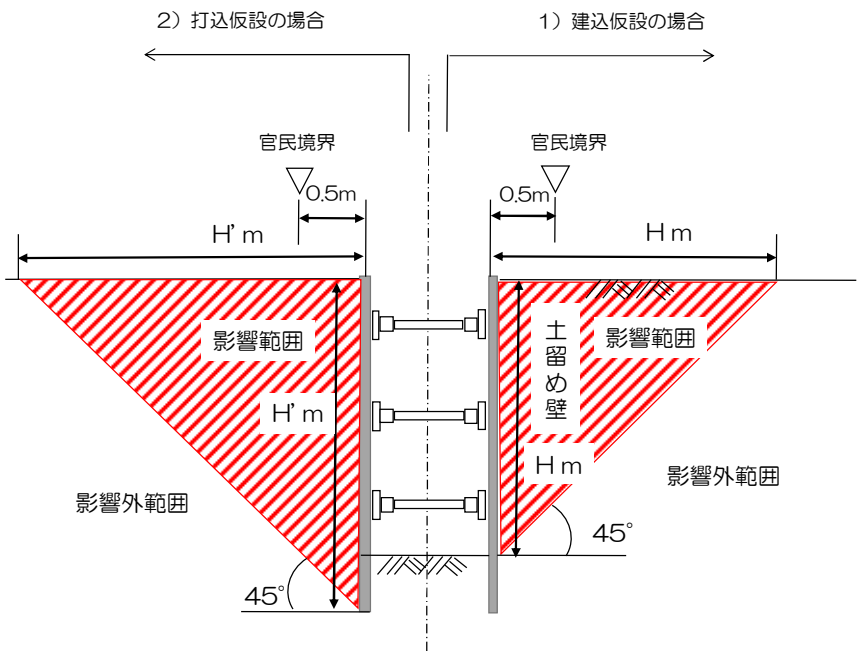
管きょの開削工事における土留め線は、官民境界から 0.5 m の離隔を確保することを標準とする。官民境界からの離隔を 0.5 未満とする場合は別途考慮する。

1）建込仮設の場合（開削土留めが自立する場合）

建込仮設の場合の調査範囲は、掘削底面の端から４５°の線を引いた範囲とする。

2）打込仮設の場合（開削土留めが自立しない場合）

打込仮設の場合の調査範囲は、土留仮設の端から４５°の線を引いた範囲とする。



したがって、（1）事業区分で設定したとおり、単独対象事業は以下の範囲である。

■単独対象事業範囲　＝　家屋調査実施範囲　－　近接対象範囲

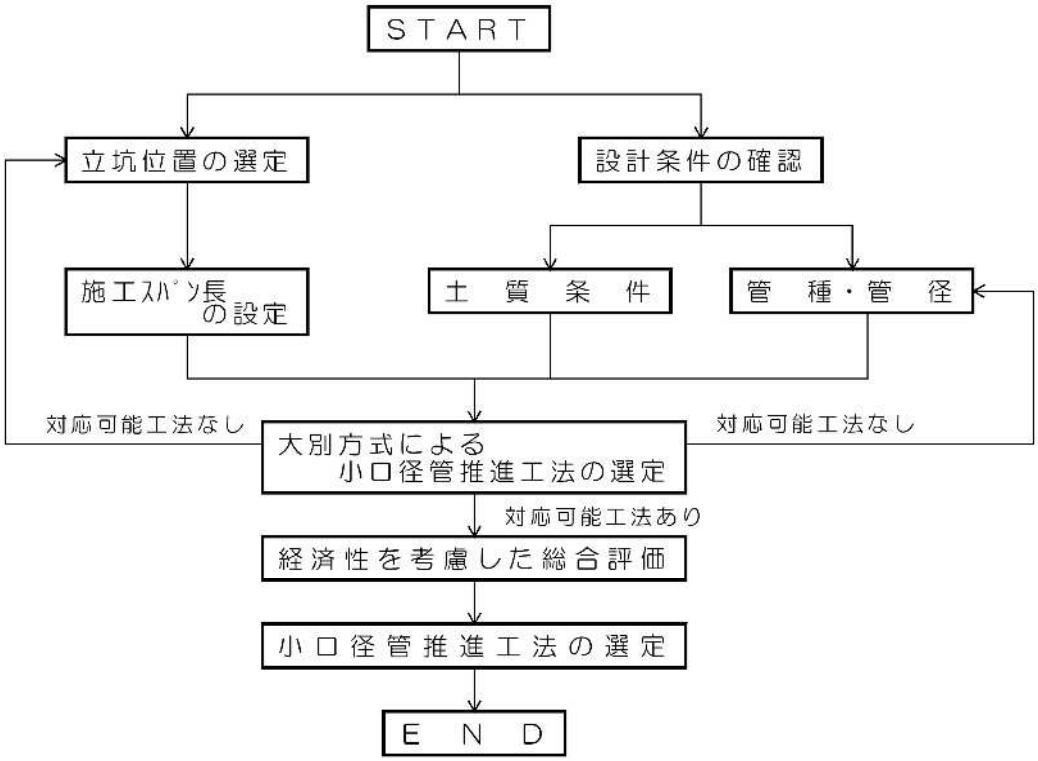
したがって、「国庫補助対象と区分される範囲」である近接対象範囲外の家屋調査範囲は「単独対象と区分される範囲」となる。

8. 小口径管推進工法の検討

8-1 小口径管推進工法の選定

【 解説 】

小口径管推進工法の選定は、下記のフローによるものとする。



8-2 推進管の検討

（1） 強度計算

（2） 推進力の算定

（3） 立坑内空伏せの検討

【 解説 】

選定された小口径管推進工法の推進管に対して、下記に示す検討を行う。

（1） 強度計算

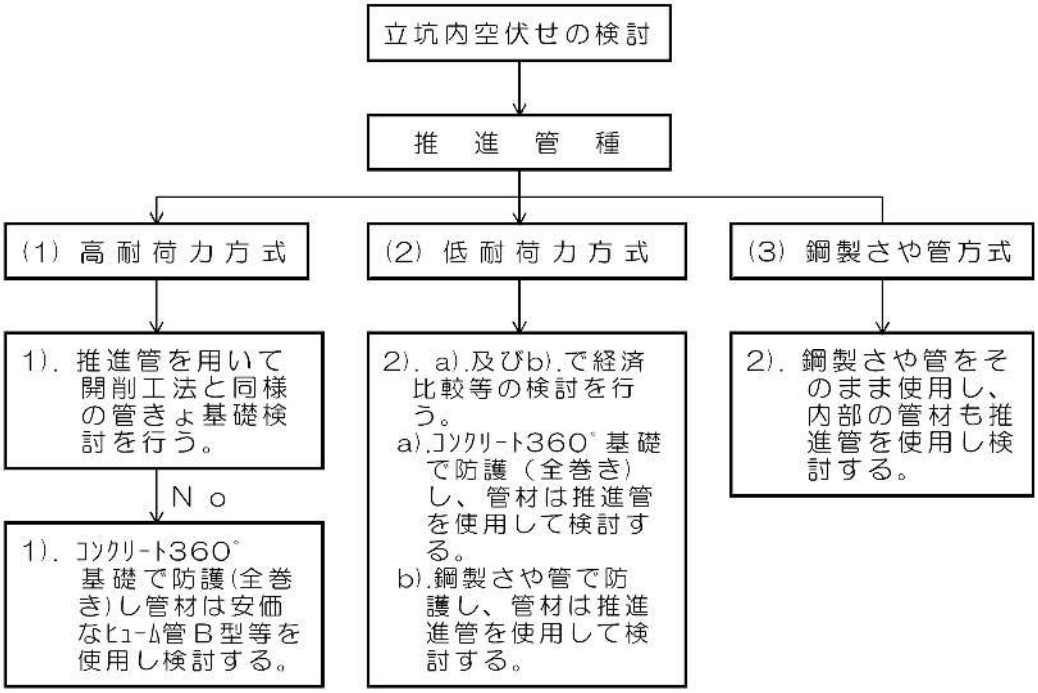
鉛直方向及び管軸方向について推進管の強度計算を行う。

（2） 推進力の算定

推進力は、先導体先端部の地山への貫入や掘削による抵抗と外周面が地山と接触する際の摩擦や付着力の和に見合う力で求めるもので、提案式Ⅰや提案式Ⅱ等により算定を行う。

（3） 立坑内空伏せの検討

立坑内空伏せについては、下記の方法により方式別に計算を行う。



8-3 立坑の検討

【 解説 】

立坑については、選定された小口径管推進工法にて施工可能な形状寸法を各種技術資料等を比較して最小なものを採用する。

また、立坑基礎については床付け部の土質に、立坑掘削深については各種技術資料等を参考にして検討を行う。

8-4 補助工法の選定

【 解説 】

地盤改良工法を基本とし、改良目的や対象箇所により最も適した工法を選定する。

第２章　概　略　平　面　縦　断　検　討

1. 仮平面図・仮縦断図作成

1-1 仮平面図作成

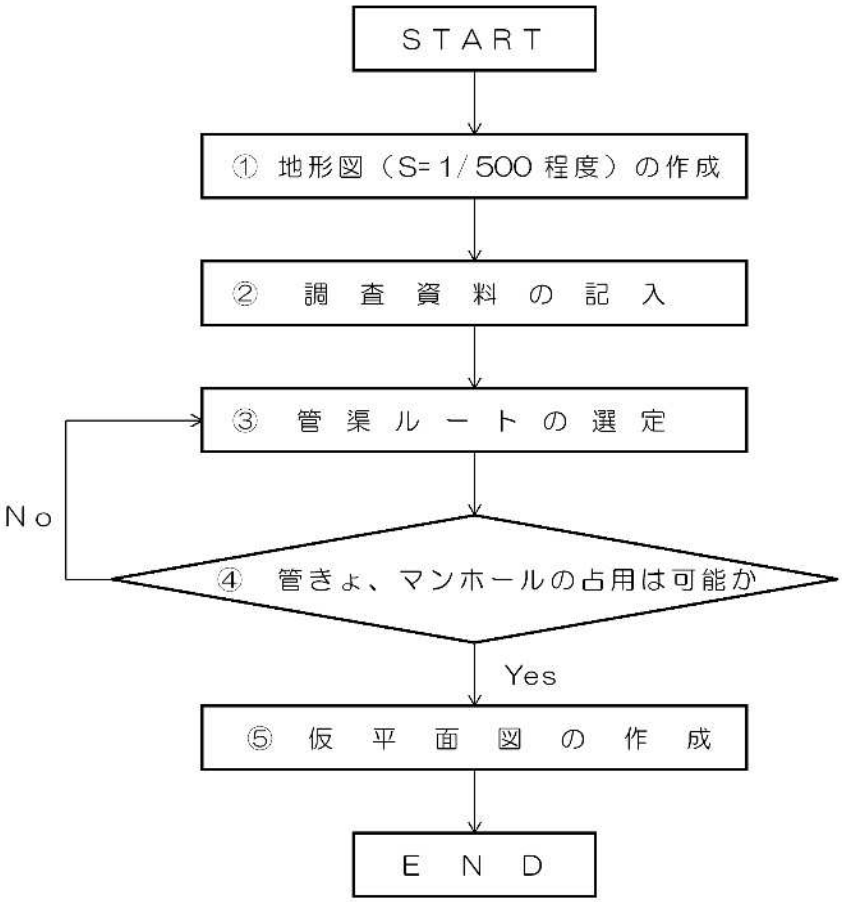
【 解説 】

仮平面図は、調査・整理した資料に基づき、管きょ及びマンホールの占用位置を検討し、施工方法の検討を行う際の資料として用いるものである。

仮平面図の作成は、事業認可の管きょルートに基づくことを原則とし、次の手順で行う。

選定した管きょルートでの占用が不可能又は不経済な場合には、管きょルートの見直しを行う。

仮平面図作成フロー



地下埋設物の切廻し、移設は極力避けるように計画し、道路幅員、地下埋設物状況等により、切廻しが必要となる場合は関連機関と協議を行う。

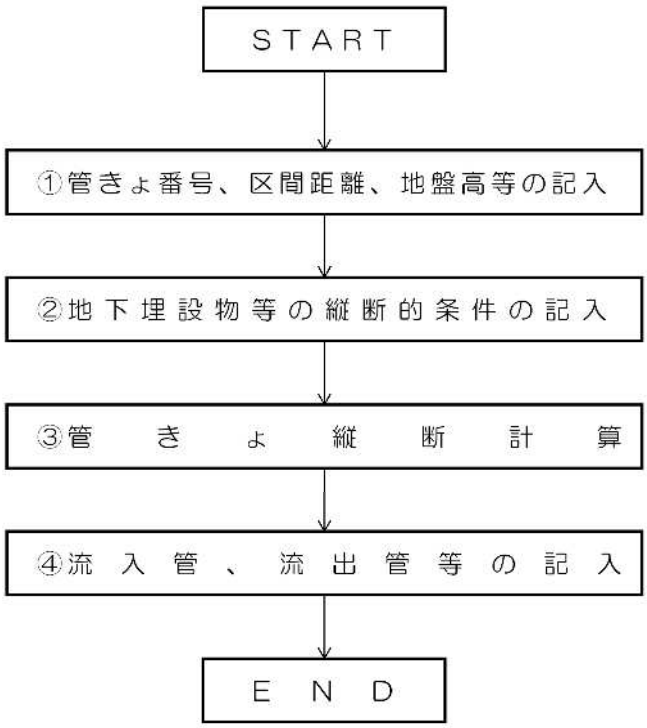
1-2 仮縦断図作成

【 解説 】

仮縦断図は、調査・整理した資料に基づき、管きょの縦断位置を検討し、施工方法の検討を行う際の資料として用いるものである。

仮縦断図の作成に当たっては地表勾配、地下埋設物の深度、河川、水路形状(将来計画を含む)、低宅地や道路等の条件を十分に考慮し、次の手順で行う。

仮縦断図作成フロー



埋設位置が深くなり施工方法に影響が見られる場合は、その要因を把握し、平面管きょルートの見直しを含めた検討が必要となる。

2. 追加調査

概略検討結果を踏まえて、必要に応じて追加調査（土質・測量・試堀）を行う。

2-1 土質調査

土質調査は、管きょの施工方法、管基礎の種類、土留め工法、補助工法等の選定及び設計に必要な地盤構成、地下水の状況、土の物理的特性及び力学特性等の資料を得るためのもので、既存資料では不十分の場合に実施する。

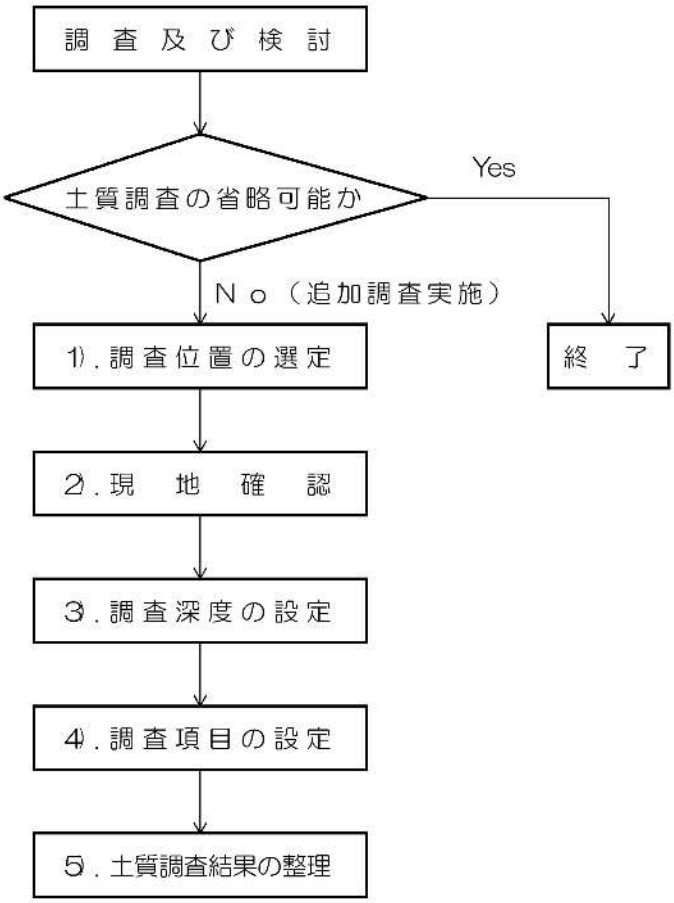
【 解説 】

追加土質調査が必要となるケースは、以下に示す様なものが考えられる。

- 既存土質調査位置が設計箇所から離れている。
- 複数の土質調査結果の内容に違いがある。（土層構成が異なる。）

既存調査の調査位置、調査深度、調査項目等が利用できる場合には、追加土質調査を省略することができる。

調査フロー



（1） 調査位置の選定

概略検討結果と既存資料を基にし、管きょルート及び縦断位置や工法等を考慮して調査位置の選定を行う。

調査位置間隔の目安は、既存調査箇所と追加調査箇所を含めて 50～100m とする。

（2） 現地確認

現地では全体の地形、地盤の状況等を調査し、調査位置の道路占有や借地が可能かどうか確認する。

（3） 調査深度の設定

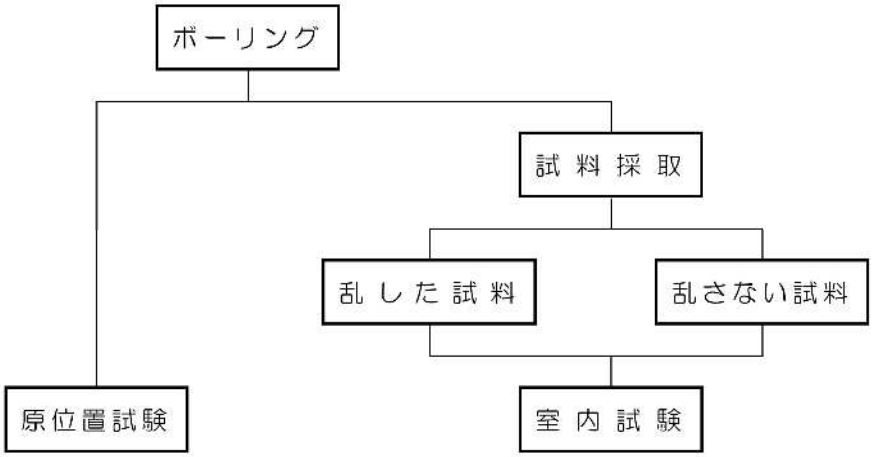
調査深度は、管きょの縦断位置や土留めの根入れ長等を考慮して設定する。

（4） 調査項目の設定

予想される工法、工事規模、施工環境等を考慮して、必要な調査項目（原位置試験位置、試料採取位置）を設定する。

土質調査には、直接現場において深さ方向のそれぞれの土層の相対的強さや締まり具合を調査する原位置試験と、ボーリング孔から試料採取して、室内において土の物理的特性と力学的特性を調査する室内試験がある。

原位置試験は、一般的に機械ボーリングにて行う。室内試験は、土の性質や土質試験の目的によって「乱した試料」で行う場合と「乱さない試料」で行う場合がある。



乱した試料の採取はφ66mm のボーリングで行い、乱さない試料の採取、現場透水試験はφ86mm のボーリングで行う。

（5） 土質調査結果の整理

土質調査結果の整理（土質定数の設定等）については、原則として既存資料に準じて行うものとする。

土 質 調 査 項 目 と 検 討 事 項

試験種別		試験結果	検討事項												備考
			工法の選定	土圧	ボイリング	ヒービング	掘削面の安定	湧水量	周辺地下水位低下	周辺地盤沈下	地盤の支持力	構造物の設計	必要性 工法別 開削	必要性 工法別 推進	
原位置試験	試料採取	地盤構成	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	標準貫入試験	N値	○	○		○				○	○	○	○	○	
	孔内水位測定	地下水位	○	○	○		○		○	○		○	○	○	
	間隔水圧測定	地下水の水圧	△	△	△		△						△	△	
	現場透水試験	透水係数 K	○					○	○				○	○	
	孔内水平載荷測定	変形係数 E_{50}	△	△							△		△	△	
	電気探査		△						△				△	△	
室内試験	粒度試験	重量百分率	○	○	○	○		○	○	○			○	○	
		均等係数 Uc	△											△	
		曲率係数 Uc	△											△	
		粒径加積曲線	○											○	
	液性限界試験 塑性限界試験	液性限界 WL		△									△	△	
		塑性限界 Wp		△									△	△	
		塑性指数 Ip		△									△	△	
		液性指数 IL													
	比重試験	土粒子の比重 Gs												○	
	含水量試験	含水比 Wn													
	密度試験	含水比 Wn													
		湿潤密度 pt	○	○	○	○		○				○	○	○	
		乾燥密度													
		間隙比 e												△	
		飽和度 Sr												△	
	一軸圧縮試験	一軸圧縮強さ qu	○	○	○		○			○		○	○	○	三軸圧縮試験を行う場合は省略可能 quから○を推定可能
		破壊ひずみ εf													
		変形係数 E_{50}													
	三軸圧縮試験	粘着力 C	○	○	○		○				○	○	○	○	CφはN値から推定可能
		せん断抵抗角 ϕ	○	○	○		○				○	○	○	○	
	圧密試験	圧縮降伏応力 Pc								△				△	施工規模、地形等から必要性を検討する
		圧縮指数 Cc								△				△	

注） ○：必要　△：必要に応じ

一軸圧縮試験、三軸圧縮試験、圧密試験は「乱さない試料」で行う。

土 質 試 験 方 法 と そ の 利 用

名　称	結果から求められる事項	結 果 の 利 用
試料採取	乱した試料の採取 乱さない試料の採取	土質柱状図、土質縦断推定図を作成して土層全般を把握し、かつ観察により判定 一軸圧縮試験、三軸圧縮試験、圧密試験は、「乱さない試料」で実施
標準貫入試験	N値 内部摩擦角	土層厚及び土層の固さ、強度、支持力の推定、推進力地盤支持力、地盤反力係数の検討
水位測定	地下水位	仮設、構造物の検討
間隙水圧測定	地下水の有する水圧の実測	湧水対策の検討
透水試験	透水係数　室内透水試験 　　現場透水試験	排水方法、圧気設備の検討 自然土の透水係数
孔内水平載荷測定	変形係数	土留め工法の選定 水平方法地盤反力係数
電気探査	地下水 断層等の分布の想定	土層厚及び土層の分布の想定
粒度試験	粒径加積曲線 有効径 均等係数 曲率係数	土の分類 湧水対策工法の選定 透水性、透気性の推定 盛土材の締め固めの適否判断
コンシステンシー試験	液性限界 塑性限界	細粒土の分類 切羽の安定性の推定
物理試験	含水比 単位体積重量 乾燥密度 土粒子比重	土層の硬軟、締まりの程度の判定 立坑の設計試料 注入工法の検討
密度試験	間隙比 飽和度	土質定数の推定 （圧縮指数等）
せん断試験 直接せん断 三軸圧縮 一軸圧縮	 内部摩擦角、粘着力 内部摩擦角、粘着力 一軸圧縮強度、粘着力	 土圧、支持力、安定の計算 立坑の設計試料 切羽の安定性、掘削方法の検討
圧密試験	間隙比－荷重曲線 　　圧縮指数 沈下　－時間曲線 　　圧密係数 圧密降伏応力、圧縮係数	圧密沈下量、圧密沈下速度の計算 地盤沈下の検討、沈下量の計算
その他		地盤反力係数の測定 電気探査 物理探査 色素 pH等による地下水調査 透気試験（特に砂層）

2-2 測量調査

測量調査は、管きょの平面検討、縦断検討及びマンホールの占用位置の検討において必要となる地形状況や地盤高等の資料を得るためのもので、既存資料では不十分の場合に実施する。

【 解説 】

追加測量調査が必要となるケースは、以下に示す様なものが考えられる。

- 地形図で現地盤高が判断できない場合。
- 地形図の情報が現地と異なる場合。

（1） 宅地内の地盤高

本管の管底高が桝深と取付管で決まるため、宅地内の高さが道路より低い場合に宅地内地盤高を測定する。

（2） 平面図の修正

入手した地形図（道路台帳図等）は設計平面図として使用するため、現況地形が地形図と異なる場合、平板測量等を行い修正する。

（3） 交点測量（水準測量）

仮縦断図を補足するため、道路交点、地盤変化点の地盤高を測定する。

（4） 既設管・水路調査

既設管の利用や既設管及び水路と交差する場合、既設管の管径、勾配、管底高等をマンホール部分で調査する。

（5） 地下埋設物の確認

現地で確認できる地下埋設物（マンホール、バルブ、ハンドホール等）について、オフセット等により位置を明確にする。

（6） 仮 BM の設置

既存の BM から設計区域内に設置し、その位置及び高さを明確にする（点の記等）

2-3 試堀調査

試堀調査は、設計管きょ占用位置、深さを決定するに当たって確認が必要となる地下埋設物について資料収集や流域踏査で明確に判断できない場合（埋設物が輻輳している場合、道路幅員が狭い場合等）に実施する。

【 解説 】

追加試堀調査が必要となるケースは、以下に示す様なものが考えられる。

- 地下埋設物の占用位置・深さが入手資料・現地確認でも明確に判断できなく、設計内容に影響がある。
- 地下埋設物でその特殊構造物との出入り口付近又はほかの埋設物との交差に伴い、入手した資料で変わっている可能性があり、その位置が判断できない場合。

（1） 調査位置の選定

予想される工法を考慮し、地下埋設物の位置を明確にできる位置を選定する。

（2） 調査方法

幅、深さ、長さ、復旧方法、堀削方法については、関係機関と協議の上決定する。

申請手続き等の項目を以下に示す。

- 道路管理者への申請
- 警察への申請
- 地元住民への説明

第 3 章 施 工 方 法 の 検 討

１施工方法の比較検討

1-1　施工方法の比較検討

（1）　施工方法の検討

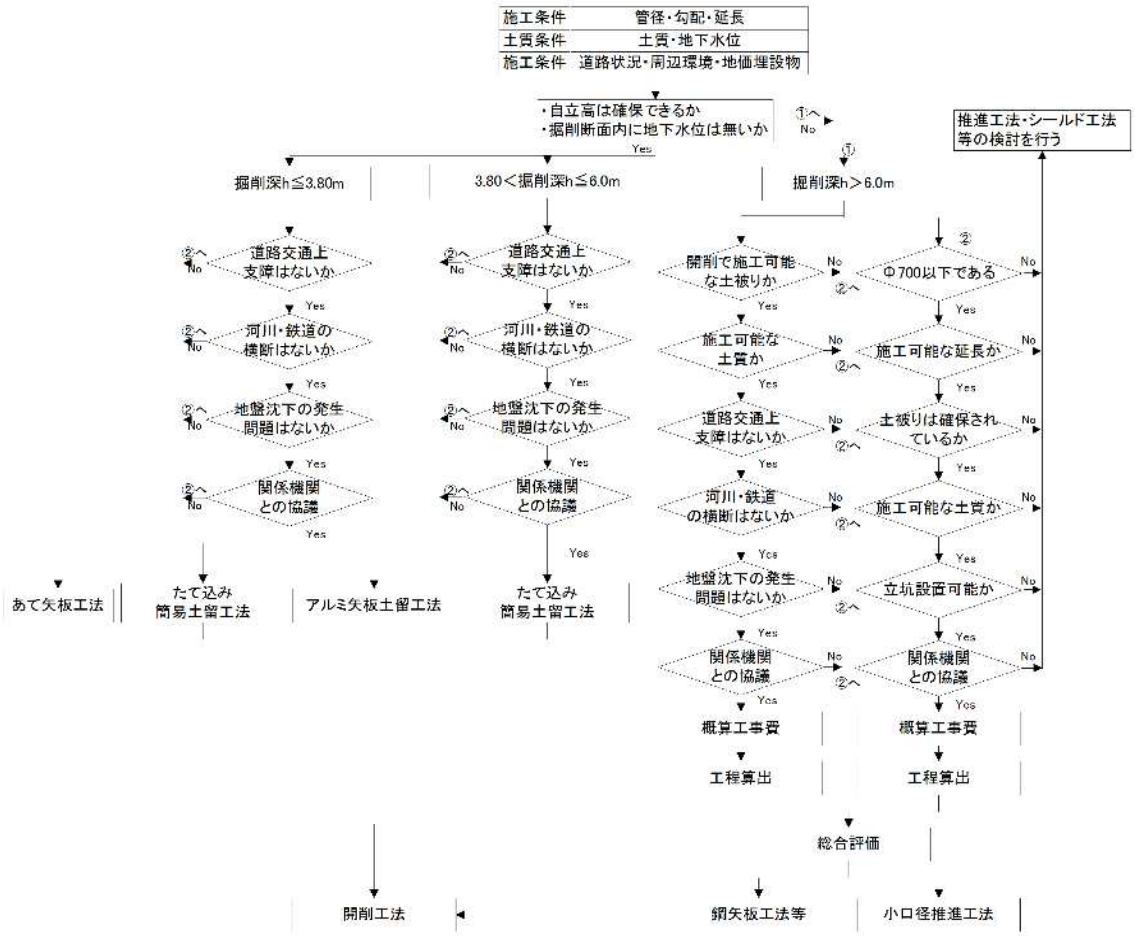
（2）　施工方法の一般的特徴

【 解説 】

（1）　施工方法の検討

管きょの施工方法は、施工性、周辺環境への影響、関係機関との協議、経済性等を考慮して施工方法（あて矢板工法、たて込み簡易土留工法・鋼矢板工法・アルミ矢板土留・小口径管推進工法）を検討する。

施工方法検討フロー



（2） 施工方法の一般的特徴

施工方法検討フローの検討項目について、下表に概要を示す。

各種検討項目に対する判定を以下の一般的な特徴を基に行い、工法決定の総合判断の材料とする。

各工法の一般的特徴

			開削工法	判定	小口径管推進工法	判定
A施工性	管径		一般的はφ150㎜まで		円形のみ 内径200～700㎜	
	管径（１スパン） 線形（曲線）		管径別最大マンホール間隔による		１スパン50～100m程度の曲線施工は、一部工法で可	
	土被り		施工上の制限はないが、一般的には１．２m以上4.0m未満が多い		最小1.0m以上確保	
	土質		原則的に制限なし （巨大礫・岩を除く）		礫径300㎜以上は一般的に困難	
	道路交通、立坑		全路線交通支障あり 大規模な舗装復旧工必要		立坑部のみ交通配慮必要 立坑の間隔は５０m程度	
	河川、鉄道横断		困難		可能であるがただし施工可能延長以内の場合のみ	
B環境への影響	公害 （騒音、振動、地盤沈下）		面的に発生する可能性が高い		立坑部のみ発生する場合がある	
	災害 （地下埋設物等）		面的に地下埋設物に影響がでる可能性がある		一般的に立坑部のみ地下埋設物に影響する	
C経済性	工事費 （概算）	管きょ	○		○	
		マンホール	○		○	
		土工、山留め工	○			
		立坑			○	
		補助工法	○		○	
		付帯工	○		○	
	工期 （概算）		パーティ数により工期短縮可能		推進工法、シールド工法より短い	
総合判定						

2. 関係機関協議

2-1　関係機関協議（必要に応じて）

（1）　道路管理者

（2）　河川管理者

（3）　公有地管理者

（4）　警察

（5）　埋設物企業者

（6）　軌道管理者

（7）　その他

【 解説 】

施工方法の検討に当たっては、下記の関係機関と協議を行う。

（1）　道路管理者

管種、管径、基礎、土被り、占用位置、マンホール形状、施工方法、舗装復旧等

（2）　河川管理者

河川・河川構造物（現況又は計画）とのクリアランス、施工方法、影響範囲、放流量、吐口の位置、護岸構造、築造範囲等

（3）　公有地管理者

借地、占用面積（構造物の内容・規模）、時期、期間、施工方法等

（4）　警察

交通規制方法、施工の時間帯（昼・夜・昼夜間）等

（5）　埋設物企業者

クリアランス、影響範囲、移設等

（6）　軌道管理者

構造物・軌道とのクリアランス、影響範囲等

（7）　その他

第　４　章　開　削　工　法

1. 設計項目

1-1 設計項目

（1） 設計作業フロー

（2） 管種及び管基礎の選定

（3） 土留め工法の選定

（4） 支保工の選定

（5） 覆工板

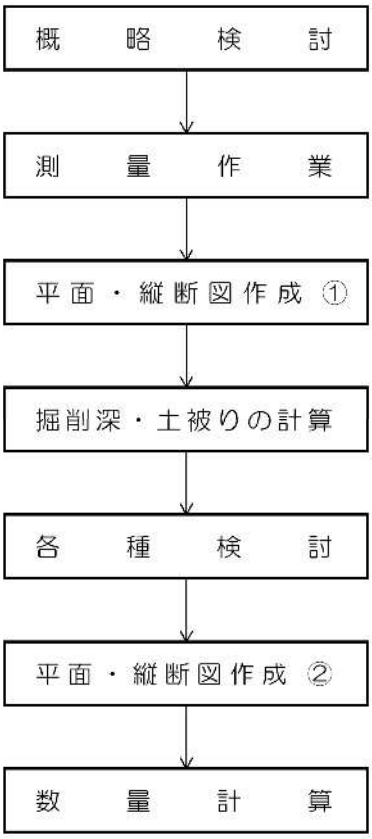
（6） 掘削幅の算出

（7） その他

【 解説 】

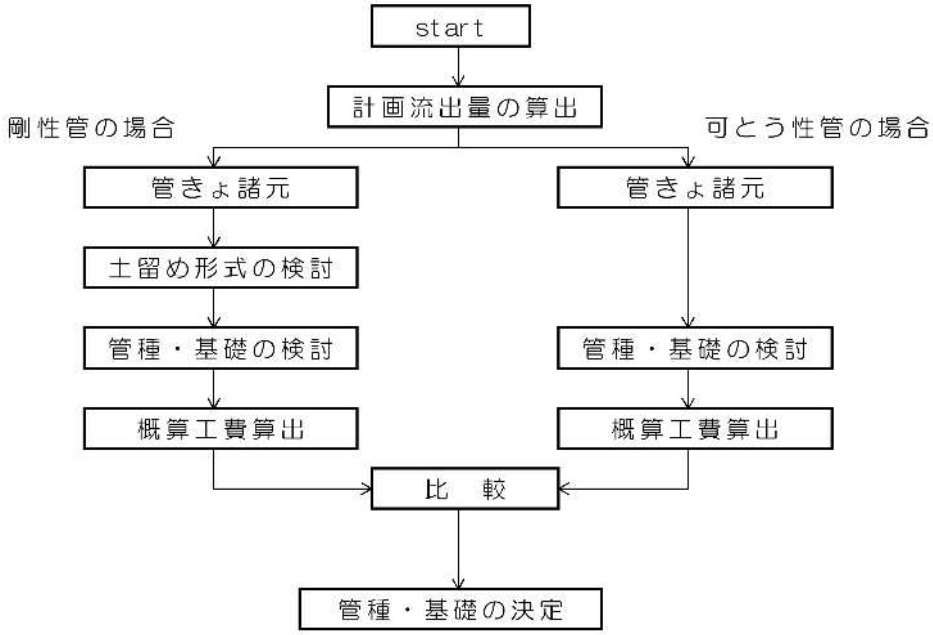
（8） 設計作業フロー

開削工法の設計は、下記のフローに従って設計を行う。



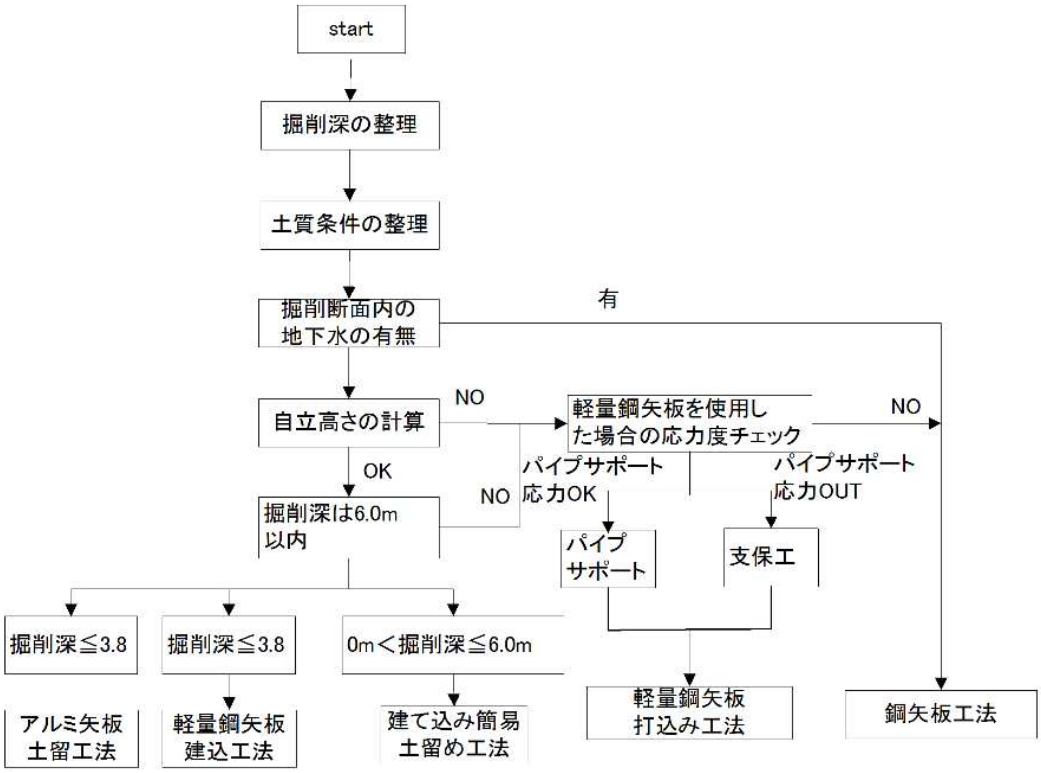
（9） 管種及び管基礎の選定

管種・基礎については、下記のフローに従い検討し、施工条件・経済性を考慮して選定する。なお、周辺地盤が液状化のおそれのある場合または地下水位が高い場合は、液状化対策を考慮した比較検討を行い、協議のうえ選定する。



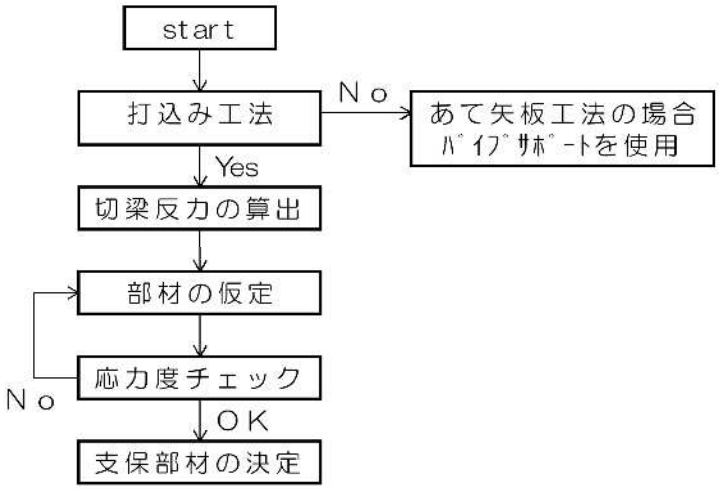
（10） 土留め工法の選定

土留め工法は、下記のフローに従い選定する。



（11） 支保工の選定

土留め工法に応じて、掘削深、土質条件、地下水位等を考慮して下記のフローに従い選定する。



（12） 覆工板

覆工板は施工箇所の交通状況、施工期間を考慮し、必要に応じて設計する。

（13） 掘削幅の算出

選定した管種、管基礎、土留め工法、支保工より掘削幅を算出する。

（14） その他

1） 取付管

2） 桝

3） マンホール形式ポンプ場

2. 管種・管基礎の選定

2-1 管種

開削工法における下水道管きょとして一般的に用いられている管種を選定する。選定に当たっては、経済性、施工条件等を考慮して決定する。

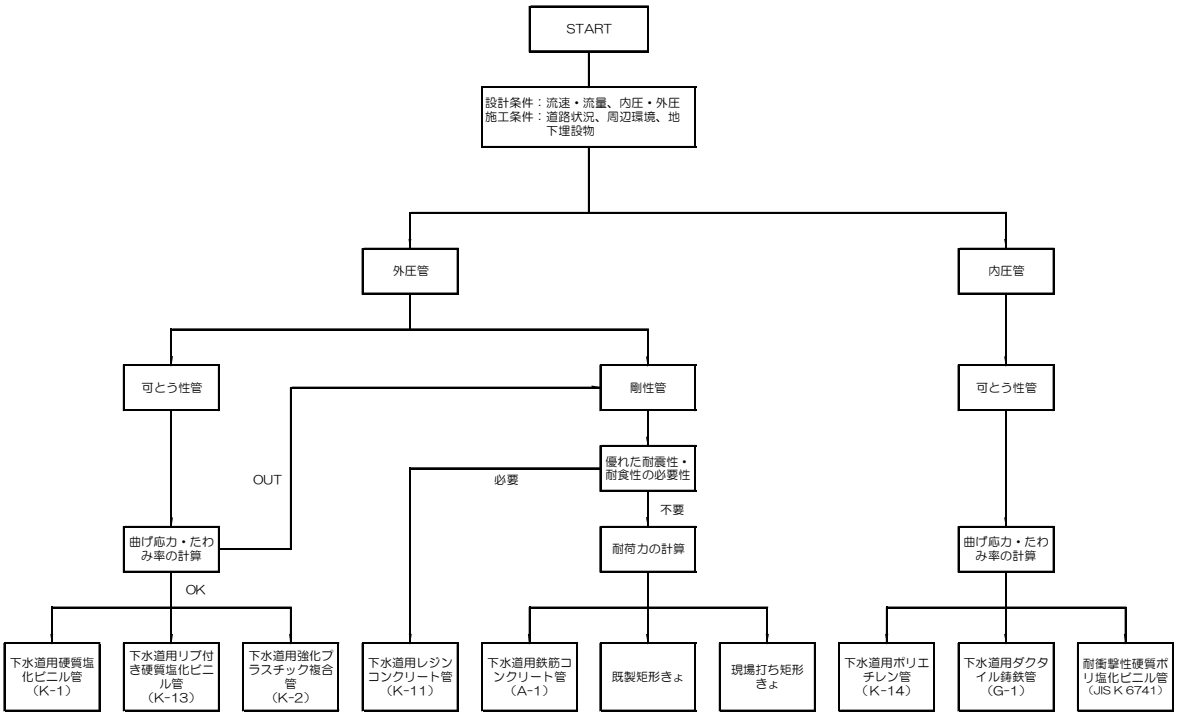
【 解説 】

開削工法において一般的に用いられる代表的な管種は以下のとおりである。

- 下水道用鉄筋コンクリート管（A-1）
- 下水道用鉄筋コンクリート卵形管（A-5）
- 下水道用硬質塩化ビニル管（K-1）
- 下水道用強化プラスチック複合管（K-2）
- 下水道用硬質塩化ビニル管卵形管（K-3）
- 下水道用高剛性硬質塩化ビニル卵形管（K-4）
- 下水道用高剛性硬質塩化ビニル管（K-5）
- 下水道用リブ付き硬質塩化ビニル管（K-13）
- 下水道用陶製卵形管（R-1）
- 下水道用ダクタイル鋳鉄管（G-1）
- 下水道用レジンコンクリート管（K-11）
- 下水道用ポリエチレン管（K-14）
- 耐衝撃性硬質ポリ塩化ビニル管（JIS K 6741）
- 鋼管
- 既製矩形きょ
- 現場打ち矩形きょ

次頁に、上記の管種のうち使用頻度の高い管種の選定フローを示す。

管種選定フロー



※1：管種の最終選定に当たっては、施工性、周辺環境への影響、経済性、将来の維持管理等を十分に考慮し、状況によって各種卵形管も候補に入れ、それぞれの特徴を活かして合理的に選定すること。

※2：リブ付き硬質塩化ビニル管の選定は、支管及び再生砕石材を考慮し経済比較検討を行ったうえで、液状化対策（砕石等による埋戻しによる液状化対策を講じる場合）も考慮して管種の比較検討を行い、選定すること。

2-2 管基礎

管基礎は、管きょの補強、防護、沈下の防止を目的とし、管種、施工条件等を検討して選定する。

支承形態により、自由支承と固定支承に大別される。

（1） 管の支承

（2） 基礎の種類

【 解説 】

（1） 管の支承

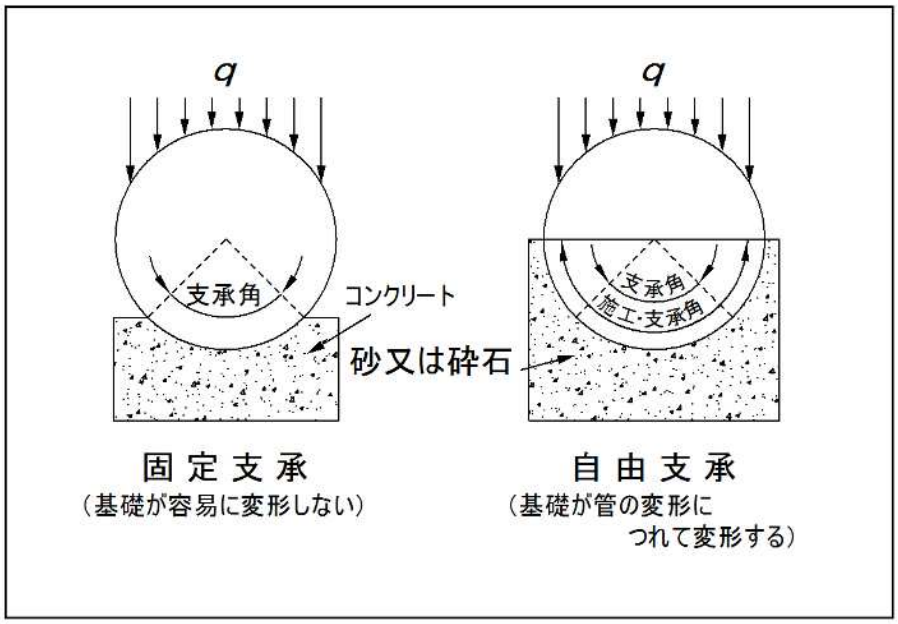
1） 自由支承

砂又は砕石を管きょ周辺に設け、管きょが拘束されず又基礎も変形するような基礎を自由支承という。

2） 固定支承

コンクリートを管きょの下部に設け、基礎が容易に変形しない基礎を固定支承という。地盤が軟弱な場合や管きょに動く外圧が大きく管体補強を必要とする場合に用いる基礎で、支承角が大きいほど管の耐荷力は増加する。

管の支承状態



（2） 基礎の種類

1） 砂基礎、砕石基礎

比較的地盤がよい場所に採用する基礎である。砂又は細かい砕石等を管きょ外周（下部）に満遍なく密着するように締め固めて管きょを支持する。この基礎が管きょに接する幅（又は支承角）によって管きょの補強効果は異なり、支承角が大きいほど耐荷力は増す。また、管きょの基床厚は、最小 100～200mm 又は管きょ外径の 0.20～0.25 倍とすることが望ましい。

管きょの設置地盤が岩盤の場合は、必ずこの形式の基礎とする必要があり、その場合の基床厚は、多少、前記よりも厚めとするほうが安全である。

2） まくら土台基礎

地盤が比較的良い場合に用い、管きょの勾配を正確に保持し、施工性の向上を目的とした基礎である。まくら土台部分が点支承となり、管きょに悪影響を及ぼすため、管きょ下部の埋戻しを十分に行う必要がある。

3） コンクリート基礎

地盤が軟弱な場合や管きょに働く外圧が大きい場合に採用する。

管きょの底部をコンクリートで巻き立てるもので、外圧荷重による管きょの変形を十分に拘束できる剛性がなくてはならない。この場合も、支承角が大きくなるほど耐荷力は増大する。

なお、最小の基床厚は、砂基礎、砕石基礎に準じる。

4） はしご胴木基礎

地盤が軟弱な場合、地質や上載荷重が不均質な場合等に採用する基礎である。まくら木の下部に管きょと平行に縦木を設置し、はしご状に作る。この場合、砂基礎、砕石基礎を併用することが多い。

5） 鳥居基礎（くい打ち基礎）

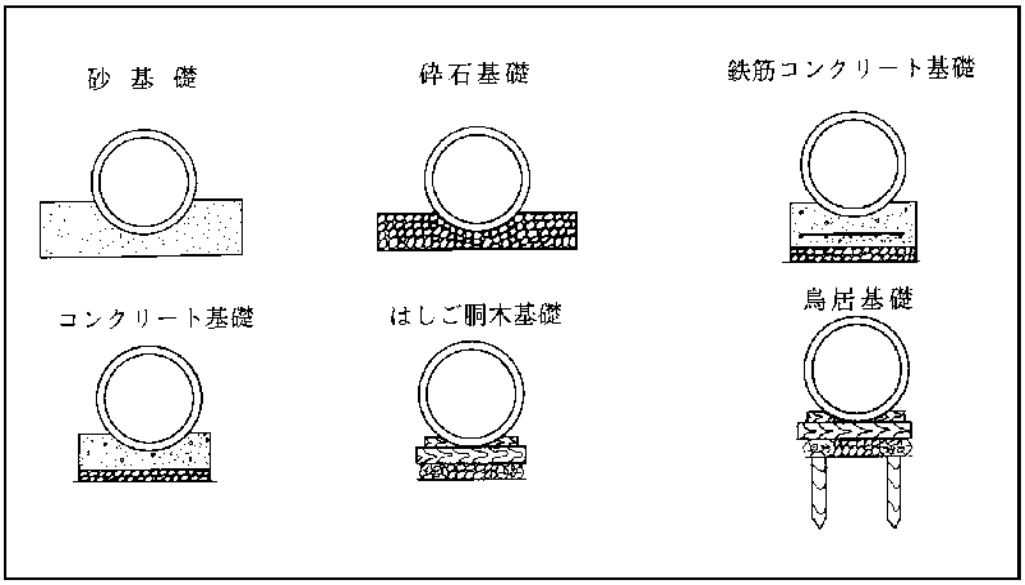
極軟弱地盤でほとんど地耐力を期待できない場合に用いられ、はしご胴木の下をくいで支える構造となる。

地震等により、埋戻し部の地盤沈下やマンホールの浮上がりによって、道路上に大きな段差が生じ、道路交通障害を引起す。また、管路の浮上がりや破損に伴う閉塞によると考えられるマンホール内の滞水の被害が生じる。

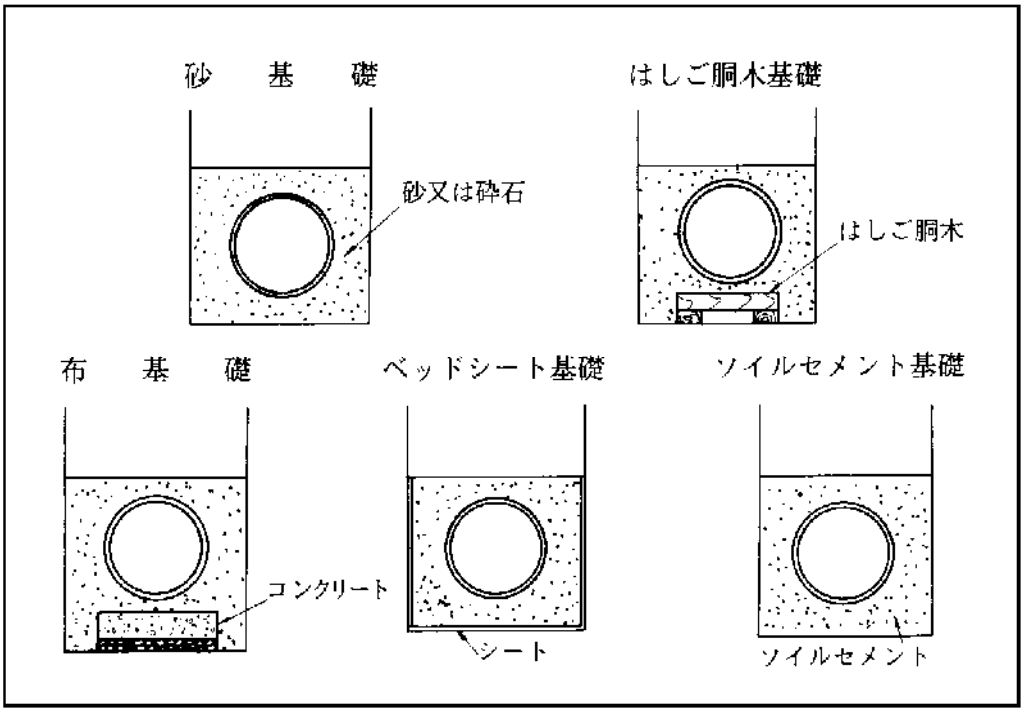
そこで、周辺地盤が液状化のおそれのある場合または地下水位が高い場合は、液状化対策を考慮した比較検討を行い、協議のうえ選定する。

（下水道地震対策技術検討委員会報告書　参考資料　国土交通省　下水道地震対策技術検討委員会）

剛性管基礎の種類



可とう性管基礎の種類



2-3 管種と管基礎の計算

（1） 剛性管の場合

（2） 可とう性管の場合

【 解説 】

（1） 剛性管の場合（鉄筋コンクリート管の場合）

剛性管の強度計算は、管にかかる等分布荷重と基礎形式から管体に生じる曲げモーメントを算出し、管の抵抗曲げモーメントとの比により管の安全率を確認する手法で行う。計算の手順を以下に示す。

① 管の上部にかかる鉛直土圧（w）を算定する。

② 活荷重（P）を算定する。

③ 管にかかる等分布荷重（q）を算定する。

q=w+p

④ 管の種類、管の支承状態（自由，固定）及び支承角を仮定する。

⑤ 管の支承状態、支承角より支承係数を求める。

⑥ 管にかかる等分布荷重と支承係数から管体に生じる曲げモーメント（M）を算定する。

⑦ 管のひび割れ強度（陶管の場合は外圧強さ）から管の有する抵抗曲げモーメント（Mr）を算定する。

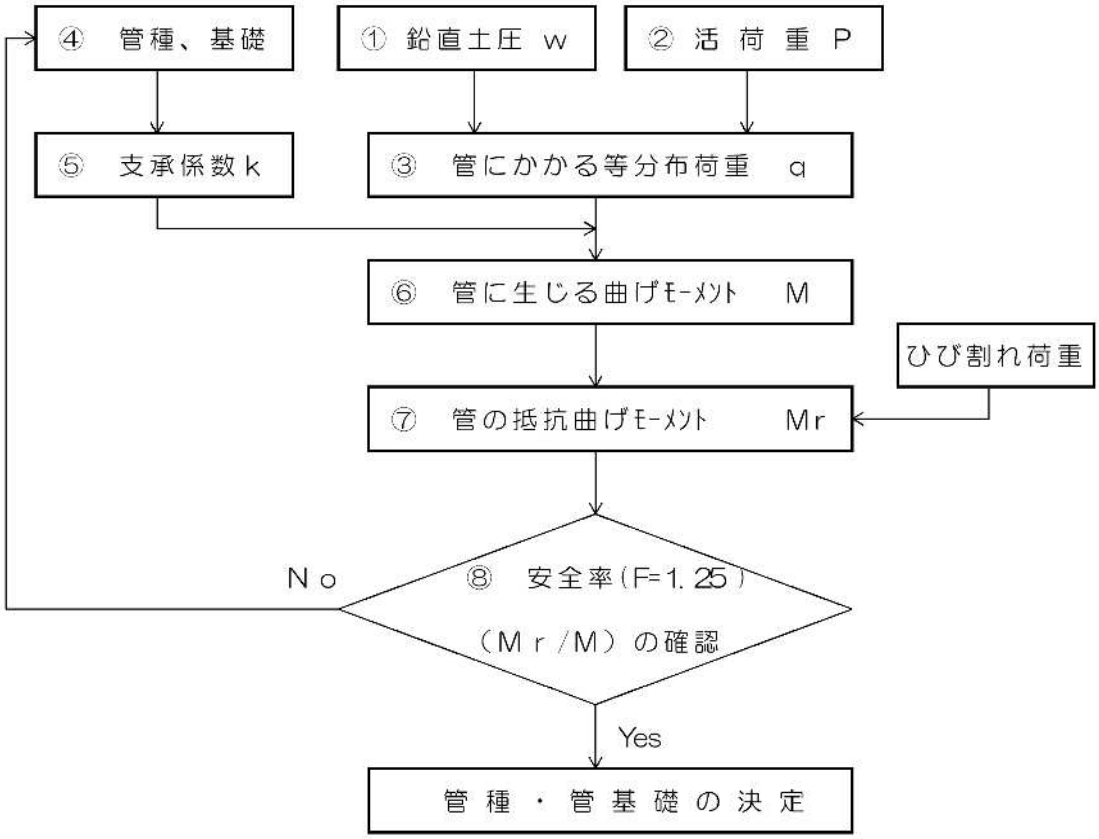
⑧ 管の抵抗曲げモーメント（Mr）と管に生じる曲げモーメント（M）との比を計算し、これを安全率（F）とする。

$$F = \frac{Mr}{M}$$

このＦが所定の安全率（F=1.25）より大きければ、仮定した管種と基礎形式を採用する。

また、所定の安全率（F=1.25）が得られない場合は、管種と基礎形式を設定し直し、再度検討を行う。

計算フロー

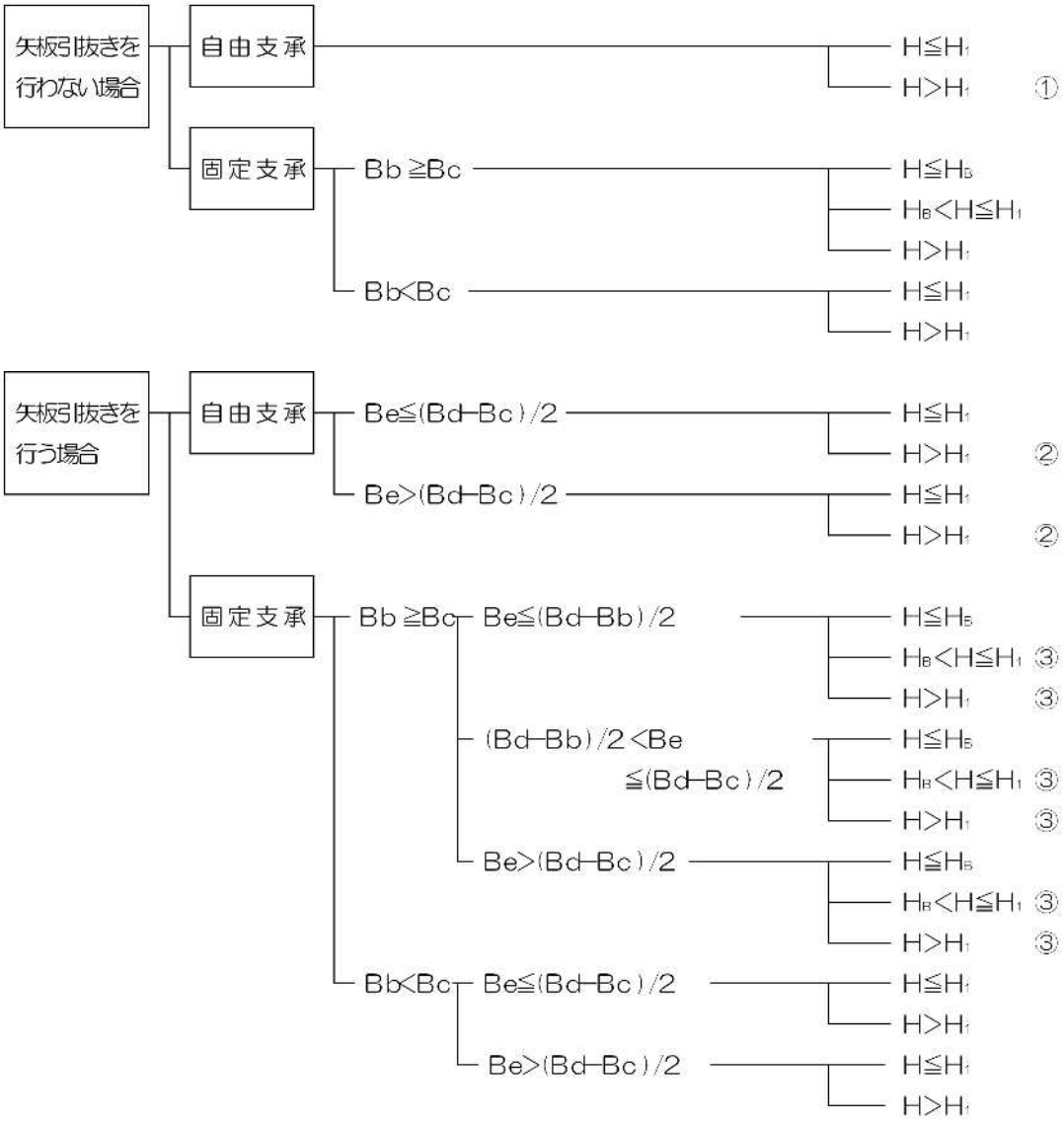

④ 管種、基礎
① 鉛直土圧 w
② 活 荷 重 P
⑤ 支承係数k
③ 管にかかる等分布荷重 q
⑥ 管に生じる曲げﾓｰﾒﾝﾄ M
ひび割れ荷重
⑦ 管の抵抗曲げﾓｰﾒﾝﾄ Mr
No
⑧ 安全率(F=1.25)
(Mr/M)の確認
Yes
管 種 ・ 管 基 礎 の 決 定

1） 鉛直土圧の算定１（一般的な場合）

一般的な場合とは、現況地盤面から掘削した後に、管を敷設して埋戻す施工を言う。

算定式は、下水道協会式を標準とする。

下水道協会式の計算条件による場合わけ



ここに、

H ：土被り（m）

H_1=（Bd-Bc）/2tanφ（m）

H_B=（Bb-Bc）/2tanφ（m）

Bb：基礎コンクリート幅（m）

Bc：管外径（m）

Bd：掘削溝幅（m）

Be：ゆるみ幅（m）、次の Be1～e3 の内最小のもの

$$Be1 = l_0 \times \tan(45° - \theta / 2)$$

$$Be2 = \frac{Bd - Bc \tan\{(45° + \theta / 2) / 2\}}{2}$$

$$Be3 = \frac{Bd - Bb + Bc(1 + \cos\theta) \tan(45° - \theta / 2)}{2}$$

l_0：管頂レベルから矢板先端までの長さ（m）

θ ：有効支承角の 1/2（度）

φ ：埋戻し土の内部摩擦角（度）　（本指針では 30°）

【参考】埋戻し土の内部摩擦角

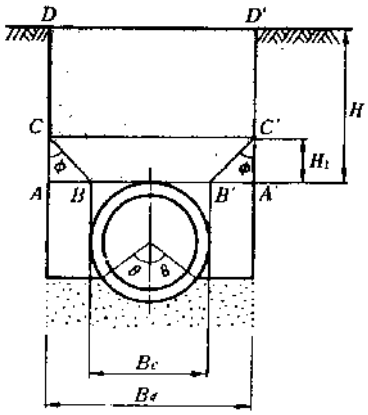
埋戻し土の種類	内部摩擦角φ	粘着力
れき（礫）質土	35°	―
砂質土	30°	―
シルト・粘性土（但し W<50%）	25°	―

注）きれいな砂はれき質土の値を用いてよい。

① 矢板引き抜きを行わない場合（自由支承　H>H_1）

埋設状態が下図のような場合、埋設管に作用する土荷重は、B、C、D、D'、C'、B'の埋戻し土の荷重から、溝壁と埋戻し土の間に生じる上向きの摩擦力を引いたものである。

管の埋設状態



このような場合の土荷重（w）は次式を用いる。

$$W = \alpha \cdot \frac{1}{Bc} \cdot \gamma \cdot Bd\left\{C_{dh1}\left(Bc + H_1 \tan\phi\right) \cdot \psi_2 + \left(C_d - C_{dh1}\right) \cdot Bd\psi_3\right\}$$

ただし、

$$H_1 = \frac{Bd - Bc}{2\tan\phi}$$

$$C_d = \frac{1 - \exp\left(-2K\mu H / Bd\right)}{2K\mu}$$

$$C_{dh1} = \frac{1 - \exp\left(-2K\mu H_1 / Bd\right)}{2K\mu}$$

$$\psi_2 = \frac{A_2}{A_2 + H_1 \tan\phi / \left(K_{01} \cdot Bc \cdot \sin\theta\right)}$$

$$A_2 = \frac{1}{K_{02}} + \frac{Bc}{2E_1}\left(1 + \cos\theta\right)$$

$$K_{01} = \frac{E_0}{0.3}\left(\frac{Bc \cdot \sin\theta}{0.3}\right)^{-3/4}$$

$$K_{02} = \frac{E_0}{0.3}\left(\frac{H_1 \cdot \tan\phi}{0.3}\right)^{-3/4}$$

$$\psi_3 = \frac{A_3}{A_3 + (Bd - Bc)/(K_{01} \cdot Bc \cdot \sin\theta)}$$

$$A_3 = \frac{1}{K_{02}} + \frac{Bc}{2E_1}(1 + \cos\theta)$$

$$K_{01} = \frac{E_0}{0.3}\left(\frac{Bc \cdot \sin\theta}{0.3}\right)^{-3/4}$$

$$K_{02} = \frac{E_0}{0.3}\left(\frac{Bd - Bc}{0.3}\right)^{-3/4}$$

ここに、

W：鉛直土圧（kN/m^2）

Bd：掘削溝幅（m）

Bc：管外径（m）

ϕ：埋戻し土の内部摩擦角（度）

θ：有効支承角の 1/2（度）

α：補正係数（＝1.1）

γ：埋戻し土の単位体積重量（kN/m^3）

K：埋戻し土の主働土圧係数（tan2(45°－ϕ/2)）

μ：溝壁と埋戻し土の摩擦係数（tanδ）

δ：溝壁と埋戻し土の摩擦角（度）

素堀り、木矢板　　$\delta = \phi$

綱矢板　　$\delta = 0.54\phi$

E_1：直径 30ｃｍの剛体円板による平行載荷試験から求められる埋戻し土の変形係数（kN/m^2）

E_0：直径 30ｃｍの剛体円盤による平行載荷試験から求められる地盤の変形係数（kN/m^2）

ψ_2, ψ_3：土圧分担係数

K_{01}：管下部基礎地盤の反力係数（kN/m^3）

K_{02}：管側部下部地盤の反力係数（kN/m^3）

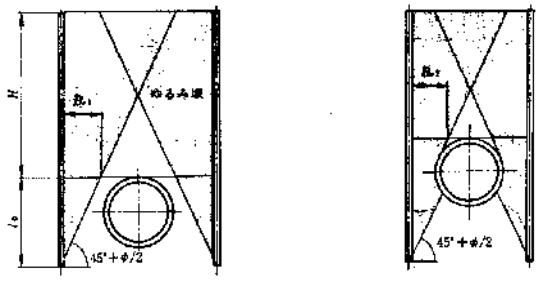
【参考】変形係数の概略値（E_1、E_0）

土の種類	変形係数（kN/m^3）
れき（密な）	98,000～196,000
砂（密な）	49,000～78,400
砂（緩い）	9,800～19,600
粘土（硬い）	7,840～14,700
粘土（中位の）	3,920～7，840
粘土（緩い）	1,470～3,920
粘土（非常に緩い）	490～2,940

② 矢板引抜きを行う場合（自由支承　H>H_1）

管の埋設状態が前述した状況と同じで、矢板引抜きを行う場合、管頂レベルにおける矢板とゆるみ境界線の距離（ゆるみ幅 Be）は下図の２通りに分けられる。

ゆるみ幅Be



(a)　ゆるみ境界線が管に接しない場合　　(b)　ゆるみ境界線が管に接する場合

ゆるみ幅 Be の算出は、次式を用いる。

$Be1 = l_0 \cdot \tan(45° - \phi/2)$

$$Be2 = \frac{Bd - Bc \cdot \tan\{(45° + \phi/2)/2\}}{2}$$

矢板引抜き後に管にかかる鉛直土圧wは、ゆるみ幅 Be の値によって次の２式に分けられる。

この場合の Be は、上記２式による算定値のうち小さい方を採用する。

$Be \leqq \frac{Bd - Bc}{2}$ の場合

$$w = \alpha \cdot \gamma \cdot H \cdot Bd / \{Bc + \xi(Bd - Bc - Be)\}$$

$Be > \frac{Bd - Bc}{2}$ の場合

$$w = \alpha \cdot \gamma \cdot H \cdot Bd / \{Bd - Be - (1 - \xi)(Bd - Bc)^2 \cdot 4Be\}$$

ただし、

ξ ： q_2/q_1

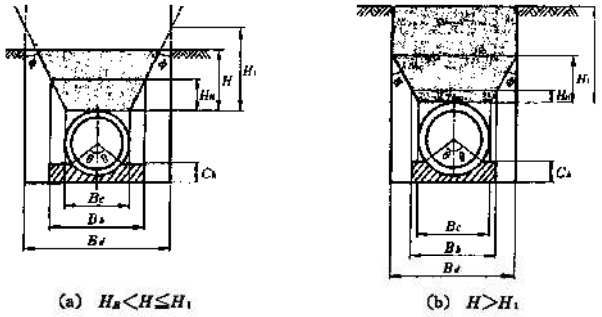
$$q_1 = \frac{\gamma \cdot \{H_1(Bc + H_1 \tan\phi) \cdot \psi_2 + (H - H1) \cdot Bd \cdot \psi_3\}}{Bc}$$

$$q_2 = \frac{\gamma \cdot \{H_1 Bd - H_1(Bc + H_1 \tan\phi) \cdot \psi_2 + (H - H_1) \cdot Bd \cdot (1 - \psi_3)\}}{Bd - Bc}$$

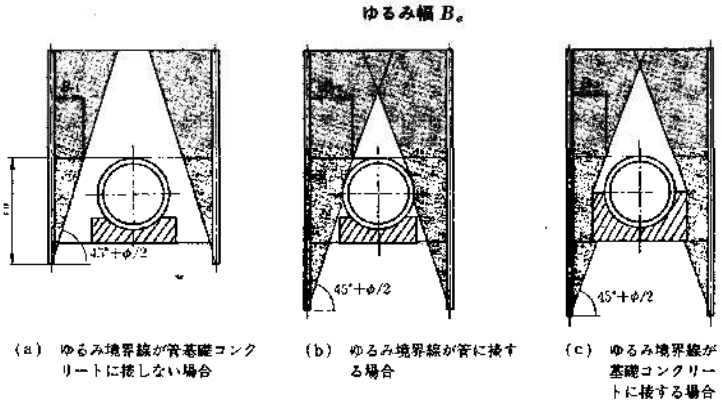
③ 矢板引抜きを行う場合（固定支承　Bd≧Bc）

管の埋設状態が下図のような場合、矢板引抜き時のゆるみ状態は（a）～（c）の３通りとなる。

管の埋設状態



ゆるみ幅Be



$$Be1 = l_0 \cdot \tan(45^\circ - \phi/2)$$

$$Be2 = \frac{Bd - Bc \cdot \tan\{(45^\circ + \phi/2)/2\}}{2}$$

$$Be3 = \frac{Bd - Bb + Bc \cdot (1 + \cos\theta) \cdot \tan(45^\circ - \phi/2)}{2}$$

矢板引抜き後に管にかかる鉛直荷重wは、ゆるみ幅 Be の値によって次の３式に分けられる。

この場合の Be は、上記３式による算定値のうち最小値を採用する。

$Be \leqq \dfrac{Bd - Bb}{2}$

$w = \alpha \cdot \gamma \cdot H \cdot B / \{Bc + \xi (Bd - Bc) + \zeta \cdot (Bd - Bb - Be)\}$

$\dfrac{Bd - Bb}{2} < Be \leqq \dfrac{Bd - Bc}{2}$ の場合

$w = \alpha \cdot \gamma \cdot H \cdot Bd / \{Bc + \xi \cdot (Bd - Bc - Be) - (\xi - \zeta) \cdot (Bd - Bb)^2 / 4Be\}\}$

$Be > \dfrac{Bd - Bc}{2}$ の場合

$w = \alpha \cdot \gamma \cdot H \cdot Bd / [Bd - Be - \{(1 - \xi) \cdot (Bd - Bc)^2 + (\xi - \zeta) \cdot (Bd - Bb)^2\} / 4Be]$

ただし、

ξ ： q_2 / q_1

ζ ： q_3 / q_1

$H_B < H \leqq H_1$ の場合

$$q_1 = \frac{\gamma[H_B(Bc + H_B \tan\phi) + (H - H_B)\{Bc + (H_B + H) + \tan\phi\}\psi_{c1}]}{Bc}$$

$$q_2 = \frac{\gamma H_B}{2}$$

$$q_3 = \frac{\gamma(H - H_B)[Bd - \{Bc + (H_B + H)\tan\phi\}\psi_{C1}}{Bd - Bb} + \gamma H_B$$

$H > H_1$ の場合

$$q_1 = \frac{\gamma[H_B(Bc + H_B \tan\phi) + (H_1 - H_B)\{Bc + (H_B + H_1)\tan\phi\}\psi_{c2} + (H - H_1)Bd\psi_{c3}]}{Bc}$$

$$q_2 = \frac{\gamma H_B}{2}$$

$$q_3 = \frac{\gamma(H_1 - H_B)[Bd - \{Bc + (H_B + H_1)\tan\phi\}\psi_{c2}] + \gamma(H - H_1)Bd(1 - \psi_{c3})]}{Bd - Bc} + \gamma H_B$$

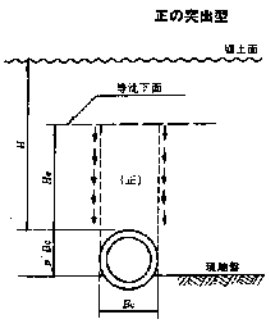
2） 鉛直土圧の算定 2（その他の理由）

一般的な施工方法とは別の施工方法で行う場合、施工方法により正の突出型・負の突出型の式を用いて算出する。

① 正の突出型

現地盤に管を設置した後、盛土を行う場合

$$w = C_C \cdot \gamma \cdot Bc \ (\mathrm{kN/m^2})$$



$H \leqq H_e$ の場合

$$C_C = \frac{e^{\beta H} - 1}{2K\mu}$$

$H > H_e$ の場合

$$C_C = \frac{e^{\beta He} - 1}{2K\mu} + \left[\frac{H - H_e}{B_c}\right] e^{\beta He}$$

$$\beta = \frac{2K\mu}{Bc}$$

ここに、

w：鉛直土圧（kN/m²）

γ：埋戻し土の単位体積重量（kN/m³）

Bc：管の外径（m）

μ'：埋戻し土と溝側面との摩擦係数＝tanϕ'

μ：埋戻し土と内部摩擦係数＝tanϕ（通常$\mu' = \mu$）

K：$\dfrac{(\mu^2+1)^{0.5} - \mu}{(\mu^2+1)^{0.5} + \mu}$

H_e：等沈下面の位置

$e^{\beta He} - 2K \cdot \mu \cdot H_e/Bc = 2K \cdot \mu \cdot \delta \cdot P' + 1$

δ：沈下比

P'：突出比

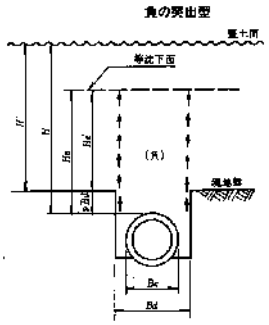
沈下比

地盤条件	沈下比（δ）
岩盤または硬質地盤	1.0
普通地盤	0.5～0.8
軟弱な地盤	0～0.5

② 負の突出型

浅い溝の中に、管頂が現地盤高以下になるように管を埋設し、溝内には圧縮されやすい土で埋戻す。その後に通常の盛土を行い、土の摩擦セン断の方向を上向きにすることで、土圧を軽減させる埋設形式の場合、鉛直土圧は次式を用いて算出する。

$$w = C_n \cdot \gamma \cdot Bd^2/Bc \ (kN/m^2)$$



$H \leqq H_e$ の場合

$$C_n = \frac{1-e^{-\alpha H}}{2K\mu}$$

$H > H_e$ の場合

$$C_n = \frac{1-e^{-\alpha He}}{2K\mu} + \left[\frac{H-H_e}{Bd}\right] e^{-\alpha He}$$

$$\alpha = \frac{2K\mu}{Bd}$$

ここに、H_e：等沈下面の位置で次式による。

$$\left\{\left(\frac{H'}{Bd}-\frac{H_e'}{Bd}\right)-\frac{1}{2K\mu}\right\}\ \frac{1-e^{\alpha He'}}{2K\mu}-\frac{H_e'}{Bd}\left\{\left(\frac{H'}{Bd}-\frac{H_e'}{Bd}\right)+\frac{1}{2}\ \frac{H_e'}{Bd}-\frac{1}{2K\mu}\right\}$$

$$=\frac{2}{3}\ \delta p'\ \left\{\frac{1-e^{-\alpha He}}{2K\mu}+\left(\frac{H'}{Bd}-\frac{H_e'}{Bd}\right)e^{-\alpha He'}\right.$$

ここに $H' = H - p' \cdot B_d$ ， $H_e' = H_e - p' \cdot B_d$

上式は次表に示すＨの範囲において適用され、同表に示す式から C_n を計算できる。Ｈが表以下の数値であれば、$H \leqq H_e$ の場合の式で C_n を算出する。

沈下比δは、経験的な数値として-0.3 を用いることが多い。Ｋμの値は、通常 0.13 を用いる。また一般的には Bd＝Bc＋0.7（m）として計算を行う。

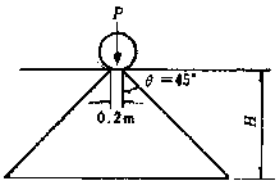
実出比とＨの範囲及びＣｎの算定式

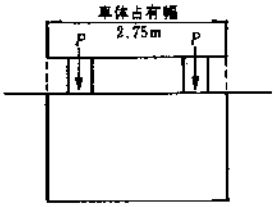
p ′	Ｈの範囲	C_n の算定式
0.5	$H > 2.00 \cdot B_d$	$C_n = 0.71\frac{H}{B_d} + 0.14$
1.0	$H > 3.03 \cdot B_d$	$C_n = 0.58\frac{H}{B_d} + 0.34$
1.5	$H > 3.89 \cdot B_d$	$C_n = 0.48\frac{H}{B_d} + 0.58$
2.0	$H > 4.82 \cdot B_d$	$C_n = 0.40\frac{H}{B_d} + 0.82$

3） 荷重の算定（P）

管きょに作用する自動車荷重は、下式により算出する。

$$P=\frac{2\cdot p\cdot(1+i)\cdot\beta}{C\cdot(a+2\cdot H\cdot\tan\phi)}$$





ここに、

P：活荷重（kN/m^2）

H:土被り（m）

p：後輪荷重（kN）

a：車輪設置幅（m）（=0.2）

C：車体占有幅（m）（=2.75）

θ：分泌買う（=45°）

i：衝撃係数（下表による）

衝撃係数

H（m）	H≦1.5	1.5<H<6.5	6.5≦H
i	0.5	0.65-0.1H	0

β：断面力の低減係数（下表による）

断面力の低減係数

条件	土被り H≦1mかつ 内法 B≧4mの場合	左記以外の場合
β	1.0	0.9

自動車荷重は、一般的には T-25 を採用する。

ただし、道路幅員・交通量・周辺環境等を十分考慮し決定する。

荷重	純荷重（kN）	前輪荷重（kN）	後輪荷重（kN）	前輪輪帯幅（m）	後輪輪帯幅（m）	車輪設置長（m）	備考
T-25	250	25	100	0.125	0.500	0.200	採用値
T-20	200	20	80	0.125	0.500	0.200	参考値
T-14	140	14	56	0.125	0.500	0.200	参考値
T-7	70	7	28	0.125	0.500	0.200	参考値

4） 管にかかる等分布荷重（ｑ）

管にかかる等分布荷重ｑ（ｋN/m^2）は下式より求める。

ｑ＝w+P

ここに、

ｗ：埋戻し土による鉛直土圧（ｋN/m^2）

Ｐ：活荷重（ｋN/m^2）

5） 管種及び、基礎

管種及び、基礎は後述するフローにより選定する。7)参照。

6） 管の支承係数（ｋ）

鉄筋コンクリート管の管基礎の形態は、支承状態及び支承角により決定される。

管の支承係数（ｋ）を下表に示す。

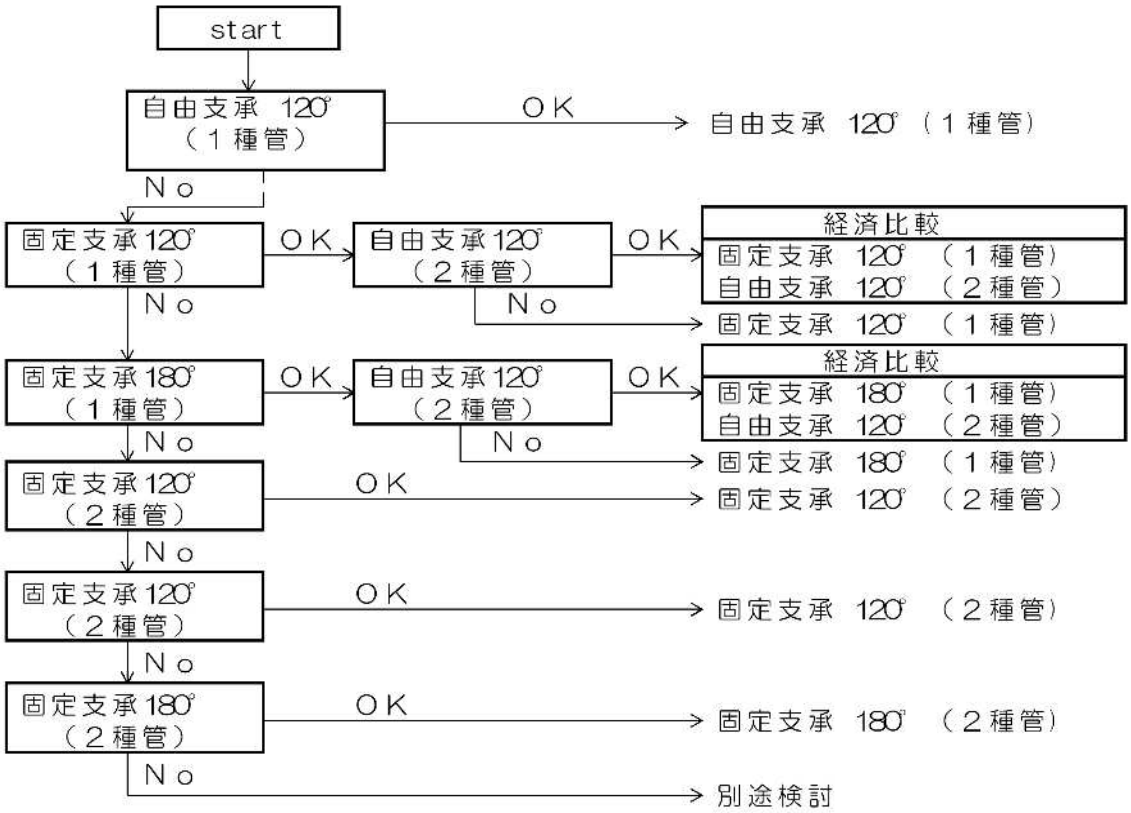
ｋの値

支承角α（度）	固定支承	自由支承
30	－	0.470
60	－	0.377
90	0.303	0.314
120	0.243	0.275
180	0.220	－

自由支承については管きょ埋戻し方法が、管頂30ｃｍまでは良質土で埋戻し、十分に締め固めるため、30°～90°は適用外となり、120°のみを採用する。

また、固定支承については、支承角が90°～180°とあるが、90°については、自由支承120°に比べｋの値が大きく且つ、経済性も劣るため120°及び180°を採用する。

7） 管基礎の選定フロー



8） 管に生じる最大曲げモーメントの算定

等分布荷重が作用する場合、管に生じる最大曲げモーメント Mmax は、次式より算定する。

$$Mmax = k \cdot q \cdot R^2$$

ここに、

k ：支承条件による係数

q ：管にかかる等分布荷重（kN/m^2）

R:管の中心半径（m）

9） 管の抵抗曲げモーメントの算定

管の応力計算は、通常弾性理論に基づく構造力学の手法により、薄肉円環の曲げモーメントを求め、軸方向のモーメント及びせん断力は考慮しない。

管の有する抵抗曲げモーメント Mr(tf/m/m)は、ひび割れ荷重を載荷したとき管体に生じる最大曲げモーメントに、管の自重によって生じる曲げモーメントを加えたものであり、次式より算定する。

$$Mr = 0.318 \cdot Q \cdot R + 0.239 \cdot W \cdot R$$

ここに、

Q：ひび割れ荷重（kN/m）

R：管厚の中心半径（m）

W：管の自重（kN/m）

10） 安全率の確認

$$F = \frac{Mr}{M} \geqq 1.25$$

11） その他

鉄筋コンクリート管の設計に用いる諸元

呼び径	ひび割れ荷重（Q）kN/m			管厚の中心半径（R）m			管の自重kN/m		
	１種	２種	３種	１種	２種	３種	１種	２種	３種
150	16.7	23.6	-	0.088	0.0880	-	343.23	343.23	-
200				0.1135	0.1135	-	460.91	460.91	-
250				0.1390	0.1390	-	588.39	588.39	-
300	17.7	25.6	-	0.1650	0.1650	-	745.30	745.30	-
350	19.7	27.5	-	0.1910	0.1910	-	921.82	921.82	-
400	21.6	32.4	-	0.2175	0.2175	-	1,147.37	1,147.37	-
450	23.6	36.3	-	0.2440	0.2440	-	1,402.35	1,402.35	-
500	25.6	41.3	-	0.2710	0.2710	-	1,716.16	1,716.16	-
600	29.5	49.1	-	0.3250	0.3250	-	2,451.66	2,451.66	-
700	32.4	54.0	-	0.3790	0.3790	-	3,314.64	3,314.64	-
800	35.4	58.9	※70.61	0.4330	0.4330	※0.440	4,314.92	4,314.92	※5,315.20
900	38.3	63.8	※76.49	0.4875	0.4875	※0.495	5,521.14	5,521.14	※6,727.36
1000	41.3	68.7	※82.38	0.5410	0.5410	※0550	6,697.94	6,697.64	※8,306.23
1100	43.2	72.6	※85.32	0.5940	0.5940	※0.602	7,894.35	7,894.35	※9,551.67
1200	45.2	75.6	※88.26	0.6475	0.6475	※0.657	9,286.89	9,286.89	※11,414.94
1350	47.1	79.5	※94.14	0.7265	0.7265	※0.737	11,297.26	11,297.26	※13,915.63
1500	50.1	83.4	110	0.8060	0.8060	0.820	13,631.24	13,631.24	17,328.35
1650	53.0	88.3	117.	0.8850	0.8850	0.900	16,033.87	16,033.87	20,378.21
1800	56.0	93.2	123	0.9635	0.9635	0.980	18,475.72	18,475.72	23,673.25
2000	58.9	98.1	130	1.0725	1.0725	1.087	23,477.12	23,477.12	28,733.48
2200	61.9	104	137	1.1800	1.1800	1.195	28,498.12	28,498.12	34,274.24
2400	64.8	108	143	1.2875	1.2875	1.302	34,009.46	34,009.46	40,305.33
2600	67.7	113	150	1.3950	1.3950	1.410	40,011.13	40,011.13	46,826.75
2800	70.7	118	155	1.5025	1.5025	1.517	46,493.32	46,493.32	53,838.50
3000	73.6	123	162	1.6100	1.6100	1.625	53,465.85	53,465.85	61,330.78

※：JSWAS　A-2 に規定されている推進管２種を適用する

（2） 可とう性管の場合

可とう性管に強度計算は、埋設深さ及び活荷重により管きょに作用する荷重と、基礎構造によって管体に発生する最大曲げ応力及びたわみ率を計算し、それらが許容値を満足することを確認する手法で行う。

可とう性管は、自由支承を原則とする。支承角については、管頂 30cm まで良質土で埋戻すことにより、支承角 120°として検討を行う。

計算手順を以下に示す。

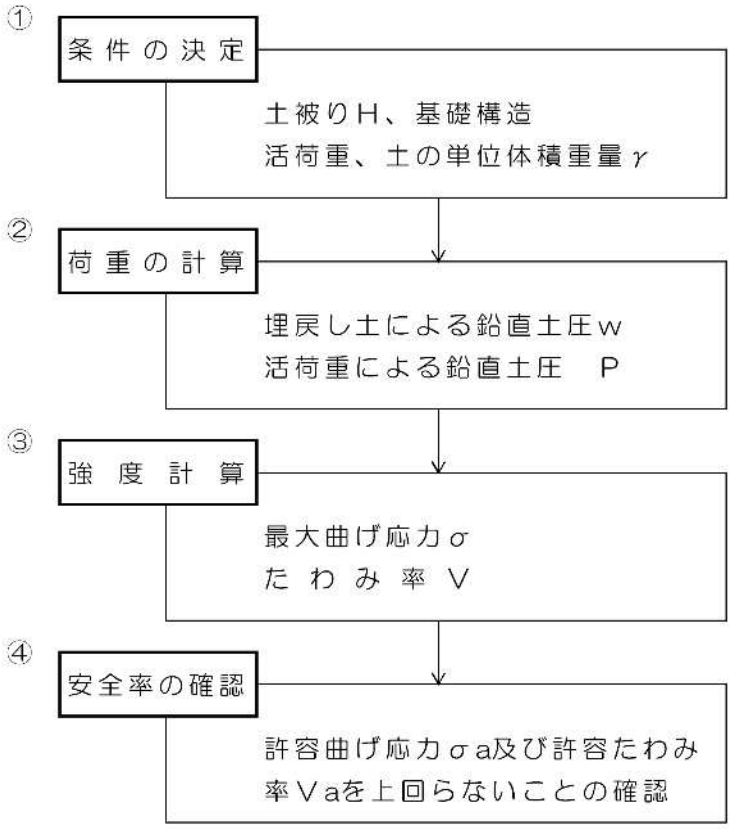
① 土被り、基礎構造、活荷重、土の単位体積重量等の設計条件を設定する。

② 埋戻しによる鉛直土圧（W）は、管幅のみの土圧として直土圧公式（W=γ・H）で算定する。

③ 基礎構造から支承係数を設定して、管体に生じる最大曲げ応力とたわみ率を算定する。

④ ③で算定した両数値が、管体の有する許容曲げ応力と許容たわみ率を上回らないことを確認する。

計算フロー



1） 鉛直土圧の算定

可とう性管は上部土圧より、管側部の埋戻し土が一様に変形するため、管に加わる荷重は管幅のみの土圧とし、埋戻し土による鉛直土圧は下式により求める。

$W=\gamma \cdot H$

ここに、

W：埋戻し土による鉛直土圧（kN/cm^2）

γ：埋戻し土単位体積重量（18.0kN/m^3）

H：土被り（m）

注）将来盛り土を施す場合は、突出型の式を用いて算出する。

2） 活荷重の算定

前述した算定式より求める。（P4-21 参照）

3） 曲げ応力の計算

埋戻し土と活荷重により発生する曲げモーメント及び曲げ応力は次式で求める。

$$M=(k_1 \cdot q+k_2 \cdot q) \cdot R^2$$

$$\sigma=\frac{M}{Z}$$

ここに、

k_1：埋戻し土による曲げモーメント係数

k_2：活荷重による曲げモーメント係数

q ：埋戻しによる鉛直土圧 （kN/m^2）

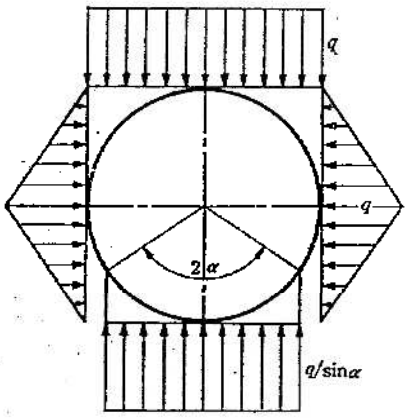
p ：活荷重による鉛直土圧（kN/m^2）

R ：管厚中心半径（m）

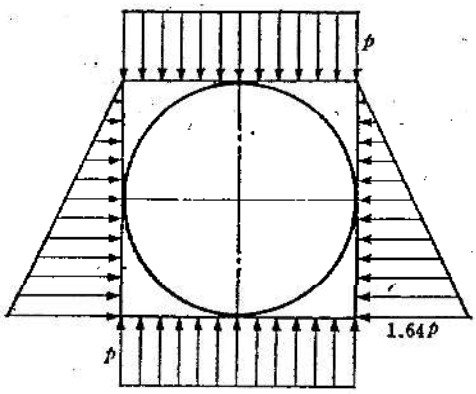
σ ：埋戻し土と活荷重による曲げ応力（kN/m^2）

Z ：管長 1m 当たりの断面係数（m^3/m）

・埋戻し土による土圧分布



・活荷重による土圧分布



注） 2α：有効支承角

4） たわみ率の計算

埋戻し土と活荷重により発生する鉛直方向のたわみ量及びたわみ率は、次式により求める。

$$\delta = (k_1 \cdot w + k_2 \cdot \mathrm{p}) \times \frac{\mathrm{R}^4}{\mathrm{E} \cdot \mathrm{I}}$$

$$V = \frac{\delta}{2R} \times 100$$

ここに、

δ：埋戻し土と活荷重によるたわみ量の和　（㎝）

k_1：埋戻し土による鉛直方向のたわみ係数

k_2：活荷重による鉛直方向のたわみ係数

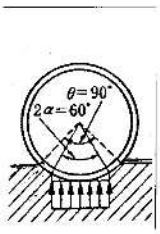
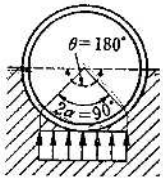
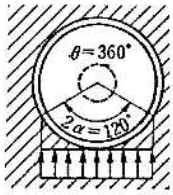
E ：可とう性管の弾性係数

I ：管長１㎝当たりの断面二次モーメント（$㎝^4$／㎝）

V ：たわみ率（％）

5） 強度計算に用いる諸数値

a） 基礎条件と係数の関係

施工支承角 θ	有効支承角 2α	管の位置	曲げモーメント係数 k_1	曲げモーメント係数 k_2	たわみ係数 k_1	たわみ係数 k_2	基礎施工状態
90°	60°	管頂	0.132	0.079	0.102	0.030	
		管底	0.223	0.011			
180°	90°	管頂	0.120	0.079	0.085	0.030	
		管底	0.160	0.011			
360°	120°	管頂	0.107	0.079	0.070	0.030	
		管底	0.121	0.011			

b） 設計に用いる諸元（硬質塩化ビニル管）

呼び径（mm）	管の寸法 外径D（cm）	厚さt（cm）	管厚の中心半径（cm）	管長１cmあたりの断面２次モーメント（cm^4）	管長１cm当たりの断面係数（cm^3）
150	16.5	0.55	7.975	0.014	0.050
200	21.6	0.70	10.45	0.029	0.082
250	26.7	0.84	12.93	0.049	0.118
300	31.8	0.99	15.41	0.081	0.163
350	37.0	1.12	17.94	0.117	0.209
400	42.0	1.26	20.37	0.167	0.265
450	47.0	1.41	22.80	0.234	0.331
500	52.0	1.56	25.22	0.316	0.406

- 管厚中心半径　：　R=（D－t）／2
- 断面二次モーメント　：　I =（　t^3　／12　）
- 断　面　係　数　：　Z= 2 × 1／ t

注）管の厚さｔは、ｔ（最小）＋許容差／２である。

c） 設計に用いる諸元　（強化プラスチック複合管）

呼び径（mm）	管中心半径 R (cm) (m)	管の曲げ剛性（EI値）(kgf·cm^2/cm) (KNm^2/m) 1　種	2　種	断面係数 Z (cm^3/cm) (μm^3/m)
200	10. 350 (0. 10350)	5. 000 (　0. 49163)	3. 290 (　0. 32299)	0. 0817 (　8. 17)
250	12. 875 (0. 12875)	6. 150 (　0. 60469)	4. 040 (　0. 39727)	0. 0938 (　9. 38)
300	15. 400 (0. 15400)	8. 110 (　0. 79860)	5. 330 (　0. 52490)	0. 1067 (　10. 67)
350	17. 925 (0. 17925)	9. 720 (　0. 95189)	6. 400 (　0. 62948)	0. 1204 (　12. 04)
400	20. 450 (0. 20450)	12. 150 (　1. 1907　)	8. 200 (　0. 80190)	0. 1350 (　13. 50)
450	22. 975 (0. 22975)	14. 290 (　1. 4004　)	9. 650 (　0. 94311)	0. 1504 (　15. 04)
500	25. 500 (0. 25500)	18. 750 (　1. 8417　)	12. 500 (　1. 2250　)	0. 1667 (　16. 67)
600	30. 600 (0. 30600)	32. 400 (　3. 1824　)	21. 600 (　2. 1168　)	0. 2400 (　24. 00)
700	35. 700 (0. 35700)	51. 450 (　5. 0535　)	34. 300 (　3. 3614　)	0. 3267 (　32. 67)
800	40. 800 (0. 40800)	76. 800 (　7. 5435　)	51. 200 (　5. 0176　)	0. 4267 (　42. 67)
900	45. 900 (0. 45900)	109. 350 (　10. 741　)	72. 900 (　7. 1442　)	0. 5400 (　54. 00)
1000	51. 000 (0. 51000)	150. 000 (　14. 733　)	100. 000 (　9. 8000　)	0. 6667 (　66. 67)
1100	56. 100 (0. 56100)	199. 650 (　19. 610　)	133. 100 (　13. 044　)	0. 8067 (　80. 67)
1200	61. 200 (0. 61200)	259. 200 (　25. 459　)	172. 800 (　16. 934　)	0. 9600 (　96. 00)
1350	68. 850 (0. 68850)	369. 060 (　36. 250　)	246. 040 (　24. 112　)	1. 2150 (121. 50)
1500	76. 500 (0. 76500)	506. 250 (　49. 725　)	337. 500 (　33. 075　)	1. 5000 (150. 00)
1650	84. 150 (0. 84150)	673. 820 (　66. 184　)	449. 210 (　44. 023　)	1. 8150 (181. 50)
1800	91. 800 (0. 91800)	874. 800 (　85. 925　)	583. 200 (　57. 154　)	2. 1600 (216. 00)
2000	102. 000 (1. 02000)	1. 200. 000 (117. 87　)	800. 000 (　78. 400　)	2. 6667 (266. 67)
2200	112. 200 (1. 12200)	1. 597. 200 (156. 88　)	1. 064. 800 (104. 35　)	3. 2267 (322. 67)
2400	122. 400 (1. 22400)	2. 073. 600 (203. 67　)	1. 382. 400 (135. 48　)	3. 8400 (384. 00)
2600	132. 600 (1. 32600)	2. 636. 400 (258. 95　)	1. 757. 600 (172. 24　)	4. 5067 (450. 67)
2800	142. 800 (1. 42800)	3. 292. 800 (323. 43　)	2. 195. 200 (215. 13　)	5. 2267 (522. 67)
3000	153. 000 (1. 53000)	4. 050. 000 (397. 80　)	2. 700. 000 (264. 60　)	6. 0000 (600. 00)

6） 許容値

a） 許容曲げ応力

- 硬質塩化ビニル管　：　σs=1.80kN／mm²
- 強化プラスチック複合管　　N／mm² {Kgf／cm²}

呼び径（mm）	B形及びC形		D形	
	1種	2種	1種	2種
200～250	860 (85.0)	560 {55.7}	430 {42.3}	280 {27.7}
300～350	910 {90.0}	610 {60.3}	490 {48.1}	320 {32.2}
400～450	960 {94.7}	660 {65.3}	540 {53.6}	370 {37.0}
500～900	1,030 {105}	730 {72.0}	630 {62.3}	430 {42.9}
1000～1500			640 {63.1}	440 {43.4}
1650～3000			680 {67.3}	470 {46.3}

b） 許容たわみ率

- 硬質塩化ビニル管　：　Vs = 5%
- 強化プラスチック複合管

呼び径（mm）	基礎材料	
	砂	砕石
200～350	4％	-
400～3000		5％

注）砕石の粒径は、下記のとおりとする。

呼び径（mm）	砂石の最大粒径	備考
400～500	20 mm	S13, S5等
600～900	30 mm	S20, S5等
1000～3000	40 mm	C30, C20, M30, M25等

2-4 管きょの防護

（1） 外圧への対応

土圧及び上載荷重が管きょの耐荷力を超える場合は、必要に応じてコンクリート又は鉄筋コンクリートで巻立て、外圧に対応する。

（2） 磨耗、腐食等への対応

管きょの内面が磨耗、腐食等によって損傷するおそれのあるときは、耐磨耗性、耐食性等に優れた材質の管きょを使用するか、管きょの内面に適切な方法によってライニング又はコーティングを施す。

（3） 地震時における対策

地震時に液状化のおそれがある場合は、適切な埋戻し方法を選定する。

【 解説 】

（1） 外圧への対応

現場打ちを除く管きょは、一定の荷重条件によって造成されているので、その条件を超えて安全率が低下する場合は、コンクリート又は鉄筋コンクリートで巻立てて、外圧に対して管きょを防護する。防護にあたっては、縦方向の補強を十分に施す必要がある。

（2） 磨耗、腐食等への対応

管きょにおいて、勾配の急な部分では磨耗が激しい。また、圧力管きょの吐出口等では流下水素が発生しやすく、腐食するおそれがある。

管きょの内面が磨耗、腐食等によって損傷するおそれのあるときは、耐磨耗性、耐食性及び耐薬品性に優れた管を使用するか、合成樹脂、モルタルなどによるライニングなどを行う必要がある。腐食に対する防護材料には、モルタル、れき青材、合成樹脂等がある。

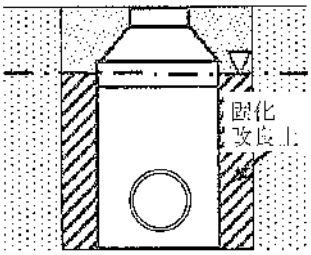
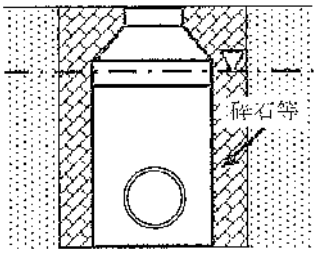
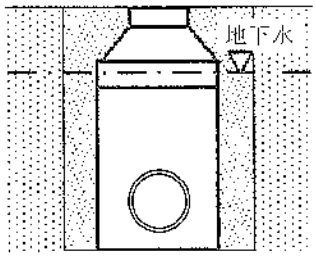
なお、鋼管及びダクタイル鋳鉄管を電車軌道や変電設備の周辺に布設する場合は、迷走電流の影響を受けることがあるので、絶縁被覆、絶縁継手等を施す。また、状況によっては、電気防食を図る必要がある。

（3） 地震時における対策

管きょ周辺の地盤、あるいは開削工法の埋戻し土が液状化するおそれがある場合は、液状化の判定を行い、液状化対策を施す。（次図参照）

液状化対策の手法として、地盤特性、地下水位、現地特性、使用する管材等を勘案し、周辺地盤への対策、埋戻しの方法を選定する。

なお、埋戻しにあたっては、道路管理者等と十分に協議する必要がある。

埋戻し方法	（1）埋戻し土の固化	（2）砕石等による埋戻し	（3）埋戻し土の締固め
概要図	地下水位以深を固化改良土等で埋戻す。  	透水性の高い材料（砕石等）で地下水位より上方まで埋戻す。  	良質土で締固め（締固め度90%程度以上）ながら、埋戻す。 
埋戻し材料	現地発生土あるいは購入土	透水性の高い材料。 例えば、10%通過粒径（D_{10}）が 1mm 以上の砕石、又は、排水効果の確認されている材料。	良質な砂、又は埋戻しに適した現地発生土
施工管理	液状化被害防止と再掘削を考慮した強度を確保する。 例えば、現地における一軸圧縮強度の平均値で、50kPa～100kPa	道路管理者の基準を準用する。 例えば、締固め度 90%以上確保。	締固め度で 90%以上。 なお、90%以上でも周辺地盤が軟弱な場合には液状化した実験事例がることから、現地の特性に留意することが必要。
特徴等	埋戻し部が非液状化層となるため、液状化に対する効果は大きい。	マンホール・管路近傍部の過剰間隙水圧が消散するため、液状化に対する効果は大きい。	十分な締固めを行うことにより、埋戻し部の過剰間隙水圧を小さくすることができる。 地下水位が高い場合には、適用に十分注意する。

2-5 管きょの継手

（1） 管きょの継手は、水密性及び耐久性のあるものとする。

（2） 軟弱地盤等において、マンホールなどの剛性の高い構造物と管きょを接続する場合には、必要に応じて可とう性の継手を用いる。

【 解説 】

（1） について

管きょは、他の埋設物に比較して埋設深さが深くなる。このため、地下水位が高く、継手が不完全な場合は、地下水が多量に管きょ内に浸入する。

したがって、ポンプ排水の場合は、ポンプの増設を必要とするばかりでなく、排水経費が増したり、管きょの流下容量の不足及び余裕の減少をまねくなど、予想外の支障をきたすことがある。また、処理施設においても処理経費を増大させるとともに、施設の機能を低下させるおそれもあるので、十分に注意する必要がある。特に土質が砂質土で、地下水位の高いところでは、継手の不完全、目地切れなどの箇所から地下水が管きょ内に浸入し、管きょの周囲の地盤を緩めたり、土砂を管きょ内に引き込み、管きょの閉塞又は不同沈下、道路の陥没、他の地下埋設物の損傷等を発生させる。

このため、継手は、基礎工とともに、土質の良否及び地下水位に適応するものを選択し、施工上においても管種及び継手の構造に応じて正確、かつ、入念な接合を行い、常に水密性であるとともに、耐久性のあるものでなければならない。

さらに、耐震性を考慮しその対策を必要とする場合は、可とう性継手、抜出し防止用継手等の使用を検討する。

（2） について

マンホールなどの構造物と管きょとの接合部分において、不同沈下等による偏荷重により管きょの損傷事故を起こすことがある。このような事態が想定される場合には、可とう性の継手の使用を考慮する必要がある。

検討事項としては、

① 耐震性を特に必要とするかどうか

② 宅地造成等における盛土区域の地盤の安定性

③ 軟弱地盤等におけるマンホールと管きょとの不同沈下

④ 管きょの重要性

などがあげられる。

対応策としては、可とう性管きょ、マンホール用可とう継手、短管の使用等があるほかシールド工事における可とう性セグメントの使用がある。

なお、採用にあたっては可とう性、水密性、耐久性、施工性、経済性等を十分検討しなければならない。

3. 伏越し

3-1 伏越しの考え方

河川、水路、鉄道及び移設が不可能な地下埋設物の下に管きょを通過させせる場合に、逆サイフォンの圧力管として施工する部分を伏越しという。伏越しは、施工が困難であるばかりでなく、維持管理上も問題が多いため、原則として避けるものとする。やむを得ず設置する場合には、次の各項を考慮する必要がある。

【 解説 】

（1）伏越し管きょは、閉塞時の対応、清掃時の下水の排水対策等を考慮して、原則として複数とする。

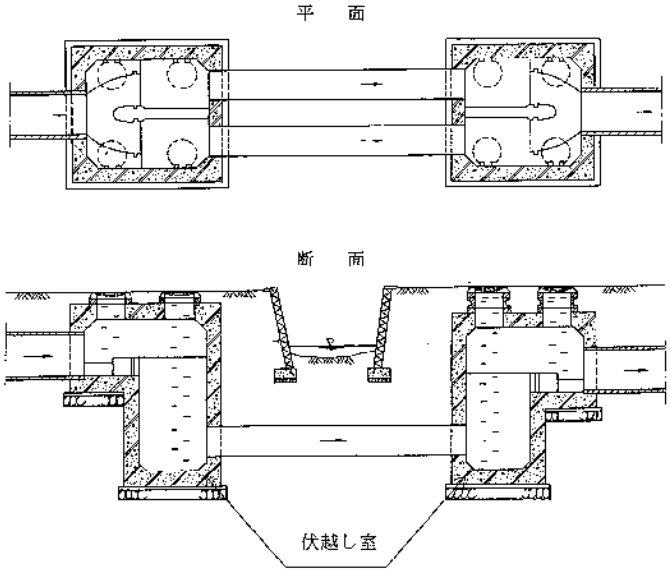
複数とする場合、計画下水量を複数で流下させるものとするが、小口径管きょ又は維持管理のうえで特別な理由があるときは、一方を予備とすることができる。

なお、合流式下水道では、晴天時の流量が雨天時の流量に比べて著しく少ないので、晴天時用と雨天時用とを並列にして、それぞれの最少流量時でも十分な自己掃流力を保つようにする場合もある。

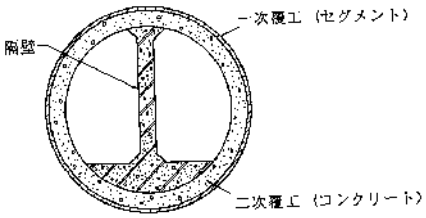
伏越し管きょをシールド工法で施工する場合には、大断面の管きょを布設し、隔壁を設けて所定の断面に分割して複数管きょとする例もある。

また、橋台、橋脚等の不同沈下による影響を直接受けないようにするため及び維持管理のうえからも、その直下に伏越しを設置することは避ける。

さらに、伏越しの設置場所には、護岸等の目のつきやすいところに標識を設け、伏越し管きょの大きさ、埋設深さなどを明確に表示するとよい。



管きょ内に隔壁を設ける場合



（2）伏越しは、両側に垂直な伏越し室を設け、その間を水平又は下流が低くなるように伏越し管きょで結ぶ構造が簡便であり、清掃することも容易である。

（3）伏越し室には、伏越し管きょ内に土砂、汚泥等が堆積するのを防止するため、泥だめを設ける。また、伏越しの上流側に、別途に沈砂室を設ける場合もある。

なお、伏越し室が５m 以上の深さになる場合には、排水ポンプの吸込み条件から、中段に床版を設けて設置台又は作業台等とするのが望ましい。

さらに、雨水管きょの場合には、伏越し管きょ内での溜り水による流下阻害及び閉塞防止のために、下流側の伏越し室にはポンプを設置し、晴天時には空の状態にしている例もある。

（4）伏越しの損失水頭は、下式から求めることができる。

$$H = i \cdot L + \beta \cdot \frac{V^2}{2g} + \alpha$$

ここに、

Ｈ：伏越しの損失水頭（m）

i ：伏越し管きょ内の流速に対する動水こう配（分数又は少数）

Ｌ：伏越し管きょの長さ（中心線延長）（m）

Ｖ：伏越し管きょ内の流速（m／ｓ）

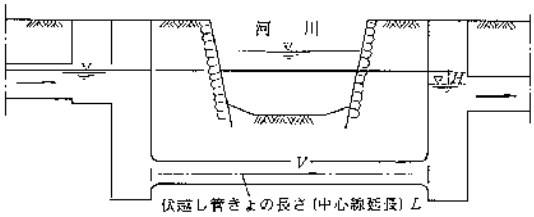
g ：重力の加速度（＝９．８m／ｓ^2）

α：３０～５０mm

β：１．５を標準とする。

上式の第２項は、伏越し管きょの摩擦以外の損失水頭を簡便に示したものである。通常、伏越し室と伏越し管きょとの間の急拡及び急縮損失を考慮して、β＝1.5として計算してよい。しかし、伏越し室の断面が小さい時、深い時、複雑な形状の時等で、伏越し室内での損失水頭を無視できない場合がある。この場合には、実際の急拡・急縮・屈曲の状況を考慮して、上式によらずに計算する必要がある。また、αは、余裕量であり、通常は３０～５０mmとしている。

伏越し管きょ内の流速は、土砂、汚泥等が堆積するのを水勢によって防止するために、断面を縮小し、上流管きょ内の流速の２０～３０％増しとする。



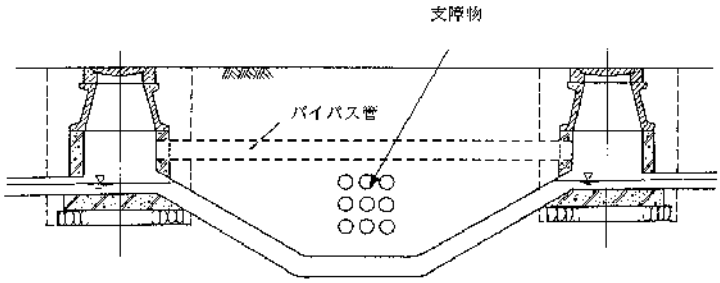
（5）伏越しは、構造上、異物により閉塞しやすく、かつ、土砂、汚泥等が堆積しやすいので、雨水管きょ又は合流管きょの場合には、上流側に非常用及び災害防止のための放流管きょを設けておくとよい。特に、伏越し管きょが単条のときは必要である。

また、放流管きょには、非常時に開放できるゲート、角落し又は弁を設ける必要がある。

（6）小口径管きょの場合には、伏越し室の土砂、スカムなどの堆積及び浮上をなくすという点から、簡易な形状としてベンド管を用いた伏越し（改良型伏越し）形式を採用することもある。

改良型伏越しは、従来型の伏越しに比べ、伏越し室を持たないなど簡易な構造であることから建設コストの縮減効果が高く、また、泥だめがないことから清掃頻度が少なくて済むという利点がある。ただし、流量の少ない末端管きょ付近に設置した場合や土砂の流入が想定される場所では、下水中に含まれる土砂や固形物の掃流に必要な流速を確保することが困難となり、管きょの閉塞や頻繁な点検・清掃を必要とする場合があるため、その選定にあたっては十分な検討が必要である。

なお、改良型伏越しの点検及び清掃は、ＴＶカメラ搭載車や高圧洗浄車が用いられるため、その性能等に配慮し、維持管理可能な伏越し延長（マンホール間の延長）やベンド角（ベンド管の角度・曲率）を設定することが望ましい。



（7）伏越し延長が長距離となる場合、定常時、非定常時の伏越し管内での水と空気の挙動等の検討が必要となる。

採用にあたっては、現場状況を十分に調査し、水理実験等により水と空気の挙動を把握することが望ましい。また、管内清掃等の維持管理性を検討することも重要である。

4. 土留め工法の選定

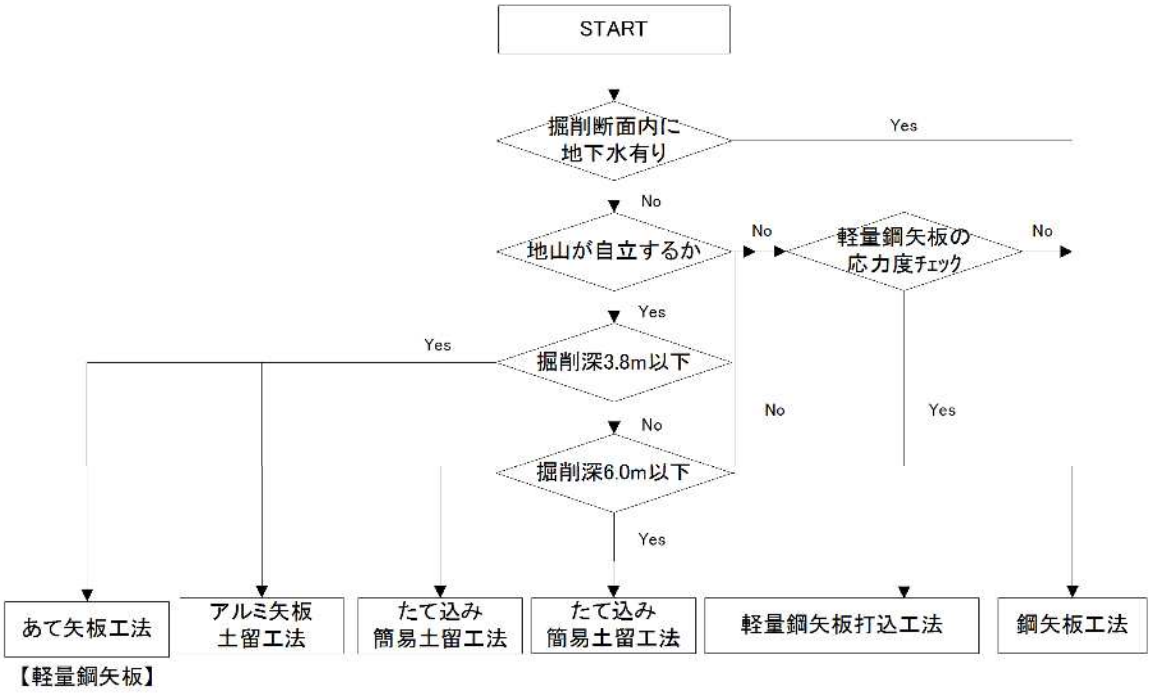
4-1 土留め工法の選定

【 解説 】

土留め工法の選定

土留め工法は、土留め壁の構成材料、土留め支保工の形式等によって多くの名称があるが、一般的には、簡易土留め壁、親杭横矢板土留め壁、アルミ矢板土留工法、鋼矢板土留め壁、柱列式地下連続壁、地下連続壁、泥水固化壁、ソイルセメント壁等に区分される。本指針での土留め形式の選定は、下記のフローに従い選定する。

土留め工法選定フロー



4-2 自立高の計算（直堀の場合）

【 解説 】

直掘の場合

地山の自立高さの計算は、次式で行う。

$$Hc = \frac{4C}{\gamma} \cdot \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

ここに、

Ｈｃ：　自立限界の高さ（m）

Ｃ　：　土の粘着力　（ｋＮ／㎡）

γ　：　土の単位体積重量　（ｋＮ／㎥）

ϕ　：　土の内部摩擦角　（度）

改定８版下水道工事の積算・（財）経済調査会

≪参考≫

- 軟らかい粘性土がある場合、含水比が高い粘性土が厚く堆積する場合は、ヒービングを考慮し、自立高を決定すること。なお、ヒービングの検討方法は、Ｐ4-42 に示す。
- 砂質土層の取り扱い

砂質土層は一般的に粘着力を見込まないため、上式によると自立できない結果となる。ただし、近隣の施工実績などを考慮し、担当者は発注者と協議の上、決定すること。

4-3 軽量鋼矢板工法・アルミ矢板土留工法・たて込み簡易土留め工法

（1） 選定条件

（2） 適用範囲

【 解説 】

- 軽量鋼矢板工法・アルミ矢板土留工法

  良質地盤で、掘削深が 3.8m までの湧水の少ない場合に用いられ、地山の崩壊を防ぐ程度の目的で使用される。

  1.3m＜h ≦ 3.8m：**軽量鋼矢板工法（建込工）（Ⅱ型）・アルミ矢板土留工法**

  矢板長は 20cm 程度の根入れを見込む。

  ここに　　h：掘削深

- たて込み簡易土留め工法

  土留め矢板と切梁をセットにした既製横矢板工法で、掘削完了と同時に土留めが完了する。本工法はスライドレール方式と縦梁プレート方式があり、工期が短く、騒音、振動が少なく、また腹起し材がないことから作業スペースが広くとれる。

（1） 選定条件

あて矢板工法・アルミ矢板土留工法・たて込み簡易土留め工法は、以下の条件をすべて満たした場合に採用する。

1） 自立高の計算で、自立高が確保されている。

2） 掘削面内に地下水位が存在しないか、極めて少ない場合。

（2） 適用範囲

あて矢板工法（軽量鋼矢板）・アルミ矢板土留工法・たて込み簡易土留め工法の使い分けは、掘削深により下表のとおりである。

	矢板長（m）	掘削深（m）	支保工段数
軽量鋼矢板	1.50	～1.30	1段
	2.00	1.31～1.80	1段
	2.50	1.81～2.30	1.81～2.0　1段 2.01～2.3　2段
	3.00	2.31～2.80	2段
	3.50	2.81～3.30	2段
	4.00	3.31～3.80	3.31～3.5　2段 3.51～3.8　3段
アルミ矢板土留工法	1.50	～1.30	1段
	2.00	1.31～1.80	1段
	2.50	1.81～2.30	1.81～2.0　1段 2.01～2.3　2段
	3.00	2.31～2.80	2段
	3.50	2.81～3.30	2段
	3.80	3.31～3.60	3.31～3.5　2段 3.51～3.6　3段
たて込み簡易土留工	1.5,2.0,2.5,3.0 4.0,4.5,5.0 5.5,6.0	1.50～6.00	-

※　あて矢板工法及びアルミ矢板土留工法の支保工段数は、以下のとおりとする。

設置段数	あて矢板工法の掘削深	アルミ矢板土留工法の掘削深
1段	2.0m 以下	2.0m 以下
2段	3.5m 以下	3.5m 以下
3段	4.0m 未満	3.8m 未満

4-4 鋼矢板工法

（1） 選定条件

（2） 鋼矢板の選定

（3） 鋼矢板の計算

（4） 鋼矢板工法の選定方法

【 解説 】

（1） 選定条件

本工法は、地山の自立が確保できない場合や掘削断面内に地下水がある場合等の簡易な土留め工法を用いることができない場合に選定する。

（2） 鋼矢板の選定

鋼矢板は、Ⅱ型からⅤ型までを採用し、著しい損傷がなく、入手の容易なものを使用する。

ただし、『建設工事公衆災害防止対策要綱』によると土木工事では、Ⅲ型を標準としている。

これは、土圧、水圧などの不明確さによって思わぬ荷重が発生し、締め切り全体に変位をきたすことも考えられるため、市街地では一般にⅢ型以下が使用される。

（3） 鋼矢板の計算

鋼矢板の計算は矢板長と矢板断面を決定するために行うもので、下記の項目がある。

① 根入れ部の安定計算

② 断面計算

③ 変位の計算

④ ヒービングの検討（粘性土の場合）

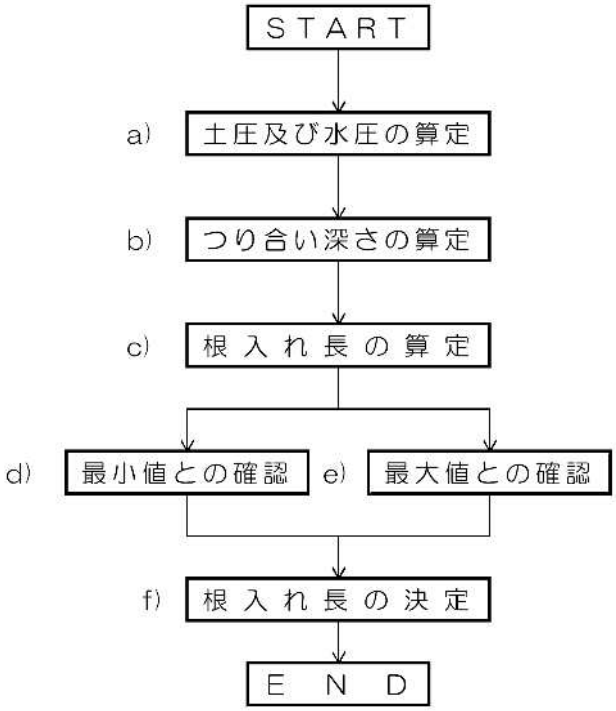
⑤ ボイリングの検討（砂質土の場合）

⑥ 盤ぶくれの検討（互層の場合）

⑦ 矢板長及び断面の決定

1） 根入れ部の安定計算

安定計算による矢板の根入れ長は以下の手順で行う。



a） 土圧及び水圧の算定

つりあい深さを算定ため、掘削側の受動土圧と地山側の主働土圧及び水圧を算定する。土圧は以下の式による。

$$Pa = (q + \gamma \cdot h)\tan^2(45^\circ - \phi/2) - 2C\tan(45^\circ - \phi/2)$$

$$Pp = \gamma \cdot h \cdot \tan^2(45^\circ + \phi/2) + 2C\tan(45^\circ + \phi/2)$$

ここに、Pa ： 主働土圧強度（kN／㎡）

Pp ： 受働土圧強度（kN／㎡）

q ： 路上の工事の場合の載荷重（=9.806kN／㎡）

γ ： 土の単位体積重量（kN／㎥）

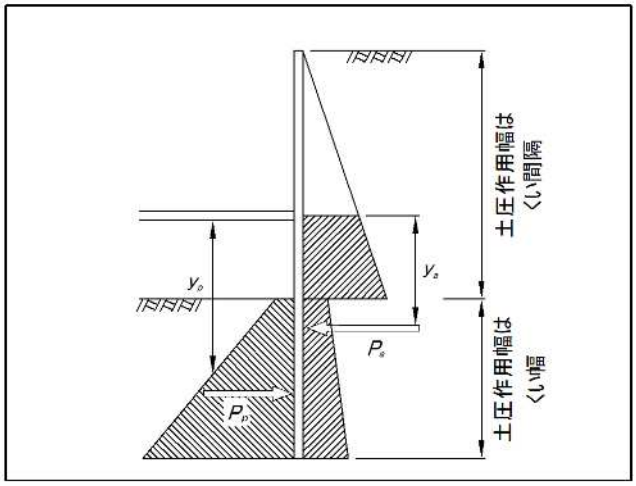
土の単位体積重量は、設計水位以上は湿潤重量、設計水位以下は浮力を差し引いた重量を採用する。

（9.0kN／㎥を差し引いた値とする）

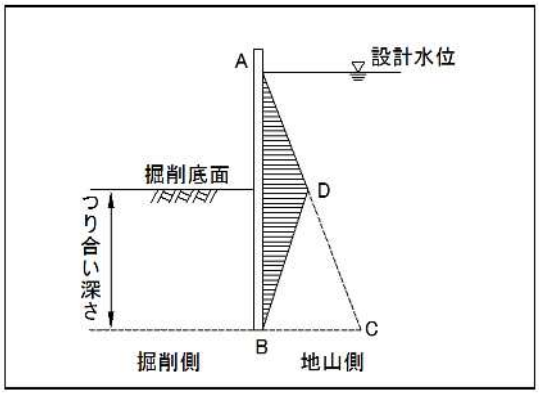
h ： 地表面よりの深さ（m）

ϕ ： 土の内部摩擦角（m）

C ： 土の粘着力（kN／㎡）



水圧は下図により、△ABD で表される三角形分布を考える。



b） つり合い深さの算定

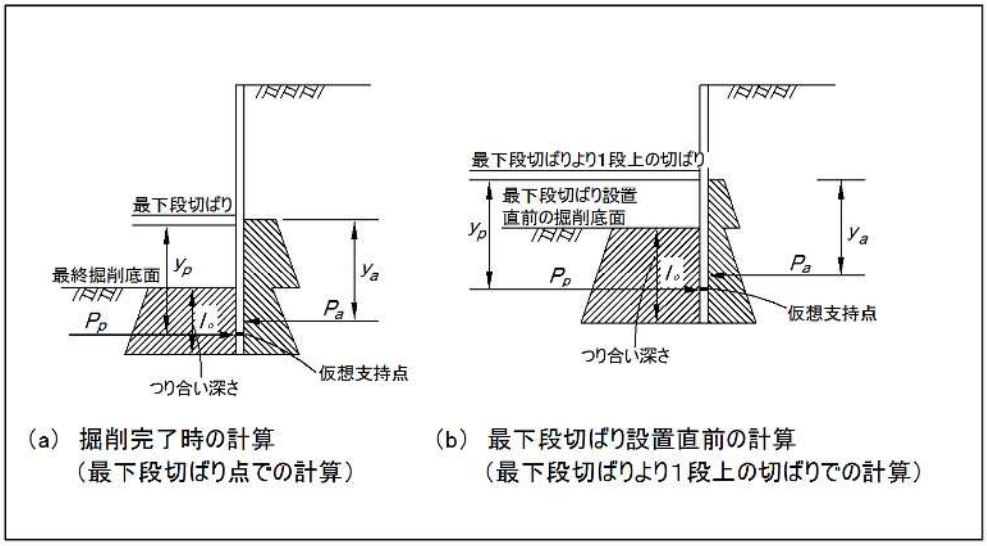
つり合い深さの計算は、以下の２ケースについて行う。

- 掘削完了時

（最下段切梁に関するモーメントのつり合い）

- 最下段切梁設置前

（最下段より１段上の切梁に関するモーメントのつり合い）

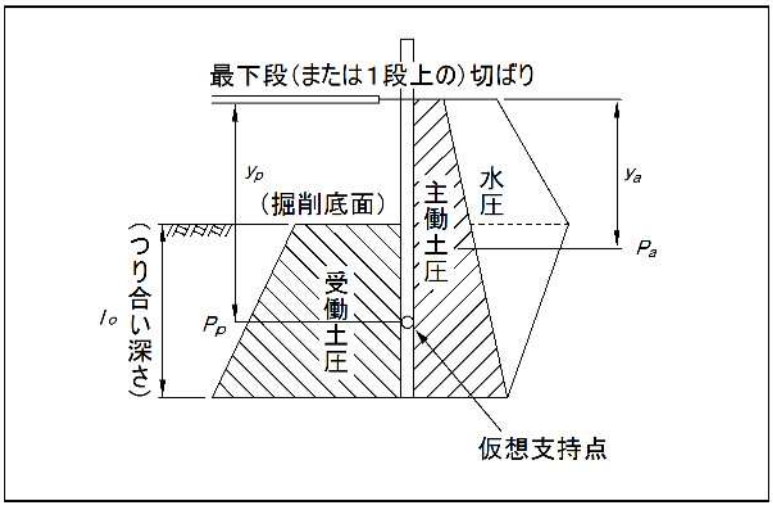


（a） 掘削完了時の計算
（最下段切ばり点での計算）

（b） 最下段切ばり設置直前の計算
（最下段切ばりより1段上の切ばりでの計算）

つり合い深さは、ある切梁位置に関する主働土圧と水圧によるモーメント M_A と、受働土圧によるモーメント M_P が等しくなる場合の掘削底面以下の深さである。

（ $M_P / M_A = P_p \cdot y_p / P_a \cdot y_a = 1$ ）



c） 根入れ長の算定

鋼矢板の根入れ長は、つり合い深さの 1.2 倍とする。

d） 根入れ長の最小値

安定計算から決まる鋼矢板の根入れ長の最小値は、3mとする。

e） 根入れ長の最大値

安定計算から決まる鋼矢板の根入れ長が、掘削深さ（水中では設計水位から掘削底面までの深さ）の 1.8 倍程度を超える場合は、原則として、別途仮設構造物の形式を選定するものとする。

f） 根入れ長の決定

安定計算による根入れ長は以下により決定する。

- つり合い深さの 1.2 倍＜3m

  ⇒⇒　根入れ長　＝　<u>3m</u>

- つり合い深さの 1.2 倍が 3mから掘削深さの 1.8 倍以内

  ⇒⇒　根入れ長　＝　<u>つり合い深さの 1.2 倍</u>

- つり合い深さの 1.2 倍＞掘削深さの 1.8 倍程度

  ⇒⇒　根入れ長　＝　<u>別途仮設工法を検討する</u>。

尚、鋼矢板の根入れ長は、この安定計算かボイリング、ヒービング、盤ぶくれの計算のいずれか大きい方で決定する。

2） 断面計算

a） 計算スパン

計算スパンは、掘削完了時における最下段切梁、又は最下段切梁設置前の 1 段上の切梁（掘削面は最下段切梁設置位置の下 0.5m程度）と、それぞれの場合の仮想支持点の間とする。この両方の場合について計算を行う。

b） 鋼矢板の支持方法

鋼矢板は、切梁位置と仮想支持点で単純支持されているものとする。

(a)砂質土質盤　　(b)粘性土地盤

掘削深さHによる係数

5.0m≦ H	a＝1
5.0m＞ H≧ 3.0m	a＝$\frac{1}{4}(H-1)$

地質による係数

b	c	
砂　質　土	粘　性　土	
2	N>5	4
	N≦5	6

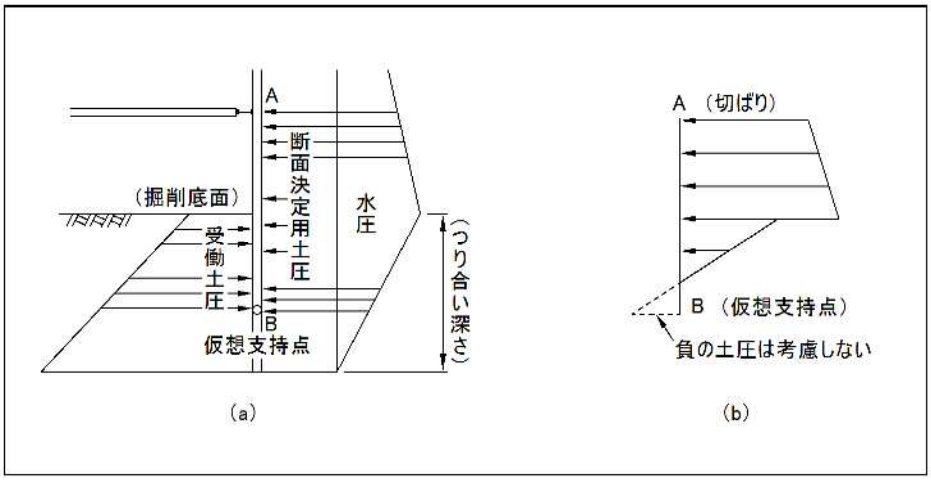
c） 仮想支持点

仮想支持点は、安定計算でつり合い深さを求めた際の受働土圧の作用位置とする

断面計算に用いる仮想支持点の最大深さ、掘削底面以下 5mとする。

仮想支持点を 5mで打切る場合でも、つり合い深さは計算によって別に求める。

鋼矢板の断面計算



d） 荷重

荷重は、上図（a）の様に主働土圧側には切梁と仮想支持点の間に断面決定用土圧と水圧を作用させる。水圧はつり合い深さの位置でゼロとなり、掘削底面に頂点を持つ三角形分布とする。

この結果荷重は、上図（ｂ）の様になり図の破線部分（ＡＢの左側）の負の土圧が発生する場合があるが、安全を考慮して負の土圧を計算に入れない。

e） 腹起し間隔

腹起し間隔が特に大きい場合は、腹起し間を単純梁として断面決定用土圧と水圧を作用させ鋼矢板の断面応力度を検討する。

f） 鋼矢板の許容応力度

鋼矢板の許容応力度は、下表による。

［ 単位：N／mm² （kgf／cm²）］

鋼矢板母材の許容応力度	SY295	軽量鋼矢板
許容曲げ引張応力度 許容曲げ圧縮応力度	265（2,700） 265（2,700）	205（2、100） 205（2、100）
現場の溶接部の許容応力度 1.建込み前に矢板を寝かして良好な施工条件で溶接が可能な場合 ・突合せ溶接許容曲げ引張応力度 ・突合せ溶接許容曲げ圧縮応力度 ・すみ肉溶接許容せん断応力度 2.現場建込み溶接の場合 ・突合せ溶接許容曲げ引張応力度 ・突合せ溶接許容曲げ圧縮応力度 ・すみ肉溶接許容せん断応力度	 215（2,200） 215（2,200） 125（1,300） 135（1,400） 135（1,400） 80（800）	 165（1,700） 165（1,700） 100（1,000） 110（1,100） 110（1,100） 60（600）

鋼矢板の応力度とたわみの計算に用いる断面二次モーメント及び断面係数は、継手の剛性を考え原則として幅 1m当たりの値の 60%とする。

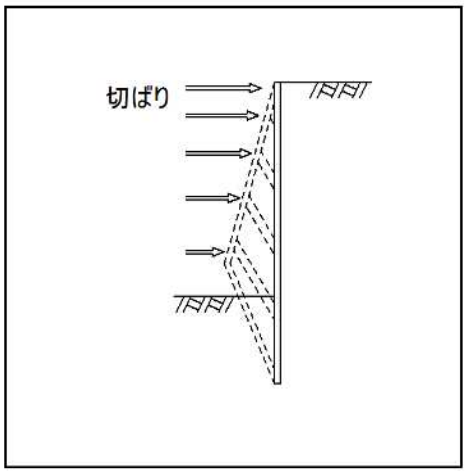
ただし、鋼矢板天端付近で継手部を溶接する場合やコンクリートで頭部を連結して固定する場合は、上記の数値を 80%程度まで上げることができる。

3） 変位の計算

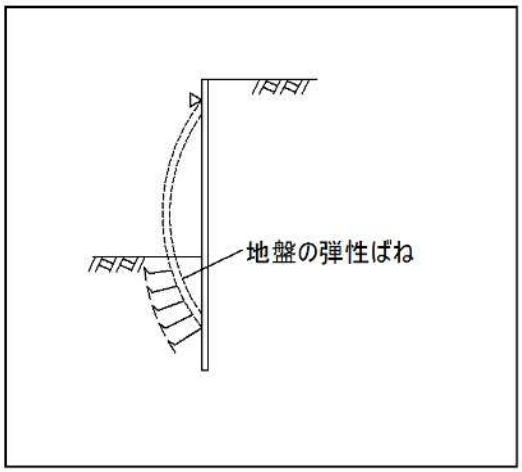
締め切り全体の変位をある値以下におさえておくことは、鋼矢板の応力度に余裕があっても、鋼矢板背面や前面の地盤破壊を防ぐうえで重要かつ必要なことである。

鋼矢板は、下図(a)の様に掘削に伴って矢板のはらみ出しが累加されるので、下に行くほど変位が大きくなる。最終掘削段階をモデル化して考えると、下図(b)に示す様に掘削底面以下は、弾性床上の梁としての変形に近い状況になると思われる。

(a) 鋼矢板のはらみだし



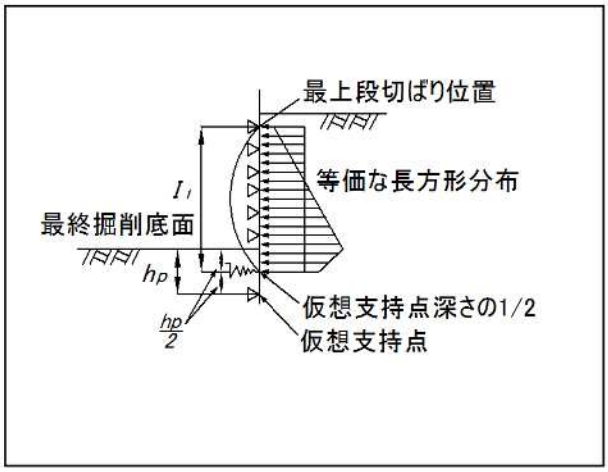
(b) 鋼矢板の変形モデル化



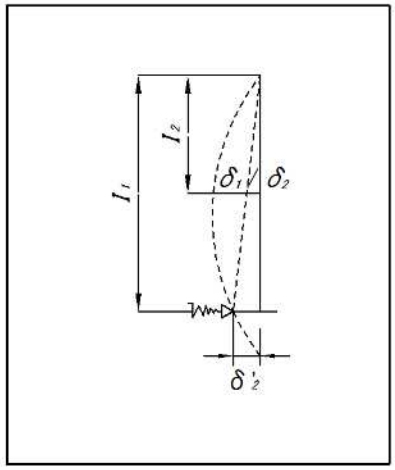
従って、矢板の変位は計算の簡略化のため、鋼矢板の変位は下図(c)に示す様に最上段切梁位置を剛な支点とし、仮想支持点深さの 1／2 点を弾性支点としてその間を単純梁として求める。

変位量は下図(d)に示すように、単純梁として最大たわみ(δ_1)にその最大たわみが生じる点における弾性支点の変位の影響（$\delta_2=\delta_2' \cdot l_2/l_1$ ）を加え、たたわみ($\delta=\delta_1+\delta_2$)として求める。

(c) 鋼矢板変位量の計算



(d)たわみ量の求め方



荷重としては、断面決定用の土圧と水圧をスパンを全長にわたり載荷する。
ただし、台形状の荷重は全載荷重Ｐをスパン l_1 除したＰ／l_1 を荷重強度とする等価の長方形分布荷重とする。

この時 $l_2 = l_1 / 2$ ， $\delta_2 = \delta_2' / 2$ となる。

弾性支点を表すバネ定数Ｋ（ｋＮ／m）は次式に示す様に、最終掘削面から仮想支持点までの区間における地盤の水平方向地盤反力係数ｋ値（ｋＮ／m^3）とその区間の鋼矢板側面積（A）を乗じた値となる。

$$K = k \cdot A$$

地盤の水平方向地盤反力係数 ｋ 値の標準値を、以下に示す。

地　盤　条　件		ｋ　値　（　ｋN/ ｍ^3 ）
沖積層	粘　性　土	５,０００～ ２０,０００
	砂　質　土	１,５０００～ ３０,０００

鋼矢板の最大変位は 0.30m以内を目安とする。

4） ヒービングの検討 （粘性土の場合）

沖積粘性土地盤のような含水比の高い粘性土が厚く堆積する地盤では、掘削の進行に伴ってヒービングの危険性が増大する。

通常、掘削底面の安定の判断には安定数Ｎｂが用いられるが、下記式を満たす場合は、ヒービングに対する検討を省略してよい。

$$Nb = \frac{\gamma \cdot H}{C} < 3.14$$

ここに、Ｎｂ　：　安定数

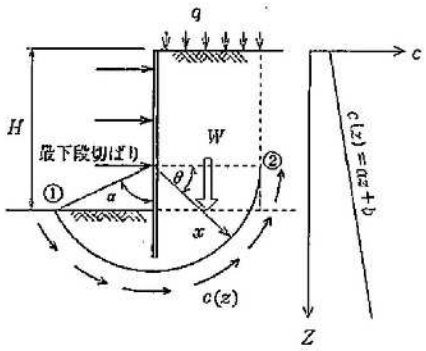
γ　：　土の湿潤単位体積重量（ｋＮ／m^3）

Ｈ　：　掘削深さ （m）

ｃ（ｚ）：　掘削底面付近の地盤の粘性力（ｋＮ／m^2）

Ｎｂが 3.14 以上の場合は、次頁の式を用いてヒービングの検討を行うものとする。

ヒービングに対する検討は、最下段切梁を中心とした任意の半径 ｘ のすべり円を仮定し、奥行き方向単位幅当たりについて、①～②区間の土の粘着力による抵抗モーメントと背面側の掘削底面深さまで作用する土の重量と地表面での上載荷重による滑動モーメントとして求めるものである。ここで、安全率は 1.2 以上を確保する。



ヒービングの検討図

$$F_s = \frac{M_\gamma}{M_\partial} = \frac{\chi\int^{\frac{\pi}{2}+\partial} c(z)xd\theta}{W\frac{\chi}{2}} \quad (\text{ただし，} \alpha < \frac{\pi}{2})$$

ここに、c（z）：　掘削底面付近の地盤の粘着力（kN／m^2）

正規圧密状態にある沖積粘性土の場合、粘着力の増加係数は

a=2kN／m^3としてよいが、深度方向に求められた一軸圧縮強度等の土質試験値から求めることが望ましい。

x　：　最下段切梁を中心としたすべり円の任意半径(m)

W　：　掘削底面に作用する背面側×範囲の荷重(kN)

W　＝　x・（γ・H ＋ q）

γ　：　土の湿潤単位体積重量　（　kN／m^3　）

H　：　掘削深さ　(m)

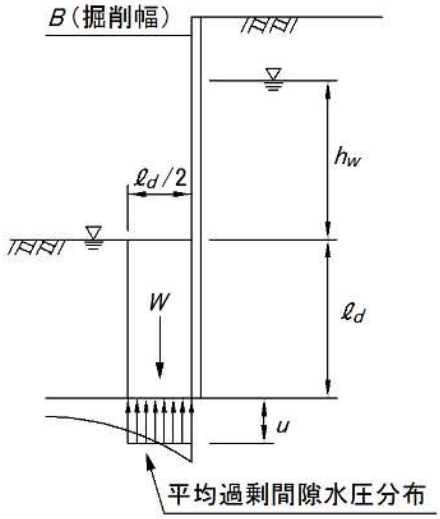
q　：　地表面での上載荷重　（　kN／m^2　）

Fs　：　安全率　（Fs≧1.2)

5）ボイリングの検討

砂質地盤のように透水性の高い地盤において、締切りにより掘削する場合、締切り背面の水位と掘削断面内の水位に差が生じる。この水位差により掘削断面内に上向きの浸透流が生じ、この浸透圧が掘削面側の鉛直有効圧に等しくなると、砂の粒子がわきたつ状態となる。このような状態をボイリングという。ボイリングが生じると掘削側の抵抗が減じるため締切りの安定が失われ、締切りの破壊に至ることになるのでボイリングに対する安定を確保する必要がある。

テルツァギーの考え方を基本とし、土留めの形状に関する補正係数を乗じた過剰間隙水圧と根入れ長の１／２ に相当する崩壊部分の土の有効重量を用いてボイリングに対する安全率を求めることとする。



ボイリングの検討図

$$Fs = \frac{W}{U}$$

ここで、Fs：　ボイリングに対する安全率（ Fs ≧ 1.2 ）

W：　土の有効重量（ ｋN／m^3 ）

U：　土留め壁先端位置に作用する平均過剰間隙水圧（ｋN／m^3）

γ’：　土の水中単位体積重量（ ｋｎ／m^3 ）

γw = 10kN／m^3として、土の湿潤単位体積重量γから差し引く。

γw：　水の単位重量（ ｋN／m^3 ）

γ：　砂地盤の単位重量（　ｋN／m^3　）

l：　土留め壁の根入れ長（ ｍ ）

ｈａ：　水位差（ ｍ ）

6） 盤ぶくれの検討 （　互層の場合　）

掘削底面下に、粘性土地盤や細粒分の多い細砂層のような難透水層があり、その難透水層の下に被圧帯水層が存在する場合、盤ぶくれに対する安全性を検討する必要がある。

盤ぶくれに対する安全性は、次式により確認を行う。

$$Fs = \frac{\gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2}{\gamma w \cdot h w}$$

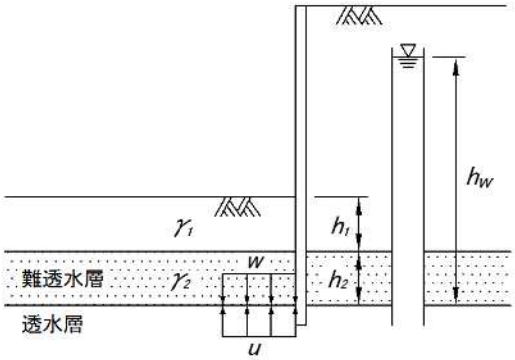
ここに、Ｆｓ：　盤ぶくれに対する安全率　（　≧1.1　）

γ_1、γ_2：　土の湿潤単位体積重量（ ｋＮ/m^3）

h_1、　h_2：　地層の厚さ（ ｍ ）

γw：　水の単位体積重量（ ｋＮ／m^3）

ｈｗ：　被圧水頭（ ｍ ）



盤ぶくれに対する検討図

7） 矢板長及び断面の決定

a） 矢板長の決定

矢板長は、各検討結果の中の最大値を用い、0.50m ピッチで切上げて決定する。

1.つり合いによる必要長さ

2.ヒーピングによる必要長さ

3.ボイリングによる必要長さ

4.盤ぶくれによる必要長さ

上記により決定した矢板長が、掘削深さに比べてかなり大きい場合や経済性及び施工性に問題が生じる場合には、下記の対応策を用いて矢板長を小さくすることを検討する。

対　応　策	つり合い	ヒービング	ボイリング	盤ぶくれ
地 盤 改 良	○	○	○	○
背面土圧低減	○	○	－	－
地下水位低下	－	－	○	○

b） 矢板断面の決定

矢板断面は、断面計算と変位の計算を比較し、大きな断面の方に決定する。

また、ヒーピングにより根入れ長が決定する場合には、仮想支持点を変更して断面及び変位の計算を照査する。

（4） 鋼矢板工法の施工方法

鋼矢板工法は、振動、騒音対策の必要性と対策の程度によってある程度限定され、さらに土質条件を考慮して選定する。

鋼矢板の施工方法

工法		振動工法	静的工法		
		バイブロハンマー	ジェット併用バイブロハンマー	油圧式圧入機	アースオーガ併用圧入機
工法の概要		振動体の上下振動によって矢板の打設を行う。	矢板先端より高圧ジェット水を噴射させ地盤を緩める矢板を沈降させる。バイブロハンマーを併用。	油圧ジャッキによる伸縮力によって矢板の貫入及び引抜きを行う。	オーガ掘削と油圧等の圧入装置を併用し矢板を打ち込む。
鋼矢板の長さ		あまり長いものには不適	長さによらず適	短いものに適	長いものに適
地盤条件	軟弱シルト層	◎	△	○	◎
	シルト・粘土層	◎	△	◎	◎
	砂層	○	◎	○	◎
	礫層	△	○	△	○
	土丹層	×	○	△	○
施工条件	仮設備	小	中	大	大
	発生音	小	小	小	小
	振動	大	中	小	小
	打込みエネルギー	中	中	中	大
	施工速度	速い	速い	遅い	普通
	工費	安	普通	高	普通
その他	長所	施工が単純 打抜き兼用	施工能率がよい	騒音・振動が少ない 打抜き兼用 占用面積が少ない	振動・騒音が少ない 作業性がよい
	短所	振動が大きい 大量の電力を要する	多少の振動がある ジェットの設備が必要となる 多少、地盤を緩める	スピードが遅い 工費が高い	地盤を緩める

注） ◎ ： 特に適している

○ ： 適している

△ ： あまり適していない

× ： 適さない

4-5 土留めによる周辺地盤の影響検討

（1） 計画・設計時に考慮する対策

（2） 近接程度の判定

（3） 沈下防止対策

【 解説 】

近接施工の場合には、既設構造物の構造や現場状況を把握し、土質調査を入念に実施した上で以下の対策工を検討する。

（1） 計画・設計時に考慮する対策

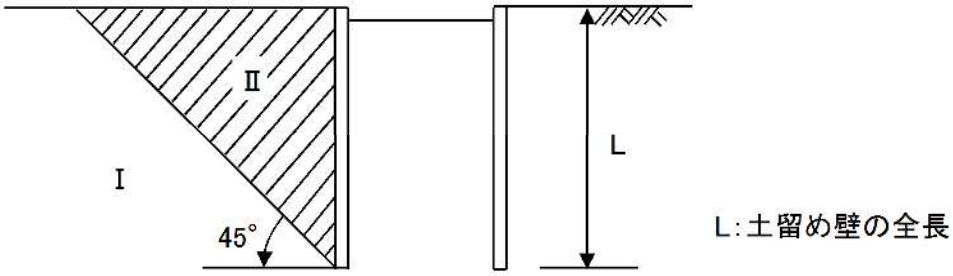
計画・設計時に考慮する内容は以下の項目である。

- 剛性の大きい土留め壁を採用する
- 土留め壁の根入れを大きくする
- 断面性能の大きな支保工を用いる
- 自立掘削高さを極力小さくする
- 切梁の鉛直方向の間隔をできるだけ狭くする
- 切梁にプレロードを導入する
- 先行地中梁を採用する
- 遮水性の高い土留め壁を採用する
- 土留め壁を残置する

（2） 近接程度の判定

土留めを引抜き撤去する際に、引抜いた土留めとそれに付着した土の体積に等しい空隙が生じる。この空隙が崩れることにより、地盤にゆるみや移動が生じ、引抜き跡付近に地盤沈下が生じる。

そこで周辺構造物への影響に関する検討においては、近接程度の判定を行う必要がある。近接程度は、仮設構造物を施工することによる周辺構造物への影響度についての目安を示すものである。



土留め壁の引抜きを行う場合の影響範囲

参照資料：道路土工　仮設構造物工指針

Ⅰは仮設構造物の施工による地盤変形の影響が及ばないと考えられる範囲、Ⅱは仮設構造物の施工による地盤変形の影響が及ぶと考えられる範囲である。周辺構造物がⅡの範囲にある場合は、近接構造物として取扱い、構造物に与える影響として変位量を推定して、必要に応じて対策工を実施しなければならない。

（3） 沈下防止対策

近接程度の判定のうちⅡの範囲にある場合は、変位量の値に応じて、地盤の沈下防止対策を講じなければならない。

- 孔壁が自立する場合

  土留め引抜き完了後に、GL 基面よりグラウトポンプにてセメントミルク等を充填する。

- 孔壁が崩壊する場合

  土留め引抜きと並行して注入ロッドより充填材の注入を行う。

  もしくは、道路管理者と協議のうえ、土留め壁を残置する。

5. 支保工

5-1 腹起し

（1） 腹起し

（2） 腹起しの計算

（3） 腹起し材の設置

【 解説 】

（1） 腹起し材

あて矢板工法の場合には、軽量金属支保材(切梁を含む)を用いる。

鋼矢板工法の場合はリース材を使用し、市場性を考慮して、H-200 から用いる。ただし、重要構造物の場合は、H-300 を最小部材とする。

（2） 腹起しの計算

腹起しの計算は次式による。

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{cay}} + \frac{\sigma_b}{\sigma_{bax}\left(1-\sigma_c / \sigma_{eax}\right)} \leqq 1.0$$

ここに、σ_c： 軸力による圧縮力度 （ N／mm^2)=N／A

σ_b： 曲げモーメントによる曲げ圧縮応力度 （ N／mm^2)

σ_{cay}： y 軸に関する座屈に対する軸方向許容圧縮応力度（ N／mm^2 ）

σ_{bax}： x 軸まわりの曲げに対する許容曲げ圧縮応力度（ N／mm^2 ）

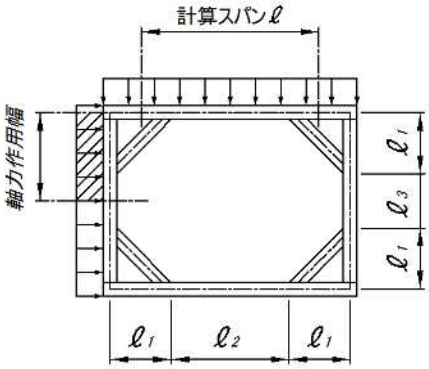
σ_{eax}： x 軸に関するオイラー座屈に対する許容応力度（ N／mm^2 ）

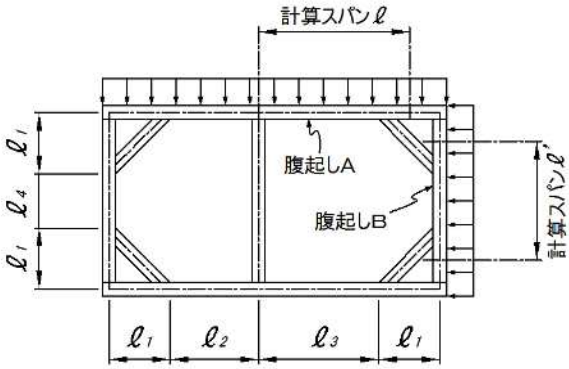
（3） 腹起し材の設置

腹起し材の設置の際、腹起しと土留め壁に隙間が生じたときは、パッキング材等を挿入し、土留め杭又は鋼矢板等の壁面に十分な応力が伝わる様にする。又、受金物、吊り下げワイヤー等によって支持する。

重要構造物の場合は、継手間隔を６m以上とする。また、垂直間隔は、３m程度とし、土留めの頂部から１m以内に 1 段目の腹起し材を設置する。ただし、覆行を設置する場合で受桁を設置する場合は、1 段目の腹起し材は、土留めの頂点から１メートルを超える部分に設置する。

【腹起しに作用する断面力】





● 計算スパン　：　$\ell = \ell_1 + \ell_2$

● 軸力作用幅　：　$B = \ell_1 + \dfrac{\ell_3}{2}$

$$M = \frac{1}{8} w \ell_2$$

$$N = wB$$

$$S = w\ell$$

● 計算スパン

腹起しAについて　：　$\ell = \ell_3 + \dfrac{\ell_1}{2}$

腹起しBについて　：　$\ell' = \ell_1 + \ell_4$

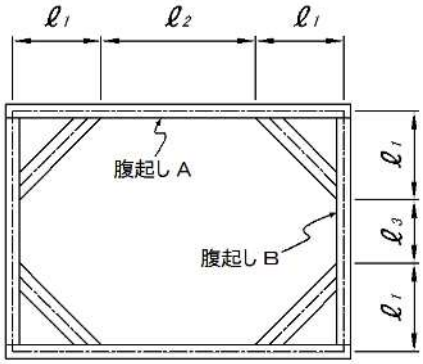
ℓ と ℓ' の大きい方で計算する

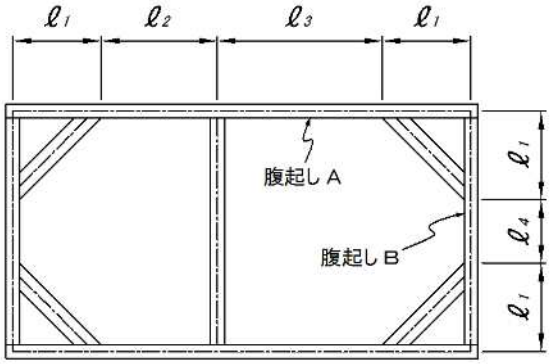
● 軸力作用幅

腹起しAについて　：　$B = \ell_1 + \dfrac{\ell_4}{2}$

腹起しBについて　：　$B = \ell_1 + \dfrac{\ell_3}{2}$

【腹起しの座屈長のとり方】





腹起しAについて

作用面内　$\ell_1 / 2 + \ell_2$

作用面外　$2 \times \ell_1 + \ell_2$

腹起しBについて

作用面内　$\ell_1 / 2 + \ell_3$

作用面外　$2 \times \ell_1 + \ell_3$

腹起しAについて

作用面内　$\ell_1 / 2 + \ell_3$

作用面外　$2 \times \ell_1 + \ell_3$

腹起しBについて

作用面内　$\ell_1 / 2 + \ell_4$

作用面外　$2 \times \ell_1 + \ell_4$

5-2 切梁

（1） 切梁材

（2） 切梁の計算

（3） 切梁材の設置

【 解説 】

（1） 切梁材

あて矢板工法の場合には、軽量金属支保材を用いる。

鋼矢板工法の場合はリース材を使用し、市場性を考慮して、H-200 から用いる。ただし、重要構造物の場合は、H-300 を最小部材とする。

（2） 切梁の計算

切梁材の計算は次式による。

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{cay}} + \frac{\sigma_b}{\sigma_{bax}\left(1-\sigma/\sigma_{eax}\right)} \leqq 1.0$$

ここに、σ_c： 軸力による圧縮応力度（N／mm^2）＝N／A
鉛直荷重は、500N／m（自重を含む）とする。
軸力に温度変化による増加分として 1200N／本を見る。

σ_b： 曲げモーメントによる曲げ圧縮応力度（N／mm^2）＝N／Z_x

σ_{cay}： y 軸に関する座屈に対する軸方向許容圧縮応力度（N／mm^2）

σ_{bax}： x 軸まわりの曲げに対する許容曲げ圧縮応力度（N／mm^2）

σ_{eax}： x 軸に関するオイラー座屈に対する許容応力度（N／mm^2）

（3） 切梁材の設置

切梁は、水平間隔５メートル以下、垂直間隔３メートル程度にし、掘削に従って速やかに設置する。

1） 切梁の支持

切梁は、腹起しの間に挿入し、ジャッキ等をもって堅固に締め付けるとともに、ゆるみを生じても落下することのないよう受金物、ボルト等によって支持する。

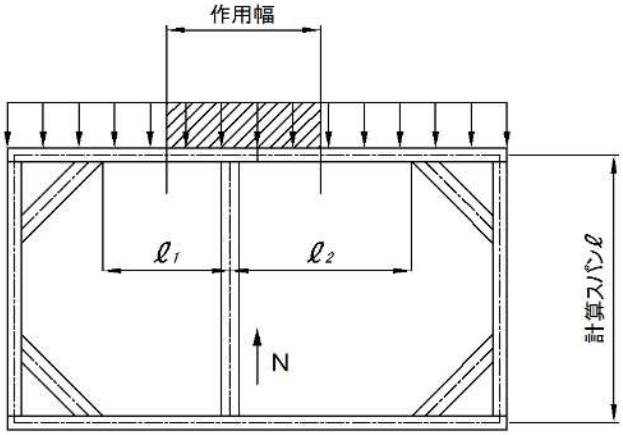
2） 切梁の補強

切梁に、腹起しからくる土圧以外の荷重が加わるおそれがある場合、又は荷重をかける必要のある場合においては、それらの荷重に対して必要な補強措置を考慮する。

3） 座屈

切梁に、座屈のおそれがないよう十分な断面と剛性を有するものでなければならない。

【切梁に作用する断面力】



- 計算スパン ： ℓ
- 座　屈　長 ： $\ell kx = \ell ky = \ell$- 腹起し部材
- 軸力作用幅 ： $\dfrac{\ell_1 + \ell_2}{2}$

$$M = \frac{1}{8} \cdot w' \ell^2 \quad (w' = 5kN/m)$$

$$N = w \cdot \frac{\ell_1 + \ell_2}{2} + \triangle N \quad (\triangle N = 120kN)$$

5-3 火打ち

（1） 火打ち材

（2） 火打ちの計算

【 解説 】

（1） 火打ち材

鋼矢板工法の場合はリース材を使用し、市場性を考慮して、H-200 から用いる。ただし、重要構造物の場合は、H-300 を最小部材とする。

（2） 火打ち計算

火打ち材の計算は、軸力のみを受ける部材として次式による。

$$\sigma_c = \frac{N}{A} \leqq \sigma_{ca}$$

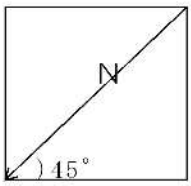
ここに、σ_c： 圧縮応力度（kN/ mm^2）

σ_{ca}： 許容圧縮応力度（kN/ mm^2）

N： 軸力（kN）

A： 断面積（㎟）

火打ちは、一般的に以下に示すように４５°の角度で対称に入るため、火打ちに作用する軸力は、0.7（ $\ell_1+\ell_2$ ）・w となり、一般にスパンが短いため自重の影響は無視する。

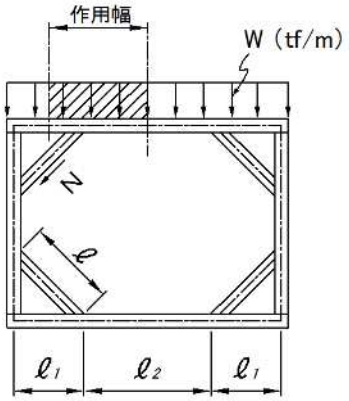


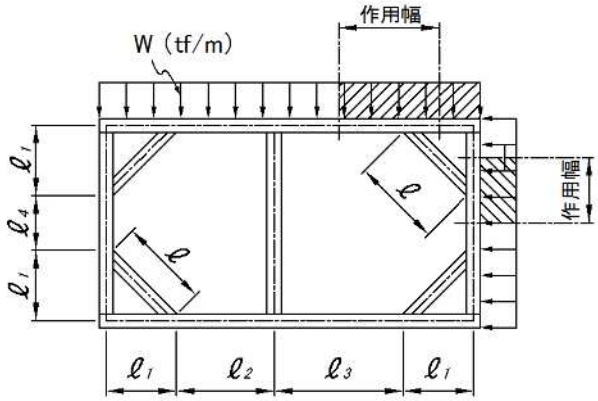
$$N = \frac{(\ell_1 + \ell_2) \cdot w}{2}$$

$$N = \frac{1}{2 \cdot Sin45°}(\ell_1 + \ell_2) \cdot w$$

$$= 0.7(\ell_1 + \ell_2) \cdot w$$

【火打ちに作用する軸方向圧縮力】





● 計算スパン：ℓ

● 軸力作用幅：$\dfrac{\ell_1+\ell_2}{2}$

N=0.7（ $\ell_1+\ell_2$ ）w

●計算スパン：ℓ

●軸力作用幅

$\dfrac{\ell_1+\ell_3}{2}$ もしくは $\dfrac{\ell_1+\ell_4}{2}$ の大きい方

N=0.7（ $\ell_1+\ell_3$ ）w

もしくは

N=0.7（ $\ell_1+\ell_4$ ）w

5-4 覆工

（1） 覆工板

（2） 活荷重

（3） 覆工受桁の計算

（4） 覆工桁受の計算

【 解説 】

（1） 覆工板

1） 材質

覆工板には、鋼製、鋳鉄製、鋼とコンクリートの合成型等があるが、鋼製覆工板を用いる。

ただし、覆工板の表面には、アスファルト、耐摩材等の車両の滑り止め加工を施した材料を用いる。

2） 形状

覆工板の形状は、原則として、幅 1.0m、長さ 2.0mまたは 3.0mのものを使用する。

3） 設置方法

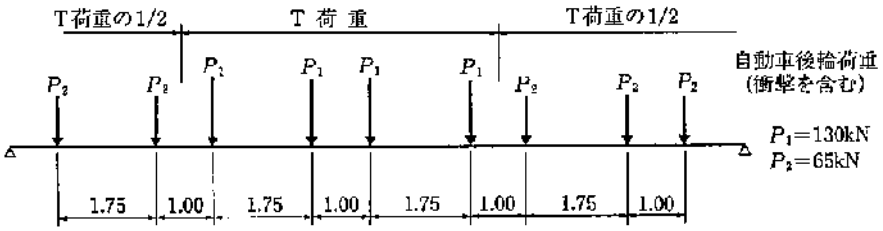
覆工板は原則として、山留材に載荷させない方式とする。

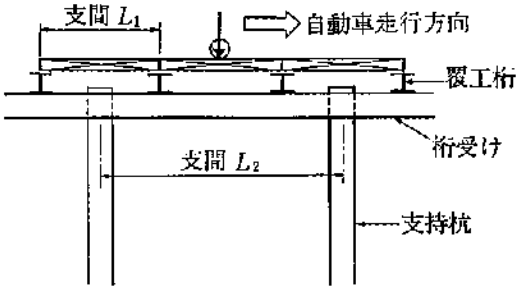
ただし、山留材にやむを得ず載荷させる場合には、支持力の検討を行う。

（2） 活荷重

1） 覆工受桁と自動車の走行方向が直角な場合

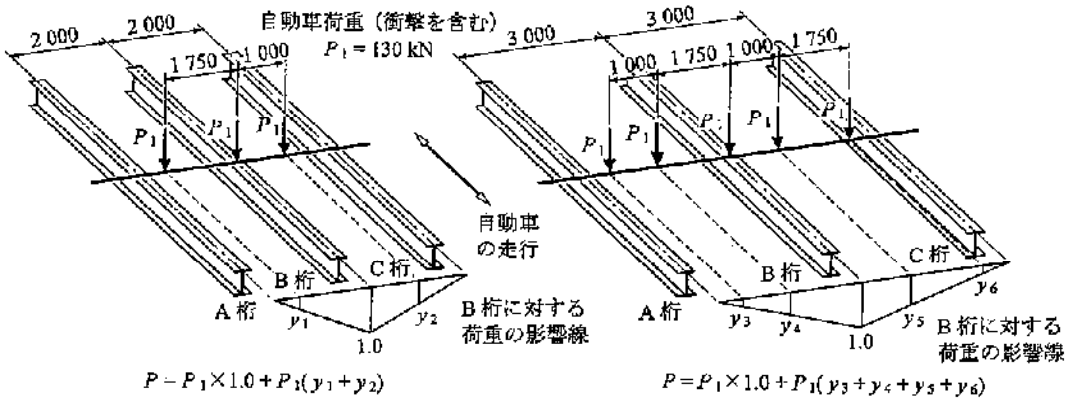
Ｔ荷重が直接覆工受桁の上に載荷するものとし、下図に示す荷重配列によって、覆工受桁に最大応力が生ずるように載荷するものとする。

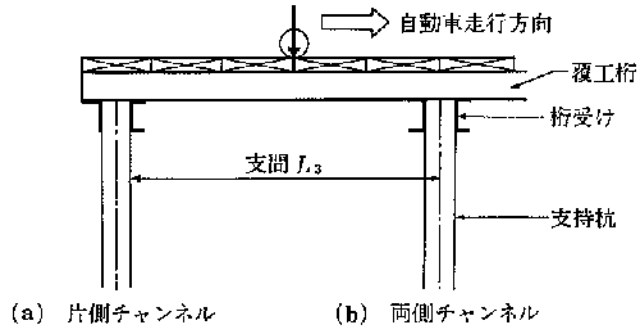




2） 覆工受桁と自動車の走行方向が平行な場合

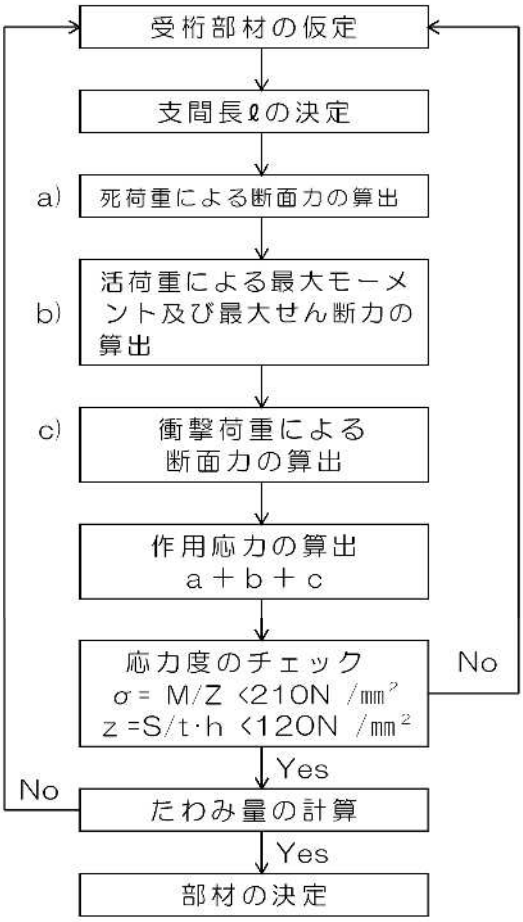
自動車の走行方向と平行な覆工受桁では、Ｔ荷重を下図に示すように覆工板に載せ、各荷重による覆工受桁への影響を考慮する。





（3） 覆工受桁の計算

覆工受桁の計算は、下記のフローに従い計算する。



覆工受桁の活荷重（衝撃に含まない）によるたわみは、□／400 以下（ □は支間 ）で、かつ 25mm以下でなければならない。

たわみの計算は次のように行う。

① 中央にMmax を生じる等値等分布荷重ωｏ

$$\mathrm{Mmax} = \frac{1}{8}\omega o \cdot \ell^2 \text{ より} \qquad \omega o = \frac{8 \cdot M\max}{\ell^2}$$

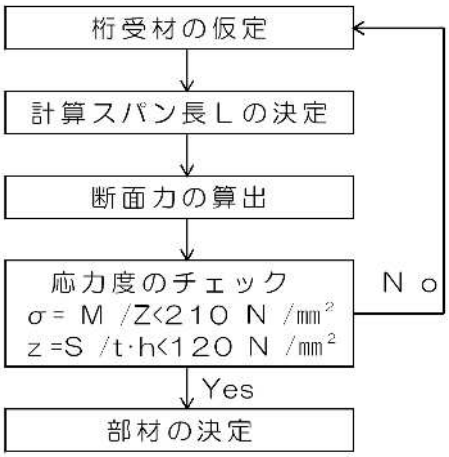
② 次に、このωｏを桁に載荷し、たわみδL を算出する。

$$\delta L = \frac{5 \cdot \omega o \cdot \ell^2}{384 \cdot E \cdot I}$$

なお、覆工受桁の計算例については、資料編参照。

（4） 桁受に計算

桁受の計算は、下記のフローに従い計算する。



なお、桁受材の計算例については、資料編参照。

6. 掘削幅

6-1 掘削幅の決定

（1） 決定方法

（2） 算出方法

1） 管吊り下ろしに必要な幅

2） 管布設作業に必要な幅

3） コンクリート基礎の場合に必要な幅

4） 矩形渠及びこれに準ずる現場打ちコンクリート構造の場合に必要な幅　　【参考】

5） バックホウ掘削に必要な幅

6） 掘削幅算出フロー

（3） 素屈掘削の算出方法

【 解説 】

（1） 決定方法

開削工法により、下水道管きょを布設するために必要掘削幅は、施工条件、地下埋設物の有無、作業の安全確保、周辺の近接構造物に与える影響、経済性等について検討し施工可能な最小幅とする。

平成１３年度「下水道用設計標準歩掛り」により、土工量の計算（管布設）により掘削幅の計算方法が明示され、この方法により掘削幅を算出する。

掘削方法による掘削幅の決定方法を、以下に示す。

1） 人力掘削の場合

最大管外径から算出した数値と基礎幅から算出した数値を比較し、大きい方の数値を採用する。

2） 機械掘削の場合

Ⅰ）コンクリート基礎の場合は、1)、2)、3)、で求めたものを比較し、いずれか大きな値を掘削幅①とする。

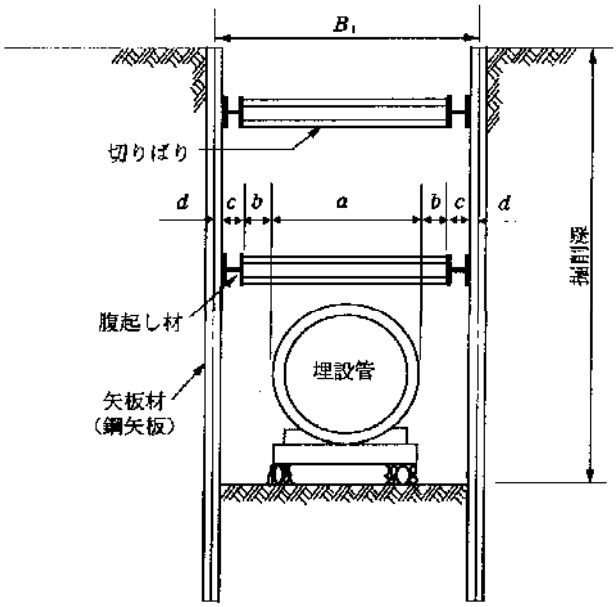
Ⅱ）コンクリート基礎以外（砂基礎等）の場合は、1)、2)、で求められたものを比較し、いずれか大きな値を掘削幅②とする。

Ⅲ）バックホウにて掘削する場合は、さらに４）で求めたものと、①②それぞれ比較し、いずれか大きな値を掘削幅とする。

標準的な開削管きょ工事における掘削幅の算出方法を、以下示す。

（2） 算出方法

1） 管吊り下ろしに必要な幅



掘削幅＝最大外径（a）+余裕幅（2b）+腹起材幅（２ｃ）＋矢板材の厚（2d）

B_1=a＋２（ ｂ ＋ ｃ ＋ ｄ ）

ここに、B_1： 掘削幅

ａ： 最大管外径（ソケットを有する管材においては、ソケット部の外径を最大管外径とする。）

ｂ： 余裕幅（管吊り下ろしに必要な幅で、管外面と腹起し材との間隔をいう） （150 ㎜、両側分）

ｃ： 腹起し材の幅

ｄ： 矢板材の厚さ

注）1.掘削幅は、建込工法の場合、矢板の外側とし、矢板材の厚さを加えたものとする。

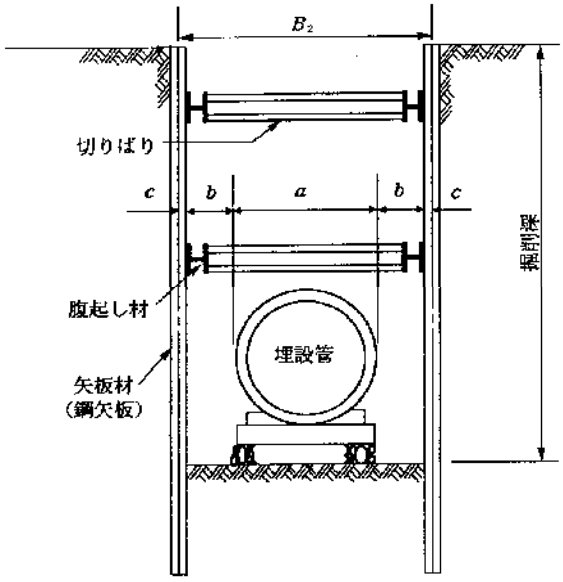
2.掘削幅は、打込工法の場合、矢板の中心線とする。矢板材の厚さを下表に示す。

3.施工条件により本式により難い場合は、経済比較等を行い別途定めることができる。

矢 板 材 の 厚 さ

矢 板 材	矢板材の厚さ（２ｄ）（㎝）
軽量鋼矢板（LSP-Ⅱ）	10
鋼 矢 板 Ⅱ 型	20
たて込み簡易土留	13
	21

2） 管布設作業に必要な幅



掘削幅＝管外径（a）+余裕幅（2ｂ）+矢板材の厚（2ｃ）

B_2＝a ＋ ２（ ｂ ＋ ｃ ）

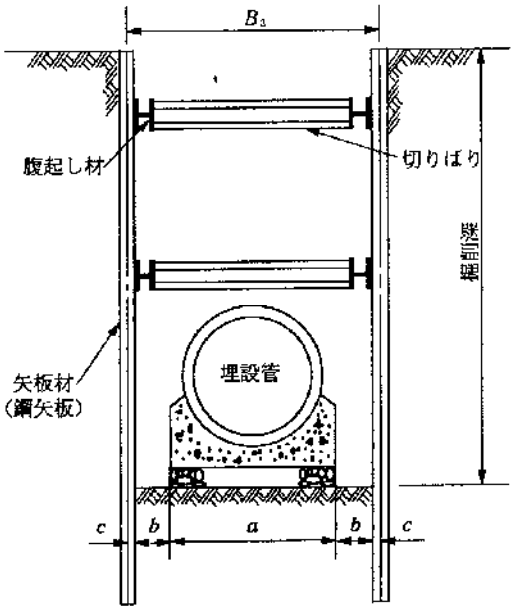
ここに、B_2： 掘削幅

ａ： 管外径（ソケット以外の直線部の外径とする。）

ｂ： 余裕幅（布設に必要な幅で管外面と仮設材との間隔をいう）
（600 ㎜、両側分）

ｃ： 矢板材の厚さ

3） コンクリート基礎の場合に必要な幅



掘削幅＝コンクリート基礎幅（a）+余裕幅（2ｂ）+矢板材の厚（2ｃ）

管基礎がコンクリート基礎の掘削幅は、管吊下ろしに必要な幅とコンクリート基礎築造に必要な幅を比較し、いずれか大きい値を掘削幅とする。

B_3＝a ＋ 2 （ b ＋ c ）

ここに、B_3： 掘削幅

a： コンクリート基礎幅

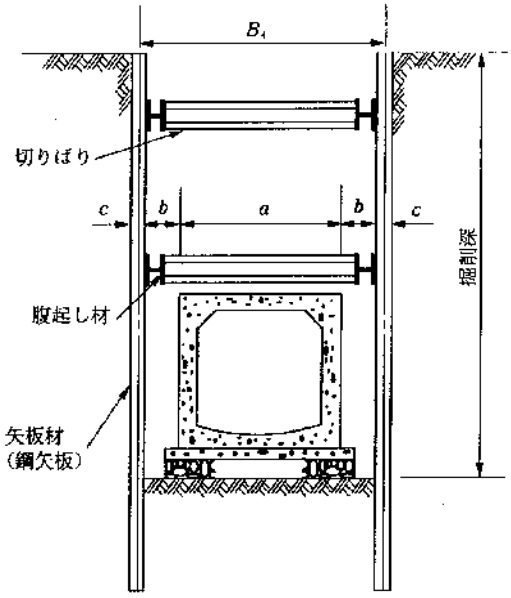
b： 余裕幅（コンクリート打設に必要な幅でコンクリート打設高により異なる）

c： 矢板材の厚さ

コンクリート打設高さと余裕幅

コンクリート打設高（㎝）	余裕幅 2ｂ（両側分）（㎝）
10 ～ 20まで	60
21 ～ 50まで	70
51 ～ 80まで	80
81 ～ 110まで	90
110を超えるもの	100

4） 矩形渠及びこれに準ずる現場打ちコンクリート構造の場合に必要な幅　　【参考】



掘削幅＝構造物外幅（a）＋余裕幅（2ｂ）+矢板材の厚（2ｃ）

余裕幅は鉄筋組み立て、コンクリート打設に必要な幅で、通常の場合６０㎝（片側分）とする。ただし、躯体の高さにより足場が必要の場合等は別途考慮すること。

B_4＝ ａ＋２＋ （ ｂ ＋ ｃ ）

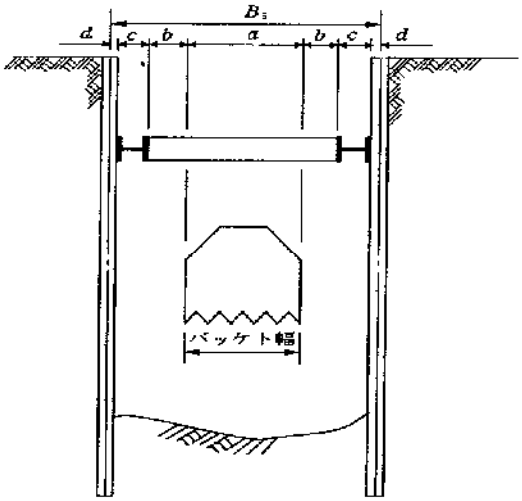
ここに、B_4： 掘削幅

ａ： 構造物外幅

ｂ： 余裕幅（鉄筋組み立て、コンクリート打設に必要な幅）

ｃ： 矢板材の厚さ

5） バックホウ掘削に必要な幅



掘削幅＝バケット幅（a）+余裕幅（2b）+腹起材幅（2c）+矢板材の厚（2d）

B_5＝ a＋2 （ b ＋ c ＋ d ）

ここに、B_5： 掘削幅

a： バケット幅

b： 余裕幅 （ 両側分 15 ㎝ ）

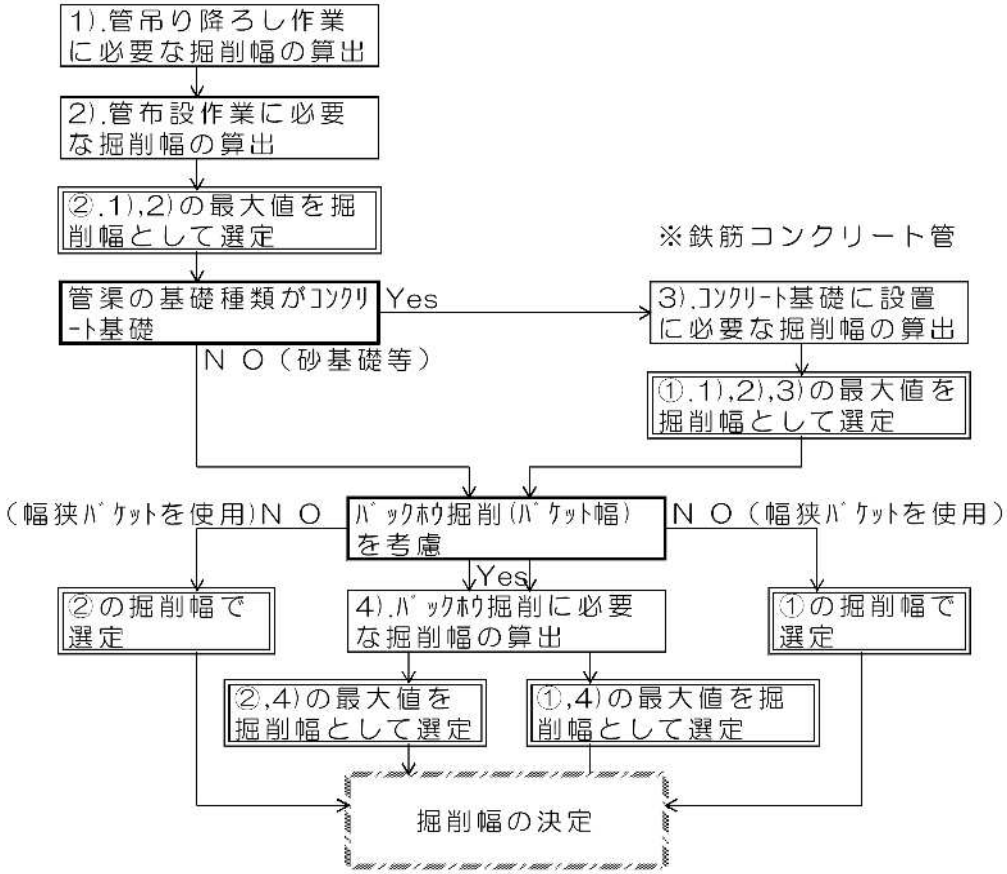
c： 腹起し材の幅

d： 矢板材の厚さ

バックホウ種類と作業幅

機　　種	最大掘削深 （標準ブーム）	バケット幅 （a）	施工可能な作業幅 （a+2b）
平積 0.06m³	2.2m	0.35m	0.50m 以上
平積 0.10m³	2.6m	0.45m	0.60m 以上
平積 0.20m³	3.3m	0.60m	0.75m 以上
平積 0.35m³	4.2m	0.75m	0.90m 以上
平積 0.60m³	6.0m	1.00m	1.15m 以上

6） 掘削幅算出フロー



（3） 素堀掘削の算出方法

素堀掘削の対象となる条件は、以下の通りとする。

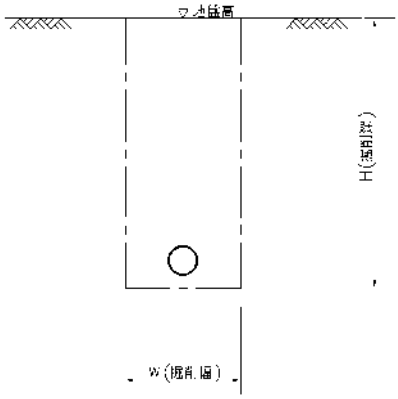
管種　　硬質塩化ビニル管

管径　　φ150、200、250mm

基礎　　砂基礎

最大掘削深　1.5m（仮設を必要としない範囲）

土質　　地山が自立する土質



7. 発生土

7-1 発生土の利用方法

（1） 目的

（2） 土質区分基準

（3） 適用基準

（4） 要求品質

【 解説 】

（1） 目的

下水管きょ工事に伴い副次的に発生する発生土の土質特性に応じた区分基準及び各々の区分に応じた適用基準と要求品質を示すことにより、発生土の適正な利用の促進を図る。

（2） 土質区分基準

発生土の土質区分は、原則として、コーン試験と土質材料の工学的分類体系を指標とし下表に示す。なお、土質改良を行った場合には、改良後の性状で判定するものとする。

土質区分基準

区　分	細 区 分	コーン指数 q_c(KN/m^2)	土質材料の工学的分類		備　考	
			大 分 類	中分類 土　質	含水比	掘削方法
第1種建設発生土（砂、礫及びこれらに準ずるもの）	第1種	－	礫質土	礫、砂礫	－	＊排水に考慮するが、降水、浸出地下水等により含水比が増加すると予想される場合は、1ランク下の区分とする。 ＊水流掘削等による場合は、2ランク下の区分とする。
			砂質土	砂、礫質砂		
	第1種改良土		人工材料	改良土	－	
第2種建設発生土（砂質土、礫質土及びこれらに準ずるもの）	第2a種	800以上	礫質土	細粒分まじり礫	－	
	第2b種		砂質土	細粒分まじり砂	－	
	第2種改良土		人工材料	改良土	－	
第3種建設発生土（通常の施工性が確保される粘性土及びこれに準ずるもの）	第3a種	400以上	砂質土	細粒分まじり砂	－	
	第3b種		粘性土	シルト、粘土	40%程度以下	
			火山灰質粘性土	火山灰質粘性土	－	
	第3種改良土		人工材料	改良土	－	
第4種建設発生土（粘性土及びこれに準ずるもの（第3種建設発生土を除く））	第4a種	200以上	砂質土	細粒分まじり砂	－	
	第4b種		粘性土	シルト、粘土	40～80%程度	
			火山灰質粘性土	火山灰質粘性土	－	
			有機質土	有機質土	－	
	第4種改良土		人工材料	改良土	40～80%程度	
泥土	泥土a	200未満	砂質土	細粒分まじり砂	－	
	泥土b		粘性土	シルト、粘土	80%程度以上	
			火山灰質粘性土	火山灰質粘性土	－	
			有機質土	有機質土	80%程度以上	
	泥土c		高有機質土	高有機質土	－	

出展：発生土利用基準（H18.8.10）国土交通省

（3） 適用基準

発生土を利用する際の用途は、土質区分に基づき、下表の適用基準を目安として、現場に即した対応を行う。留意事項については、次ページに示す要求品質の目安を考慮する。

発生土の適用基準

区　分	細 区 分	工作物の埋戻し	
		評 価	留意事項
第1種建設発生土（砂、礫及びこれらに準ずるもの）	第1種	◎	最大粒径注意 粒度分布注意
	第1種改良土	◎	最大粒径注意
第2種建設発生土（砂質土、礫質土及びこれらに準ずるもの）	第2a種	◎	最大粒径注意 細粒分含有率注意
	第2b種	◎	細粒分含有率注意
	第2種改良土	◎	
第3種建設発生土（通常の施工性が確保される粘性土及びこれに準ずるもの）	第3a種	○	
	第3b種	○	
	第3種改良土	○	
第4種建設発生土（粘性土及びこれに準ずるもの（第3種建設発生土を除く））	第4a種	○	
	第4b種	△	
	第4種改良土	△	
泥土	泥土a	△	
	泥土b	△	
	泥土c	×	

【凡例】

◎：そのままで利用が可能なもの。使用時に留意事項を考慮する。

○：適切な処理方法を行えば使用可能。

△：評価が○のものと比較して、土質改良にコストおよび時間が可能なもの。

出展：発生土利用基準（H18.8.10）国土交通省

8. 取付管

8-1 取付管

（1） 管種

（2） 平面配置

（3） 勾配

（4） 最小管径

（5） 本管との接続

【 解説 】

（1） 管種

管種は、硬質塩化ビニル管を原則とする。

ただし、国道、県道等については道路管理者と上決定する。

（2） 平面配置

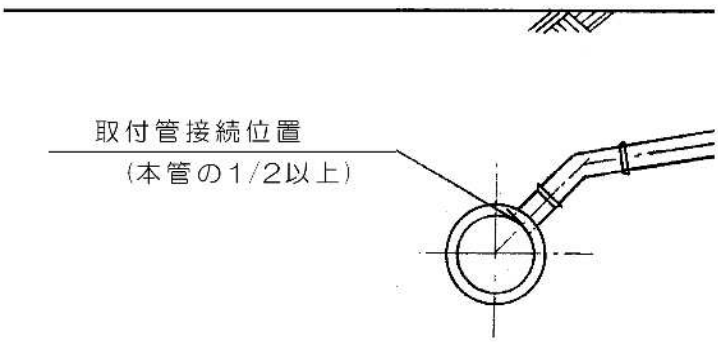
1） 布設方向は、本管に対する９０度とする。

2） 取付角度は、本管に対して９０度又は下流に向かって６０度とする。

3） 取付管の間隔は、1m以上離した位置とする。

（3） 勾配

勾配は、10‰以上とし、位置は本管の中心線から上方に取付ける。



（4） 最小管径

取付管の最小管径は 150mmとする。

（5） 本管との接続

本管へ取付管を接続する場合は、支管を用いるか又は本管に枝付き管を用いる。再上流の場合等マンホールへ直接接続することができるが、本管（管底高）と接続段差が大きい場合、別途考慮する。

9. 汚水桝

9-1 汚水桝

（1） 汚水桝の設置

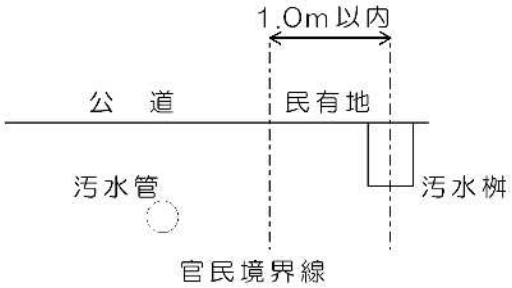
（2） 汚水桝の種類

【 解説 】

（1） 汚水桝の設置

汚水桝は民有地内に設置する。

設置位置は、桝中心が公道と民有地との官民境界線から 1.0m以内の位置とする。



（2） 汚水桝の種類

汚水桝は、原則として硬質塩化ビニル製桝（φ200mm）とする。

桝のタイプは、タイプ１　　H＝0.80m

タイプ２　　H＝1.00m

タイプ３　　H＝1.20m

ただし、硬質塩化ビニル製桝での設置に支障がある場合は、コンクリート桝（φ350mm）を使用する。

10. マンホール形式ポンプ場

10-1 ポンプ場の計画と設計

（1） マンホール形式ポンプ場の計画

（2） マンホール形式ポンプ場の設計

（3） マンホール形式ポンプ場の管理

【 解説 】

（1） マンホール形式ポンプ場の計画

マンホール形式のポンプ場は、効率的な下水道整備を図るために積極的に活用する施設で、汚水収集システム全体の合理性、維持管理費等を含めた長期に渡る経済性について検討し計画する。

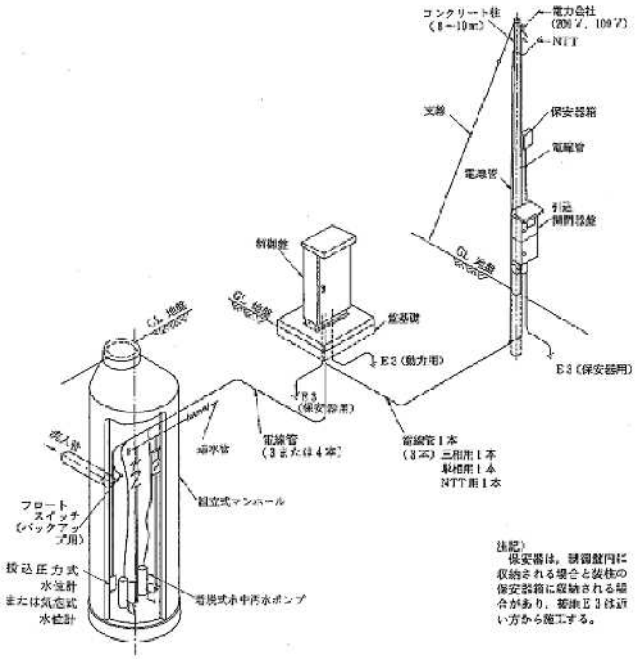
ポンプ場を多用した場合、圧送管内での下水道腐敗や、流入変動の増大等の問題も生じるため、自然流下、多重圧送など他の収集システムを採用する場合との得失を比較し、合理的なポンプ場配置となるよう検討する。

（2） マンホール形式ポンプ場の設計

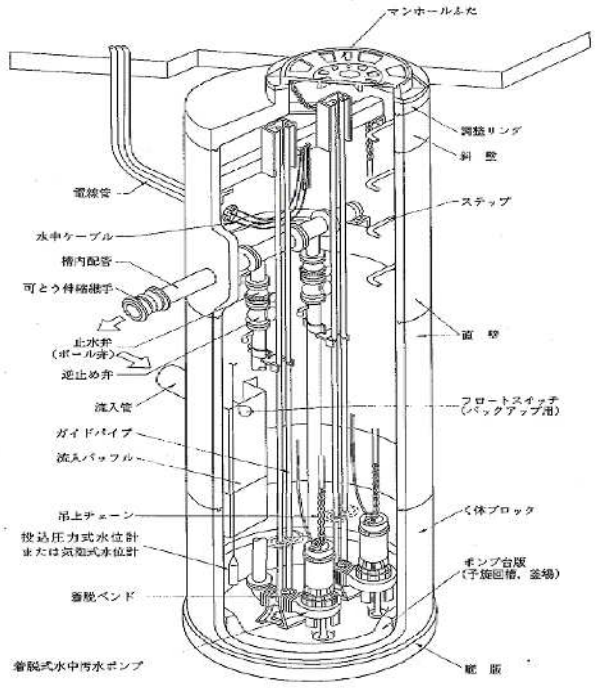
マンホール形式ポンプ場は、前処理設備（ゲート・スクリーン設備・沈砂池）及び換気・脱臭設備等を設けない施設で、ポンプ設備と電気設備及び組立式マンホールからなるポンプ場である。電気設備は屋外に設置し、自家発設備は必要に応じ可搬式または屋外型で対応する。ポンプ場は、全地下式となり、ポンプ場としての敷地は操作盤のスペースのみが必要となる。したがって、公道下に設置可能であるが、維持管理を考慮すれば、ポンプ場としての敷地を確保するのが望ましく、公道下に設ける場合は交通量等を考慮し、開口部を歩道部に設けるなどの配慮を行うことが望ましい。

（3） マンホール形式ポンプ場の管理

ポンプ場は、無人運転が原則であり、施設の点検が巡回程度となるため、施設及び設備を簡素化し建設費の経済性を図るとともに、維持管理が容易な施設とする。



マンホールポンプ施設の構成例



ポンプ設備及び組立式マンホールの構成例

10-2 計画汚水量

（1） マンホール形式ポンプ場の計画汚水量は、計画時間最大汚水量とする。

【 解説 】

（1） 計画汚水量

マンホール形式ポンプ場の計画汚水量は、汚水管きょ内を流下してきた汚水を遅送水しなければならないため、計画汚水量は計画時間最大汚水量とする。

10-3 マンホール形式ポンプ場の形式

（1） 円形の組立式マンホールを使用する。

（2） 組立式マンホールの種類１号・２号・３号・４号マンホールとする。

（3） 組立式マンホールは、上載荷重及び土圧、水圧に対して安全であり水密性を有するものとする。

（4） ゲート、スクリーン設備及び沈砂地は設置しない。

【 解説 】

（1） 組立式マンホール

マンホールポンプ施設に用いるマンホールは、円形の組立式マンホール（コンクリート二次製品）を使用し、必要な深さに組み立てる。

（2） 組立式マンホールの種類

その形状による標準的な規格は、下表の通りとする。

呼　び　方	１号マンホール	２号マンホール	３号マンホール	４号マンホール
形状寸法	内径 90 ㎝円形	内径 120 ㎝円形	内径 150 ㎝円形	内径 180 ㎝円形
適応ふたの形状寸法	60 ㎝円形	90 ㎝円形	90 ㎝円形	120 ㎝円形又は角形

組立マンホールにポンプ施設を施工する場合は、ドリル等を使用するような現場削孔のないことを原則とする。次の項目については、工場等で加工し取付後、現場搬入を行う。

① ケーブル及びガイドパイプ等の固定リング

② 集合管サポート等の固定リング

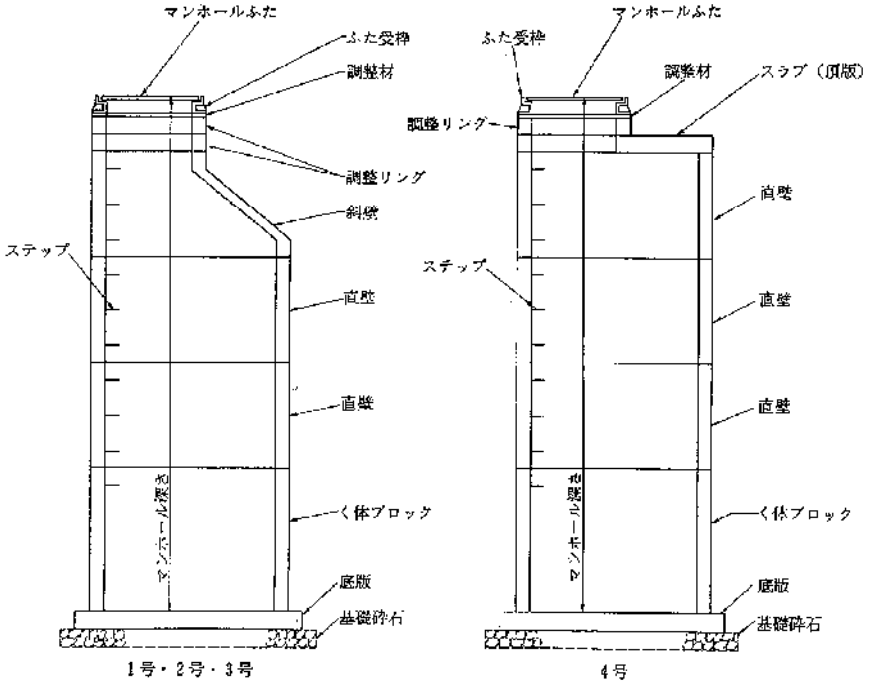
③ 流入バッフル

④ 流入管・壁貫通管・電線管路等のマンホール壁の削孔

（3） 組立式マンホールの構造は、設置する条件に応じた十分な強度・水密性を有するものとする。

また、マンホール内のスカム発生を低減するため、マンホール底部に予旋回漕・釜場等を設ける構造とする。

組立式マンホールの構造は、概略下図の通りとする。



構造概略図

マンホールポンプ施設のマンホール蓋は、自然流下用のマンホール蓋よりも維持管理上から開閉の頻度が多いため、必要な強度とともに開閉作業の容易な形状、構造とする。

特に、蓋の大きさがφ600mmを超える場合は、開閉作業を容易にするために、親子蓋を使用することが望ましい。

10-4 ポンプの適用範囲

（1） ポンプの最小口径は、原則として 65mmとする。

（2） 最小通過粒径は 35mm とする。

（3） 計画時間最大汚水量 3.0m^3／min 程度以下を原則とする。

（4） ポンプの最大容量は１台当り 22kW とする。

【 解説 】

（1） ポンプ口径

ポンプ口径は、閉そく防止を考慮して原則 65mm 以上とする。なお、流入区域が限定され、粗大固形物の除去、維持管理について十分な対応ができる場合、ボルテックスタイプについては 50mm を選定してもよい。

（2） 計画時間最大汚水量

小規模な下水を対象とした施設のため、適用規模はマンホールの有効貯留容量、受電容量、維持管理等を考慮し 3.0 m^3／min 程度以下を原則とする。

（3） 並列運転でも低圧受電の範囲となるようにポンプの最大容量を１台当り 22kW 以下とする。

（4） ポンプ口径及び組立式マンホールの標準組合せ

（単位 mm）

マンホール種類（号数）	1号	2号	3号	4号	
ポンプ口径 ＼ ふたの種類（径）	600	900	900	1,200	角 形
50	○				
65		○			
80			○		
100			○		
150				○	○

10-5 ポンプ口径の算出方法

（1） ポンプの吸込み口径は、吐出し量とポンプ吸込み口の流速とによって、次式による。

$$D=146\times\frac{Q}{V}$$

ここに、

D ： ポンプの吸込み口径（mm）

Q ： ポンプの吐出し量（m^3／s）

V ： 吸込み口の流速（m／s）

ただし、吸込み口の流速は、ポンプの回転数、吸込み実揚程等を考慮し、1.5～3.0 m／s標準とする。

（2） ポンプの吐出し口径は、吐出し量、全揚程、比速度等を考慮して定める。

【 解説 】

ポンプの大きさは、一般に吸込み口径によって表され、吸込み口径と吐出し口径が異なる場合は両者を併記する。

（3） ポンプの吸込み口径

ポンプの吸込み口の流速は、1.5～3.0m／sを標準とするが、吸込み実揚程又は吸込み側の損失水頭が大きい場合は、吸込み条件をよくするために流速を遅らせ設定する。

（4） ポンプの吐出し口径

軸及び斜流ポンプの吐出し口径は、吸込み口径と同一とする。

渦巻き者流及び渦巻きポンプは、揚程が高いほど吐出し口径は吸込み口径より小さくなるので全揚程、比速度等を考慮して定める。ポンプ吐出し口径と吐出し側の管径が異なる場合は、拡大管によって接続する。

10-6 ポンプ機種の選定

（1） ポンプの形式

（2） ポンプの構造

（3） ポンプの種類

（4） ポンプのタイプ

【 解説 】

（1） ポンプの形式

ポンプ形式は、汎用性、経済性及び保守点検の容易性を考慮して、着脱式水中ポンプを採用する。

なお、揚水量、揚程及び使用条件に対する適用性や経済性について考慮した結果、ポンプ口径が 50mm 以下になる場合は、破砕機構付き小型水中ポンプ（グラインダーポンプ）の使用を検討する。

（2） ポンプの構造

マンホール形式ポンプ場は、スクリーンを設置しないため、ポンプは維持管理面から特に閉塞防止を考慮した故障発生の少ない構造のものとする。

1） ポンプの主要部材質は下記とする。

ケーシング FC200 同等以上

羽根車 SCS13

主軸 13Cr ステンレス綱

マンホール内は生汚水等の流入により、常に機器が腐食されやすい環境下にある。この状況下において機器の性能を長期間維持するためには、主要部品は耐食性に優れた材質を使用しなければならない。

2） モータ保護装置としてサーマルプロテクタもしくはオートカットを装着する。

3） 口径 65mm 以上のものについては浸水探知器を装着する。

ポンプを長期間安全に使用するため、予期せぬトラブル時にも早急に情報を管理者に伝えることが望まれる。主として使用する口径 65mm 以上のポンプについては、これら保護装置を必ず装着するものとする。

4） ポンプ付属ケーブルの長さは 20m を標準とする。

ポンプ付属の動力及び制御ケーブルは、途中での接続を避け制御盤までつなぎ込むのが望ましい。マンホールと制御盤を設置する位置の距離で必要な長さは決定されるが、ポンプのメンテナンス時の作業性も考慮に入れ 20m 標準とする。20m を超えるケーブルを採用する場合は、電圧降下を防ぐためにサイズ等が大きくなり、事前に検討が必要である。

（3） ポンプの種類

ポンプ機種は、できる限り保守管理が容易であり経済性及び互換性に有利な汎用品を使用する。高揚程のポンプは、汎用性のない製品となり、採用に当たっては注意を要する。

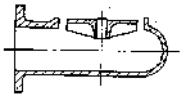
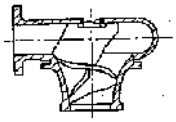
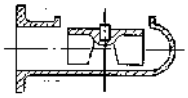
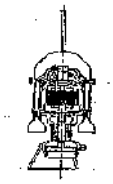
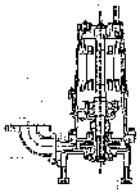
また、ポンプ井の内部に設置する付属品等は、腐食に配慮する。

（4） ポンプのタイプ

水中ポンプには、ノンロックタイプ・吸込みスクリュー付きタイプ・ボルテックスタイプの種類がある。その種類の選定にあたっては、全揚程及び使用条件に対する適応性と経済性等の検討を行う。また、吐出量が少なく、高揚程となる場合は水中ポンプの電動機容量が大きくなるので、破砕機構付き小型水中ポンプ（グラインダーポンプ）などの採用も検討する。

次項に、各ポンプの特徴を示す。

ポンプのタイプ別比較

		水中ポンプ			破砕機構付き小型水中ポンプ	
		ボルテックスタイプ	吸込スクリュー付タイプ	ノンクロッグタイプ	容積式	遠心式
構造概要						
口径		50～150	80～200	80～200	32	32～50
能力	出力（kw）	0.4～22	1.5～45	1.5～22	0.75	0.75～3.7
	Q（m^3/m）	0.05～2.5	0.45～5.6	0.45～5.6	0.04	0.05～0.35
	H（m）	1.5～30	3～40	3～30	0～28	5～30
長所		浄化槽の原水用、汚泥移送用に設計されたポンプであり、磨耗物及び繊維質のきょう雑物を含む汚物に適している。 （ノンクロッグタイプより大きな通路面積を確保している。）	一枚羽根を有する汚物用ポンプであり、通路面積が広いにもかかわらず比較的高効率である。 高揚程用に適する。	汚物用に設計されたポンプであり、通過面積を確保し、詰まりにくい構造に設計されている。	・閉塞を防止するため、吸込部に汚水中の異物を破砕する破砕機構を持つ汚水ポンプである。 ・容積式の吐出量は、揚程による変化が少なく、幅広い揚程に対応できる。 ・遠心式の吐出量は、揚程の変化により変動し、流入汚水の幅広い変化に対応できる。	
短所		ノンクロッグタイプよりさらにポンプ効率が犠牲になっている。（通路面積を最重視しているため）	過少流量域で使用した場合、振動及び騒音が増加する。	通過面積を確保したため、ポンプ効率がいくぶん低い。	破砕（グラインダー）機構の磨耗により、交換が必要となる。	
維持管理性		ノンクロッグに比較し、詰まり、絡みが少ない。	閉塞性能はノンクロッグとボルテックスのほぼ中間に位置する。	小口径ポンプの羽根車には繊維質のきょう雑物のからみ除去作業が生じる。	一般に１台設置とし、故障時はポンプ交換を行い、修理する。	

※能力・口径については目安であり、最新の情報を入手すること

10-7 ポンプ揚程の算出

（1） ポンプ全揚程は、実揚程と管きょの損失水頭及びポンプ付属の吐出管、弁類の損失水頭

等を考慮して次式による。

$H = h_a + h_f + h_o$

ここで、H： 全 揚 程 （m）

h_a： 実 揚 程（m）

h_f： 管きょの損失水頭（m） （$= h_{st} + h_{be}$）

h_o： 吐出側の残留速度水頭及びポンプ付属の吐出管、

弁類の損失水頭の和（m）

実用上 h_o= 2.0mとする。

（2） 実揚程は、ポンプの吸水位及び吐水位の変動範囲、計画流量、ポンプ特性等を検討し、動水勾配関係を考慮し決定する。

圧送管のルート内に凹凸がある場合、実揚程の決定には中間の最大高位置選定等に注意する。

【 解説 】

（1） ポンプの全揚程

ポンプの吐出し水位と吸込み水位との差を実揚程という。ポンプの全揚程とは、実揚程にポンプ付属の吐出し管、弁類及び送水管きょなどの損失水頭と吐出し側管端の残留速度水頭を加えたものである。吐出し管、弁類の損失水頭及び吐出し側の管端の残留速度水頭は、いづれも小さな値であり、通常の送水速度では合算しても１m以上にはならない。

したがって、実用上これらを考慮してポンプの全揚程の算定には上記の式を使用する。

なお、管きょの損失水頭h_fについては通常、次の２式がよく用いられる。

使用に当たっては、各々の適用範囲を十分考慮して選定する。

計算式の適用範囲

計 算 式	特 徴	適 用 範 囲
ダルシー・ワイズバッハの式	管摩擦係数ｆに実用値を用いる。	完全乱流域の流れの損失計算に適合し、ポンプ周りのなどの比較的短い管路に広く用いられる。
ヘーゼル・ウィリアムスの式	流量係数Ｃを用いる。	遷移流域の流れの損失計算に適合し、送水管路などの比較的長い管路に広く用いられる。

1） 直管摩擦損失

a） ダルシーワイズバッハ式

$$hf = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

ここで、

ｈｆ： 直管部の摩擦損失水頭 （m）

ｆ： 摩擦損失係数

鋳鉄管 （モルタルライニング）	f ＝	0.02+1／（2,000×D）
ステンレス鋼鋼管	f ＝	0.03+1／（1,000×D）
硬質塩化ビニル管	f ＝	0.018+1／（2,300×D）

なお、古管のｆの値は新管の 1.5 倍とする。

ただし、モルタルライニング鋳鉄管及び硬質塩化ビニル管の古管は、新管と同一とする。

Ｄ： 管 径 （m）

Ｌ： 管 長 （m）

ｇ： 重力加速度＝9.8（m／s^2）

Ｖ： 管内流速 （m／ｓ）

b） ヘーゼン・ウイリアムス式

$$h_f = 6.82 \times \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{D}^{1.17}} \times \left(\frac{V}{C}\right)^{1.85} = 10.666 \times \left(\frac{\mathrm{Q}}{60 \times \mathrm{C}}\right)^{1.85} \cdot \mathrm{D}^{-4.87} \cdot \mathrm{L}$$

ここで、

ｈｆ ： 直管部の摩擦損失水頭 （m）

Ｄ： 管 径 （m）

Ｌ： 管 長 （m）

Ｖ： 管内流速 （m／ｓ）

Ｃ ： 流速係数 （下表参照）

Ｑ ： 流量 （m^3／min）

管　　種	管路におけるＣの値	備　　考
モルタルランニング鋳鉄管	110	屈曲損出等を別途に計算するとき、直線部のＣの値を 130 にすることができる。
塗覆装鋼管	110	
石綿セメント管	110	
硬質塩化ビニル管	110	
ポリエチレン管	110	
鉄筋コンクリート管	110	

注）表中のＣは経年変化を考慮したものである。

2） 曲管摩擦損失

$$h_{be} = f_{be} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

ここで、

h_{be}： 曲管部の摩擦損失水頭 （m）

f_{be}： 損失係数 ［0.131+1.847（D／2R）^3.5］（θ／90）^0.5

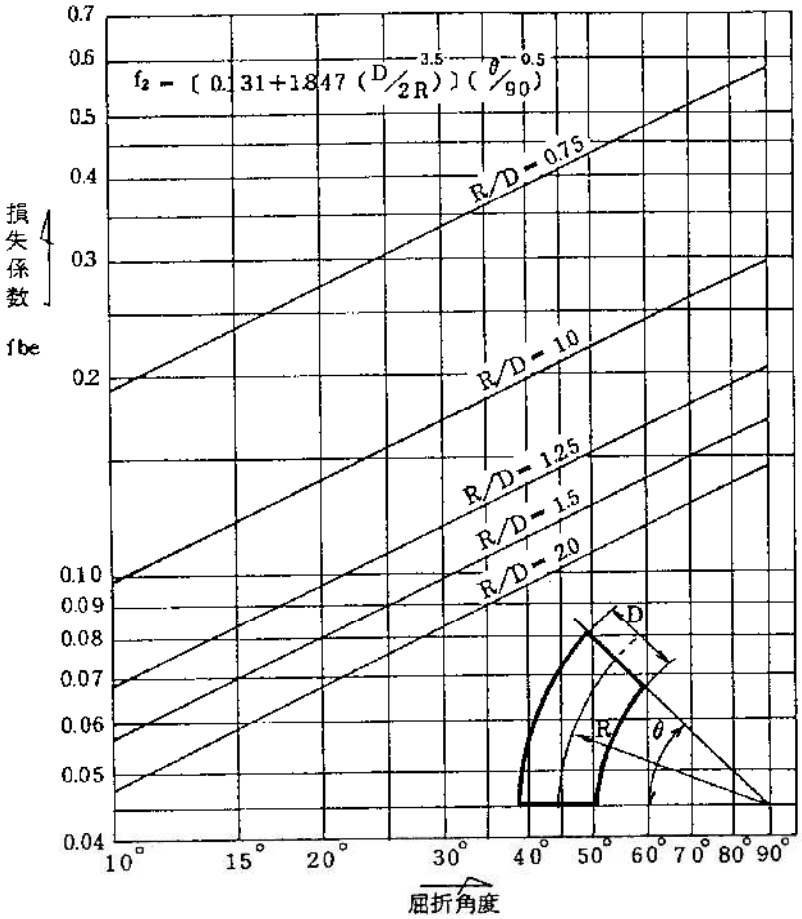
D： 管径 （m）

R： 管曲率半径 （m）

θ： 管屈曲角度 （°）

g： 重力加速度＝9.8 （m／s^2）

V： 管内流速 （m／s）



曲管損失係数

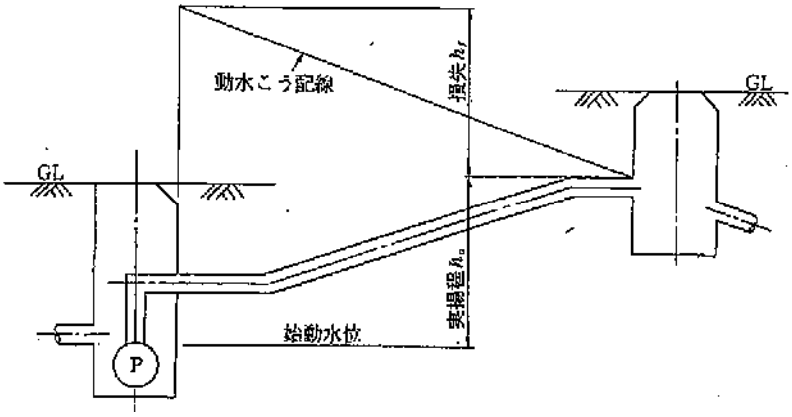
3） 管内流速について

揚程計算に使用する流速Ｖは、ポンプの予備機を含まない通常運転時の流速とする。

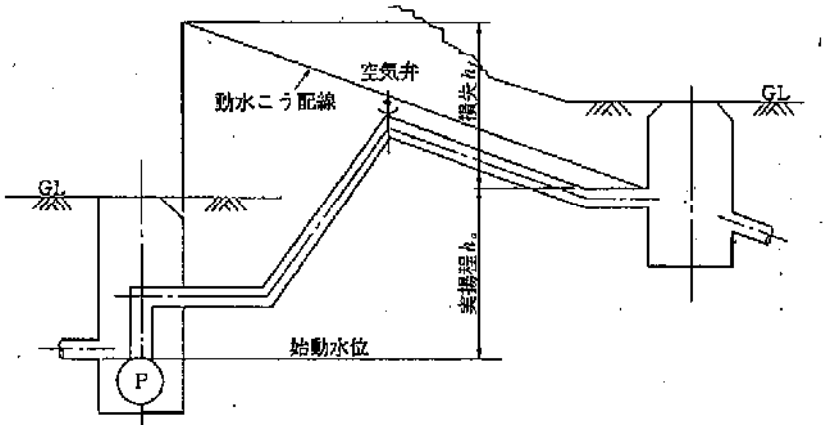
（2） 実揚程

ポンプの実揚程計算は、揚水位の変動範囲、計画流動、ポンプの特性、運転の経済性を考慮し、さらに吸水位、揚水位により定める。

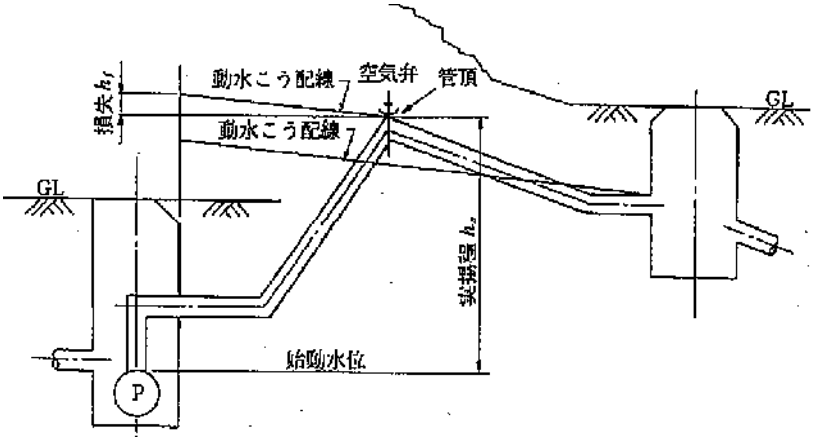
1） 圧送管末端が最高部の場合



2） 送水管より動水勾配が上にある場合



3） 送水管より動水勾配が下にある場合



10-8 電動機出力

ポンプの電動機出力は、次式による。

$$P = L(1+\alpha)/\eta_G$$

ここに、

P： 電動機出力（ｋｗ）

L： ポンプの軸動力（ｋｗ）

$L = (0.163 \cdot Q \cdot H)/\eta$

α： 余裕（0.15）

η_G： 伝導効率（直結の場合は 1.0）

Q： ポンプの吐出し量（m^3/分）

H： ポンプの全揚程（m）

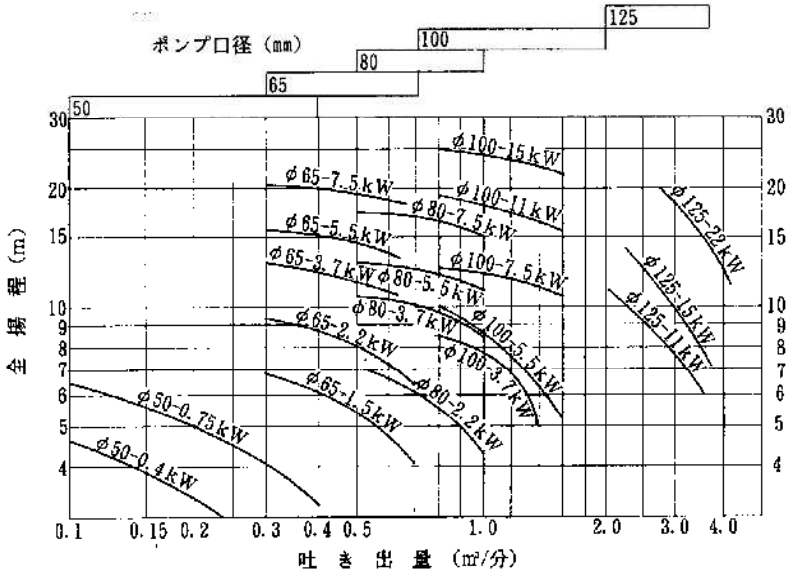
η： ポンプの効率（小数）

【 解説 】

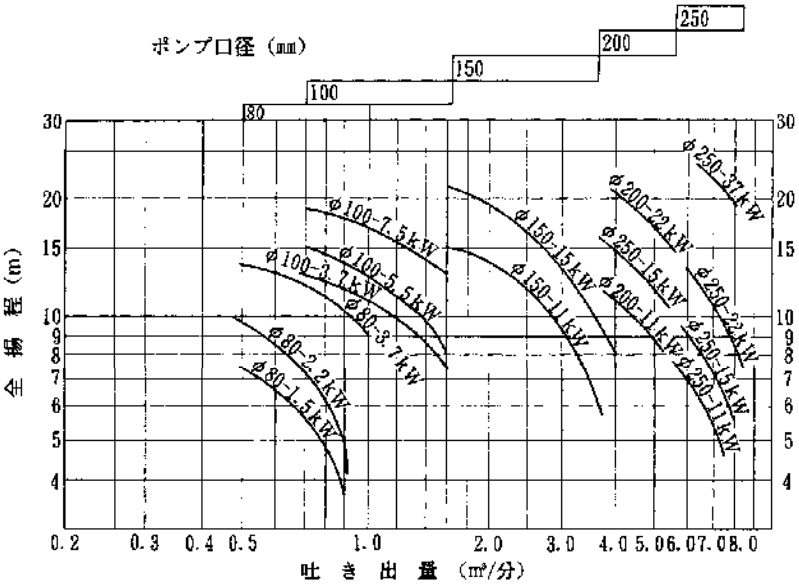
小規模ポンプ場の電動機出力は、基本条件（ポンプ容量及び全揚程）から上記の式を用いてポンプの規模を算出し、ポンプ形式を選定する。その規模からポンプの種類はある程度限定される。

水中汚水ポンプの電動機出力（参考）

ボルテックスポンプ　50Hz



ノンクロッグポンプ　50Hz



10-9 ポンプ深さ

（1） ポンプ計画吐出水量とマンホール内への最大流入汚水量及びポンプの始動頻度で決定される必要有効貯留容量を確保できること。

（2） ポンプ台盤（予旋回槽等）が設置可能な深さを有すること。

（3） ポンプ始動時に連続運転水位が確保できる深さを有すること。

（4） 運転制御に必要な水位の設定が可能な深さを有すること。

【 解説 】

（1） 必要有効貯留容量

有効貯留容量とは、ポンプが停止してから次にポンプが始動するまでの間、マンホール内に貯留できる汚水の容積のことをいう。この容量が小さいとポンプの始動頻度が多くなり、電動機巻線の過熱による故障につながるため、マンホールの深さの設計にあたってはポンプの始動間隔を考慮のうえ必要な有効貯留容量が確保できるよう考慮する。

1） 有効貯留容量 V_0

ポンプの始動間隔、運転時間、停止時間及びポンプ井容量の関係は以下の通りである。

$T_1 \times Q_p = V_0 + T_1 \times Q_{in}$ ・・・・・・①

$T_2 \times Q_{in} = V_0$ ・・・・・・②

$T = T_1 + T_2$ ・・・・・・③

ここに、V_0： 有効貯留容量（m^3）

T_{min}： ポンプ始動時間（min）

T_1： ポンプ運転時間（min）

T_2： ポンプ停止時間（min）

Q_{in}： 流入汚水量（m^3/ min）

$Q_{in(max)}$： 最大流入汚水量（m^3/ min）

Q_p： ポンプ計画吐出水量（m^3/ min）

式①より、$T_1 = \dfrac{V_o}{Q_p - Q_{in}}$ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・④

式②より、$T_2 = \dfrac{V_o}{Q_{in}}$ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・⑤

式③～⑤より、

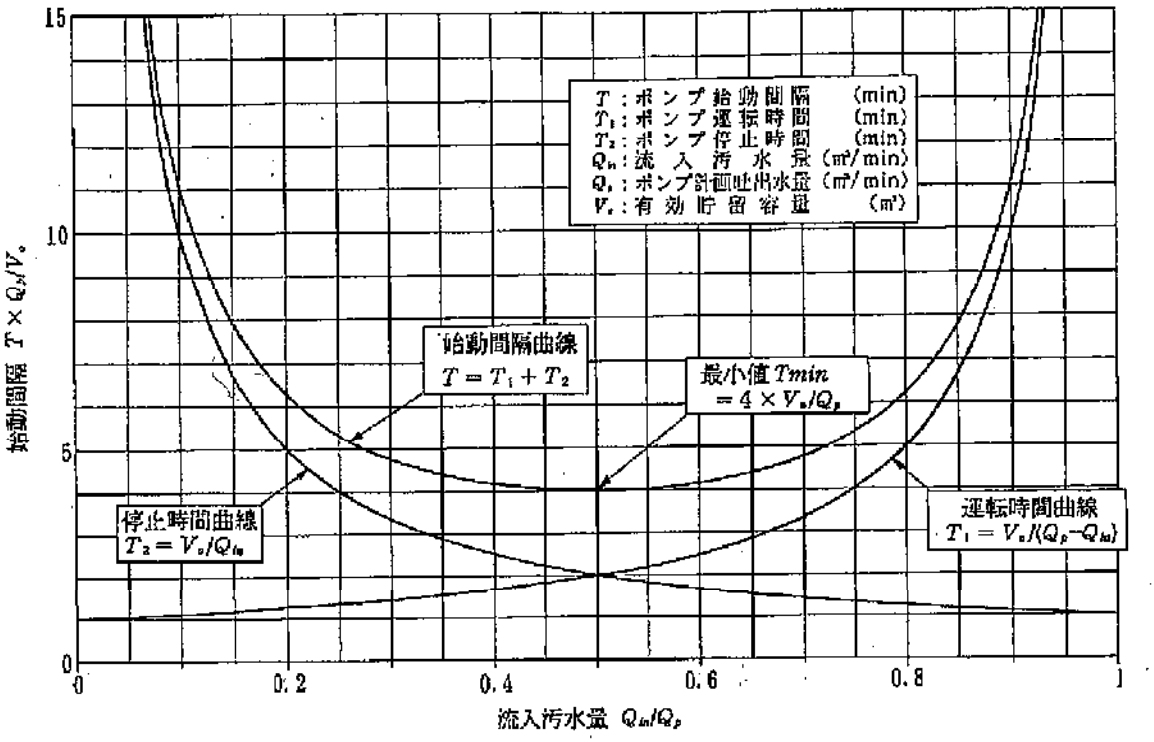
$$T = \frac{V_0}{Q_p - Q_{in}} + \frac{V_0}{Q_{in}} = \frac{V_0 \times Q_{in} \div V_0 \times (Q_p - Q_{in})}{Q_1(Q_0 - Q_1)}$$

$$= \frac{V_0 \times Q_p}{Q_{in}(Q_p - Q_{in})} = \frac{V_0 \times Q_p}{Q_{in} \times Q_p - Q_{in}^{\ 2}}$$

$$= \frac{V_0 \times Q_p}{\frac{1}{4}Q_p^{\ 2} - (Q_{in} - \frac{1}{2}Q_p)^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots ⑥$$

始動間隔 T は $Q_{in} = \frac{1}{2} Q_p$ のとき最小（最大始動頻度）となり下記 T_{min} を得る。

$$T_{min} = \frac{4V_o}{Q_p} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots ⑦$$



ポンプ始動間隔

また、$Q_{in\ (max)} < \frac{4V_o}{Q_p}$ が成立するようなポンプ選定をした場合の T min は式⑥に

$Q_{in} = Q_{in\ (max)}$ を代入することで、下記の式を得る。

$$T_{min} = \frac{V_o \cdot Q_p}{Q_{in\ (max)} \cdot (Q_P - Q_{in\ (max)})} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots ⑧$$

以上より、有効貯留容量 V_0 を決める式を下記のとおり得る。

a） $Q_{in\ (max)} \geqq \frac{1}{2}\ Q_p$ の時

$$V_0 = \frac{T_{min} \cdot Q_p}{4}$$

b） $Q_{in\ (max)} < \frac{1}{2}\ Q_p$ の時

$$V_0 = \frac{T_{min} \cdot Q_{in(max)} \cdot \left(Q_p - Q_{in(max)}\right)}{Q_p}$$

なお、水中汚水ポンプの電動機容量による許容最小始動間隔を参考値として、下記に示す。

許容最小始動間隔

ポンプ電動機容量	最小始動間隔：T_{min}
0.4kW～7.5kW	６分
11kW～22kW	10 分

※本表はフライホイールの GD^2 が付加されない場合の値である。

2） 有効貯留水深 h_3

有効貯留容量を満たす水深を有効貯留水深と呼び、下記の式で表す。

$$h_3 = \frac{V_0}{A}$$

ここに、h_3： 有効貯留水深（m）

V_0： 有効貯留容量（m^3）

A： マンホール水表面積（m^2）

この有効貯留水深はポンプケーシング頂部付近を下端とするように設定する。

ポンプ始動水位は流入管管底以下に設定する。並列運転をする場合は、2 台目始動水位を流入管管底以下になるよう設定する。

（2） ポンプ台盤（予旋回槽等）が設置可能な深さ

ポンプケーシング頂部以下には上記有効貯留容量内のポンプ本体及び配管等の体積を補足する分と予旋回槽等を据付けるために必要な寸法 h_1 を要する。h_1 は一般的に使用する予旋回槽やポンプ等によって決定される。下記に目安を示す。

h_1 の目安

組立式マンホール種類（号数）	１号	２号	３号	４号
h_1（mm）	700	750	900	1250

※最適設計をするためには、使用するポンプと予旋回槽を調査のうえ、決定する。

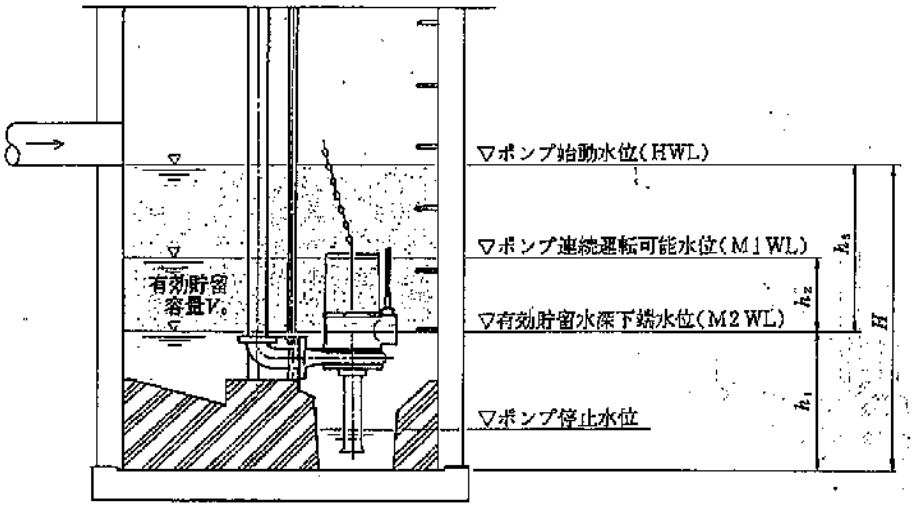
（3） ポンプ始動時に連続運転水位が確保できる深さ

モータの発熱を冷却しポンプを長期間使用するためには、ポンプ始動時に連続運転可能水位が確保されなければならない。有効貯留水深下端と連続運転可能水位の差をh_2とすると、$h_3<h_2$の場合、ポンプ起動時に連続運転可能水位が確保できないため、$h_3 \geqq h_2$となるようマンホール深さを修正しなければならない。h_2は一般的に使用するポンプ固有の寸法である。その目安を下記に示す。

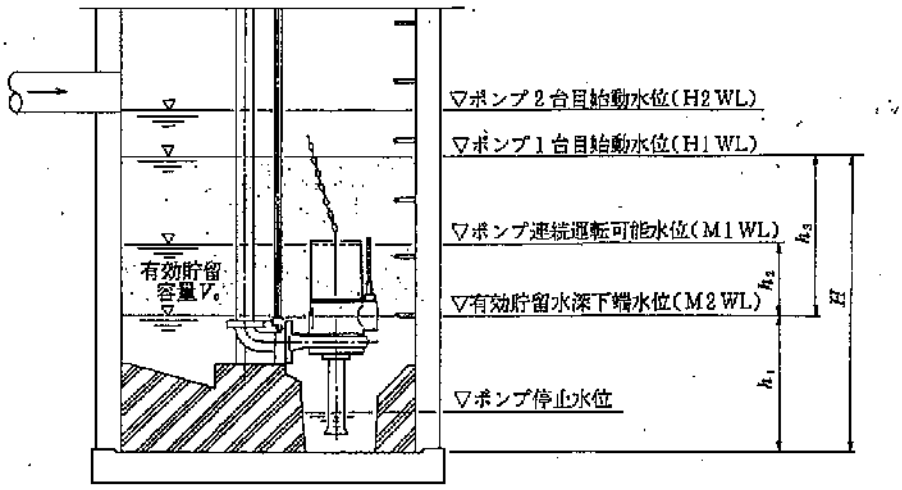
h_2の目安

組立式マンホール種類（号数）	１号	２号	３号	４号
h_2（mm）	500	700	750	800

※最適設計をするためには、使用するポンプを調査のうえ、決定する。なお、上表の寸法はフライホイールが装着される場合には適用できない。



単独交互運転



並列交互運転

マンホールポンプ槽有効貯留容量と深さ

（4） 運転制御に必要な水位の設定が可能な深さ

ポンプを自動運転するために使用する水位計は、波立ち等による誤作動を防ぐため、各設定水位は 200mm 程度ずらすことが望ましい。（特に並列運転時には注意を要する。）したがって、必要水位の設定が可能なトータルの深さを確保しなければならない。

10-10 圧送管

（1） 圧送管の口径は、管内流速が 1.0～1.5m/sec 前後となるように決定する。

（2） 圧送管は、内圧・外圧を考慮し、硬質塩化ビニル管・ポリエチレン管・鋼管（鉄・ステンレス）・ダクタイル鋳鉄管・遠心力鉄筋コンクリート管等を使用する。

（3） 圧送管には、必要に応じ空気抜き、泥吐き及び管理用マンホールを設けるものとする。空気弁を設置する場合において、防音・防臭等の対策が必要な際は消音装置や脱臭装置を設けるものとする。

（4） 圧送管吐き出し先の人孔管渠については、圧送の影響による硫化水素等の対策を講じること。

【 解説 】

（1） 管内流速

管内流速は配管損失の低減、ウォーターハンマの軽減を考慮し、1.0～1.5m/sec 程度として圧送管口径を決定する。口径は中継ポンプの口径以上とし、一般的にφ75mm 以上とする。

又、予備ポンプの異常時同時運転を考慮する場合、予備ポンプの揚水量を含めた水量から、圧送管口径を決定する。また、自己洗浄速度は 0.6m/sec とされ、最低流速については、前述の流速を考慮し定める。

（2） 圧送管の種類

圧送管は、外圧だけではなく内圧に対しても安全なものでなければならない。また、内圧のかかった状態でも継手からの漏水がないような方法をとる必要がある。したがって、圧送管に適するものとしては、硬質塩化ビニル管、ポリエチレン管、水道用鋼管、ダクタイル鋳鉄管、遠心力鉄筋コンクリート管等が考えられる。

選定に当たっては、布設場所の状況、内圧・外圧、継ぎ手方法、経済性等に加え、使用実績、施工・加工・耐腐食・剛性等の項目についても検討を加える。一般には、硬質塩化ビニル管・ダクタイル鋳鉄管を用いる。

1） その他の施設

圧送管は必要に応じて、空気抜き、泥吐き等の弁類及び管理用マンホール等の施設を設ける。泥吐きの吐口先には、付近の汚水管等へ汚染の恐れのない位置を選定する。

2） 圧送管吐き出し

圧送管吐き出し先については、原則として、流入方向と流下方向が一致すること。なお、やむを得ず直角方向からの流入となる場合は、別途検討すること。

（3） 空気抜き、泥吐き及び管理用マンホール

送水管路に凹凸が多い場合、凸部には空気抜きを設ける。また、管路の破損などの事故や清掃などにより管内の汚水を排水するため、凹部には泥吐きを設ける。

送水延長が長い場合は、管理用のマンホールを設け、清掃可能な構造とする。

（4） 空気弁の防臭・防音対策

空気弁を設置する場合において、周辺環境に応じて防臭・防音対策が必要な際は脱臭装置・消音装置を設けるものとする。各装置は、空気弁の吸排気口にユニオンを介して取り付けられる設備等、軽量かつ耐食性に優れた製品を選定する。

（5） 硫化水素への対応

圧送管路内では、汚水が空気と遮断された状態にあり下水の嫌気化が進むことから、嫌気条件下で活性化する微生物により下水中の硫酸塩が還元され硫化水素が発生する。硫化水素は悪臭の原因となるほか、コンクリート施設の劣化要因ともなるため、圧送管吐き出し先の人孔管渠は清掃や防食等の硫化水素対策を講じることが望ましい。

主な圧送管の管種の比較

<table>
<tr><th>項目</th><th>ダクタイル鋳鉄管</th><th>硬質塩化ビニル管</th><th>ポリエチレン管</th></tr>
<tr><td>適用呼び径</td><td>φ75～φ2600（K形）
φ75～φ2000（T形）
φ75～φ250（NS形）
φ300～φ1000（NS形：JDPA G 1042）
その他用途に応じた継手形式がある。</td><td>φ13～φ300（VP種）
φ350～φ500（VM種）
φ40～φ800（VU種）
φ13～φ150（HIVU種）</td><td>φ50～φ250（片受け直管）
φ50～φ300（プレーンエンド直管、カラー）</td></tr>
<tr><td>使用圧力</td><td>・保証水圧は4.6MPa～10.0MPa（口径・管種による）
・直管の保証水圧は、管の計算破壊水圧の70%（ただし、最高10MPa）とする。なお、正規に接合された継手の保証水圧も管と同様である。</td><td>圧力管として使用する場合には、VP種、VM種、VU種別に最大使用圧力は、
VP種：1.0MPa
VM種：0.8MPa
VU種：0.6MPa</td><td>使用温度により最大設計圧力および最大静水圧力が異なる。
最大使用水圧
<table><tr><th>温度（℃）</th><th>設計水圧（MPa）</th><th>最大静水水圧（MPa）</th></tr><tr><td>20</td><td>0.60</td><td>0.30</td></tr><tr><td>30</td><td>0.52</td><td>0.26</td></tr><tr><td>40</td><td>0.44</td><td>0.22</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>材料の特性</td><td>材質はFCD（420-10）
・引張強さ　420N/mm^{2}以上
・曲げ強さ　600N/mm^{2}以上
・圧縮強さ　840N/mm^{2}以上
・伸び　10%以上
・弾力係数　150～170kN/mm^2
・密度　7.15</td><td>・引張強さ　49N/mm^{2}以上（15℃）
・曲げ強さ　78～98N/mm^2
・伸び　50～150%
・弾力係数　78～98kN/mm^2
・密度　1.43</td><td>・管はPE100に準ずる高密度ポリエチレンに青紫色の顔料を配合した材料。
23℃の時、
・引張降伏強さ　20N/mm^{2}以上
・引張破断伸び　350%以上
・曲げ弾性係数　980N/mm^2
・密度　0.96</td></tr>
<tr><td>耐震性</td><td>・地震時の応力および変位を管体強度と継手の伸縮可とう性で吸収できる。
・地震によって大きな地盤変動が起こる事が予想される地域においては、大きな伸縮性と可とう性を有し、さらに離脱防止機構も有する鎖構造継手を用いる。
・鎖構造継手には、NS形、SⅡ形、S形、US形などがある。</td><td>・管体強度が低く、地盤の歪みを継手で吸収できないため、地震による損傷を受けやすい。</td><td>・地震を想定した試験（管および接合部の強度変位試験、管体高速引張り試験、管体疲労試験）により、管は地震に耐え得る特性を有しているとしている。</td></tr>
<tr><td>耐食性</td><td>・内面：下水道管の複雑な腐食条件に幅広く対応できる内面腐食仕様として、エポキシ樹脂粉体塗装が標準化されている。（JSWASG-1付属書2）
・外面：ダグタイル管を埋設する場合、埋設環境が管に対して腐食性であるか否かを評価し、腐食性である場合はポリエチレンスリーブ方式が適用されている。土壌の評価方法としては簡易判定評と、土壌分析をする方法がある。</td><td>・耐食性はよい。
・ベンゼン、トルエン等の有機薬品類は塩ビ分子間に浸透し膨張させたり溶解させたりするため、注意が必要である。</td><td>・耐食性はよい。
・DIN 8075より抜粋されたポリエチレン管の耐薬品性が示されている。</td></tr>
<tr><td>維持管理</td><td>・施工時の塗覆装等の損傷は現地で補修できる。
・管体損傷は交換が原則である。
・漏水時は開削し管を取り替える。</td><td>・管体損傷は交換が原則である。
・漏水時は開削し管を取り替える。</td><td>・管体損傷は交換が原則である。
・漏水時は開削し水道用配水用ポリエチレン管のメカニカル継手を流用して管を取り替える。（ただし、φ200以下のみ）</td></tr>
<tr><td>施工性</td><td>・簡単な工具を使用するだけですみ、高度な技術を必要とせず短時間で接合できる。
・雨天・水場での作業ができ、湧水や気象条件に左右されない。</td><td>・プッシュオンタイプの継手のため、施工は容易である。
・多少の水場でも作業可能である。</td><td>・EF接合となり、専用の融着機を使用して接合する。
・雨天、水場での作業は難しい。</td></tr>
<tr><td>経済性</td><td>硬質塩化ビニル管及びポリエチレン管よりも高価</td><td>ダクタイル鋳鉄管よりも安価</td><td>ダクタイル鋳鉄管よりも安価</td></tr>
</table>

10-11 ポンプの水撃作用

（1） 水撃作用によって生じる問題点

1） 圧力低下

2） 圧力上昇

（2） 水撃作用の軽減方法

【 解説 】

運転中のポンプが、停電時によって急に動力の供給を断たれると、ポンプの吐出し側管路に急激な圧力変動を生じることがある。これを水撃作用（ウォーターハンマ）という。

圧送ポンプで、水撃作用の生じる恐れのある場合は、ポンプ形式の選定、サージタンクの配置、バルブ形式の選定、曲管部防護等の水撃作用を防止するための適当な対策を講ずる。マンホールポンプ施設のポンプ設備においては、止水弁が全開のままで始動・停止するために、運転ごとにウォーターハンマが発生している。

（1） 水撃作用によって生じる問題点

1） 圧力降下

外圧により管きょがつぶれて破損する。特に、管きょ内で発生した負圧がその時の蒸気圧力以下になれば、その点で水柱が分離し、次の瞬間、分離した水柱が再び結合して、その時に大きい衝撃圧を生じ管きょを破損する。

2） 圧力上昇

弁・管きょの耐圧が十分でなかった時、それらに圧力が衝撃的にかかるため破損する場合がある。

このような水撃作用を避けるか、又は、軽減するために適切な処理を講ずることは、ポンプ場の計画上重要なことであるので、あらかじめ、そのポンプ設備の水撃作用について検討しておく必要がある。

ウォーターハンマ検討の目安

全揚程	実揚程	送水管長
20m 以上	10m 以上	300m 以上

（2） 水撃作用の軽減方法

1） 管きょ計画の変更

a. 圧送管の管径を変更し、管内流速を下げる。

b. 圧送管延長を短くし、全揚程を小さくする管きょ計画に変更する。

c. 圧送管の縦断形状を見直す。

2） 水撃作用を軽減する装置の設置

a. ポンプにフライホイールを付加する。

b. 送水管に空気弁を設置する。（空気弁が確実に作動するようにメンテナンスが必要である。）

10-12 受変電設備

受変電設備は低圧受電のみとし、動力制御盤を採用する。

（1） 受電電圧は交流 3 相 200V とする。制御電源も原則として受電電圧と同じく 200V とする。

（2） 制御盤の設置は交通障害にならないよう考慮する。盤形式は屋外形とし、自立形、スタンド形、壁掛形、装柱形及びポール形などの中から設置条件に適したものを選択する。

（3） 非常用発電機の接続の装備が可能な構造とする。

【 解説 】

（1） 受電電圧

マンホールポンプ施設は、契約電力量が 50kW 未満で計画されるので、低圧電力の契約で電力会社から 3 相 200V を受電する。

（2） 制御盤の設置

負荷と制御盤との距離も短いため、現場操作盤を設置しなくとも運転操作を円滑にすることができるため、動力制御盤を採用する。

制御盤の形式・設置位置については、周辺状況に応じた形式（スタンド盤、壁掛け盤、自立盤、ポール盤等）及び交通や通行の障害にならないような位置を検討する。

（3） 非常用発電機の接続が可能な構造

商用電源とのインターロック装置（ナイフスイッチ、配線用遮断器など）を設ける。

10-13 運転操作・監視制御

（1） 運転操作

1） ポンプの運転は並列交互運転方式を原則とする。

2） 自動運転は水位によるものとする。ポンプの運転はスカムの発生を低減させるため、マンホール内の汚水がほとんどなくなるまで行う。

（2） 監視制御

（3） 停電対策

（4） マンホールポンプ制御盤の仕様

【 解説 】

（1） 運転操作

1） ポンプの運転は並列交互運転方式を原則とする。

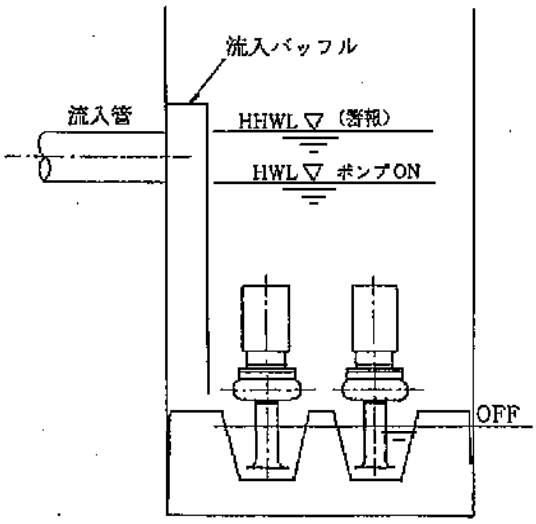
ポンプ計画吐出水量より大きな汚水の流入を想定し、並列交互運転方式を原則とする。ポンプの運転は常時自動運転とし、各ポンプの稼働時間の均等化を図るものとする。受電容量等の検討でやむを得ない場合及び汚水流入量が少ない場所の場合は管理担当課と協議の上単独交互運転方式を採用する。

① 単独交互運転方式

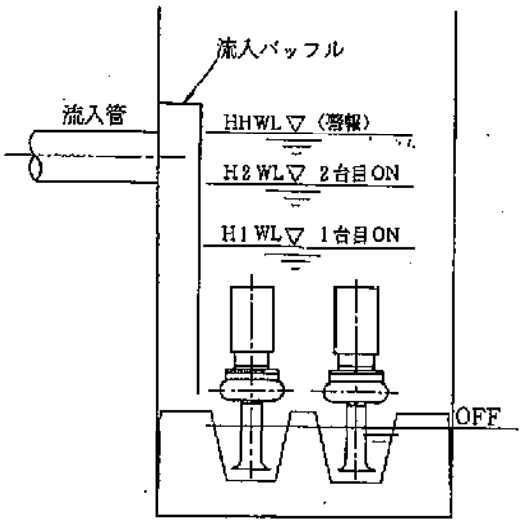
通常は 1 台運転とし、1 台のポンプが故障した場合は他のポンプに自動的に切替わる故障時飛越しし運転ができるものとする。この場合の受電容量は 1 台分である。

② 並列交互運転方式

通常は単独交互運転を行い、計画汚水量以上の流入により 2 台目の運転水位に達すると停止中の 1 台が自動的に始動し、2 台並列運転を行う方式である。この場合の受電容量は 2 台分必要である。ポンプ運転は、台数制御による自動運転とする。



単独交互運転方法



並列交互運転方法

ポンプ運転は、水位による台数制御を原則とする。

ポンプ機器の稼働時間の均一化、軌道頻度の低減化を図るため、自動交互運転（2 台）または、先発機選択（3 台以上）が可能なようにする。

ポンプ場の状況により予測を超える流入水量に対応できるよう、予備機を含めて全台数の運転が可能なようにする。

2） ポンプの自動運転は水位によって行われる。

信頼性向上のためにバックアップ用として形式の異なる水位計を設け、通常使用の水位計が故障してもバックアップの水位計（異常高水位検知用）で故障警報を出すとともに、不完全ながらも運転が続行できるように考慮する。ポンプの停止方法は、マンホール内の汚水を少なくし、スカム発生を低減するために、ポンプが空気を吸引する直前または吸引してから停止させる方法を採用する。

（2） 監視制御

運転状態の監視及び故障時の通報としての自動通報・監視装置を設ける。

マンホールポンプ形式ポンプ場は、常時無人であり、巡回による点検が主であり、機器の故障等一般公衆回線を利用し、場外へ異常項目を伝送する非常通報装置（コルソス CSDJ）を設置する。通報内容は、定時通報（1 日/1 回）及び異常通報からなる。異常通報の内容は、①.停電、②.ポンプ井異常高水位、③.No.1・2 ポンプ故障（漏電・過負荷）とする。

他方で幹線のポンプ場等緊急性が高い機場については、異常警報の他、ポンプ運転・停止や運転命令など状態監視及び遠隔操作を行うこととし、インターネット回線（光もしくは ADSL）を利用し、場外へ異常項目を伝送する非常通報装置（コルソス CSDJ）を設置する。

通報装置はコルソスシリーズを使用し、県南 CC 中央監視室において遠隔監視システム（SOFINET　WATER　EX）にて受信する。

（装置機器メーカー例：NEC プラットフォームズ株式会社）

（3） 停電対策

停電時に備え、非常用発電機の設置または可搬式発電機の使用を前提とする。

停電時の対策については、地域の電力供給事情、過去の停電実績、ポンプ場の規模、流入管内及びマンホール内での汚水貯留力等を勘案し、非常用自家発電設備の必要性を検討する。可搬式発電機を使用する箇所の制御盤内には、発電機接続端子（RG/SG/TG）を設けることとする。なお、制御盤には発電機接続ケーブルが容易に挿入できる大きさのケーブル孔を設ける。また、ケーブル孔は容易に開閉可能な構造とし、開閉部に鍵をつける場合は盤統一キー（タキゲン A-200）とする。

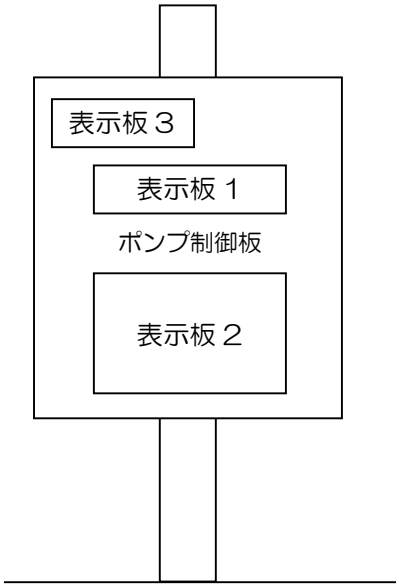
なお、平成７年 12 月施行の電気事業法・同施行令・同施行規則によって、電気工作物の区分及び工事計画関係の認可・届出の見直しが行われた。従来、マンホールポンプ施設は「自家用電気工作物」であったが、「一般用電気工作物」になり、通商産業局への主任技術者の選任・不選任届出が不要となり、また、非常用予備発電装置の設置にあたっても、従来、100ｋW 以上の場合には工事前に通商産業局への届出が必要であったが不要になっている。

（4） マンホールポンプ制御盤の仕様

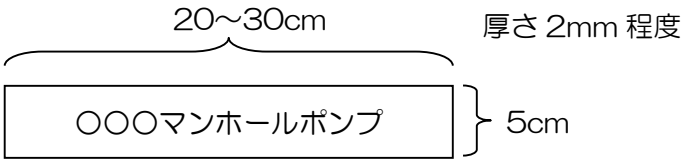
マンホール形式ポンプ制御盤の仕様は、以下の通りとする。

- 制御盤ハンドルキーは統一キー（タキゲン A-200）とする。
- 制御盤内表示灯は LED 等の長寿命形式を使用することを原則とする。
- 制御盤内底部に水抜き穴（φ5mm 程度×2 ヶ）を設ける。また、電線管についても、水がたまる恐れがある場合は水抜き対策を講じること。
- 制御盤表面には表示板を設置することとし、長期間の使用による伸縮を考慮した形状でビス止めすることとする。

■ マンホールポンプ制御盤標準表示

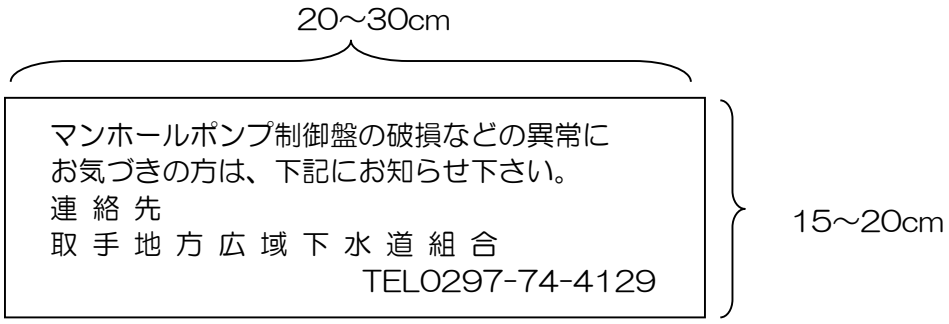


■ 表示板 1

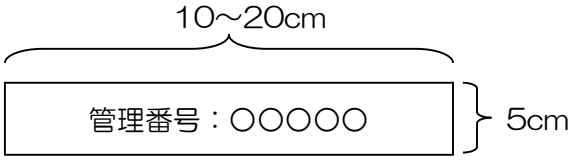


※○○○表示方法
設置場所等の名称とし、同じ地区に複数の場合は第1･第2と表現する。

■ 表示板 2



■ 表示板 3



※〇〇〇〇〇表示方法

マンホールポンプ管理分類表（施設管理課）に基づき５ケタ数字表現する。

- 表示板の材質　白のアクリル板等（耐久性のあるもの）
- 文字の大きさ　文字　2×2cm　ゴシック体　文字色（黒）
  数字　1×2cm　ゴシック体　文字色（黒）
- 貼付方法　耐久性のある方法とする

11. 開削工法に於ける曲線施工

11-1 曲線施工の計画と設計

（1） 曲線施工の計画

（2） 自在継手を使用した曲線施工の設計

（3） 直管を使用した曲線施工の設計

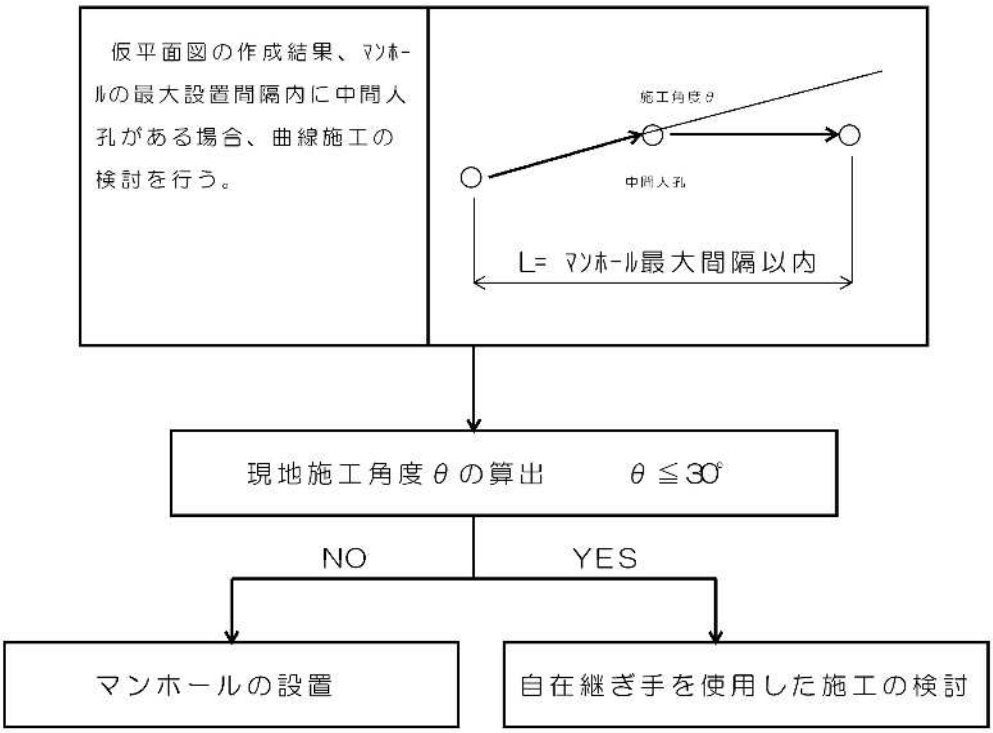
【 解説 】

（1） 曲線施工の計画

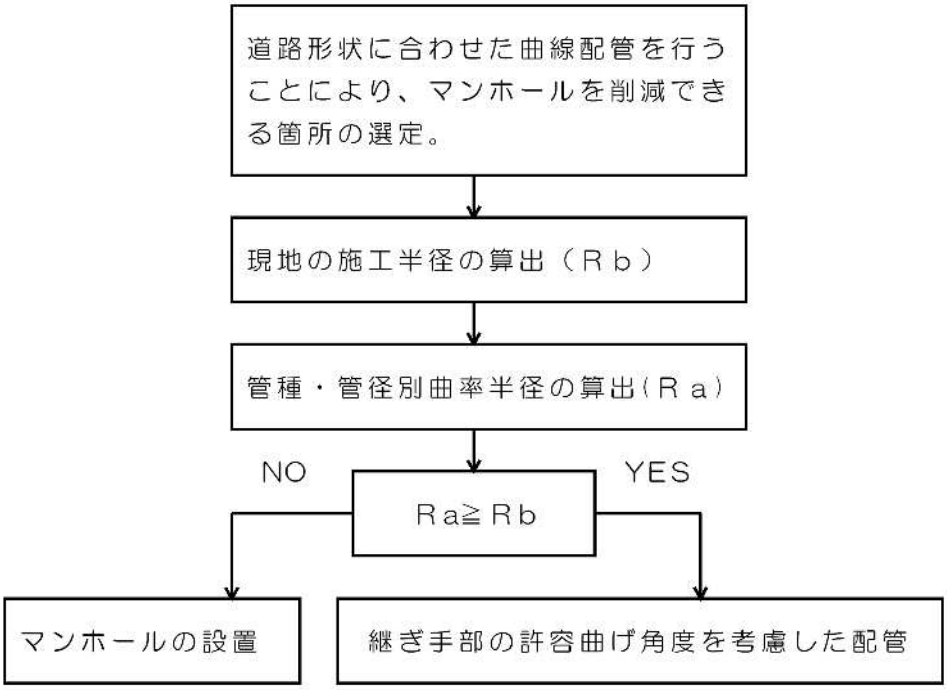
従来、下水道管きょは直線施工を基本とし設計・施工がされている為、道路形状にカーブの多い施工箇所においては、数多くの人孔を設置しなければならなく、施工費及び、維持管理費の増大を招いていた。

その為、本指針では下記に示す２ケースの設計フローに従い曲線施工を比較検討する。

自在継手を使用した曲線施工の設計フロー



継手の許容曲げ角度を考慮した曲線施工の施工フロー

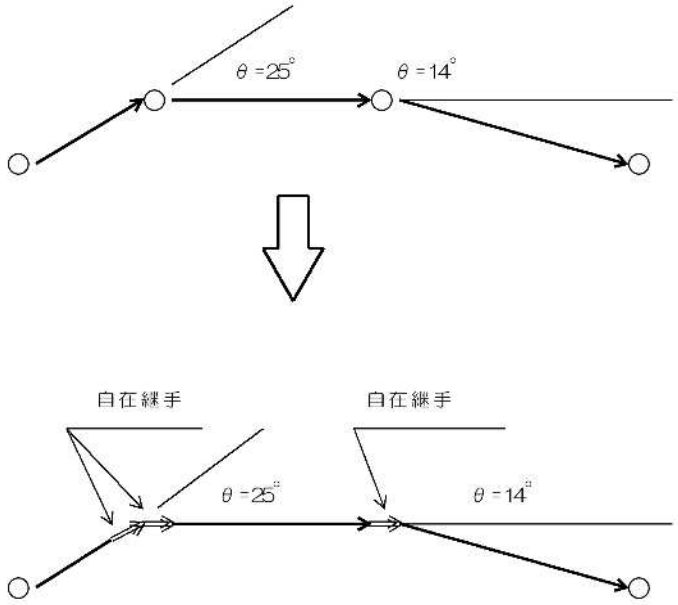


（2） 自在継ぎ手を使用した曲線施工の設計

道路形状等の要因により、マンホール最大設置間隔内にマンホールを設置しなければならない場合、その施工角度θを算出し自在継ぎ手を用いて配管の検討を行う。

下記に設計例を示す。

（例１）



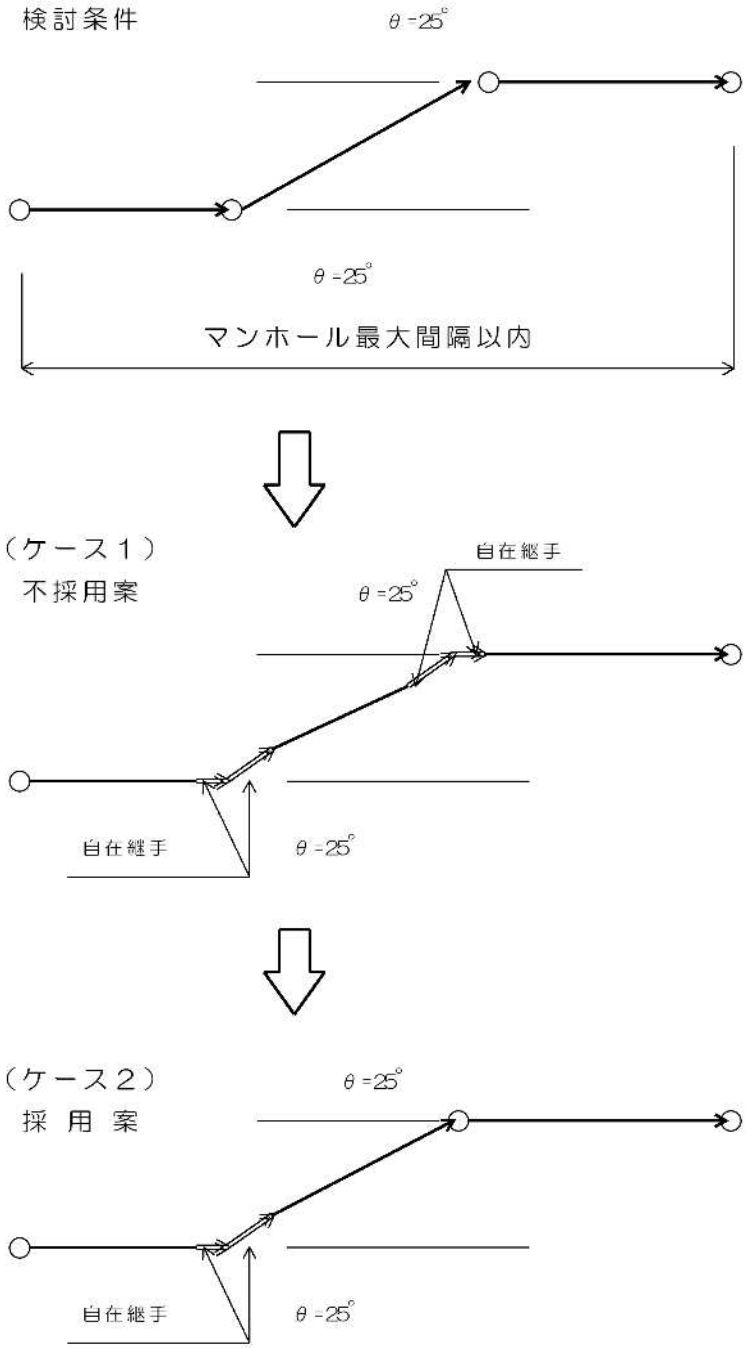
また、設計に当たっては次項を留意し検討を行い、協議の上決定する。

① マンホール間で自在継手を用いて角度を許容する箇所は、２箇所までとする。

② １カ所の最大許容角度は 30°とする。 （自在継手 最大２個／１カ所）

③ Ｓ字配管は行わない。 （ケース１は採用せずケース２の様にマンホールを１カ所そ設ける。）

（例 2）



④ 同一線内（マンホール間）では、曲線配管と自在継手を組み合わせた設計は行わない。

（3） 直管を使用した曲線施工の設計

一般に使用される下水道管きょの継手には、許容曲げ角度を有している為、継手を少しづつ曲げながら施工する曲線施工が可能である。

この場合、各継手を均等に曲げ一箇所当たりの曲げ角度はなるべく小さくすることが望ましい。

よって、道路形状なりに下水道管きょを埋没したい場合、継手の許容曲げ角度を考慮した配管を行う。

下水道用硬質塩化ビニル管の場合

下水道用硬質塩化ビニル管（ゴム輪受口）を使用する場合、次式を用いて最小 R を算出し、その最小 R を満足する線形を計画する。

$$2\sin^{-}\frac{L}{2(Ra-D/2)} \fallingdotseq IA$$

ここに、L ＝ 管きょ 1 本当たりの長さ（m）

Ra ＝ 曲率半径（m）

D ＝ 管きょ外径（m）

IA ＝ 許容曲角度（2°）

（例）

$\phi 200 \qquad L = 4.00m \qquad \mathrm{IA} = 2^{\circ}$

$$2\sin^{-}\frac{4}{2(Ra-0.216/2)} \fallingdotseq 2$$

$Ra = 115m$

第５章小口径管推進工法

1. 小口径管推進工法

1-1 小口径管推進工法

（1） 小口径管推進工法の検討

（2） 推進管の検討

（3） 立坑の検討

（4） 補助工法の検討

【 解説 】

（1） 小口径管推進工法の検討

小口径管推進工法は、推進管の種類により３つの方式に区分され、さらに掘削方法・方向調整の方法等により分類される。

1） 高耐荷力方式

高耐荷力管きょを（鉄筋コンクリート管、ダクタイル鋳鉄管等）を用い、推進力を管に直接負荷して、管の耐荷力を利用して推進する施工方法である。

2） 低耐荷力方式

低耐荷力管きょを（硬質塩化ビニル管等）を用い、先導体を用いて推進し、後続の管には周辺抵抗力のみを負荷して、推進する施工方法である。

3） 鋼製さや管方式

鋼製管に直接推進力を負荷し、この管をさや管として用い、管内に硬質塩化ビニル管等の本管を敷設する施工方法である。

(2)　推進管の検討

選定された小口径管推進工法の推進管に対して、下記に示す検討を行う。

1）強度計算

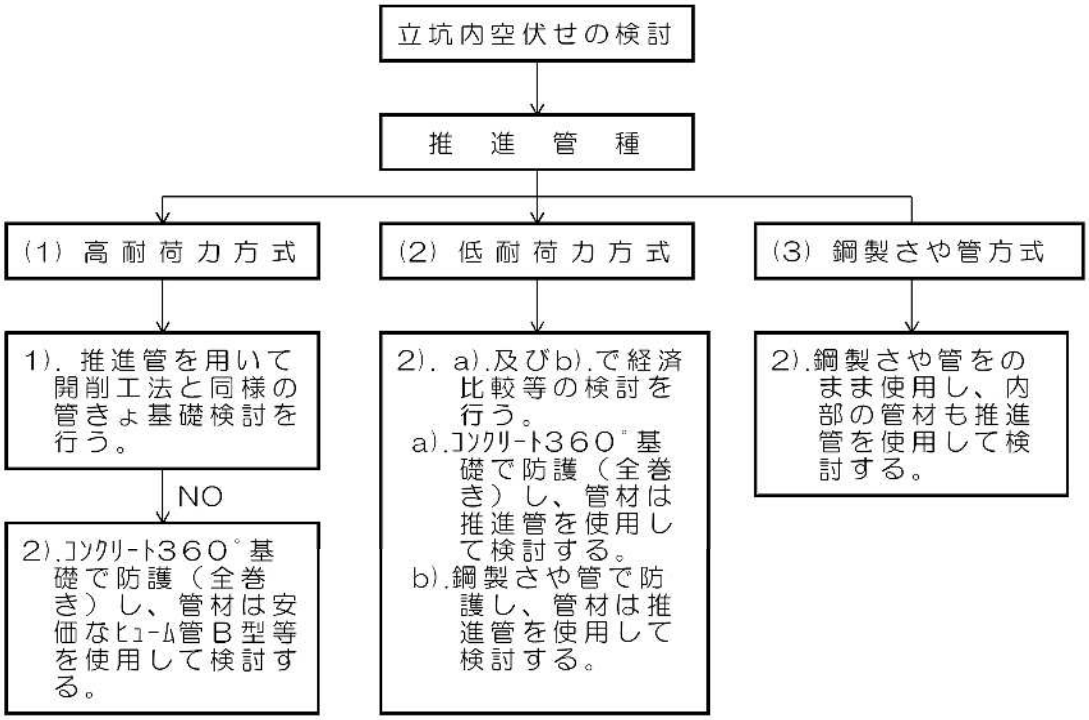
鉛直方向及び管軸方向について推進管の強度計算を行う。

2）推進力の算定

推進力は、先導体先端部の地山への貫入や掘削による抵抗と外周面が地山と接触する際の摩擦や付着力、管自重による管と土との摩擦の和に見合う力で求めるもので、推進抵抗値の総和とする。

3）立坑内空伏せの検討

立坑内空伏せについては、下記の方法により方式別に計算を行う。



(3)　立坑の検討

立坑については、選定された小口径管推進工法が施工可能な形状寸法を各種技術資料等を比較して最小なものを採用する。

また、立坑基礎については床付け部の土質に、立坑掘削深については各種技術資料等々を参考にして検討を行う。

(4)　補助工法の検討

地盤改良工法を基本とし、改良目的や対象箇所により最も適した工法を選定する。

2. 小口径管推進工法の選定

2-1 小口径管推進工法の選定

（1） 工法選定フロー

（2） 小口径管推進工法の種類

（3） 立坑位置の選定

（4） 施工スパン長

（5） 設計条件（管種・管径・土質条件）

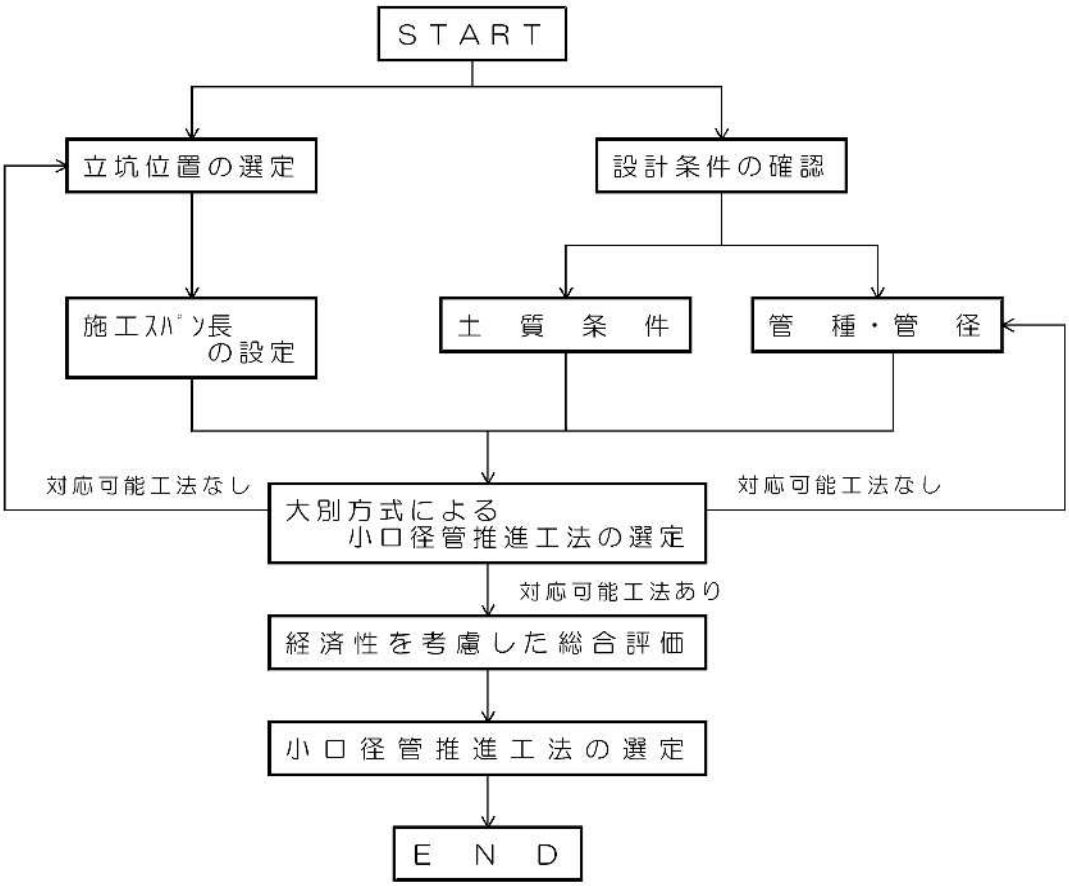
（6） 小口径管推進工法の選定

【 解説 】

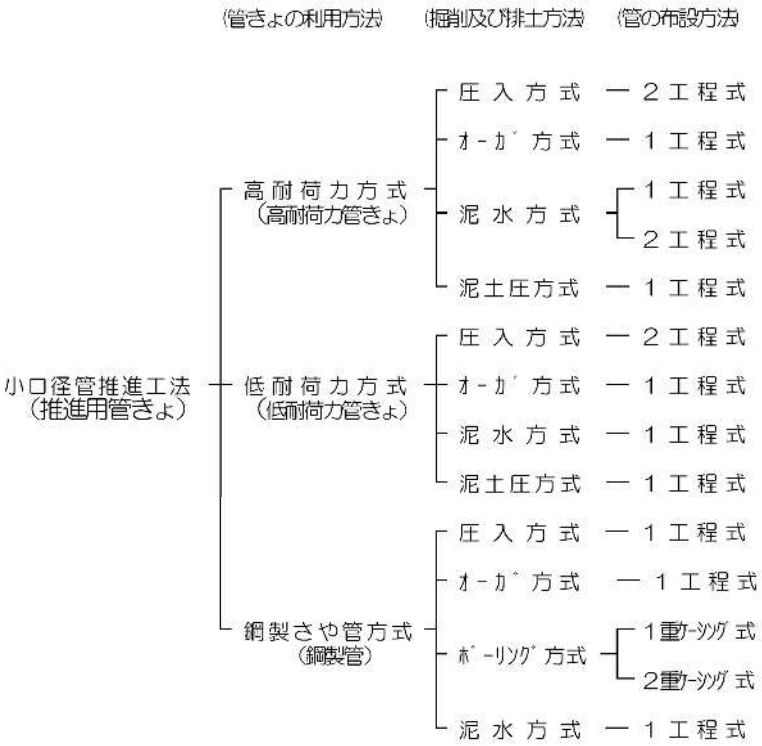
（1） 工法選定フロー

取付管推進工法は、土質条件や地下水位、最大推進延長等、施工条件や特殊条件を十分考慮した上で最適な工法を選定する。

また、詳細設計においては、最適な工法協会を選定する他、必要に応じて薬液注入工法（事前もしくは併用）を検討する。



（2） 小口径管推進工法の種類



(3) 立坑位置の選定

立坑位置の選定に当たっては、地下埋設物、流入管の位置、周辺状況、交通状況、既設管きょ、立坑状況、作業ヤード、管きょの平面・縦断位置等を考慮する必要があり、特に下記項目については十分な注意を要する。

1） 既設接続部の状態

推進工法の立坑選定を行う場合、上流及び下流の接続部の状態を把握する必要がある。施工は基本的には下流から上流に向かって行われるが、状況によっては逆のケースも生じる。上流及び下流側既設状況の想定されるケースとしては、次の状態が考えられる。

① マンホールが築造されている場合

a） 既設のマンホールを利用し推進管を到達させる。

b） 接近させ再度立坑（到達）を築造する。

接続部の工事が推進等の工事で立坑を築造し撤去された場合、その立坑の築造方法で、仮設材残置の有無と方法、底盤や側部の地盤改良の有無と種類、マンホール沈下防護の有無と方法、埋戻し材の種類等を十分確認する必要がある。

接続するマンホールに対しては、種類、形状寸法、構造を、既設管きょに対しては、管径、方向を十分確認する必要がある。

② 立坑が残されている場合

a） 既設の立坑を利用し推進管を発進させる。

b） 既設の立坑を利用し推進管を到達させる。

接続する立坑の種類によって検討の立坑設置パターンが異なる。発進立坑として利用する場合、その立坑の仮設種類と形状寸法、底盤や側部の地盤改良の有無と種類、立坑の方向及び角度等の確認が必要であり、仮設の寸法や方向によっては検討する推進の工法に影響を与える。

又、到達立坑として利用する場合、その立坑の仮設種類と形状寸法、底盤や側部の地盤改良の有無と種類、立坑の方向及び角度、マンホールの有無と種類、形状寸法、構造、防護の有無と方法、既設管きょの状態等の確認が必要である。

2） 将来接続部の状態

将来接続部の状態は、立坑を撤去しマンホールを築造する場合と立坑を残す場合が考えられる。

① マンホールを築造し立坑を撤去する場合

将来の接続部は、その接続時期によってやむ終えず撤去せざるを得ない場合や、開削工法等で立坑を必要としないため撤去する場合で、あらかじめ想定できる範囲でマンホールの種類、形状寸法、構造、防護方法や仮設残置の適否、地盤改良の範囲、種類等を考慮する。

② 立坑を残す場合

立坑を残す場合の条件は、将来部分も推進工法が想定でき、接続の時期を考慮し立坑を残した方がより経済的と判断された場合で、将来の流入管の位置から立坑の角度や支保工位置、地盤改良の位置等を配慮する。

3） 立坑位置の選定

立坑位置の選定に当たっては、スパン距離から生じる推進の工法検討と重なり、位置とスパン距離を互いに競合しながら検討となる。

立坑は基本的に両発進立坑と両到達立坑の繰り返しとなるが、既存の接続立坑又はマンホールの状態、工法検討からのスパン距離、立坑数、立坑用地確保、周辺の状況等からの設置の可否、流入管の位置等から決定する。

立坑位置の検討で考慮すべき点として、立坑仮設の位置と接近する地下埋没物、架空線、家屋や用地境界、その他構造物との距離や高さを十分考慮し決定する。又、流入する管きょやサービス管については、占用位置、流入位置の変更の可能性等の検討を行う必要がある。

（4） 施工スパン長

施工スパン長は各小口径管推進工法に施工精度に大きく関係し、設計条件の各項目から小口径管推進工法の選定に当たっては、工法選定要素の組み合わせに大きく影響を与える。以下の３種類に分けて整理を行う。

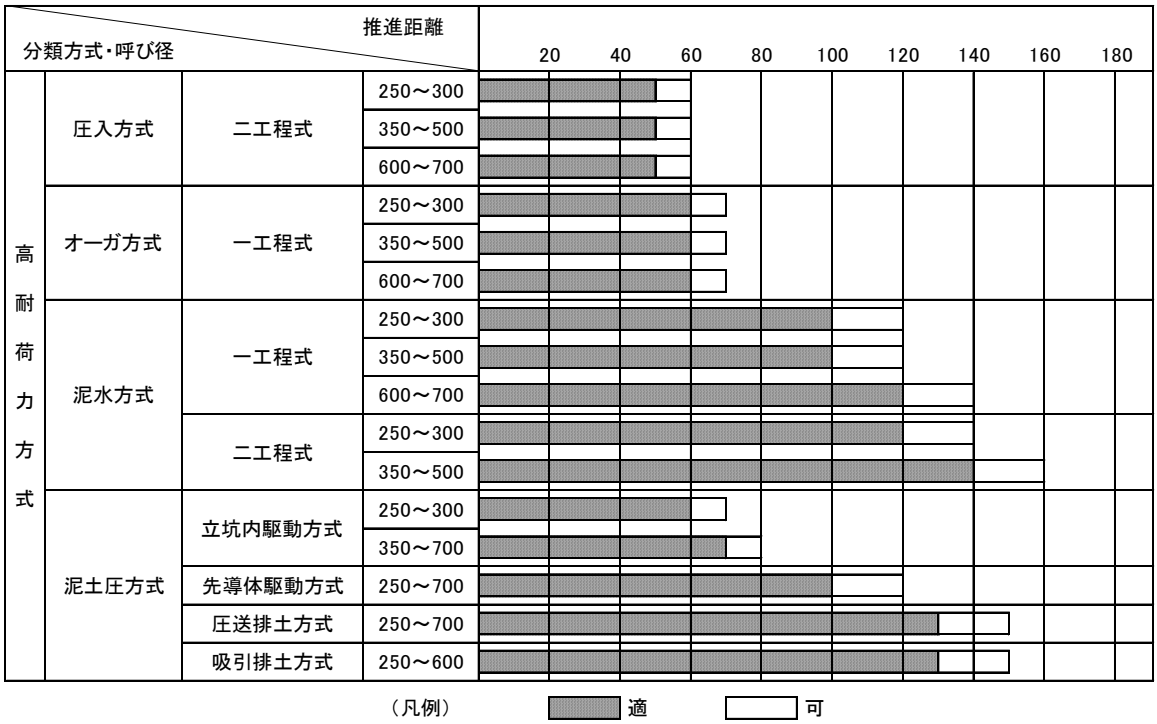
又、施工スパン長は最近の施工技術の進歩から最大延長 70m～100m 程度とその実績が伸びている。建設省都市局歩掛り等の適用最大推進延長を超える場合は、設計、積算、施工に当たっては十分な検討を要する。

推進延長の分類方法としては、以下の３ケースに分類し選定する方法もある。

① スパン長（Ｌ）Ｌ ＜ 30m
② スパン長（Ｌ）30m ≦ Ｌ ＜ 70～100m
③ スパン長（Ｌ）Ｌ ≧ 70～100m

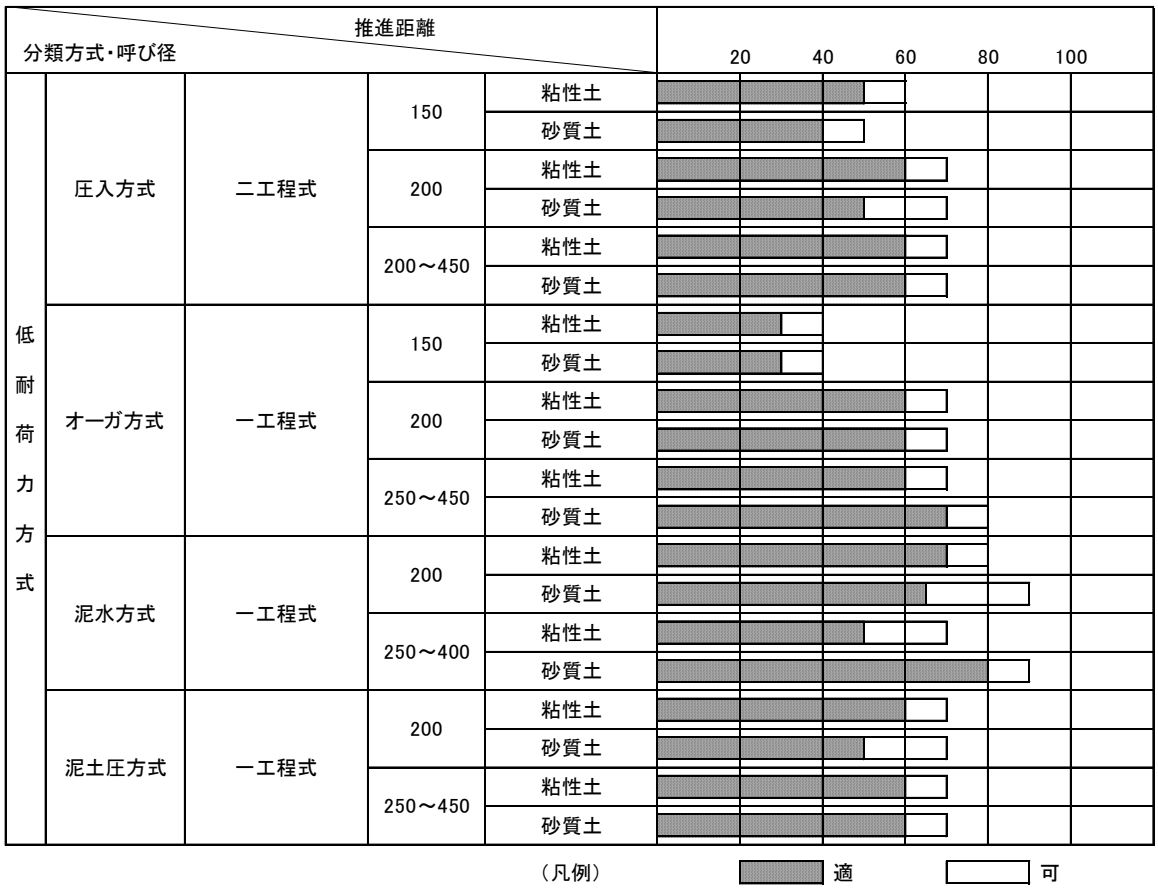
一般的な条件により方式別に適用する１スパン推進延長について次項以降に示す。

適用可能な推進延長（ １ ）　［ 高耐荷力方式 ］



注　可の範囲は土質条件に影響を受けるため、採用に当たっては検討を要す。
　呼び径200については対応可能な工法について別途検討すること。

適用可能な推進延長（ ２ ）　［ 低耐荷力方式 ］



注　可の範囲は土質条件に影響を受けるため、採用に当たっては検討を要す。

適用可能な推進延長（３－１）　[鋼製さや管方式]

推進管長　　L=2～3　m／本

分類方式・呼び径			推進距離	20	40	60	80	100
鋼製さや管方式	圧入方式	一工程式	400					
			450～500					
			550～800					
	オーガ方式	一工程式	400～600					
			700～800					
	ボーリング方式	一重ケーシング式	400～600					
			700～800					
		二重ケーシング式	400～550					
			600～800					
	泥水方式	一工程式	400～800					

（凡例）　適　可

注　可の範囲は土質条件に影響を受けるため、採用に当たっては検討を要す。

適用可能な推進延長（３－２）　[鋼製さや管方式]

推進管長　　L=1～1.5　m／本

分類方式・呼び径			推進距離	20	40	60	80	100
鋼製さや管方式	圧入方式	一工程式	300～600					
	オーガ方式	一工程式	300～500					
	ボーリング方式	一重ケーシング式	300～400					
		二重ケーシング式	400～600					
	泥水方式	一工程式	400～800					

（凡例）　適　可

注　可の範囲は土質条件に影響を受けるため、採用に当たっては検討を要す。

（5） 設計条件

1） 管種・管径

設計上の管径は、工法によっては適用できないものがある。又、鋼製さや管方式の場合、施工管径と仕上がり管径の選択がスパン長、施工精度等により変わる場合がある。適用可能管種及び呼び径はφ200mm～φ700mmである。

主な小口径管推進工法の各方式別に適用可能な管種及び呼び径について、次項以降に示す。

標準的な工法別適用管種・管径（ １ ） ［高耐荷力方式］

分類方式			適用管種		管径（mm）								
			主として使われる管種	特殊条件下で使われる管種	200	250	300	350	400	450	500	600	700
高耐荷力方式	圧入方式	２工程式	H	D,R	△	○	○	○	○	○	○	○	○
	オーガ方式	１工程式	H	D,R	△	○	○	○	○	○	○	○	○
	泥水方式	１工程式	H	D,R	△	○	○	○	○	○	○	○	○
		２工程式	H	D,R	×	○	○	○	○	○	○	×	×
	泥土圧方式	立坑内駆動方式	H	D,R	△	○	○	○	○	○	○	○	○
		先導体駆動方式	H	D,R	×	○	○	○	○	○	○	○	○
		圧送排土方式	H	D,R	×	○	○	○	○	○	○	○	○
		吸引排土方式	H	D,R	×	○	○	○	○	○	○	○	×

凡例 H：鉄筋コンクリート管、D：ダクタイル管、R：レジンコンクリート管

○：一般的に適用できる。

△：対応可能な機種、管種の検当を要する。

×：一般的には適用できない。

注） １ 適用管径については再度各工法の技術資料等を確認し、選定すること

標準的な工法別適用管種・管径 （ ２ ） ［低耐荷力方式］

分類方式			適用管種		管径（mm）								
			主として使われる管種	特殊条件下で使われる管種	150	200	250	300	350	400	450		
低耐荷力方式	圧入方式	２工程式	V	----	○	○	○	○	○	○	○		
	オーガ方式	１工程式	V	----	○	○	○	○	○	○	○		
	泥水方式	１工程式	V	----	×	○	○	○	○	×	×		
	泥土圧方式	１工程式	V	----	×	○	○	○	○	○	○		

凡例 V：塩ビ管

○：一般的に適用できる。

注） １ 適用管径については再度各工法の技術資料等を確認し選定すること

標準的な工法別適用管種・管径（ ３－１ ）　［鋼製さや管方式］

推進管長　　2～3m／本

分類方式			適用管種		管径（mm）								
			主として使われる管種	特殊条件下で使われる管種	300	350	400	450	500	550	600	700	800
鋼製さや管方式	圧入方式	１工程式	S（V）	（D,F）	－－	－－	○	○	○	○	○	○	○
	オーガ方式	１工程式	S（V）	（D,F）	－－	－－	○	○	○	○	○	○	○
	ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ方式	１重ｹｰｼﾝｸﾞ式	S（V）	（D,F）	－－	－－	○	○	○	○	○	○	○
		１重ｹｰｼﾝｸﾞ式	S（V）	（D,F）	－－	－－	○	○	○	○	○	○	○
	泥水方式	１工程式	S（V）	（D,F）	－－	－－	○	×	○	×	○	×	○

標準的な工法別管種・管径（ ３－ ２ ）　鋼製さや管方式

推進管長　　1～1.5m／本

分類方式			適用管種		管径（mm）								
			主として使われる管種	特殊条件下で使われる管種	300	350	400	450	500	550	600	700	800
鋼製さや管方式	圧入方式	２工程式	S（V）	（D）	○	○	○	○	○	－－	○	×	×
	オーガ方式	１工程式	S（V）	（D）	○	○	○	○	○	－－	×		×
	ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ方式	１重ｹｰｼﾝｸﾞ式	S（V）	（D）	○	○	○	×	×	－－	×	×	×
		２重ｹｰｼﾝｸﾞ式	S（V）	（D）	×	×	○	×	○	－－	○	×	×
	泥水方式	１工程式	S（V）	（D）	×	×	○	×	○	－－	○	×	○

凡例　S：鋼管、D：ダクタイル管、V：塩ビ管

○：一般的に適用できる。

×：一般的には適用できない。

注）　１　表の適用可能管種のうち（　）は、さや管中に挿入する本管である。

１　適用管径については再度各工法の技術資料等を確認し選定すること。

2）土質条件

土質は粘性土、硬質土、砂質土、砂礫土等に分類される。工法選定時において、土質は単純な土層状態もあるが、多くはこれらの土層が複雑に互層状態となっている場合が多い。

a）土質分類

使用する土質分類は下表のようになる。

分類	土質
粘性土	腐食土、シルト粘土、 砂質シルト粘土、ローム粘土 砂質ローム粘土
硬質土 軟岩	土丹、泥岩
砂質土	シルト粘土混じり砂 ルーズな砂、締まった砂
砂礫土 玉石	緩い砂礫、締まった砂礫 玉石混じり砂礫、玉石層

b） N 値

土質のＮ値によって適用可能な工法が限定される。

圧入方式において、一般的にＮ値 20 程度までとされている。その他の方式では硬質土までの施工が可能である。

c） 最大礫径

砂礫土・玉石層では、出現が予想される最大礫径及びその含有率を正確に把握することが重要である。

施工可能な最大礫径は、ボーリング方式などの玉石層が施工可能な方式においては概ね呼び径の１／3～１／2 程度まで、圧入方式を除くその他の方式では呼び径の１／3 程度までである。

d） 地下水

地下水の有無、あるいは推進位置における地下水圧によって、施工可能な方式が限定される。

圧入方式、オーガ方式では、一般的に１０ｋＮ／m^2 程度の地下水圧まで適用可能であるが、それ以上の条件に対しては補助工法の検討が必要となる。ボーリング方式では切羽が開放されているため、地下水のある土質では補助工法の検討が必要である。泥水方式、泥土圧方式は、先導体などが水密構造となっており地下水圧にバランスさせて掘削する方式のため、補助工法は不要である。

土質条件と地下水位の管径から補助工法を含めた適用判定表

① 高耐荷力方式

土質分類		土質性状						高耐荷力方式																							
		N 値	含水比	地下水圧	最大粒径	礫混入率	透水系数	圧入方式			オーガ方式			泥水方式						泥土圧方式											
								二工程式			一工程式			一工程式			二工程式			立坑内駆動方式			先導体駆動方式			圧送排土方式			吸引排土方式		
								補助工法			補助工法			補助工法			補助工法			補助工法			補助工法			補助工法			補助工法		
			(%)	(kN/m²)	(呼び径に対する比率)	(%)	(cm/s)	無	有	種別	無	有	種別	無	有	種別	無	有	種別	無	有	種別	無	有	種別	無	有	種別	無	有	種別
粘性土	腐植土	N≦1	＞200	－	－	－	－	△	○	A	×	△	A	×	△	A	×	△	A	×	△	A	×	△	A	×	△	A	×	△	A
		N＞1	－	－	－	－	－	○	－		△	○	A	△	○	A	△	○	A	△	○	A	△	○	A	△	○	A	△	○	A
	粘性土	1＜N≦5	－	－	－	－	－	○	－		○	－		○	－		○	－		△	－		△	－		△	－		△	－	
		5＜N≦15	－	－	－	－	－	○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
		10＜N≦50	－	－	－	－	－	×	×		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
軟岩(土丹・泥岩)		N＞50	－	－	－	－	－	×	×		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
砂質土		N≦10	－	≦10	－	－	－	○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
		N≦10	－	＞10	－	－	$\leqq 10^{-3}$	△	－		△	○	AB	○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
		N≦10	－	＞10	－	－	$> 10^{-3}$	△	－		×	△	AB	○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
		10＜N≦50	－	≦10	－	－	－	×	×		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
		10＜N≦50	－	＞10	－	－	$\leqq 10^{-3}$	×	×		△	○	AB	○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
		10＜N≦50	－	＞10	－	－	$> 10^{-3}$	×	×		×	△	AB	○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
		N＞50	－	≦10	－	－	－	×	×		△	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
		N＞50	－	＞10	－	－	－	×	×		×	△	AB	○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
砂礫・玉石		－	－	≦10	≦1/10	≦60	－	×	×		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
		－	－	≦10	≦1/10	＞60	－	×	×		×	△	AB	×	△	A	×	△	A	×	△	A	○	－		○	－		○	－	
		－	－	≦10	≦1/3	≦60	－	×	×		※△	※○	AB	○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
		－	－	≦10	≦1/3	＞60	－	×	×		×	※△	AB	×	△	A	×	△	A	×	△	A	○	－		○	－		○	－	
		－	－	≦10	＞1/3	≦60	－	×	×		×	×		※△	※○	A	×	×		○	－		○	－		△	－		△	－	
		－	－	≦10	＞1/3	＞60	－	×	×		×	×		※△	※○	A	×	×		×	△	A	○	－		○	－		○	－	
		－	－	＞10	≦1/10	≦60	$\leqq 10^{-2}$	×	×		△	○	AB	○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
		－	－	＞10	≦1/10	≦60	$> 10^{-2}$	×	×		×	△	AB	△	○	A	△	○	A	△	○	A	○	－		○	－		○	○	A
		－	－	＞10	≦1/10	＞60	$> 10^{-2}$	×	×		×	△	AB	△	○	A	△	○	A	×	△	A	△	○	A	△	○	A	△	○	A
		－	－	＞10	≦1/3	≦60	$\leqq 10^{-2}$	×	×		※△	※○	AB	○	－		○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
		－	－	＞10	≦1/3	≦60	$> 10^{-2}$	×	×		×	※△	AB	△	○	A	△	○	A	△	○	A	○	－		○	－		○	○	A
		－	－	＞10	≦1/3	＞60	$> 10^{-2}$	×	×		×	※△	AB	△	○	A	△	○	A	×	△	A	△	○	A	△	○	A	△	○	A
		－	－	＞10	＞1/3	≦60	$\leqq 10^{-2}$	×	×		×	×		※△	※○	A	×	×		○	－		○	－		○	－		○	－	
		－	－	＞10	＞1/3	≦60	$> 10^{-2}$	×	×		×	×		※△	※○	A	×	×		△	○	A	○	－		○	－		○	○	A
		－	－	＞10	＞1/3	＞60	$> 10^{-2}$	×	×		×	×		※△	※○	A	×	×		×	△	A	△	○	A	△	○	A	△	○	A

(10kN/m²＝0.1kgf/cm²)

(凡例)
無：補助工法を使用しない場合
有：補助工法を使用した場合

○：一般的に適用できる
△：適用にあたっては検討を要する
×：一般的に適用できない
－：補助工法を使用しなくても良い
※：特殊仕様(破砕装置付等)の場合に可能
A：薬液注入工法または高圧噴射攪拌工法
B：地下水位低下工法

注 各方式毎に定める地下水圧の上限値は次のとおりとする。

推進方式	上限地下水圧
圧入・オーガ方式	10kN/m²
泥水方式	150kN/m²
泥土圧方式	60kN/m²

② 底耐荷力方式

土質条件と地下水位の関係からの適用判定表

（低耐荷力方式）　（参考）

土質分類	土質性状		低耐荷力方式			
	N 値	地下水圧	圧入方式	オーガ方式	泥水方式	泥土圧方式
		(kN/m^2)	二工程式	一工程式	一工程式	一工程式
粘性土	※0≦N≦1	―	○	×	×	×
	1＜N≦15	―	○	○	○	○
	15＜N＜40	―	×	○	○	○
砂質土	1≦N≦30	P≦10	○	×	○	○
		10＜P≦20	×	×	○	○
		20＜P≦60	×	×	○	×
		60＜P≦100	×	×	○	×
	30＜N≦50	P≦10	×	○	○	○
		10＜P≦60	×	×	○	○
		60＜P≦100	×	×	○	×

（10kN/m^2＝0.1kgf/cm^2）

注 1.※先導体が沈下しないこと。

（凡例）

○：一般的に適用できる

×：一般的に適用できない

注 2.各方式毎に定める地下水圧の上限値は次のとおりとする。

推進方式	上限地下水圧
圧入方式	10kN/m^2
オーガ方式	10kN/m^2
泥水方式	100kN/m^2
泥土圧方式	60kN/m^2

③ 鋼製さや管方式

土質条件と地下水位の関係から補助工法を含めた適用判定表

（鋼製さや管方式）　（参考）

土質分類		土質性状						鋼製さや管方式														
		N 値	含水比	地下水圧	最大粒径	礫混入率	透水系数	圧入方式			オーガ方式			ボーリング方式						泥水方式		
								一工程式			一工程式			一重ケーシング式			二重ケーシング式			一工程式		
								補助工法			補助工法			補助工法			補助工法			補助工法		
			(%)	(kN/m²)	(呼び径に対する比率)	(%)	(cm/s)	無	有	種別	無	有	種別	無	有	種別	無	有	種別	無	有	種別
粘性土	腐植土	N≦1	＞200	－	－	－	－	×	×		×	△	A	×	△	A	×	△	A	×	△	A
		N＞1	－	－	－	－	－	△	－		△	○	A	△	○	A	△	○	A	△	○	A
	粘性土	N≦5	－	－	－	－	－	△	－		○	－		△	○	A	△	○	A	○	－	
		5＜N≦10	－	－	－	－	－	○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
		10＜N≦20	－	－	－	－	－	○	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
		20＜N≦50	－	－	－	－	－	△	－		○	－		○	－		○	－		○	－	
軟岩（土丹・泥岩）		N＞50	－	－	－	－	－	×	×		○	－		○	－		○	－	AB	○	－	
砂質土		N≦10	－	≦10	－	－	－	△	－		○	－		△	○	AB	△	○	AB	○	－	
		N≦10	－	＞10	－	－	$\leqq 10^{-3}$	△	○	B	△	○	AB	×	△	AB	×	△	AB	○	－	
		N≦10	－	＞10	－	－	$> 10^{-3}$	×	△	B	×	△	AB	×	△	AB	×	△	AB	○	－	
		10＜N≦50	－	≦10	－	－	－	△	－		○	－		△	○	AB	△	○	AB	○	－	
		10＜N≦50	－	＞10	－	－	$\leqq 10^{-3}$	△	○	B	△	○	AB	×	△	AB	×	△	AB	○	－	
		10＜N≦50	－	＞10	－	－	$> 10^{-3}$	×	△	B	×	△	AB	×	△	AB	×	△	AB	○	－	
		N＞50	－	≦10	－	－	－	△	○	B	○	－		△	○	AB	△	○	AB	○	－	
		N＞50	－	＞10	－	－	－	×	△	B	△	○	AB	×	△	AB	×	○	AB	○	－	
砂礫・玉石		－	－	≦10	≦1/3	≦60	－	○	－		○	－		△	○	AB	△	○	AB	○	－	
		－	－	≦10	≦1/3	＞60	－	○	－		○	－		△	○	AB	△	○	AB	×	△	A
		－	－	≦10	＞1/3	≦60	－	△	－		△	○	AB	△	○	AB	△	○	AB	△	○	A
		－	－	≦10	＞1/3	＞60	－	×	×		△	○	AB	△	○	AB	△	○	AB	×	△	A
		－	－	＞10	≦1/3	≦60	$\leqq 10^{-2}$	△	○	B	△	○	AB	×	○	AB	×	○	AB	○	－	
		－	－	＞10	≦1/3	≦60	$> 10^{-2}$	×	△	B	△	○	AB	×	○	AB	×	○	AB	△	○	A
		－	－	＞10	≦1/3	＞60	$> 10^{-2}$	×	×		△	○	AB	×	○	AB	×	○	AB	△	○	A
		－	－	＞10	＞1/3	≦60	$\leqq 10^{-2}$	×	△	B	△	○	AB	×	○	AB	×	○	AB	△	○	A
		－	－	＞10	＞1/3	≦60	$> 10^{-2}$	×	△	B	×	△	AB	×	△	AB	×	△	AB	△	○	A
		－	－	＞10	＞1/3	＞60	$> 10^{-2}$	×	×		×	△	AB	×	△	AB	×	△	AB	△	○	A

（$10kN/m^2 = 0.1kgf/cm^2$）

（凡例）

無：補助工法を使用しない場合

有：補助工法を使用した場合

○：一般的に適用できる

△：適用にあたっては検討を要する

×：一般的に適用できない

－：補助工法を使用しなくても良い

※：特殊仕様（破砕装置付等）の場合に可能

A：薬液注入工法または高圧噴射攪拌工法

B：地下水位低下工法

注　各方式毎に定める地下水圧の上限値は次のとおりとする。

推進方式	上限地下水圧
圧入・オーガ方式	$10kN/m^2$
泥水方式	$150kN/m^2$

e） 透水係数

地下水のある地盤での透水係数は、切羽保持に密接に関係する。一般に透水係数が大きい土質では、細粒土分が少なく切羽保持が困難であり、滞水層での切羽保持に対して最も有利とされる泥水方式においても、透水係数が概ね 1×10^{-2} ㎝／sec より大きい土質では逸泥の可能性があり、補助工法、逸泥防止などの検討が必要である。

（6） 小口径管推進工法の選定

1） 適用選定表の利用

小口径推進工法選定には、次のような選定表を用いる方法もある。

【 選定表の例 】

小口径管推進工法選定表 【 施工スパン長 ： L ＝ m 】

設 計 条 件 （ 管径、土質、スパン長）

①	管 径	φ200 ・ φ250 ・ φ300 ・ φ350 ・ φ400 ・φ500 ・ φ600 ・ φ700										
②	土 質	粘 性 土			硬 質 土		砂 質 土			砂 礫 土		
③	N 値	N＜4	4≦N＜8	8≦N＜15	15≦N＜30	30≦N	N＜10	10≦N＜30	30≦N	---	---	---
	礫 径	---	---	---	---	---	---	---	---	R max＜50	50≦R＜100	100≦R
											大別判定	
④ 大別方式	E入方式											
	オーガ方式											
	ボーリング方式											
	バランス方式											

注）1．条件に対する評価 ◎：最適 ，○：適 ，△：やや適 ，×：不適

2．①,②,③の条件によって大別方式を◎,○,△,×で判定する。

3．一般的に地下水ありの条件

2） その他の条件

a） 歩掛り

建設省都市局及び （社） 日本下水道管渠推進技術協会の歩掛りが適用できるか、又は各工法別見積もりが必要か。

b） 工法の特殊性

各工法の特殊性として施工延長、管種及び管径等の制限があるか。

また、機材の確保や特許等による施工業者の制限があるか。

c） 施工実績

下水道としての実績が十分あるか。

3） 詳細選定

設計条件として、以下の項目について整理検討する。

a） 発進・到達立坑形状と工法との関係

b） 必要な施工精度と工法との信頼関係

c） 総合的な経済性

4） 特殊条件の検討

特殊条件下での適用可能な工法については、機械メーカー、施工業者等で開発途上や改良中のものが多く、需要の増加に伴い実用化が進みつつあるのが現状である。技術開発が急速に進行する中で、その時点における情報を収集し、対応する必要がある。

特殊条件として、以下のものが挙げられる。

① 玉石、岩盤等の特殊地盤を推進する場合

② 狭小な立坑条件下で推進する場合

③ 取付け管を推進する場合

④ 曲線で推進する場合

⑤ 長距離を推進する場合

2-2 取付管推進工法の選定

（1） 工法選定フロー

（2） 取付管推進工法の種類

（3） 施工スパン長

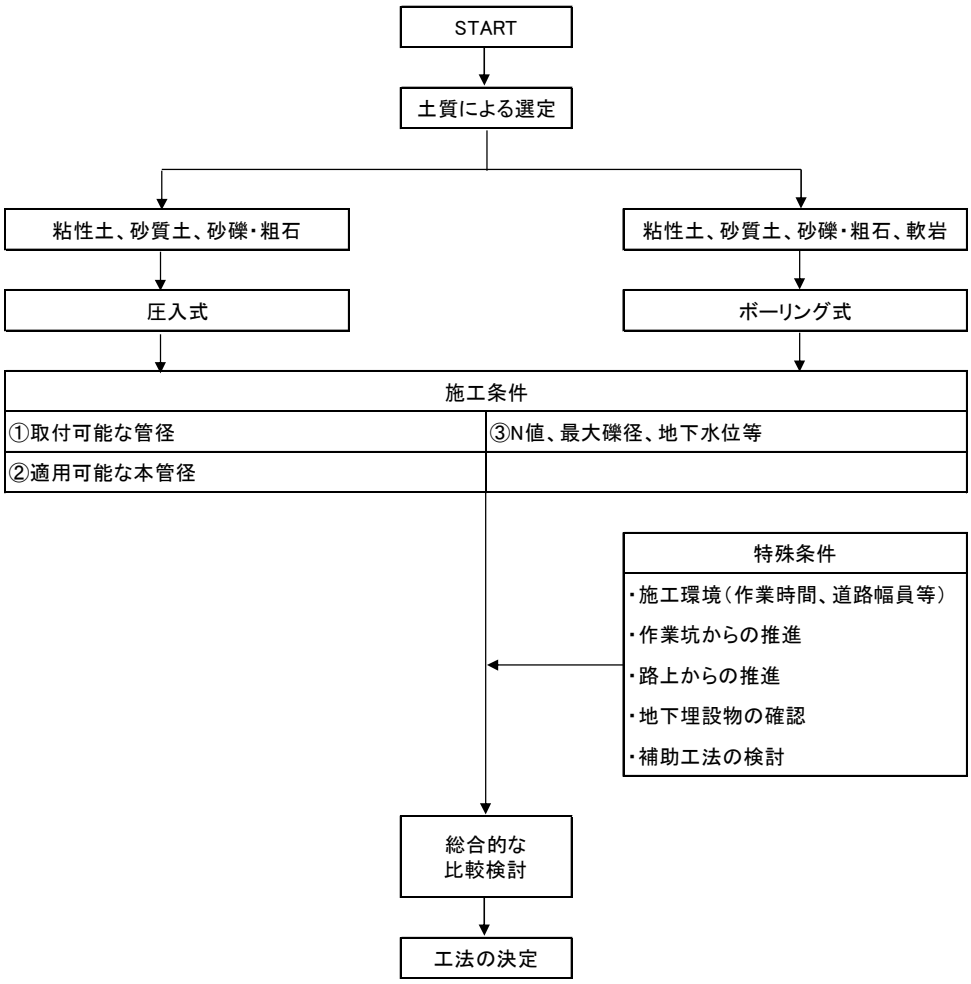
（4） 設計条件（管種・管径・土質条件）

【 解説 】

（1） 工法選定フロー

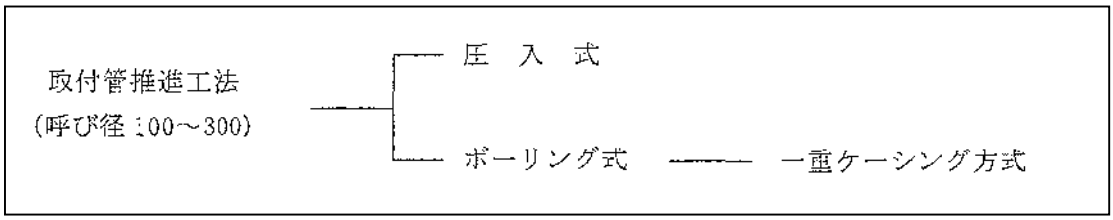
取付管推進工法は、土質条件や地下水位、最大推進延長等、施工条件や特殊条件を十分考慮した上で最適な工法を選定する。

また、詳細設計においては、最適な工法協会を選定する他、必要に応じて薬液注入工法（事前もしくは併用）を検討する。



(2)　取付管推進工法の種類

取付管推進工法は、掘削方法等により圧入式とボーリング式があるので、土質等によって適切な方式を選定する工法の分類を下図に示す。



1）圧入式

圧入式は、鋼製管の中に掘削カッタビットを装着したロッドを組み込み、ロッドの回転によって地山を掘削するが、もしくは鋼製管の中に掘削機を装備して地山を切削し、強力吸引車で排土しながら鋼製管を本管まで圧入推進する。

推進完了後、コア抜き装置を使用して本管に孔を開け、特殊支管を取り付けた硬質塩化ビニル管を挿入する。その後、鋼製管と硬質塩化ビニル管の隙間に中込め注入材を充填して固定する。

鋼製管は、原則として推進方向が水力の場合は撤去し、斜め推進の場合は残置する。

2）ボーリング式

ボーリング式は、鋼製管の先端に土質にあったメタルクラウンを取り付け、鋼製管を回転させ地山を切削しながら本管まで推進する方式で、排土方法は強力吸引車で排土する。

推進完了後、コア抜き装置を用いて本管に孔をあけ、特殊支管を取り付けた硬質塩化ビニル管を挿入する。その後、鋼製管と硬質塩化ビニル管の空隙に中込め注入材を充填して固定し、鋼製管は残置する。

推進する方向は、水平から垂直まで施工できる。

また、ボーリング式は回転切削しながら推進するので杭、H 鋼、シートパイル等に当たっても切断し推進することができる。

(3)　施工スパン長

一般的な条件による適用可能な取付管の施工スパン長については 10m 程度とする。個別の工法により施工スパン長が異なるため、施工条件や特殊条件（施工環境、地下埋設物の状況、補助工法の適用等）を十分考慮した上で最適な工法を選定する。

（4） 設計条件

1） 管種

取付管からの地下水の浸入や、他の地下埋設物工事による破損の危険性があるので、取付管の管種は、耐久性、浸食性および水密性を有する硬質塩化ビニル管とする。

中込め注入時に硬質塩化ビニル管に作用する外圧および硬化時の発熱に対する安全を考慮して、取付管として使用する管種は VP とする。

2） 管径

取付管の最小呼び径は 150 を標準とする。

取付管を本管に取付けける場合、本管を削孔して取付けるため、本管に欠損部が生じ、本管の強度に影響を与える場合があるので取付管と対象本管との組合せには注意する必要がある。ただし、レジン管、陶管、鋼製さや管、ダクタイル鋳鉄管およびシールド管きょは対象外とする。

対象本管と取付管との組合せは、次のように設定する。

a） 取付対象本管が鉄筋コンクリート管の場合

対象本管呼び径		150	200	250	300	350	400	450	500～3000
取付管塩ビ管呼び径	150	×	×	○	○	○	○	○	○
	200	×	×	×	○	○	○	○	○
	250	×	×	×	×	○	○	○	○
	300	×	×	×	×	×	○	○	○

（注）1.○印は適用可能、×印は適用不可

b） 取付対象本管が硬質塩化ビニル管の場合

対象本管呼び径		150	200	250	300	350	400～600
取付管塩ビ管呼び径	150	×	△	○	○	○	○
	200	×	×	△	○	○	○
	250	×	×	×	△	○	○
	300	×	×	×	×	△	○

（注）1.○印は適用可能、×印は適用不可、△は要検討

3） 土質条件

各方式の適用範囲は、その方式の特徴によって異なる。したがって最適な方式・工法を選択するためには、土質調査結果を踏まえて選定する。

土質調査の結果から、補助工法との関係をも考慮して方式を決定する必要がある。

a） 土質分類

使用する土質分類は下表のようになる。

土質分類	土　　質
粘　性　土	腐食土 シルト 粘土 ローム
砂　質　土	シルト粘土混じり砂 緩い砂 締まった砂
砂礫・粗石	緩い砂礫 締まった砂礫 粗石混り砂礫 粗石・巨石層
軟岩・中硬岩・硬岩	土丹・泥岩・岩盤

b） 適用土質

圧入式においては、一般に粘性土、砂質土・砂礫・粗石までとする。ボーリング式では、一般に粘性土、軟岩・中硬岩、砂質土・砂礫・粗石までとする。なお、各方式には適用できない機種があるので適用に当たっては十分に検討する。

c） 最大粒径

砂礫・粗石層では、出現が予想される最大粒径および、その含有率を正確に把握することが重要となる。施工可能な最大粒径は、鋼製管径の 1/3 程度までとする。

d） 地下水位の条件

地下水位が発進坑口より高い場合及び到達部が地下水位以下である場合は、本管取付部の止水および地山の安定を確保する。同時に確実な接着を行うために、コア穿孔以降の取付作業をドライワーク下で行う必要がある。よって、取付管推進工法では、取付部が地下水位以下である場合は原則として本管取付に地盤改良を適用して工法を検討する。

3. 推進管の検討

3-1 推進管の種類

【 解説 】

小口径管推進工法には、鉄筋コンクリート管が最も多く採用されてきたが、近年管材の多種多様化と共に、その製造技術も一段と高度化し、品質の向上が図られたことから、陶管、ダクタイル鋳鉄管、硬質塩化ビニル管等が（社）日本下水道協会において、相次いで規格化され採用も急速に増加している。

一方（財）下水道新技術推進機構において、「新管路システム・設計マニュアル」が作成されている。このマニュアルは、推進管路システムにおいて、推進管きょ材料の耐食性や軽量化による取り扱い易さに主眼を置き計画設計する場合、あるいは従来の設計指針や基準により難い場合に、これを補完する目的で適用するものである。

推進管は、その材質・強度などにより管厚、外径、推進方向の許容耐荷力が異なるため、推進管と先導体の接合性、施工方式の適用性などを考慮して採用しなければならない。

推進管の方式別適合表

分類方式			管種					
			鉄筋コンクリート管	ダクタイル鋳鉄管	鋼管	塩ビ管	レジンコンクリート管	（参考）FRPM管
高耐荷力方式	圧力方式	2工程式	◎					○
	オーガ方式	1工程式	◎	○			○	○
	泥水方式	1工程式	◎	○			○	○
		2工程式	◎	○			○	○
	泥土圧方式	1工程式	◎	○			○	○
低耐荷力方式	圧力方式	2工程式				◎		○
	オーガ方式	1工程式				◎		○
	泥水方式	1工程式				◎		○
	泥土圧方式	1工程式				◎		○
鋼製さや管方式	圧力方式	1工程式			◎			○
	オーガ方式	1工程式			◎			○
	ボーリング方式	1重ケーシング式			◎			○
		1重ケーシング式			◎			○
	泥水方式	1工程式			◎			○

小口径推進管には、次のようなものがある。

推進管の種類

推進方式	名　称	規　格	管　径
高耐荷力方式	下水道小口径管推進工法用 鉄筋コンクリート管	JSWAS A-6 1種、2種	φ200～φ700
	下水道推進工法用 レジンコンクリート管	JSWAS K-12 RS、RT	φ200～φ1500
	下水道推進工法用 ダクタイル鋳鉄管	JSWAS K-12 RS、RT	φ250～φ2600 φ300～φ1000
低耐荷力方式	下水道推進工法用 硬質塩化ビニル管	JSWAS K-6	φ150～φ450
鋼製さや管方式	一般構造用炭素鋼鋼管等	下記規格番号	φ200～φ700

鋼管には、次のようなものがある。一般に推進工法用に用いられる鋼管の種類と規格名は、次のとおりである。

規　格　名		規格番号
日本工業規格 工業技術院 ＪＩＳ	一般構造用炭素鋼鋼管	Ｇ　３４４４
	配管用炭素鋼鋼管	Ｇ　３４５２
	圧力配管用炭素鋼鋼管	Ｇ　３４５４
	高圧配管用炭素鋼鋼管	Ｇ　３４５５
	高温配管用炭素鋼鋼管	Ｇ　３４５６
	配管用アーク溶接炭素鋼鋼管	Ｇ　３４５７
	低温配管用炭素鋼鋼管	Ｇ　３４６０

その他　下水道推進工法用強化プラスチック複合管（FRPM 管）

Ⅰ種[高耐荷力管]（φ150～φ800mm）

Ⅱ種[低耐荷力管]（φ200～φ800mm）

(1)　下水道小口径管推進工法鉄筋コンクリート管

高耐荷力方式の小口径管推進工法で使用される。

形状　：　標準管・短管Ａ・単管Ｂ

外圧強さ（ひびわれ荷重）　：　１種・２種

コンクリート圧縮強度　：　50N／mm^2・70N／mm^2

継ぎ手性能　：　SJS・SJA・SJB に区分されている。

継ぎ手性能

区　分	耐水圧（ＭＰａ）	出し量（mm）	摘　要
ＳＪＳ	0.1	10	Ｗｼﾞｮｲﾝﾄ管
ＳＪＡ	0.2	10	〃
ＳＪＢ	0.2	20	〃

(2)　下水道推進工法用ダクタイル鋳鉄管

ダクタイル鋳鉄管は、圧送揚用・自然流下用に使用される。推進管は、管本体・内装（Ⅰ類：モルタルライニング 又は エポキシ樹脂粉体塗装、Ⅱ類：粉体エポキシ樹脂・ポリエチレン樹脂・ポリエステル樹脂等）・外装によって構成される。

圧送用推進管（Ⅰ類：内外圧・推進抵抗等により 1～5 種・PF 管）

自然流下用（Ⅱ類：一般管路ＧＳ、耐震、軟弱用ＧＳＳ,接合形式Ｔ・Ｕ・ＵＦ・ＵＳ）

(3)　下水道推進工法用硬質塩化ビニル管

底耐荷力方式の小口径管推進工法で使用される。

管種：ＶＵ・ＶＰ・ＶＭ

継ぎ手・接合：リブカラー付・ＳＵＳカラー付・スパイラル継手付

(4)　下水道推進工法用レンジコンクリート管

高耐荷力方式の小口径推進工法で使用され、骨材・合成繊維・充てん材を主材とし、鉄筋により複合補強したもので，圧縮強度が９０Ｎ／mm^2 を有しステンレス鋼製の埋め込みカラー形で耐食性に優れている。

管種：ＲＳ形・ＲＴ形（長距離用）

3-2 推進管の選定

推進管の選定は、下記事項を考慮しなければならない。

（1） 内水圧

（2） 外圧

（3） 推進力

（4） 施工方法

（5） 施工条件

【 解説 】

推進管は、材質、継手種別により区分され、各々で適用可能な呼び径、外圧強さ、軸方向耐荷力、有効等が異なる。

推進管の選定条件には、必要呼び径、内水圧、外圧、推進力、流入水質等の管路条件、施工方法、立坑形状寸法、道路条件や埋設位置で決定される管の種別、並びに土質や地下水条件等の施工条件のほか、経済性や将来の維持管理についても考慮して、条件に適合する推進管を選定する必要がある。

また、耐震計算が必要な場合には、可とう性伸縮継手等の採用を検討する。

（1） 内水圧

圧送管や圧力管等において管きょ内に内水圧が生じる場合は、これに耐え得る推進管及び継手を選定する必要がある。

内水圧に適応可能な管種には、ダクタイル鋳鉄管 （ＪＳＷＡＳ Ｇ－２－1999） ，鋼管等がある。

（2） 外 圧

一般的に地中に埋設された管きょには、土圧、地下水圧及び路面荷重等の外圧が負荷されるので、これに耐えられる推進管を選定する必要がある。また、立坑内の空伏せでは、推進部よりも大きな外圧が加わることが多いので、基礎構造形式も考慮して適正な管を選定し、必要に応じて防護工等を検討する。

一般に各管種とも、外圧強さにより種別が規定されている。

（3） 推進力

硬質塩化ビニル管以外の管種は、一般に施工で発生する全ての推進力を直接負担して施工する。したがって、推進延長、土質条件の他、支圧壁や元押ジャッキ等の推進設備能力等も勘案し、推進力に耐えられる推進管を選定する必要がある。

小口径管推進工法の低耐荷力方式では、管の推進方向耐荷力を補うため、内管ケーシング等に推進力伝達ロッドの役割を持たせている。

（4） 施工方法

厳しい施工環境条件を反映し、掘削機、計測技術、滑材や滑材注入装置及び管材の改良開発等から、1 スパンが長距離化する傾向にある。この場合、管種・タイプが異なる管について使い分けを検討する必要がある。

小口径管推進工法の場合、次のような特殊な施工方法を採用する場合は、標準的な推進管以外の管の採用を検討する。

① 立坑条件が厳しく小型立坑等で施工する場合は、短管を用いて省スペース化を図る。

② 長距離施工で滑材注入方法等を工夫する場合は、これに適合する管種を選定する。

③ 曲線線形を施工する場合は、短管の使用や継ぎ手形状等を検討し、施工効率の向上と漏水の防止を図る。

④ 取付管推進工法を採用する場合は、本管接続方法等を考慮して管種を選定する。

（5） 施工条件

特殊条件下で施工を行う場合は、推進管の選定に注意する。

① 軟弱地盤では、重量が小さい管種を採用し不等沈下を防止する。

② 地形条件、立坑条件等が厳しい場合は、取り扱い易さが考慮する。

③ 河川や鉄道の横断施工、地中に支障物の出現が予測される場合には鋼管等のさや管方式を検討する。

3-3 管に作用する外圧荷重

（1） 常時作用する荷重

1） 管自重

2） 管にかかる等分布荷重

活荷重・土圧・地盤反力・水圧

（2） 施工時に作用する荷重

1） 仮設荷重

2） 周面抵抗力

3） 先端抵抗力

4） 推進力

（3） その他の影響

【 解説 】

（1） 常時作用する荷重

1） 管自重

管の自重は、推進力の算定においては考慮するが、断面方向の安全性の検討においては考慮しない。

2） 管にかかる等分布荷重

管にかかる等分布荷重には、活荷重・土圧・地盤反力・水圧がある。管の断面方向の耐荷力を検討するための土圧には鉛直土圧のみを考慮し、鉛直土圧は土被りにより直土圧と緩み土圧を使い分け、推進工法では全ての地盤で土水一体として鉛直土圧を算出する。活荷重は、直土圧を採用した場合のみ鉛直土圧に加算する。

鉛直土圧の使い分けは、次のとおりとする。

① 直土圧

直土圧は、土被りが 2D（D：掘削外径）程度以下と比較的小さく土のアーチング効果への信頼性が低いと判断される場合、緩み高さが土被りに比べ大きくなる場合に採用する。

② 緩み土圧

緩み土圧は、土のアーチング効果に信頼がおけると判断できる場合に採用する。緩み土圧の計算方法には一般的にTerzaghi の式が採用され、土被り 10m程度以内に計画する場合は原則として均一地盤、それを超える場合は多層地盤として計算する。

i） 活荷重

直土圧を採用した場合は管にかかる等分布荷重は、鉛直荷重と活荷重の２種類の荷重の総和であり、次式のとおりである。

q＝W+P

ここに、q　：　管にかかる等分布荷重　（kN／m^2）

W　：　土による鉛直等分布荷重　（kN／m^2）

p　：　活荷重　（kN／m^2）

一方、緩み土圧を採用した場合の管にかかる等分布荷重では、活荷重の影響を考慮しており、あらためて加算する必要はない。

活荷重は、その布設位置により異なる。道路下の場合、T－25、鉄道軌道を横断する場合は、通常K・S-16 に相当する荷重を考慮する。なお、鉄道新設、河川築堤の嵩上げ等の計画がある場合は、その計画に見合った盛土荷重を見込まなければならない。

ここに、設計自動車荷重を 250kN（「道路橋示方書・同解説」）に定められた後輪荷重）として活荷重を求める。

$$p = \frac{2P(1+i) \quad \cdot \quad \beta}{C(a+2H \cdot \tan\theta)}$$

ここに、p：　活荷重　（kN／m^2）

H：　土かぶり　（m）

P：　T－25 の後輪一輪荷重（kN）（＝100kN）

a：　車輪接地長さ（m）（＝0.20m）

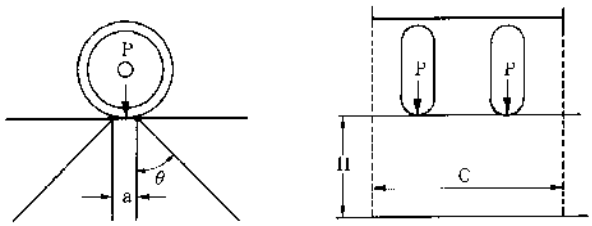
C：　車体占有幅（m）（＝2.75m）

θ：　分布角（度）（θ＝45°）

i：　衝撃係数（土被りHによって次頁の値を参照）

β：　低減係数（土被りHによって次頁の値を参照）

輪荷重の分布



衝撃係数

H(m)	H≦1.5	1.5＜H＜6.5	6.5≦H
i	0.5	0.65－0.1H	0

低減係数

H(m)	H≦1 m かつ内径B≧4 m の場合	左記以外の場合
β	1.0	0.9

大型車の乗り入れがないことが確実な場合は、別途検討する。

活荷重の計算例

（単位　：　kN／㎡）

土被り H(m)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
活荷重(T-25)	44.63	30.68	22.60	17.62	14.25	11.82	9.98

土被り H(m)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
活荷重(T-25)	8.54	7.38	6.43	5.63	4.96	4.61	4.31

土被り H(m)	8.0	8.5	9.0	10.0	15.0	20.0	－－
活荷重(T-25)	4.04	3.81	3.60	3.24	2.17	1.63	－－

③ 土圧

管の断面方向の耐荷力を検討する場合の土圧は、鉛直土圧のみ考慮する。鉛直土圧の算定は、土被りにより直土圧（全土荷重）と Terzaghi の緩み土圧を使い分ける。

緩み土圧の適用にあたっては、粘着力、地下水圧、地層構成について適正に評価する。

推進管は、一般的に最小土被りを満足するように計画されるが、土被りが 2D（D：掘削外径）程度以下では推進管外径に比べて土被りが浅いので土のアーチング効果は期待しない方がよいと考えられる。この場合は直土圧の採用が安全側である。

しかしながら、土被りが推進管外径の２倍以上になると、土のアーチング効果に比較的信頼がおけるようになるので、緩み土圧が可能となる。

以下に緩み土圧式適用の場合の留意事項と計算式を示す。

～緩み土圧式適用の場合の留意事項～

i） 粘着力ｃについて

Ｎ値＜2 の軟弱な粘性土地盤等では、粘着力を考慮することは避けるべきである。また、Ｎ値≧25 の基盤層と判断される粘性土地盤以外は、土質調査結果による粘着力ｃをそのまま緩み土圧の計算式に用いるのではなく、安全率ｓｆ（＝2.0 程度）で除いた値を採用することが望ましい。

ii） 地下水圧について

推進管の耐荷力照査方法の特殊性に鑑み、鉛直荷重算出に当たっては、原則として、全ての地盤を土水一体地盤として鉛直土圧を算出することが望ましい。

iii） 多層地盤の評価について

原則として、全ての地盤を土水一体地盤として鉛直土圧を算出することとしたので、いたずらに層区分して緩み土圧を算出しても計算が煩雑になるだけで計算結果に差違はない。層区分における最小の目安は緩み高さが１D～1.5D であることから、それ以上の層厚に区分することが望ましい。

推進管は、一般的に GL－１０m程度以内に計画される場合が多いが、この条件での試算の結果、通過地盤が粘性土か砂質土かによって若干の違いがあるものの、多層地盤としての鉛直土圧の計算結果と均一地盤としての鉛直土圧の計算結果に大きな違いは見られなかった。

ここに、均一地盤としての土質定数（γ ， c， ϕ）は、各層厚に対する加重平均値を採用することが望ましい。

～均一地盤における緩み土圧の基本式～

Terzaghi の緩み土圧は、下記の式から算出する。

$$q = \sigma_V = \frac{B1(\gamma - c/B1)}{K_O \cdot \tan\phi}\left(I - e^{-K_O \cdot \tan\phi \cdot H/B1}\right) + P_O \cdot e^{-K_O \cdot \tan\phi \cdot H/B1}$$

$$B1 = R_O \cdot \cot\left[\frac{\pi/4 + \phi/2}{2}\right]$$

ただし、内部摩擦角φ＝0 の場合は、解が不定となって適用できない。

φ＝0 の場合、緩み土圧の計算に下記式を便宜的に適用する。

q＝　σｖ＝（γ－ｃ／Ｂ１）・Ｈ＋P_O

ここに、ｑ：　管にかかる等分布荷重（ｋＮ／m^2）

σｖ：　Terzaghi の緩み土圧（ｋＮ／m^2）

Ｋｏ：　水平土圧と鉛直土圧との比（通常Ｋｏ=1）

φ：　土の内部摩擦角（度）

Ｐｏ：　上載荷重の影響（=10kN／m^2）

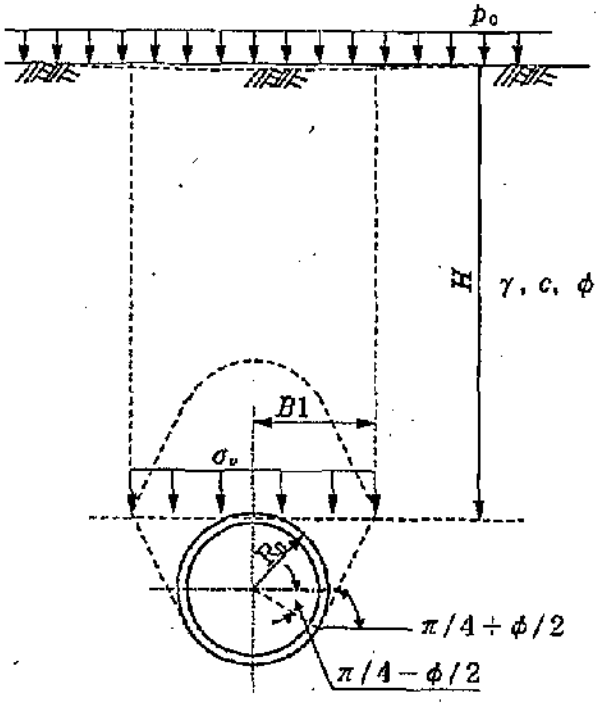
γ：　土の単位体積重量（ｋＮ／m^2）（通常土水一体としてよい）

ｃ：　土の粘着力（ｋＮ／m^2）

Ro：　掘削半径（m）

Ro=　（Ｂｃ+0.1）　／2

Bc：　管外径　(m)



均一地盤における緩み土圧

～多層地盤における緩み土圧の基本式～

土の単位体積重量γ、粘着力ｃ、内部摩擦角φがそれぞれ異なる多層地盤の場合は、下記の式より緩み土圧を算出する。

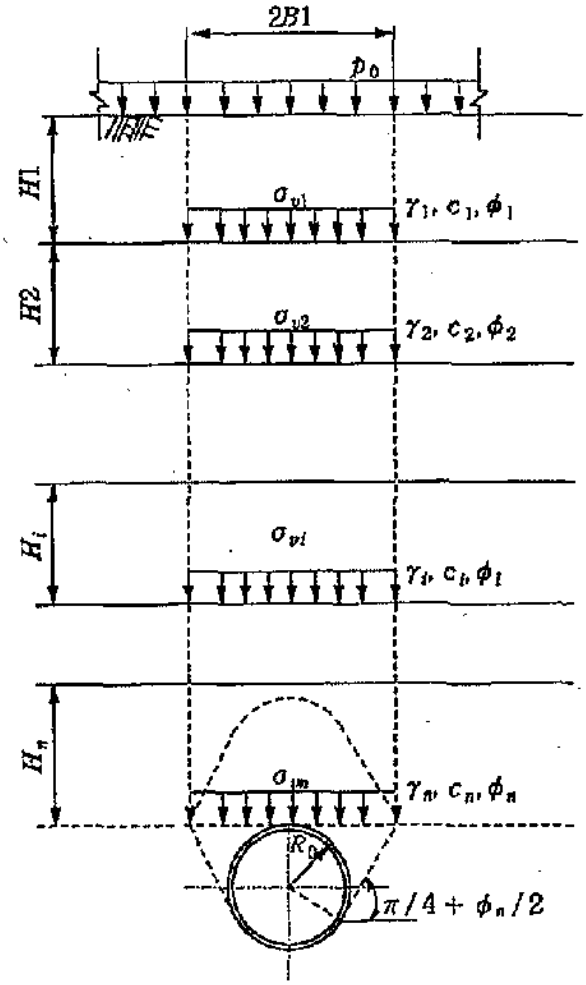
$$\sigma_{v1} = \frac{B1(\gamma_1 - c_1 / \mathrm{B1})}{\mathrm{K}_0 \cdot \tan\phi_1}\left(1 - e^{-K_0 \cdot \tan\phi 1 \cdot \mathrm{H\,i} / \mathrm{B1}}\right) + \mathrm{P}_0 \cdot e^{-K_0 \cdot \tan\phi 1 \cdot \mathrm{Hi} / \mathrm{B1}}$$

$$\sigma_{v2} = \frac{B1(\gamma_2 - c_2 / \mathrm{B1})}{\mathrm{K}_0 \cdot \tan\phi_2}\left(1 - e^{-K_0 \cdot \tan\phi 2 \cdot \mathrm{H2} / \mathrm{B1}}\right) + \sigma_{v1} \cdot e^{K_0 \cdot \tan\phi 2 / \mathrm{B1}}$$

$$\sigma_{v1} = \frac{B1(\gamma_1 - c_1 / \mathrm{B1})}{\mathrm{K}_0 \cdot \tan\phi_{\mathrm{i}}}\left(1 - e^{-K_0 \cdot \tan\phi 1 \cdot \mathrm{H\,i} / \mathrm{B1}}\right) + \sigma_{vi-1} \cdot e^{-K_0 \cdot \tan\phi i \cdot \mathrm{Hi} / \mathrm{B1}}$$

$$q = \sigma_{vn} = \frac{B1(\gamma_n - c_n / \mathrm{B1})}{\mathrm{K}_0 \cdot \tan\phi_{\mathrm{n}}}\left(1 - e^{-K_0 \cdot \tan\phi n \cdot \mathrm{H}n / \mathrm{B1}}\right) + \sigma_{vn-1} \cdot e^{-K_0 \cdot \tan\phi n \cdot \mathrm{Hn} / \mathrm{B1}}$$

$$B1 = R_0 \cdot \cot\left[\frac{\pi \cdot / 4 + \phi_{\mathrm{n}} / 2}{2}\right]$$



多層地盤における緩み土圧

3） 地盤反力

推進力の算定においては、管周に等分布する土圧を考慮するために、地盤反力も土圧と相等しい値で等分布であるとする。管の断面方向の耐荷力の検討では、管頂土圧につりあうように、支承角 120 度の範囲に等分布に地盤反力が発生すると考える。

4） 水圧

切羽の安定検討、推進力の計算では水圧は考慮するが、管の横断面の耐荷力を検討する場合は、普通曲げに対する影響が小さいとして考慮しない。

(2) 施工時に作用する荷重

1） 仮設荷重

管きょ推進の仮設には、トロバケット、ベルトコンペヤ、送排泥パイプ、油圧ユニット等の仮設備がある。推進力の算定では管自重に比べ小さいので考慮に入れない。

2） 周面抵抗力

推進中、管体には管周土との摩擦力と付着力に起因する抵抗力が発生する。管周土の摩擦抵抗角及び付着力は、管周の乱さない土の内部摩擦角よりも一般的に小さいことに留意する必要がある。この抵抗力は、同じ土質でも直線区間と曲線区間では異なる。

3） 先端抵抗力

先端抵抗力は、崩壊性切羽の場合は切羽土圧、自立性の場合は推進管貫人抵抗となる。この場合、切羽水圧は分離して考える。先端抵抗力は、地山に状態とともに掘削機構によって左右される。

4） 推進力

管体を推進させるには、周面抵抗力、先端抵抗力以上の力で押さなければならない。これらの合計を必要推進力となる。

これらの荷重の他に、管には滑材及び裏込注入圧等が作用する。これらの値は、0.1～0.3N／ｍｎｆ程度であり、管の耐荷力では考慮しない。

(3) その他の影響

推進管に地震動の影響が想定される場合は、施設の重要度に応じ保持すべき機能を確保できるようにする。

① 推進工法路線の地層、地質、地下水の状態及び地域特性等に立地条件

② 地山の状態、推進力や外力並びに地震動に対する強度、耐久性及び施工性等を考慮し推進管および継ぎ手の検討を行う。

3-4 管の強度計算

（1） 鉛直方向の管の強度計算(高耐荷力管きょ)

（2） 鉛直方向の管の強度計算(低耐荷力管きょ)

（3） 管軸方向の管の強度計算(高耐荷力管きょ)

（4） 管軸方向の管の強度計算(低耐荷力管きょ)

【 解説 】

（1） 鉛直方向の管の強度計算(高耐荷力管きょ)

鉛直方向の管の耐荷力は、次式のとおりである。

$$q_r = \frac{1}{0.275r^2} \cdot M_r$$

ここに、q_r ： 鉛直方向の管の耐荷力（ｋＮ／m^2）

M_r： 外圧強さから求められる管の抵抗モーメント（ｋＮ・ｍ／ｍ）

ｒ ： 管厚中心半径 （ｍ）

ここでいう管とは、高耐荷力管きょの鉄筋コンクリート円形管をいう。

1） 管の外圧強さ

管の外圧強さは、外圧強さのひび割れ荷重による。

2） 外圧強さより求める管の抵抗モーメント

外圧強さより求める管の抵抗モーメントは、次式のとおりである。

$$M_r = 0.318P \cdot r + 0.239W \cdot r$$

ここに、M_r ： 外圧強さより求められる管の抵抗モーメント（ｋＮ・ｍ／ｍ）

Ｐ ： 外圧強さ（ｋＮ／ｍ） (ひび割れ荷重による。)

Ｗ ： 管の重量（ｋＮ／ｍ）

ｒ ： 管厚中心半径（ｍ）

3） 鉛直等分布荷重により管に生じる曲げモーメント

等分布荷重により管に生じる最大曲げモーメントは、120 度の自由支承を考慮すると、次式で表される。

$$M = 0.275q \cdot r^2$$

ここに、Ｍ ： 等分布荷重により管に生じる曲げモーメント （ｋＮ・ｍ／ｍ）

ｑ ： 等分布荷重 （ｋＮ／m^2）

ｒ ： 管厚中心半径 （ｍ）

4） 鉛直等分布荷重による管のひび割れ安全率

等分布荷重によって管に生じるひび割れの安全率 f は、管の抵抗モーメント(M_r)と管に生じるモーメント(M)の比か、または管の耐荷力(q_r)と等分布荷重(q)との比で求められ、次式で表される。

$$f = \frac{M_r}{M} = \frac{q_r}{q} \geqq 1.2$$

ここでは、コンクリートのひび割れについて検討するため、安全率は余り大きな値はとらない。規格は 2 点支持荷重(外圧試験荷重)において、ひび割れ荷重の判定基準を 0.05mm 幅のひび割れが生じたときとしているので 1.2 とする。

5） 管の抵抗曲げモーメント及び耐荷力

① 下水道小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管

呼び径	厚さ T (m)	管厚中心半径 r (m)	単位重量 W(kN/m)	外圧強さ P (kN/m)		管の抵抗曲げモーメントMr (kN/m)		耐荷力 (鉛直方向) qr (kN/m)	
				1種 50.70	2種50	1種 50.70	2種50	1種 50.70	2種50
250	0.55	0.1525	1.26	32.4	64.8	1.617	3.188	253	499
300	0.57	0.1785	1.53	34.4	68.7	2.018	3.965	230	453
350	0.60	0.2050	1.85	37.3	74.6	2.522	4.954	218	429
400	0.63	0.2315	2.20	39.3	78.5	3.015	5.901	205	400
450	0.67	0.2585	2.61	42.2	84.4	3.630	7.099	198	386
500	0.70	0.2850	3.01	44.2	88.3	4.211	8.208	189	367
600	0.80	0.3400	4.10	46.1	82.2	5.318	10.302	167	324
700	0.90	0.3950	5.36	48.1	96.2	6.548	12.590	153	293

② 下水道推進工法用陶管

呼び径	内 径 (m)	厚 さ T (m)	管厚中心半径 r (m)	単位重量 W(kN/m)	外圧強さ P (kN/m)	管の抵抗曲げモーメント Mr (kN/m)	耐荷力 (鉛直方向) qr (kN/m)
200	0.20	0.0325	0.11625	0.490	37.3	1.392	374.32
250	0.25	0.0345	0.14225	0.637	39.2	1.797	322.74
300	0.30	0.0375	0.16875	0.824	41.2	2.244	286.45
350	0.35	0.0415	0.19575	1.049	43.2	2.735	259.58
400	0.40	0.0455	0.22275	1.134	45.1	3.266	239.28
450	0.45	0.0495	0.24975	1.598	47.1	3.833	223.49

(2) 鉛直方向の管の強度計算（低耐荷力管きょ）

低耐荷力管きょの鉛直方向の管の強度は、推進管に作用する鉛直等分布荷重によって管体に発生する最大曲げ応力及びたわみ率を計算し、そのいずれも許容値を満足することを確認する手法により行う。

1） 曲げ応力の計算

推進管に等分布荷重が作用するとき、管体に生ずる最大曲げモーメントMは、120 度の自由支承を考慮し、次式により求める。

$$M = 0.275q \cdot r^2$$

$$\sigma = \frac{M}{Z}$$

ここに、q： 管にかかる鉛直土圧 （kN／m^2）

r ： 管厚中心半径（m）【r＝(D－t)／2】

σ： 鉛直土圧により直管に発生する曲げ応力度（kN／m^2）

Z： 管長 1m当たりの断面係数（m^3／m）【Z＝t^2／6】

M： 管長 1m当たりの鉛直土圧により発生する曲げモーメント（kN・m／m）

D： 管外径（m）

t： 管厚（m）

※曲げモーメント係数は、より安全をみて、「下水道硬質塩化ビニル管道路埋設指針」の曲げモーメント計算式の管側方土圧を考慮しない値を採用した。

2） たわみ率の計算

土被りと活荷重により発生する鉛直方向のたわみ量δ（m）及びたわみ率V（%）は、次式により求める。

$$\delta = 0.179 \times \frac{q \cdot r^4}{E \cdot I}$$

$$V = \frac{\delta}{2 \cdot r} \times 100$$

ここに、E： 低耐荷力管きょの弾性係数（kN／m^2）（2,942MN／m^2）

I ： 管長の単位長あたりの断面２次モーメント（m^4／m）

δ： 鉛直土圧によるたわみ量（m）

V： たわみ率（%）

q： 直管に加わる鉛直土圧（kN／m^2）

r： 管厚中心半径（m）

※たわみ係数は、曲げモーメント係数と同様に管側方土圧を考慮しない値を採用した。

3） 許容曲げ応力及び許容たわみ率

許容曲げ応力及び許容たわみ率の許容値は、下表のとおりである。

下水道推進用硬質塩化ビニル管

管　類	許容曲げ応力 σ_a（tf/m^2）{MN/ m^2}	許容たわみ率 V_a （%）
リブカラー付直管	17.65	5
SUS カラー付直管	17.65	3
スパイラル継手付直管	17.65	3

注）1.許容曲げ応力：硬質塩化ビニル管の曲げ強さ 88.26MN／㎡に対して安全率を５とした値

2.許容たわみ率：基礎実験における負圧試験の結果を考慮して設定。

（3） 管軸方向の管の強度計算（高耐荷力管きょ）

管の許容荷力は、次式により求める。

$$F_a = 1000 \cdot \sigma_{ma} \cdot A_e$$

ここに、F_a： 管の許容耐荷力（ｋＮ）

σ_{ma}： コンクリートの許容平均圧縮応力度（Ｎ／mm^2）

A_e： 管の有効断面積（m^2）

1） コンクリートの許容圧縮応力度

コンクリートの許容圧縮応力度は、次式で表される。

$$\sigma_{ca} = \frac{\sigma_c}{f}$$

ここに、σ_{ca}： コンクリートの許容圧縮応力度 （Ｎ／mm^2）

σ_c： コンクリートの圧縮強度 （Ｎ／mm^2）

ｆ： 安全率（= ２）

2） コンクリートの圧縮応力と圧縮ひずみの関係

コンクリートの圧縮応力と圧縮ひずみの関係は、次式のように 3 次式で表される。

$$\sigma = 3.72 \times 10^5 \cdot \varepsilon + 0.611 \times 10^8 \cdot \varepsilon^2 - 6.322 \times 10^{10} \cdot \varepsilon^3$$

ここに、σ： コンクリートの圧縮応力度 （Ｎ／mm^2）

ε： コンクリートの圧縮ひずみ

3） 管体に生じる応力

管体に生じる応力集中は、ひずみの集中という形でとらえ、実験値から次式で表される。

$$\varepsilon_{\max} = 1.872 \times \varepsilon_{mean} + 19.1 \times 10^{-6}$$

ここに、ε_{max}： 管の断面に生じる最大ひずみ

ε_{mean}： 管の断面に生じるひずみの平均値

4） コンクリートの許容平均圧縮応力度

推進管の管体コンクリートの圧縮強度は、JSWAS A-2 に示されているとおり、50Ｎ／mm^2 を原則とする。

σ_c＝50（Ｎ／mm^2）の場合、σ_c＝25（Ｎ／mm^2）となる。

5） 管の有効断面積

設計に用いる管の有効断面（A_e）は、ゴ管端部（管端面）における管の断面積とする。

6） 管の許容耐荷力 （F_a）

計算結果を示すと下表のとおりである。

下水道小口径管推進工法鉄筋コンクリート管許容耐荷力

呼び径	管厚中心半径 r（m）	管の有効断面積 A（m^2）	管の単位重量 W（kN/m）	管の許容耐荷力 F_a（kN）	
				1 種 50 ,2 種 50	1 種 70
200	0.1295	0.0369	1.15	480	646
250	0.1525	0.0401	1.26	521	702
300	0.1785	0.0494	1.53	642	864
350	0.2050	0.0607	1.85	789	1063
400	0.2315	0.0730	2.20	950	1278
450	0.2585	0.0881	2.61	1146	1542
500	0.2850	0.1026	3.01	1334	1796
600	0.3400	0.1369	4.10	1780	2396
700	0.3950	0.1839	5.36	2391	3219

注） $A_e = \{(D_1 - 2S)^2 - D^2\} \times \pi / 4$

$W = \pi(D + T)T \times 2.450 \times 9.8066$

F_a の計算に用いる許容平均圧縮応力度 σ_{ma}

σｃ＝50（N／mm^2） ： 13（N／mm^2）

σｃ＝70（N／mm^2） ： 17.5（N／mm^2）

（4） 管軸方向の管の強度計算（低耐荷力管きょ）

1） 管の許容管軸方向耐荷力

直管の許容推進耐荷力は、次式により求められる。

$F_a = \sigma_b \cdot A_e$

ここに、F_a： 直管の許容推進耐荷力（kN）

σ_b： 直管の許容圧縮強さ（＝32.4MN／m^2）

（実際の圧縮強さは 64.7MN／m^2 であるが形状因子及び施工上の安全を考慮し設定）

A_e： 直管の有効断面積（m^2）

直管の有効断面積（単位：m^2）

呼び径	リブカラー付直管	SUS カラー付直管・スパイラル継手付直管
150 ㎜	0.00173	0.00193
200 ㎜	0.00259	0.00345
250 ㎜	0.00434	0.00631
300 ㎜	0.00564	0.00996
350 ㎜	0.00803	0.01075
400 ㎜	0.00961	0.01472
450 ㎜	0.01145	0.01944

管の許容管軸方向耐荷力（単位：ｋＮ）

呼び径	リブカラー付直管	SUS カラー付直管・スパイラル継手付直管
150 ㎜	55.9	61.8
200 ㎜	83.4	110.8
250 ㎜	140.2	204.0
300 ㎜	182.4	321.7
350 ㎜	258.9	347.2
400 ㎜	310.9	475.6
450 ㎜	369.7	628.6

2） 安全性の照査

$F \leqq F_a$　かつ　$F \leqq N_a$

ここに、F_a ： 推進設備による有効推進力（ｋＮ）

安全性の照査には、推進力Ｆに対して元押しジャッキ等の推進設備から決まる有効推進力F_aと管の許容管軸方向耐荷力N_aのいずれかもが、許容値を満足することを確認する。

推進設備による有効推進力F_aは、推進設備により異なる。

3-5 推進力の算定

（1） 基本式

（2） 下水道協会式 ： 刃口推進工法

（3） 修正式Ⅰ ： 中大口径管の泥水式・土圧式推進工法

（4） 提案式Ⅰ ： 高耐荷力方式小口径管の密閉型推進工法

（5） 提案式Ⅱ ： 低耐荷力方式小口径管推進工法

（6） 参考式Ⅰ ： 泥濃式推進工法

【 解説 】

（1） 基本式

本式は、推進工法における基本式を示すものである。

総推進力は、以下に示す推進諸抵抗の総和で表される。

$$F=F_0+\{(\pi\cdot B_C\cdot q+W)\mu'+\pi\cdot B_C\cdot C'\}\cdot L$$

ここに、F： 総推進力（kN）

F_0： 先端抵抗力（kN）

B_C： 管外径（m）

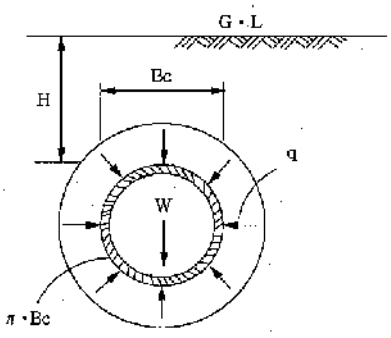
Q ： 管にかかる等分布荷重（kN/m^2）

W： 管の単位重量（kN/m）

μ'： 管と土との摩擦係数

C’ ： 管と土との付着力（kN/m^2）

L ： 推進延長（m）



推進諸抵抗

総力（F）は、管の周囲（$\pi\cdot B_C$）に等分布荷重（q）が働き、さらに、管と土との付着力（C’）は、管の周囲（$\pi\cdot B_C$）に働くものとした。さらに、管の単位重量（W）による管と土との間の摩擦抵抗及び先端抵抗力が加わるものとして計算する。

1） 先端抵抗

先端抵抗は、一般に先端刃先抵抗と呼ばれるものであり、標準貫入試験から求めた N 値で表した以下の式を用いる。

$F_O=10.0\times1.32\pi\cdot B_C\cdot N$（kN）

ここに、F_O ： 先端抵抗力（kN）

B_C ： 管外径（m）

N： 標準貫入試験から求めたＮ値

2） 管と土との摩擦係数

管と土との摩擦係数は、以下の式で表される。

$\mu'=\tan\delta=\tan(\phi/2)$

ここに、μ'： 管と土との摩擦係数

δ： 管と土との摩擦角（度）（全断面加圧につき$\delta=\phi/2$ と仮定する）

ϕ： 土の内部摩擦角（度）

3） 管と土との付着力

管と土との付着力（C'）は、粘性土の場合には粘着力が大きくなると付着力は粘着力より小さくなる。一般に管と土との付着力は、大きくとも 10.0（kN/㎡）程度と考えてよい。

4） 標準的な土質

標準的な土質とその特質値

特性値 / 土質	ϕ（度）	N	C'（kN/㎡）	K・μ	μ'
軟弱土	15	4	10	0.2679	0.1317
普通土	20	10	5	0.3640	0.1763
普通土	30	15	0	0.5774	0.2679
硬質土	40	30	0	0.8391	0.3640

注　表中、ϕは土の内部摩擦角、Ｎは標準貫入試験によるＮ値、C'は管と土との付着力、Ｋはテルツァギーの側方土圧係数（K=1）、μは土の摩擦係数（=tanϕ）、μ'は管と土との摩擦係数（=tanϕ/2）を示す。

(2)　下水道協会式

本式は、自立可能な地山における刃口推進工法に適用する。

以下の式は基本式の修正式であり、自立可能な地山における刃口推進工法に適用する。

$F=F_0+\alpha \cdot \pi \cdot B_C \cdot t_a \cdot L+W \cdot \mu' \cdot L$

t_a：　$\sigma \cdot \mu'+C'$

σ：　$\beta \cdot q$

μ'：　$\tan\delta$

F_0：　$10.0\times1.32 \cdot \pi \cdot Bs \cdot N'$（kN）

ここに、F：　総推進力（kN）

F_0：　先端抵抗力（kN）

B_C：　管外径（m）

Bs：　先導体（刃口・掘削機）外径（m）

α：　管と土との摩擦抵抗の生じる範囲にかかる係数（=0.50～0.75）

t_a　：　管と土とのせん断力（kN/m^2）

q　：　管にかかる等分布荷重（kN/m^2）

W：　管の単位重量（kN/m）

μ'：　管と土との摩擦係数

σ：　管にかかる周辺荷重（kN/m^2）

β：　管にかかる周辺荷重の係数（=1.0～1.5）

δ　：　管と土との摩擦角（度）（全断面加圧につき$\delta=\phi/2$と仮定する）

C'　：　管と土との付着力（kN/m^2）

N'　：　切羽心抜きをした場合の貫入抵抗値

普通土（粘性土）	1.0
砂質土	2.5
硬質土	3.0

L　：　推進延長（m）

(3)　修正式Ⅰ

本式は、中大口径管の泥水・土圧式推進工法に適用する。

（(財）下水道新技術推進機構と（社）日本下水道管渠推進技術協会の共同研究により提案されたものである。）

$F=F_0+fo \cdot L$

$$F_0=(P_w+P_e) \cdot \pi \cdot \left[\frac{B_s}{2}\right]^2$$

$fo=\beta\ \{(\pi \cdot B_C \cdot q+W)\ \mu'+\pi \cdot B_C \cdot C'\}$

ここに、F：　総推進力（kN）

F_0：　先端抵抗力（kN）

fo：　周面抵抗力（kN/m）

L：　推進延長（m）

Pw：　チャンバ内圧力（kN/m^2）

泥水式　Pw=地下水圧+20.0（kN/m^2）

土圧式（砂質土の場合）

Pw=主働土圧+地下水圧+P　（P=20～50kN/m^2）

（粘性土の場合）

Pw=静止土圧を用いる。

Pe：　切削抵抗（kN/m^2）

N 値より、次のとおりとする。

Pe=N 値×10.0（kN/m^2）

ただし、N<15 の場合は Pe=150（kN/m^2）とする。

N>50 の場合は Pe=500（kN/m^2）とする。

Bs：　掘削機外径（m）

B_C：　管外径（m）

q：　管にかかる等分布荷重（kN/m^2）

W：　管の単位重量（kN/m）

μ'：　管と土との摩擦係数

μ'= tantan（ϕ/2）

ϕ：内部摩擦角

C'：　管と土との付着力（kN/m^2）

粘性土（N<10）　：　C'=8

粘性土（N≧10）　：　C'=5

β：　推進力低減係数

土質別のβ標準値

土質	推進力低減係数β
粘性土	0.35
砂質土	0.45
砂礫土	0.60
固結土	0.35

※β値：標準値を基本として、施工条件により±0.05 の範囲で採用する。

（4） 提案式Ⅰ

本式は、高耐荷力方式小口径管の密閉型推進工法に適用することを標準とする。

本式は設計に際し、採用する管の耐荷力を確認するためのものである。

$F=F_O+F_1$

$F_O=\alpha\cdot(B_C/2)^2\cdot\pi$

$F_1=fo\cdot S\cdot L$

ここに、F： 総推進力（kN）

F_O： 先端抵抗力（kN）

α： 先端抵抗力係数（kN/m^2）

fo： 周面抵抗力係数（kN/m^2）

S ： 管外周長（m）

B_C ： 管外径（m）

L： 推進延長（m）

土質別α、F_O値（kN/m^2）

提案値	普通土	砂礫土	硬質土
先端抵抗係数α（kN/m^2）	1,200	1,750	1,500
周面抵抗係数F_O（kN/m^2）	3.0	4.5	2.5

施工可能延長については、各工法の特徴や土質等の施工条件により異なるため、十分な調査と比較検討を踏まえて判断する必要がある。

（5） 提案式Ⅱ

本式は、低耐荷力方式小口径管推進工法に適用する。

ここで、先端抵抗力 F0 は先導体に作用する抵抗力を直接推進用管きょに伝達させずに推進力伝達ロッド（ケーシング又はスクリュ）等に伝達し、推進用管きょには周面抵抗力のみを負担させる方式のため、一般に F0＝0 として管の耐荷力との関係を確認する。

$F=F_O+F_1$

$F_O=\alpha\cdot(BC/2)2\cdot\pi$

$F_1=fo\cdot S\cdot L$

ここに、F： 総推進力（kN）

F_O： 先端抵抗力（kN）

α： 先端抵抗力係数（kN/m^2）

fo： 周面抵抗力係数（kN/m^2）

S ： 管外周長（m）

B_C ： 管外径（m）

L ： 推進延長（m）

周面抵抗力係数（kN/m^2）は、管材料、土質によって異なるが、標準的には次表に示すとおりである。

管と土との付着力の高い地盤においては、縁切の際に値が大きく現れることがある。このような地盤においては、推進力の計算や管種の選定に当たって特別に配慮し、滑材注入等を考慮する必要がある。

土質別 F_0 値（kN/m^2）

提案値	粘性土	砂質土
周面抵抗係数 F_O（kN/m2）	2.0	2.5

土質別 α 値（kN/m^2） （参考）

先端抵抗係数	粘性土	砂質土
オーガ方式	1,000	1,000
圧入方式	1,600	2,700

（6） 参考式Ⅰ

本式は、泥濃式推進工法に適用する。（日本下水道管渠推進技術協会による提案）

$F=F_0+f_0 \cdot S \cdot L$

$F_0=(Pe+Pw) \cdot (B_s/2)^2 \cdot \pi$

$f_0=\{0.2+0.3 \cdot (G/100)2+2.7 \cdot (G/100) \cdot M^2\} \times 10$

ここに、F： 総推進力（kN）

F_0： 先端抵抗力（kN）

S ： 管外周長（m）

L： 推進延長（m）

Pe： 切羽単位面積当たり推力（kN/m^2）

Pe＝4.0×N 値

Pw： 掘削室内泥水圧力（kN/m^2）

Pw＝（地下水圧＋20）kN/m^2

B_C ： 管外径（m）

ｆｏ： 周面抵抗力係数（kN/m^2）

G： 礫率（％）

M： 最大礫長径／管外径

3-6 立坑内空伏せの検討

（1） 計算方法

（2） 高耐荷力方式の場合

（3） 低耐荷力方式の場合

（4） 鋼製さや管方式の場合

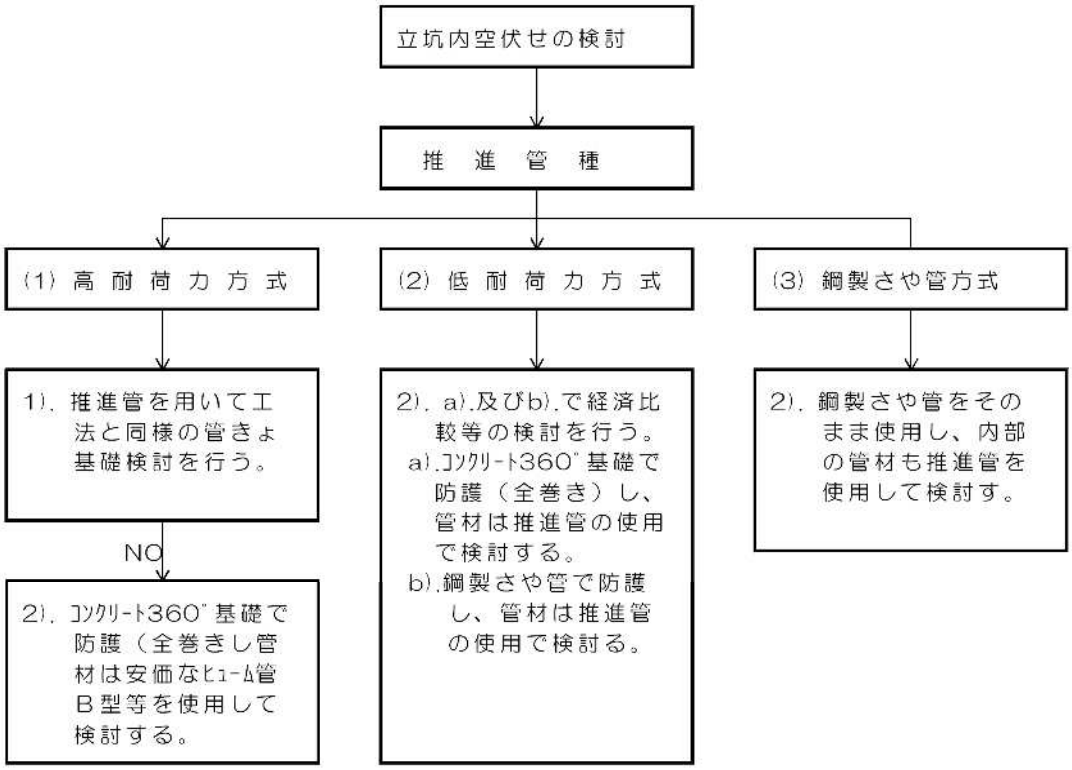
（5） その他

【 解説 】

推進立坑内の管きょ（空伏せ）は、推進部分の管きょと推進立坑内のマンホールを結ぶ部分で、施工後広い立坑の幅から受ける土圧、矢板引き抜き時の沈下、上部からの活荷重、推進部分の管きょやマンホールとの異なる沈下等外部からの種々な荷重の影響を受ける区間である。

小口径管推進工法は使用する管種によって高耐荷力方式、低耐荷力方式、鋼製さや管方式に分けられ、空伏せ部分はこれらの管材を考慮し施工方法毎に分けて検討を行う。

（1） 計算方法



(2) 高耐荷力方式の場合

1) 開削工法と同様の管きょ基礎検討

開削工法と同様の方法で管種と管基礎の検討を行う。

ただし、検討条件として推進管の外圧強さ（1 種、2 種）毎に、仮設工法を考慮した下水道協会式を用い、自由支承、固定支承で検討を行う。

2) コンクリート 360°（全巻き）の検討

上記の検討の結果、すべての条件で満たされない場合、管きょ全体にコンクリートを巻き立て管防護を行う。

コンクリート 360°基礎の解析方法は、内側の管材を考慮せずに短形のラーメン構造にハンチを想定した上で形状を設定して行う。外圧荷重は一般のボックスと同様に静止土圧を用いて算出する。

又、内側の管材はヒューム管（B 型 1 種）を使用する。

(3) 低耐荷力方式の場合

1) 管きょ基礎検討（開削工法）について

低耐荷力管については立坑内で荷重の影響を受けやすく、管きょが地山と立坑の境界部分やマンホール接続部分で変形、撓み、沈下、抜け等の現象が発生することが考えられる。

よって、低耐荷力方式の場合は、開削工法と同様の方法で管種と管基礎の検討は行わず、安定した管きょ構造を維持するために下記の検討から行うものとする。

2) コンクリート 360°（全巻き）と鋼製さや管防護の比較検討

管きょ全体にコンクリートの巻き立てを行う場合と、推進管の外側に鋼管をさや管として用いて管防護する場合とで経済比較を含めて検討を行う。

コンクリート 360°基礎の場合の解析方法は、高耐荷力方式と同様とする。

鋼管のさや管を用いた場合は、可とう性管と同様に鉛直荷重を算出し、さや管の強度計算を行う。

又、内側の管材は管の接続を考慮し推進区間に使用した管材を使用する。

（4） 鋼製さや管方式の場合

1） 管きょ基礎検討（開削工法）について

低耐荷力方式を同様な理由で下記の検討から行うものとする。

2） 鋼製さや管防護の検討

立杭内の空伏せは、管きょ全体にコンクリートの巻き立てを行う場合も考えられるが、鋼製さや管方式の推進工法との施工性を考慮し、一体的な構造とする。

外側の鋼管および内側の管材は管の接続を考慮し推進区間に使用した管材を用いる。又、管の下方部分の処理はその状況から基礎、吊り等を必要に応じて検討する。

鋼管のさや管を用い、鉛直荷重を算出し、さや管の強度計算を行う。

（5） その他

1） 管にかかる土圧について

高耐荷力管の土圧は、開削工法と同様の管きょ基礎検討で下水道協会式を用いて算出され、通常の開削工法の掘削幅に比べ立坑幅が広いため大きな値となる。又、低耐荷力管の場合の土圧計算は直土圧式となり、上記に比べ逆に小さい値となる。

2） 立坑の基礎と空伏せ管との空隙について

立坑の基礎と空伏せ管（コンクリート 360°基礎）との空隙は、沈下防止等を考慮し安価なコンクリートを充填して一体化させるものとする。

又、立坑基礎部は必要に応じて地耐力の計算を行い、地耐力が不足する場合には底盤改良等の対策の検討を行う。

3） コンクリート 360°（全巻き）の計算手法について（参考）

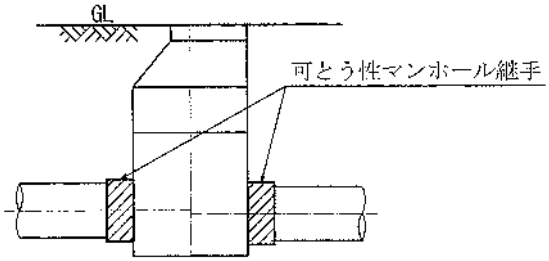
本指針では、鉄筋コンクリート 360°巻きの場合は、「下水道推進工法の指針と解説－2003 年版－」に解析方法が示されている。ただし、この方法は低耐荷力管の様な可とう性管においては適用できないものである。

このため、高耐荷力管と低耐荷力管とでは、同じ条件下で異なる土圧計算式と構造解析を行う状況が生じる。

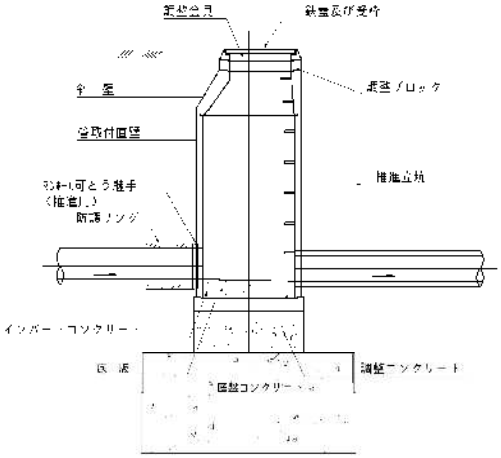
3-7 可とう継手の検討

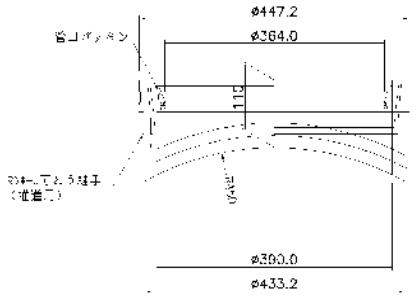
【 解説 】

マンホールと管きょとの継手部には、下図に示すように可とう性マンホール継手を設置し、耐震性能を確保する。



なお、可とう継手の選定にあたっては管種、管径、マンホール種別及び空伏せ長が適用範囲内かを検討する。また、推進立坑の内側から設置が可能で、空伏せコンクリートと円切りできる可とう継手を選定する。





※上図は、1号マンホール用の寸法値である。

4. 立坑

4-1 立坑の位置

立坑の位置は、工事の安全性と作業性が確保されるとともに、道路の交通状況・地下埋設物の状況や周辺の環境条件等を考慮して決定しなければならない。

【 解説 】

立坑の位置は、マンホール位置を原則とし、道路線形や許容推進延長等により工事の安全性と作業性が確保される位置を選定しなければならない。また、道路の交通状況・地下埋設物・架空線の状況や周辺の環境条件（学校・病院等）・騒音・振動・水質等の制約条件等についても考慮する必要がある。

発進立坑は原則として作業用地が確保できる位置とし、他を到達立坑として計画する。立坑予定地について十分に調査を行い、事前に土地所有者や関係機関と協議をし、立坑の位置を決定する必要がある。

4-2 立坑の用地

立坑の用地は、立坑構築時および推進施工時ごとに諸機械設備等を効率的に配置し、作業に必要な面積を確保しなければならない。

【 解説 】

立坑の用地は、発進立坑および到連立坑について、各々次の項目を検討する必要がある。

1） 発進立坑の用地

① 立坑の仮設構造物用地と土留め・掘削等の立坑構築の作業用地

② 掘削土砂搬出用バケット等によりダンプトラックに直接積み込む場合のダンプトラックの通路および積込み位置

③ 大型トラックやトレーラ等で運搬されてくる資機材の積込み積卸し場所及び保管場所

④ クレーン設備、滑材・裏込め等の注入設備、電力（受変電）設備等の用地並びに機材置場

⑤ 密閉型推進工法の場合の泥水・泥土等処理施設、送排泥設備、添加材注入設備等の用地

⑥ 歩行者の安全を守るための通路等

⑦ 騒音の発生があり、防音壁等を考慮する場合はその用地

2） 到連立坑の用地

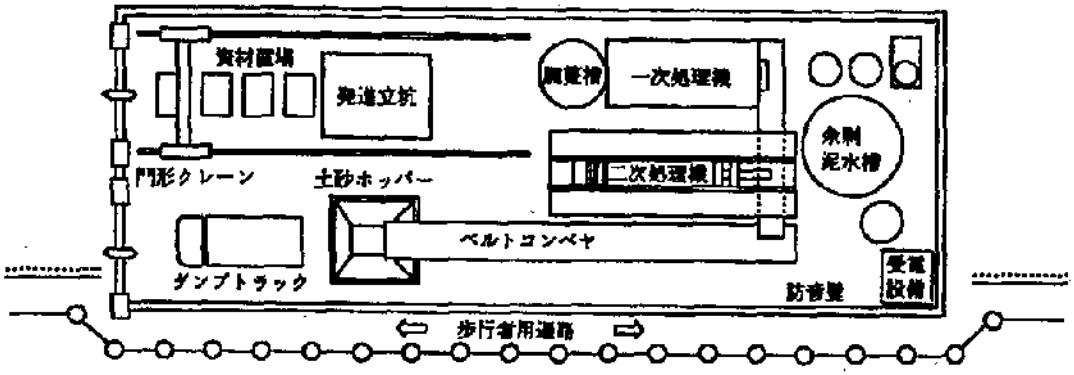
① 立坑の仮設構造物用地と土留め・掘削等の立坑構築の作業用地

② ダンプトラックの通路、資機材の積込み積卸し場所

③ 資材等の置場

④ 歩行者の安全を守るための道路等

立坑の用地は、検討結果をもとに立坑形状寸法、資機材置場及び必要諸設備等の配置計画図を作成して、施工規模に適合する面積を確保する必要がある。



4-3 立坑の種類及び形状寸法

（1） 発進立坑

（2） 到達立坑

（3） 小型立坑

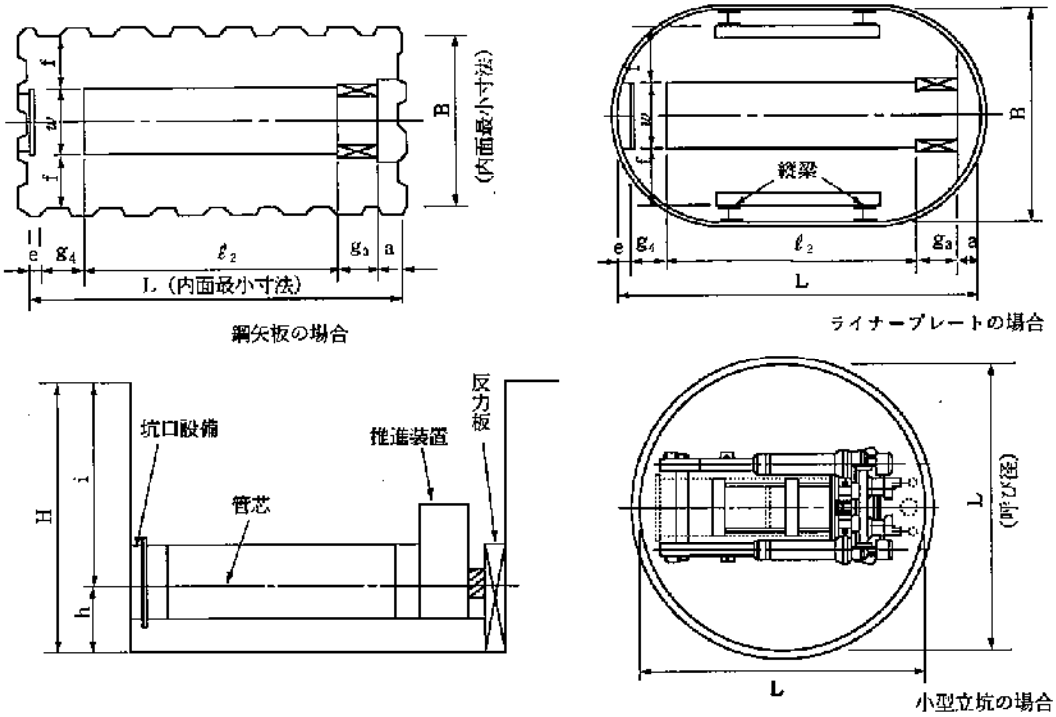
（4） 形状寸法

【 解説 】

立坑は、使用目的によって発進立坑と到達立坑に分けられる。

（1） 発進立坑

発進立坑一般図を以下に示す。



1） 立坑の長さ（L）

立坑の長さは、一般に支圧壁（a）、測量作業長さ（g３）、推進装置（L２）、管接続作業長さ（g４）で構成される。

また、地下水位以下での施工は、これらに発進坑口設備（e）が加えられる。測量作業長さはトランシット等を設置するための長さ、管接続作業長さは推進管又は誘導管と同時に設置するオーガ・送排泥管・油圧ホース類を接続するための長さからなる。

2） 立坑の幅（B）

立坑の幅は、推進装置幅（w）とその両側の作業スペース（ｆ）によって構成される。作業スペースには支保工材幅を含み、ライナープレートの場合は、推進装置の外側から縦梁の内側までを幅とする。

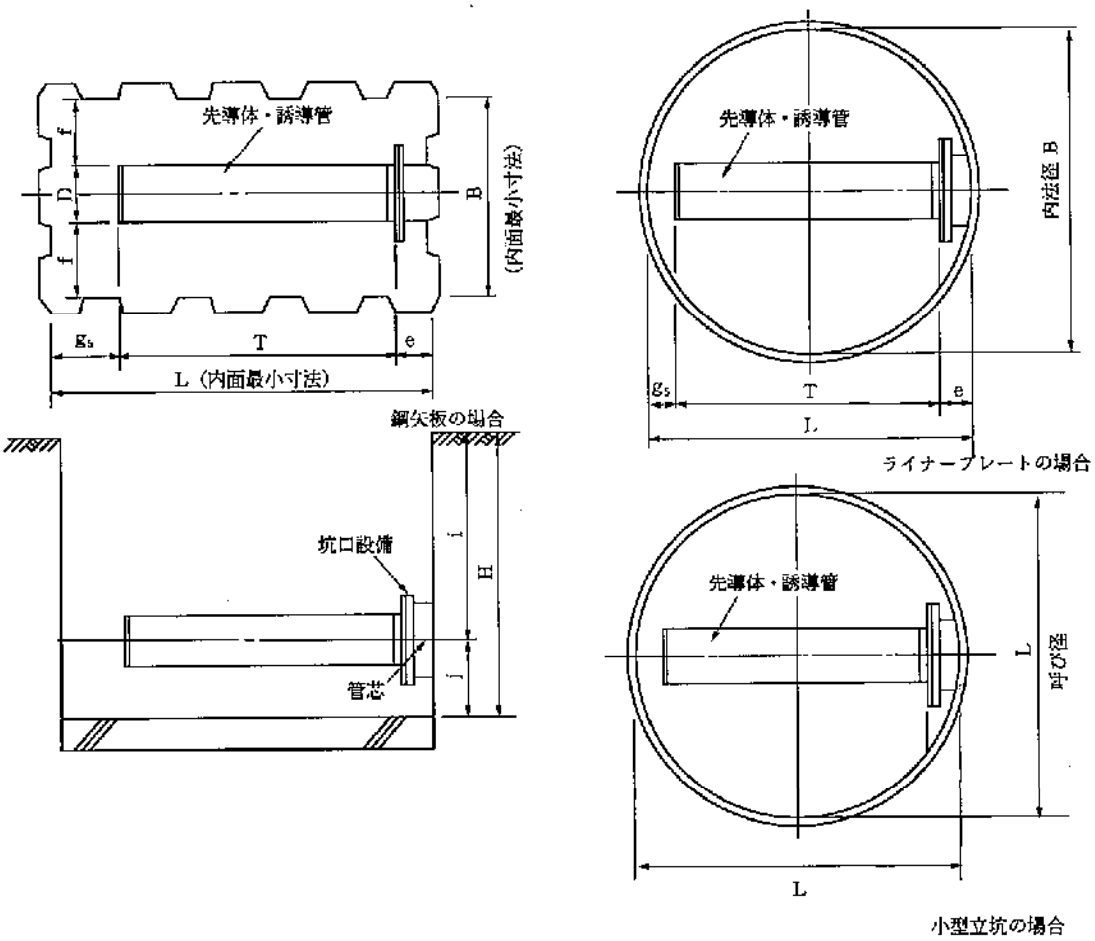
3） 立坑の深さ（H）

立坑の深さは、立坑基礎上面までの深さとし、計画管芯深さ（ｉ）と推進装置据付高（ｈ）によって構成される。

又、最下段の切梁下端は、推進装置の移動に支障がない高さを確保する。

（2） 到達立坑

到達立坑一般図を以下に示す。



1） 立坑の長さ（L）

立坑の長さは、一般に回収される先導体又は誘導管の長い方の長さ（T）、回収作業長さ（ｇ５）で構成される。

また、地下水位以下での施工においては、これらに到達坑口設備長さ（ｅ）を加える。

2） 立坑の幅（w）

先導体、誘導管の外径は、一般に推進管外径とほぼ等しいので、立坑の幅は、推進管外径（D）とその両側の作業スペース（ｆ）によって構成される。

作業スペース（ｆ）は、発進立坑と同様に支保工材幅が含まれる。

3） 立坑の深さ（H）

立坑深さは、立坑基礎上面までの深さとし、設計管芯深さ（ｉ）と回収作業深さ（ｊ）によって構成される。

(3) 小型立坑

一般に小型立坑には、呼び径 1500、1800、2000、2500 の鋼製ケーシングやコンクリート製ブロックが使用されている。

発進立坑及び到達立坑に小型立坑を使用する場合は、立坑内の作業人員及び安全設備の設置等を考慮し、原則として発進立坑は呼び径 2000 以上、到達立坑としては呼び径 1500 以上を使用する。

（4） 形状寸法

立坑形状寸法は、各種技術資料等を比較し、推進可能な最小のものを採用する。

小口径管推進工法の立坑寸法（高耐荷力方式）（参考）

番号	方式	立坑形状 / 呼び径	管の有効長（m/本）	ライナープレート立坑		鋼矢板立坑		小型立坑
				発進立坑	到達立坑	発進立坑	到達立坑	到達立坑
1	圧入方式	200 ～ 300	2.00	5,326（5,169）×2,500	円形 3,500	4,900 × 2,500	3,300 × 1,700	呼び径 1,500
			1.00	円形 2,000	円形 2,000	2,200 × 1,700	1,700 × 1,700	呼び径 1,500
		350 ～ 400	2.43	5,326（5,169）×2,500	円形 3,500	4,900 × 2,500	3,300 × 1,700	呼び径 1,500
		450 ～ 700	2.43	5,326（5,169）×2,500	円形 3,500	4,900 × 2,500	3,300 × 2,100	呼び径 1,500
2	オーガ方式	200 ～ 300	2.00	5,198 × 3,000	円形 3,000	5,300 × 2,500	2,900 × 1,700	呼び径 1,500
		200	1.00	円形 2,000	円形 2,000	1,700 × 1,700	1,700 × 1,700	呼び径 1,500
		300	1.00	円形 2,500	円形 2,500	2,200 × 1,700	2,200 × 1,700	呼び径 1,500
		350 ～ 400	2.43	5,826 × 3,000	円形 3,000	5,700 × 2,900	2,900 × 1,700	呼び径 1,500
		450 ～ 600	2.43	5,826 × 3,000	円形 3,000	5,700 × 2,900	2,900 × 2,100	呼び径 1,500
		700	2.43	5,826 × 3,000	円形 3,000	5,700 × 2,900	2,900 × 2,100	呼び径 1,800
3	泥水方式 1工程・2工程	250 ～ 300	2.00	5,198 × 3,000	円形 3,000	4,900 × 2,900	2,900 × 2,500	呼び径 1,500
		350 ～ 450	2.43	5,669 × 3,000	円形 4,000	5,300 × 2,900	3,700 × 2,500	呼び径 2,000
		500	2.43	6,483 × 3,500	円形 4,000	5,700 × 2,900	4,100 × 2,900	呼び径 2,000
		600	2.43	6,483 × 3,500	円形 4,000	6,100 × 3,700	4,100 × 2,900	呼び径 2,500
		700	2.43	6,483 × 3,500	円形 4,500	6,100 × 3,700	4,100 × 2,900	呼び径 2,500
4	泥水方式 玉石・転石・岩盤	300	2.00	5,826 × 3,000	4,070 × 2,500	5,700 × 2,900	3,700 × 2,800	
		350 ～ 500	2.43	6,140 × 3,000	4,070 × 2,500	6,100 × 2,900	4,100 × 2,500	
		600 ～ 700	2.43	6,640 × 3,500	4,884 × 3,000	6,100 × 3,700	4,500 × 2,900	
5	泥土圧方式 スクリュー排土	250 ～ 300	2.00	5,826 × 3,000	円形 3,500	5,700 × 2,900	3,300 × 1,700	呼び径 1,500
		350 ～ 400	2.43	6,140 × 3,000	円形 3,500	6,100 × 2,900	3,700 × 1,700	呼び径 1,500
		450 ～ 500	2.43	6,140 × 3,000	円形 3,500	6,100 × 2,900	3,700 × 2,100	呼び径 1,500
		600 ～ 700	2.43	6,140 × 3,000	円形 3,500	6,100 × 2,900	3,700 × 2,100	呼び径 1,800
6	泥土圧方式 圧送排土	250 ～ 300	2.00	6,140 × 3,000	円形 4,000	5,700 × 2,500	3,300 × 1,700	呼び径 1,800
		350	2.43	6,140 × 3,000	円形 4,000	5,700 × 2,500	3,300 × 1,700	呼び径 1,800
		400 ～ 500	2.43	6,140 × 3,000	円形 4,000	5,700 × 2,900	3,700 × 1,700	呼び径 2,000
		600 ～ 700	2.43	6,326 × 3,500	円形 4,000	5,700 × 2,900	3,700 × 2,100	呼び径 2,500

注 1. 本表は発進坑口用及び到達坑口用止水器を設けた場合の寸法である。

2. 到達立坑の寸法は、一体回収を標準とする。既設マンホールに到達する場合は分割回収とし、1号マンホール以上とする。

3. 小型立坑に到達する場合は、分割回収とする。

4. 本表は推進に必要な最小寸法であり、施工の安全施設、マンホール等でこれを上回る場合は別途考慮する。

5. 本表は立坑深さ 6m以下の最小寸法であり、これを超える深い立坑については別途考慮する。

6. 鋼矢板形式立坑寸法は、必要内法寸法である。

7. 本表は両発進立坑にも適用できる。（　　）内は片発進立坑の寸法を示す。ただし、圧入方式とオーガ方式の管体長 1.0mの場合は片発進立坑寸法を示しており、両発進立坑の場合は別途考慮すること。

小口径管推進工法の立坑寸法（低対荷力方式）（参考）

番号	方　式	立坑形状 / 呼び径	管の有効長（m/本）	ライナープレート立坑		鋼矢板立坑		小型立坑	
				発進立坑	到達立坑	発進立坑	到達立坑	発進立坑	到達立坑
1	圧入方式	200 ～ 450	2.00	3,570 × 2,000	円形 2,000	3,300 × 2,100	1,700 × 1,700	—	呼び径 1,500
		150 ～ 450	1.00	円形 2,000	円形 2,000	2,100 × 2,100	1,700 × 1,700	呼び径 2,000	呼び径 1,500
2	オーガ方式	200 ～ 450	2.00	4,512 × 2,000	円形 2,000	4,100 × 2,100	1,700 × 1,700	—	呼び径 1,500
		150 ～ 300	1.00	円形 2,000	円形 2,000	2,100 × 2,100	1,700 × 1,700	呼び径 2,000	呼び径 1,500
		350 ～ 450	1.00	円形 2,500	円形 2,000	2,100 × 2,100	1,700 × 1,700	呼び径 2,500	呼び径 1,500
3	泥水方式	200 ～ 300	2.00	3,570 × 2,000	円形 2,000	3,700 × 2,100	1,700 × 1,700	—	呼び径 1,500
			1.00	円形 2,000	円形 2,000	2,100 × 2,010	1,700 × 1,700	呼び径 2,000	呼び径 1,500
4	泥土圧方式	200 ～ 450	2.00	4,512 × 2,000	円形 2,000	4,100 × 2,100	1,700 × 1,700	—	呼び径 1,500
		200 ～ 300	1.00	円形 2,000	円形 2,000	2,100 × 2,100	1,700 × 1,700	呼び径 2,000	呼び径 1,500
		350 ～ 450	1.00	円形 2,500	円形 2,000	2,100 × 2,100	1,700 × 1,700	呼び径 2,500	呼び径 1,500

注　1．本表は発進坑口用及び到達坑口用止水器を設けた場合の寸法である。
　　2．到達立坑の寸法は、分割回収を標準とする。
　　3．既設マンホールに到達する場合は、1号マンホールとする。
　　4．本表は推進に必要な標準寸法であり、施工の安全施設、マンホール等でこれを上回る場合は別途考慮する。
　　5．本表は立坑深さ 6m以下の最小寸法であり、これを超える深い立坑については別途考慮する。
　　6．鋼矢板形式立坑寸法は、必要内法寸法である。
　　7．本表は両発進立坑寸法を示す。

小口径管推進工法の立坑寸法（鋼製さや管方式）（参考）

推進管長２m、３m／本

番号	方　式	立坑形状／呼び径	管の有効長（m/本）	ライナープレート立坑		鋼矢板立坑		小型立坑
				発進立坑	到達立坑	発進立坑	到達立坑	到達立坑
1	オーガ方式	400 ～ 500	2.00	6,297 × 3,000	円形 2,000	5,700 × 2,500	1,700 × 1,700	呼び径 1,500
		550 ～ 700		6,297 × 3,000	円形 2,000	5,700 × 2,500	1,700 × 2,100	呼び径 1,500
		800		6,297 × 3,000	円形 2,500	5,700 × 2,500	1,700 × 2,100	呼び径 1,500
		400 ～ 500	3.00	7,396 × 3,000	円形 2,000	6,500 × 2,500	1,700 × 1,700	呼び径 1,500
		550 ～ 700		7,396 × 3,000	円形 2,000	6,500 × 2,500	1,700 × 2,100	呼び径 1,500
		800		7,396 × 3,000	円形 2,500	6,500 × 2,500	1,700 × 2,100	呼び径 1,500
2	ボーリング方式 一重ケーシング式	400 ～ 500	3.00	5,797 × 2,500	円形 2,000	5,700 × 2,010	1,700 × 1,700	呼び径 1,500
		550 ～ 600		5,797 × 2,500	円形 2,000	5,700 × 2,100	1,700 × 2,100	呼び径 1,500
		700		5,826 × 3,000	円形 2,000	6,100（5,700）×2,900	1,700 × 2,100	呼び径 1,500
		800		5,826 × 3,000	円形 2,500	6,100（5,700）×2,900	1,700 × 2,100	呼び径 1,500
3	ボーリング方式 二重ケーシング式	400 ～ 500	3.00	6,425（6,111）×2,500	円形 2,000	6,100 × 2,100	1,700 × 1,700	呼び径 1,500
		550 ～ 600		6,425（6,111）×2,500	円形 2,000	6,100 × 2,100	1,700 × 2,100	呼び径 1,500
		700		6,611（6,297）×3,000	円形 2,000	6,400（6,100）×2,500	1,700 × 2,100	呼び径 1,500
		800		6,611（6,297）×3,000	円形 2,500	6,400（6,100）×2,500	1,700 × 2,100	呼び径 1,500
4	泥水方式	400	3.00	5,797 × 2,500	円形 2,500	5,700 × 2,500	1,700 × 2,500	呼び径 1,500
		500 ～ 600		5,797 × 2,500	円形 3,000	5,700 × 2,500	2,900 × 2,100	呼び径 1,500
		800		5,797 × 2,500	円形 3,500	5,700 × 2,500	3,300 × 2,100	呼び径 1,800

注　1．本表は発進坑口用及び到達坑口用止水器を設けた場合の寸法である。
2．泥水方式による到達立坑の寸法は、一体回収を標準とする。既設マンホールに到達する場合は分割回収とし、1号マンホール以上とする。
3．小型立坑に到達する場合は、分割回収とする。
4．本表は推進に必要な最小寸法であり、施工の安全施設、マンホール等でこれを上回る場合は別途考慮する。
5．本表は立坑深さ 6m以下の最小寸法であり、これを超える深い立坑については別途考慮する。
6．鋼矢板形式立坑寸法は、必要内法寸法である。
7．本表は両発進立坑にも適用できる。（　　）内は片発進立坑の寸法を示す。

推進管長２m、３m／本

番号	方　式	立坑形状／呼び径	管の有効長（m/本）	ライナープレート立坑		小型立坑	
				発進立坑	到達立坑	発進立坑	到達立坑
1	圧入方式	300 ～ 600	1.00	円形 2,000	円形 2,000	呼び径 2,000	呼び径 1,500
2	オーガ方式	300 ～ 500	1.00	円形 2,500	円形 2,000	呼び径 2,500	呼び径 1,500
3	ボーリング方式 一重ケーシング式	300 ～ 400	1.00	円形 2,500	円形 2,000	呼び径 2,500	呼び径 1,500
	ボーリング方式 二重ケーシング式	400 ～ 600	1.00	円形 2,000	円形 2,000	呼び径 2,000	呼び径 1,500
4	泥水方式	400 ・ 500	1.20	円形 2,000	円形 2,000	呼び径 2,000	呼び径 1,500
		600	1.50	円形 2,500	円形 2,000	呼び径 2,500	呼び径 1,500
		800	1.50	円形 2,500	円形 2,000	呼び径 2,500	2010 1,800

注　1．本表は発進坑口用及び到達坑口用止水器を設けた場合の寸法である。
2．泥水方式では、分割回収を標準とする。
3．本表は推進に必要な最小寸法であり、施工の安全施設、マンホール等でこれを上回る場合は別途考慮する。

4-4 立坑基礎及び掘削深

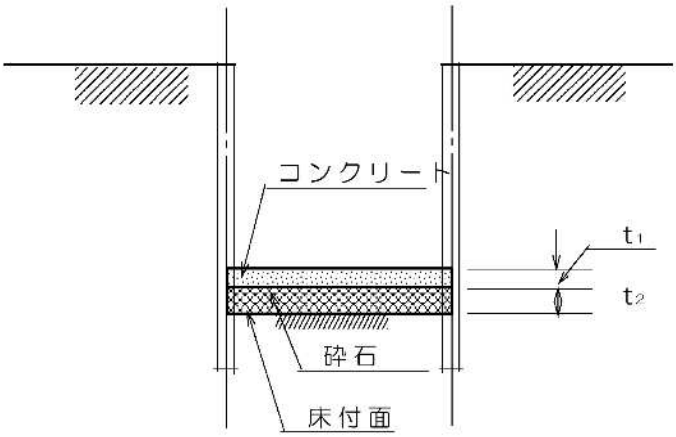
（1） 立坑基礎

（2） 立坑掘削深

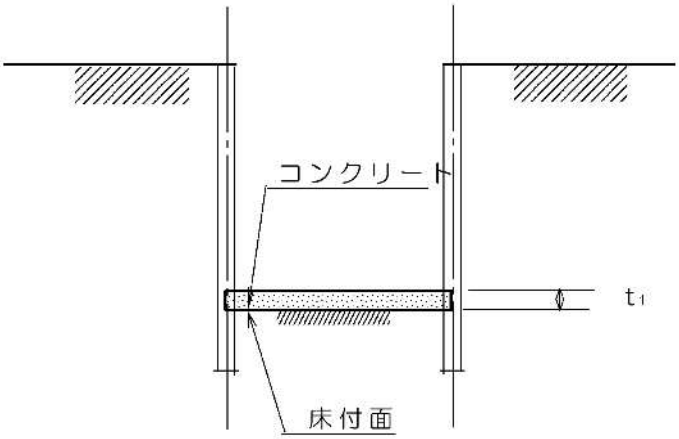
【 解説 】

（1） 立坑基礎（発進・到達立坑）

1） 一般的土質（粘性土・砂質土・礫質土等）の場合



2） 硬質土（玉石土・硬質土・固結・改良土等）の場合



基 礎 工 寸 法 表

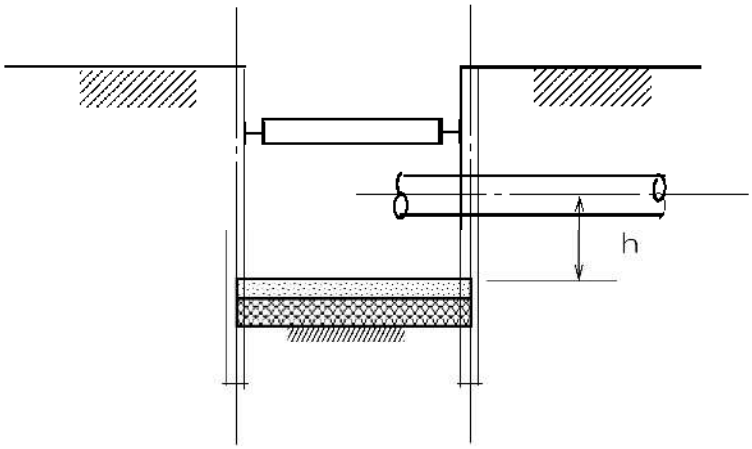
（単位：cm）

寸法 ＼ 床付土質	発進立坑基礎厚		到達立坑基礎厚	
	コンクリート t1	砕 石 t2	コンクリート t1	砕石 t2
1）一般的土質（粘性土・砂質土・礫質土等）	15	20	15	20
2）硬 質 土（玉石土・硬質土・固結・改良土等）	15	0	0	0

注：1.到達立坑で地下水位等の土質条件によっては、別途検討する。
2.固結・改良土とは、地盤改良（JSG 工法・CJG 工法）以上とする。

（2） 立坑掘削深

立坑掘削深は、以下に示す代表的な各工法別技術資料のｈから求める。



4-5 推進立坑部の埋戻し方法

推進立坑部及び小規模なマンホールの埋戻し部は、機械の転圧が困難な場合は、基本的にエアモルタルによる埋戻しとする。

なお、エアモルタルによる埋戻しが最適では無いと考えられる場合は、施工条件、施工の実現性、経済性等を検討し、監督員と協議のうえ決定する。

【 解説 】

（1） エアモルタル

気泡の安定性を増加させるための増粘剤等一切使用していないため、流動性が良好である。打設後の容積減少がなく、地盤沈下の懸念が無い。起泡剤を用いる事により、30%～70%体積を増やすこと事ができ経済的である。再掘削にも適した材料である。

（2） 生コンクリート

コンクリート材料の購入手間がかからず、品質を保証された均等質のコンクリートが、いつでも、どこでも入手できる。施工現場にセメント、骨材などの貯蔵設備やコンクリート製造設備が要らない。ただし、再掘削時に適した材料ではない。

（3） 流動化処理土

流動化処理土は、流動性があり、転圧作業を不用とし、均一に充填することができる。ポンプ圧送による打設が可能で、狭小な空間への埋戻しが容易である。また、硬化性もあり、将来にわたり、不等沈下の心配が無い。適度な硬化により、再掘削が可能である。

推進立坑部の埋戻し方法の比較

	（1）エアモルタル	（2）生コンクリート	（3）流動化処理度
特　徴	・流動性が良好である。 ・打設後の容積減少が無い。 ・地盤沈下の懸念が無い。 ・気泡材を用いることで体積を増やし経済的である。 ・再掘削が可能である。	・均等質である。 ・入手が容易である。 ・コンクリート製造設備が不要である。 ・再掘削に適していない。	・流動性が良好である。 ・転圧作業が不要である。 ・均一に充填できる。 ・再掘削が可能である。
再掘削	再掘削が可能 ○	再掘削に適さない △	再掘削が可能 ○
プラント	プラントが不要 ○	同左 ○	管内にプラントがない ×
経済性	△	△	○
評　価	○	△	×

上表より、エアモルタルは再掘削が可能な埋戻し材であり、プラントも不要であることから、基本的に施工が可能な条件の場合は、エアモルタルによる埋戻し方法とする。

5. 補助工法

5-1 補助工法の選定

補助工法は、基本的には地盤改良工法（薬液注入工法・攪拌混合工法）を採用する。

なお、地下水位低下工法の採用に当たっては、地盤状況や周辺状況等を十分に勘案することが必要である。

【 解説 】

小口径管推進工法では、土質条件によって施工の難易度が大きく左右されるもので、特に以下に示すような場合には、補助工法による地盤改良が必要となる。

- 地山が不安定で切羽の崩落、地表面の陥没あるいは地盤沈下の恐れのある場合。
- 近接する地下構造物及び地下埋設物等の防護が必要な場合。
- 立坑、反力受を補強する場合。

補助工法は、単独又は併用によって、安全かつ経済的な方法で地山の安定を図らなければならない。

(1) 地盤改良工法

地盤改良工法とは、地盤の工学的性質を改善し、その安定性を増大させて、土の性質そのものの改良と置換あるいは補強を行うものである。

1） 改良目的

改良目的は、以下に示す４項目に大別される。改良効果は、複合されて現れるものであるが、主目的によって設計思想が大きく変化するため慎重に検討する必要がある。

- 止水：土粒子の間隔や地盤内の亀裂の閉塞
- 地盤強化：土粒子間相互の粘着力の増加や圧密効果
- 空洞充填：空洞充填による土圧応力のバランス保持や変状防止
- 荷重支持：地盤中における固結体の造成

2） 施工環境調査

地盤改良工法を採用するに当たり、以下に示す調査を実施する。

① 工事対象付近の社会環境（交通、生活環境）、地中構造物（各種地下構造物、地下埋設物）、施工条件（各種規制・条件）等からの作業の可能性とその影響

② 地表面の状態、地中構造物、隣接構造物等に対して地盤変状の発生とその影響

③ 地盤中の物質との反応による効果と影響（固結阻害）や生活環境に対する影響（飲料水、植物、動物）

3） 土質調査の項目

地盤改良を実施するためには、地層の構造的な特徴を土質調査により正確に把握しなければならない。基本的な調査項目は、次のとおりである。

土 質 調 査 項 目

調査項目 ＼ 土質				砂質土		粘性土
		注入目的		止水	地盤強化	地盤強化
土質柱状図				◎	◎	◎
現位置試験	標準貫入試験		N	◎	◎	◎
	地下水位の測定			◎	○	○
	透水試験	透水係数（cm/秒）	k	◎	○	
	間隙水圧測定		u	○	○	
	水の動きの測定	流速、方向		○	○	
	水質測定			○	○	
物理試験	土粒子の比重試験	比重	Gs	○	○	○
	含水量試験	含水比（%）	wn	○	○	○
	密度試験	密度（g/cm²）	ρ	○	○	○
	粒度試験	粒径加積曲線,均等係数	Uc	◎	◎	○
	間隙率	（%）	n		○	○
力学試験	一軸圧縮試験	一軸圧縮強さ(kgf/cm²)	qu			
		粘着力 (kgf/cm²)	C			
		鋭敏比	St			
	三軸圧縮試験	内部摩擦角 （°）	φ		○	○
		粘着力 (kgf/cm²)	c		○	○
	圧密試験	圧密降伏応力(kgf/cm²)	Pc			○
		圧縮指数	Cc			○
		圧密係数 (cm²/秒)	Cv			○

注）◎：必ず行う項目，○：必要により行う項目

4） 地盤改良工法の種類

① 薬液注入工法

薬液注入工法とは、凝固する性質を有する化学材料（いわゆる薬液）を地盤中の所定の箇所に注入管を通じて注入し、地盤の止水性または強度を増大させること等を目的とする工法であり、地山の安定強化や止水効果を得る目的で一般に多く採用されている。

注入の工法や薬液の種類については、過去の実績、施工性、経済性、安全性等を考慮して決定する。

② 攪拌混合工法

攪拌混合工法は、高圧ジェット及び攪拌翼を単独はまは併用することにより、強制的に硬化剤と現地盤とを混合及び置換し、地盤の強化、補強体の造成を図る工法で、高圧噴射攪拌工法と機械式攪拌工法がある。

5） 工法選定に当たっての留意点

① 立坑（開削）部

- 地山の自立性があり止水を目的とする場合には、原則として薬液注入工法を採用することができる。
- 土質条件（崩壊性のある砂質土等）や現場条件により人的又は物的被害が懸念される場合は、攪拌混合工法を採用する。
- 腐植土等は改良効果及びその影響について、十分に検討を行う。
- 改良体の強度を長期にわたり期待する場合には、改良効果が低減して影響が生じることもあるため、薬液注入材料の選定を十分に検討するか、又は、攪拌混合工法の採用を検討する。

② 坑口（発進、到達）部

- 地盤強化目的には攪拌混合工法を、止水目的には薬液注入工法を採用することを基本とする。
- 土質条件（緩い砂質土等）によっては、薬液注入効果が十分に期待できない場合があるので、十分な検討が必要となる。
- 切羽開放時間が長期間になる場合には、改良効果が低減して工事や周辺に影響が生じることがあるため、十分な検討が必要となる。

5-2 立坑部の改良

（1） 注入範囲

（2） 最小範囲

（3） 発進・到達坑口の防護

（4） その他の防護

【 解説 】

（1） 注入範囲

注入範囲は対象断面を考慮し、計算で求める。

計算に用いる各種の計算式は、各協会や、担当部署と協議し適用可能な式を用いて算出する。計算式により注入範囲を求める手順は、次の様になる。

- 対象土質、透水係数等から注入工法を検討し、決定する。
- 改良後に得られる強度または透水係数の値を求める。
- この数値を用いて計算により必要範囲を求める。
- 安全率（Ｆｓ）等を考慮して注入範囲を決める。

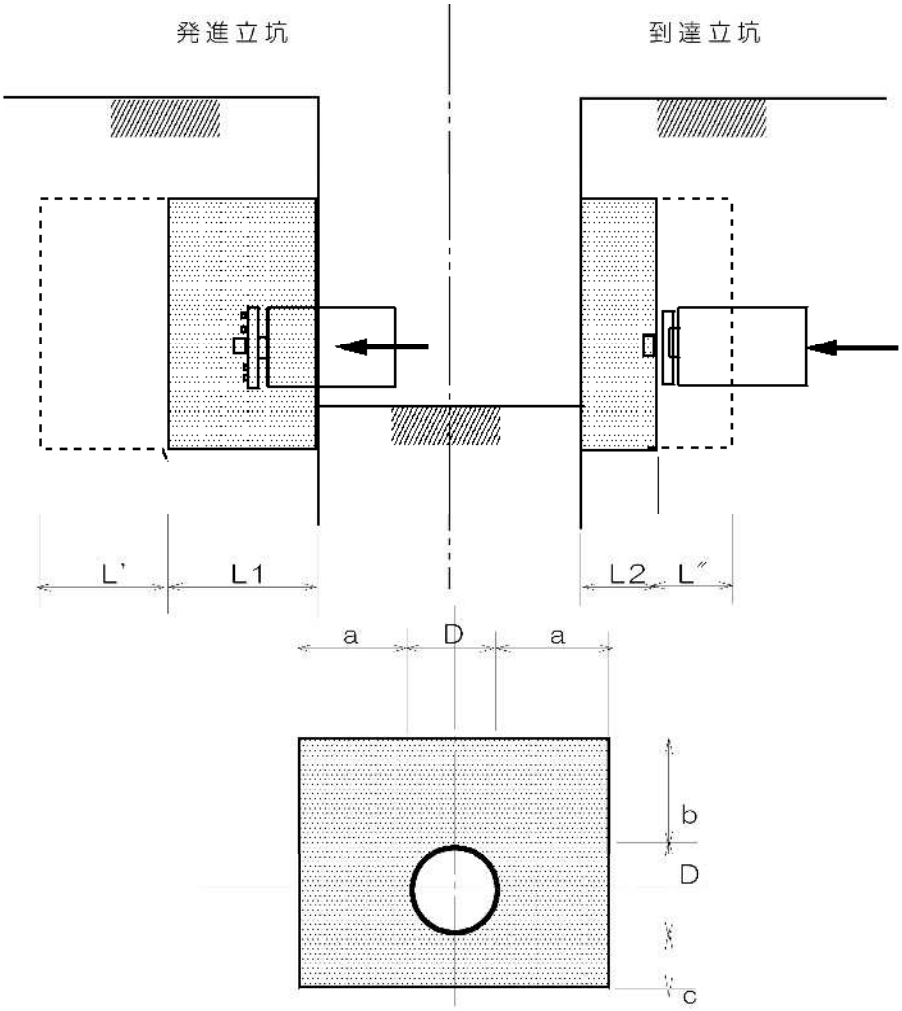
（2） 最小範囲

計算式等で求めた注入範囲が小さな値となった場合でも、協会等の設計指針から工法での採用改良範囲が設定されている場合は、担当部署を協議し、その効果が十分得られる配置を考慮して必要最小範囲を確保する。

（3） 発進・到達坑口の防護

湧水地盤や軟弱地盤における推進工法では、鏡部の止水及び地山の安定のために、発進、到達坑口の地盤改良を行うことが必要となる。防護方法として、薬液注入工法及び攪拌混合工法が主として採用されている。

立坑発進・到達防護図



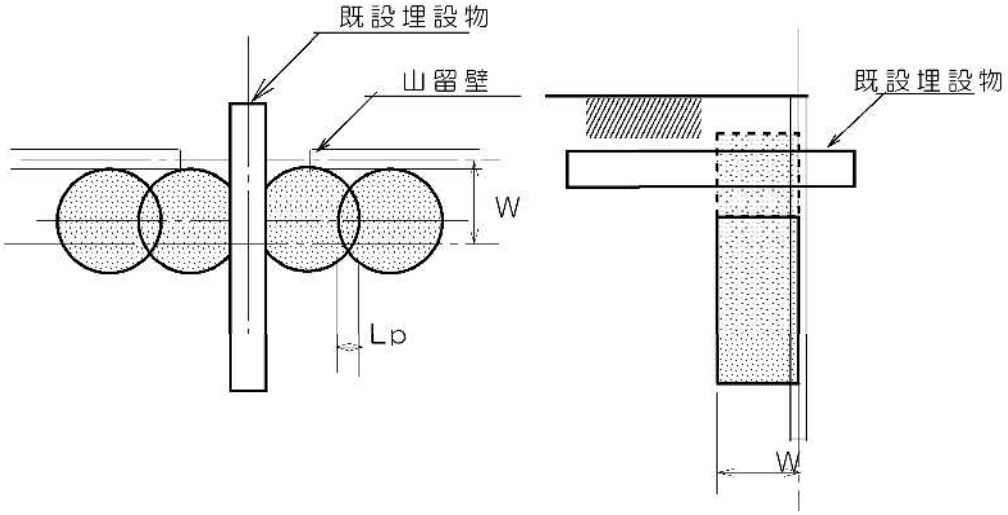
改良範囲	高さ　H＝D+b+c	D：管外径
		b、c：計算値又は最小値
幅	W＝D+2a	a：計算値又は最小値
厚さ	L＝L１（+L'）	発進　L：計算値+L'又は最小値
	L＝L２（+L"）	到達　L：計算値+L"又は最小値+L"

L'・L"は施工等を含め、発注者等と検討協議する。

（4） その他の防護

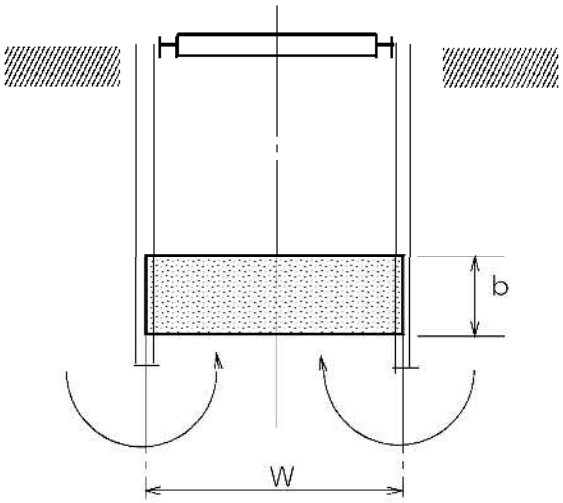
1） 山留工不連続部

地下埋設物等の影響で吊り防護等を必要とする場合、仮設の一部に欠損部が生じ、この防護に地盤改良を行う。地盤改良の有効改良幅を決める際には、改良径、ラップ長を考慮し削孔ピッチを決定する。



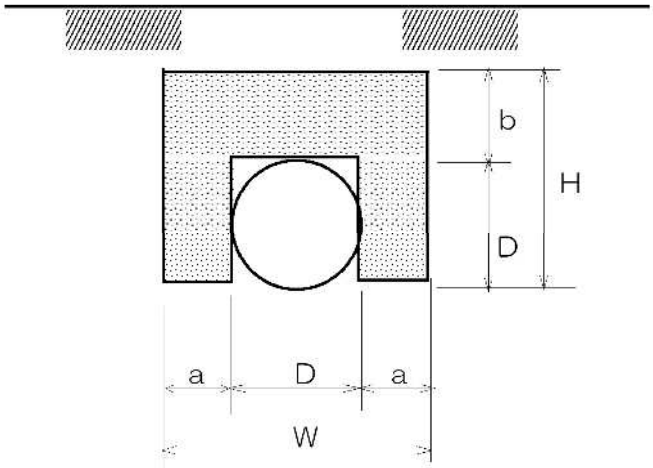
2） 底盤部

底盤部の地盤改良は、土質条件、地下水等からボイリング、ヒービング等の生ずる恐れのある場合、仮設計算から適正な矢板長が得られない時に行う。



3） 他施設の防護部

推進工法等で管きょが鉄道軌道、河川等の下部を横断する場合等に、その施設への影響を防ぐために防護を行う。



6. 特殊人孔の構造計算

6-1 特殊人孔構造計算

（1） 構造計算手順

（2） 荷重条件

（3） 材料の許容応力度

【 解説 】

■準拠図書

- コンクリート標準示方書（構造性照査編） 土木学会 平成 14 年
- トンネル標準示方書［開削工法編］・同解説 土木学会 平成 12 年
- 道路橋示方書・同解説－Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編－（社）日本道路協会 平成 14 年
- 道路土工－カルバート工指針－(社)日本道路協会 平成 11 年
- 共同溝設計指針 （社）日本道路協会 昭和 61 年
- 土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手引き（案）
  －ボックスカルバート・擁壁－ 建設省 平成 11 年

（1） 構造計算手順

特殊人孔の構造計算は、次の手順にしたがい、実施することとなる。

- 各種使用材料の条件（使用材料、許容応力度、ヤング係数 など）
- 土質条件（土層、土質定数、地下水位 など）
- 解析モデルの設定（4 辺固定版モデル、両端固定版モデル など）
- 荷重算定（自重、活荷重、土圧、水圧、内水圧 など）
- 発生応力算定（発生モーメント、せん断力、軸力）
- 許容応力度法による照査（部材厚、配筋量の照査）
- 耐震設計（必要に応じて行う）

（2） 荷重条件

1） 死荷重

死荷重の算出には、以下に示す単位体積重量を用いる。

（kN/m^3）

材　　料	単位体積重量	材　　料	単位体積重量
鋼・鋳鋼・鍛鋼	77	セメントモルタル	21
鋳鉄	71	木材	8.0
鉄筋コンクリート	24.5	アスファルトコンクリート	22.5
コンクリート	23	舗装	

2） 活荷重

活荷重は、自動車荷重、群集荷重及び載荷重とし、自動車荷重については衝撃を考慮する。

3） 自動車荷重

T-25 荷重は、土中を 45 度に分布した荷重とし、車道部に適用することを原則とする。T-25 荷重については、道路橋示方書の規定によるものとする。

4） 衝撃

自動車荷重による衝撃係数は、以下のとおりである。

自動車荷重による衝撃係数

種　　別	土被り厚 H（m）	衝撃係数
ボックスカルバート アーチカルバート 門形カルバート コルゲートメタルカルバート	H＜4.0	0.3
	4.0≦H	0
コンクリート製パイプカルバート セラミックパイプカルバート 硬質塩化ビニルパイプカルバート 強化プラスチック複合パイプカルバート	H＜1.5	0.5
	1.5≦H＜6.5	0.65－0.1H
	6.5≦H	0

5） 群集荷重

群集荷重は、5.0 kN/m^2 とする。

6） 載荷重

構造物に作用する載荷重は、10.0 kN/m^2

7） 土圧荷重

土の単位体積重量は土質定数表による。尚、埋め戻し土の単位体積重量は 18 kN/m^3 とし、地下水位下にある土の単位体積重量は 9 kN/m^3 を差し引いた値とする。

8） 水圧

水の単位体積重量は、10 kN/m^3 とする。

(3) 材料の許容応力度

1） コンクリート

(N/mm^2)

設計基準強度	許容曲げ圧縮応力度	許容付着応力度	許容せん断応力度
24	8.0	1.60	0.39

2） 鉄筋

(N/mm^2)

応力度、部材の種類 ＼ 鉄筋の種類			SD345
引張応力度	荷重の組み合わせに衝突荷重あるいは地震の影響を含まない場合	一般の部材	180
		厳しい環境下の部材	160
	荷重の組み合わせに衝突荷重あるいは地震の影響を含む場合の許容応力度の基本値		200
	鉄筋の重ね継手長あるいは定着長を算出する場合		200

3） 限界状態設計法の材料強度

① コンクリート

(N/mm^2)

項　目	コンクリートの設計基準強度
	24
設計圧縮強度	24

② 鉄筋

(N/mm^2)

項　目	引張降伏強度
	SD345
設計引張降伏強度	345

6-2 断面力算定

特殊人孔の部材は、主として頂版、側版、中床版、底版にて構成される。そのため、各部材における作用加重に対して、適切な耐力保持できる構造モデルを設定し、部材算定を行うことが必要である。

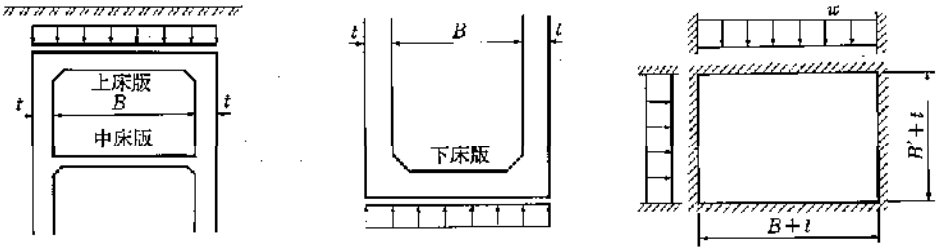
また、断面力算定については、開口の大きさや位置、支承条件を適切に評価し、断面力算定を行う必要がある。

【 解説 】

（1） 頂版・底版

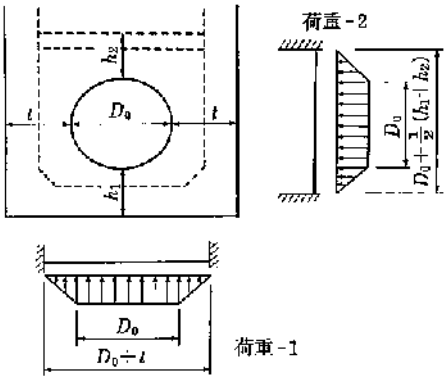
頂版・底版は、以下に示すとおり 4 辺固定スラブとして解析する。ただし、頂版、底版の長短辺比（=長辺／短辺）が 2.5 を越える場合には、短辺方向での両端固定梁モデルなどを選択する。なお、モデル選定にあたっては、長短辺比、開口面積、支承条件から適切に選択すること。

- 4 辺固定版モデル
- 3 辺固定版モデル
- 両端固定梁モデル
- 片持ち梁モデル

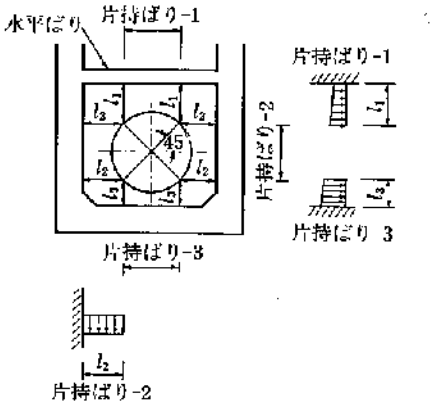


(a) 上床版の荷重　(b) 下床版の荷重　(c) 解析モデル

4 辺固定版モデル



両端固定梁モデル

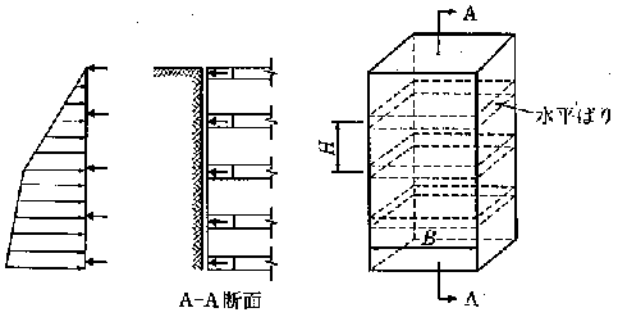


片持ち梁モデル

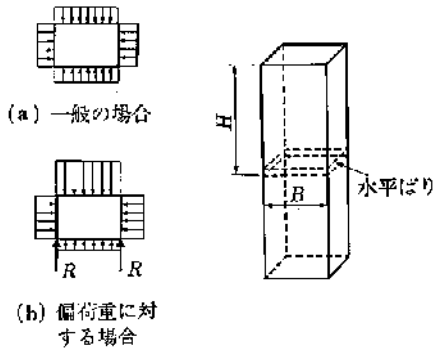
（2） 側版

側版の解析モデルは、その断面形状により、一般に、以下の 3 つのモデルが用いられる。

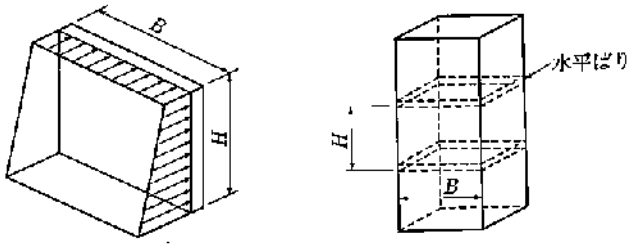
- 鉛直方向梁モデル（H/B≦0.4）
- 水平ラーメンモデル（H/B≧2.5）
- 2 方向版モデル（0.4＜H/B＜2.5）



鉛直方向梁モデル（H/B≦0.4）



水平ラーメンモデル（H/B≧2.5）



2 方向版モデル（0.4＜H/B＜2.5）

第 6 章 管 路 施 設 腐 食 対 策

1. 管路施設腐食対策

【下水道管路施設腐食対策の手引き（案）平成１４年５月（社）日本下水道協会】　参照

1-1 下水道管きょ設計フロー

（1）　適用について

（2）　対策施設

（3）　腐食対策

【 解説 】

（1）　適用について

管路施設腐食対策としては過渡期的な状況で、具体的な方法等が確定されていない状況から、ここでは基本的に発生しやすい状況等示し、検討の必要性明示しその都度状況に応じた対応を行うことに留める。

その適用範囲は管きょ、マンホール、取付管、汚水ますを含む管路施設とし、原則的には新規施設とする。経年変化の老朽化対策は別途とし、硫化水素に起因する硫酸によるコンクリートの腐食を対象とする。また、その他硫酸による腐食の可能性がある管路施設（ダグタイル鋳鉄管、鋼管）についても適用する。

（2）　対象施設

対象施設は、コンクリート構造物を基本とする。

管材およびマンホール製品の耐酸性については、（社）日本下水道協会の規格を参照すること。

（3）　腐食対策

管路施設の腐食対策は次の３種類に分類される。

1）　発生源対策

硫化水素の発生要因の除去または抑制対策。

2）　腐食抑制

発生した硫化水素ガスの低減対策や、硫黄酸化細菌の活性抑制による硫酸生成抑制に関する対策。

3）　防食

耐硫酸性を有する管材・マンホール製品、コンクリート自身の耐硫酸性向上やコンクリート表面への耐硫酸性の被覆工法による対策。

1-2 硫酸によるコンクリート腐食の発生箇所

（1） 段差・落差の大きい箇所の気相部

（2） 伏越し管の上流部・下流吐出し部の気相部等

（3） ビルピット排水管接合部の気相部

（4） 圧送管吐出し部の気相部

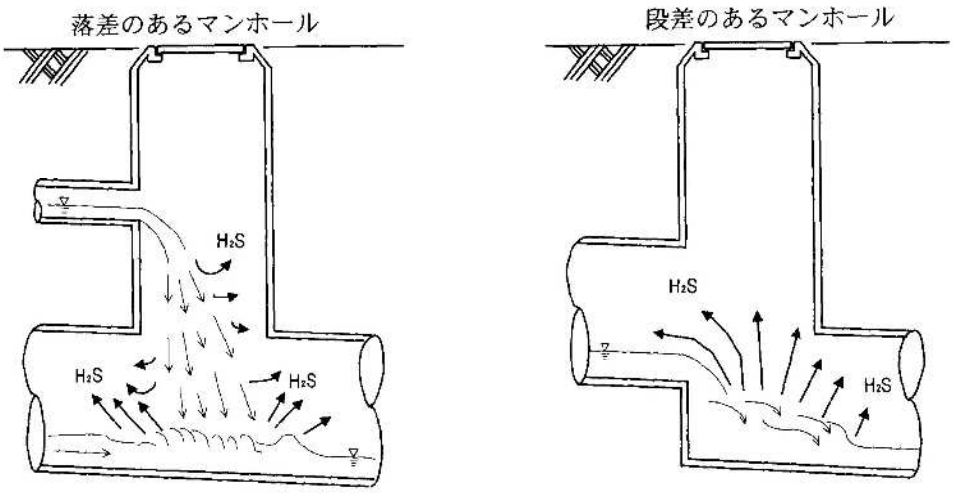
（5） 特殊な腐食場所

【 解説 】

（1） 段差・落差の大きい箇所の気相部

管路施設内を流下する下水の汚泥中には溶存硫化物が存在し、段差・落差のある箇所（乱れが生じる箇所）では溶存硫化物が硫化水素ガスとなって気相中に放散される。このようなマンホール周辺では、高濃度の硫化水素ガスが滞流しやすく、コンクリートの腐食が起こりやすい。

下水の流下条件が、水面からの曝気等による溶存酸素濃度が高い（好気性）箇所では発生しにくく、溶存酸素濃度が低い箇所（嫌気性）では溶存硫化物が液相から気相へと放散されコンクリート腐食が起きやすくなる。



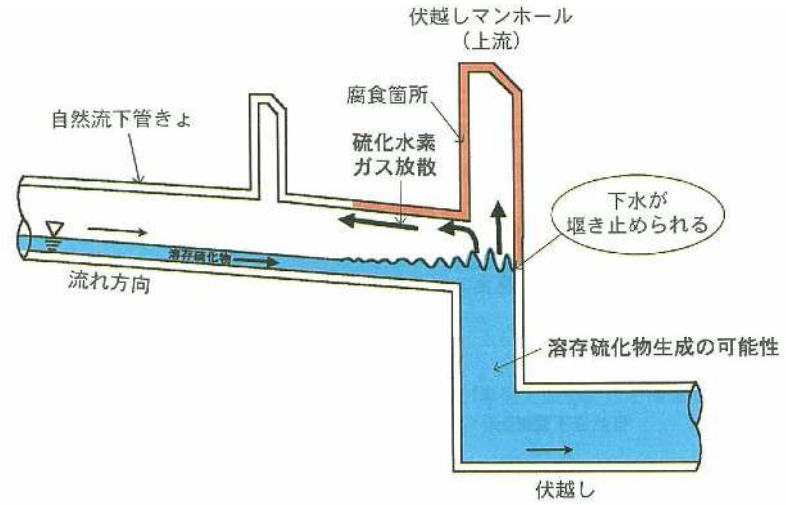
段差、落差のあるマンホール部での硫化水素ガスの発生イメージ

（2） 伏越し管の上流部・下流吐出し部の気相部

1） 伏越し部の上流

伏越し部上流側では、少量の下水が流入する状態の場合、下水が伏越し部で堰き止められた状態となり、滞留時間が長期化し、下水の流れに伴う管きょ内の空気の流れが止められ、溶存硫化物が堆積し硫化水素が発生する。

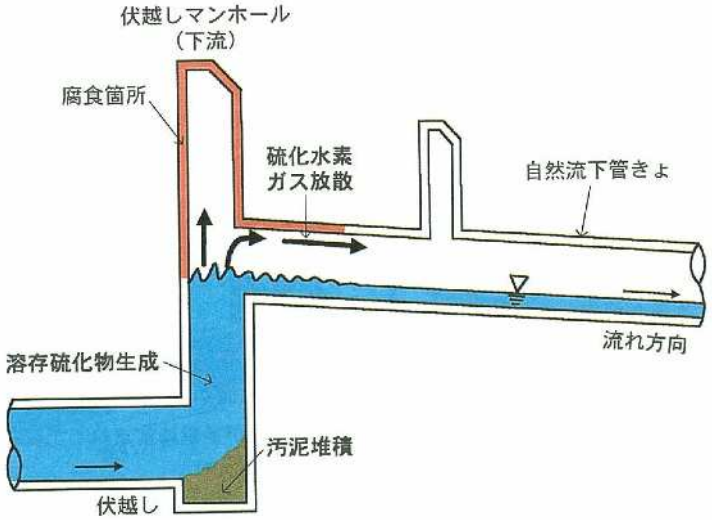
上流側のマンホール部分では、滞流部分で嫌気性消化に伴う硫化物が生成され、気相部分では発生する硫化水素ガスによってコンクリート壁面から腐食が内部に向かって進行する。



伏越し上流部におけるコンクリート腐食の概念図

2） 伏越し部下流

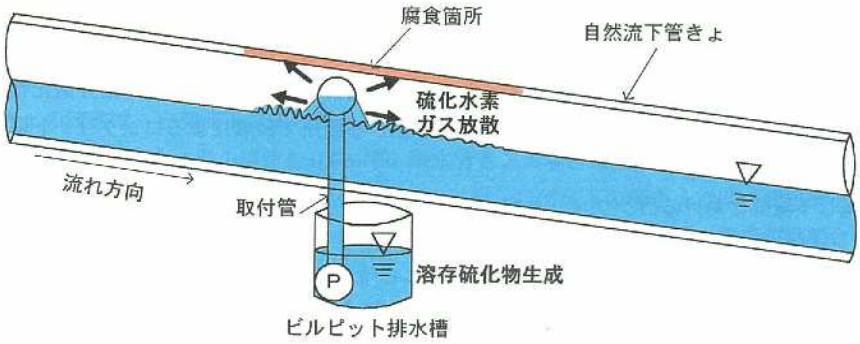
伏越し部上流では、下流と同様な状態が生じる。



伏越し下流部におけるコンクリート腐食の概念図

（3） ビルピット排水管接合部の気相部

ビルピット排水槽を有する取付管等の吐出し箇所では、排水槽の状態によって曝気等の作用が停止された場所に溶存酸素が生成され、ポンプの稼働とともに排水され接続部上・下流に腐食が発生する。

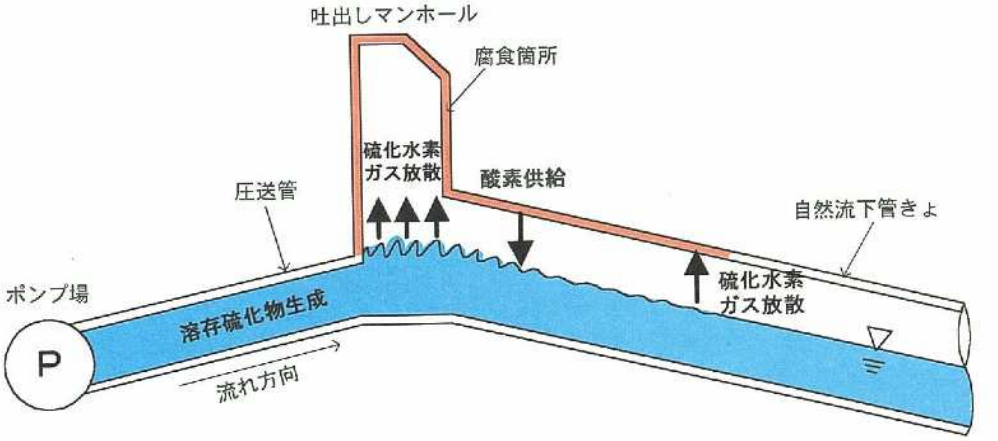


ビルピット排水が排出される箇所の上下流部におけるコンクリート腐食の概念図

（4） 圧送管吐出し部の気相部

圧送管内では、気相部がなく酸素供給がされないため、ポンプの吐出し間隔が長い状態が続く場合等で溶存硫化物が生成されやすい。溶存硫化物はポンプ吐出しとともに流出側のマンホールへ流出し、流れの乱れに伴い気相部へ硫化水素が放散される。

ポンプの運転間隔、圧送距離（500m 以上）等によって腐食状態は変化する。この影響が上・下流で発生し、特に圧送管、ポンプ施設等にも及ぶ可能性がある。



圧送管吐出し先の管路施設におけるコンクリート腐食の概念図

（5） 特殊な腐食場所

管路施設内で腐食の起こりやすい特殊な箇所は、次のような場合所があげられる。

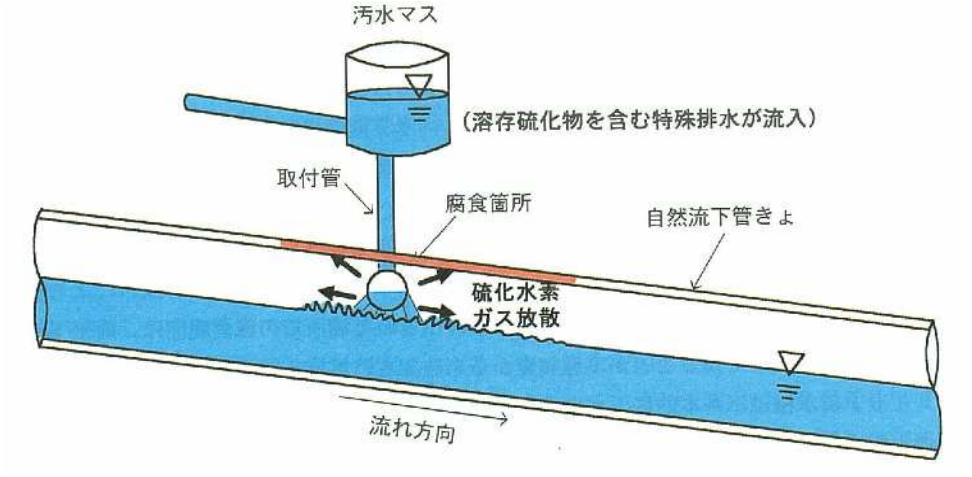
1） 溶存硫化物を含む特殊排水が流入する箇所

2） 管路施設の不等沈下箇所

3） 管内貯溜部

4） 汚泥が貯溜しやすい箇所

5） 海水を含む侵入水がある箇所



溶存硫化物を含む特殊排水が排出される箇所の上下流部における
コンクリート腐食の概念図

1-3 腐食の状態

（1） 腐食環境条件

（2） 腐食環境条件と硫化水素ガス濃度

【 解説 】

（1） 腐食環境条件

分類	腐食環境条件	摘要
Ⅰ種	硫化水素の発生要因近傍で、硫化水素ガスの滞留が多く、腐食が厳しい環境。（維持管理上、発生源対策を必要とする。）	放置した場合、併用年数 10 年未満で劣化度 A ランクに達する腐食環境を想定。
Ⅱ種	硫化水素の発生要因に近傍し、硫化水素ガスの滞留があり、腐食速度が緩やかな環境。 （発生源対策を必要とする場合と必要としない場合がある。）	放置した場合、併用年数 10 年未満で劣化度 B ランクに達する腐食環境を想定。
Ⅲ種	硫化水素の発生要因に近傍しているが、硫化水素ガスの滞留は少なく、腐食速度が小さい環境。	放置した場合は、併用年数 10 年未満で劣化度 C ランクに達する腐食環境を想定。

（2） 腐食環境条件と硫化水素ガス濃度

腐食環境条件と平均硫化水素ガス濃度の関係

腐食環境条件	平均硫化水素ガス濃度
Ⅰ種	Ⅰ種（併用年数 10 年未満で劣化度 A ランクに達する腐食環境）を平均硫化水素ガス濃度 50ｐｐｍ以上とする。
Ⅱ種	Ⅱ種（併用年数 10ｈ年未満で劣化度 B ランクに達する腐食環境）を平均硫化水素ガス濃度 10～50ｐｐｍとする。
Ⅲ種	Ⅲ種（併用年数 10ｈ年未満で劣化度Ｃランクに達する腐食環境）を平均硫化水素ガス濃度 10ｐｐｍ未満とする。

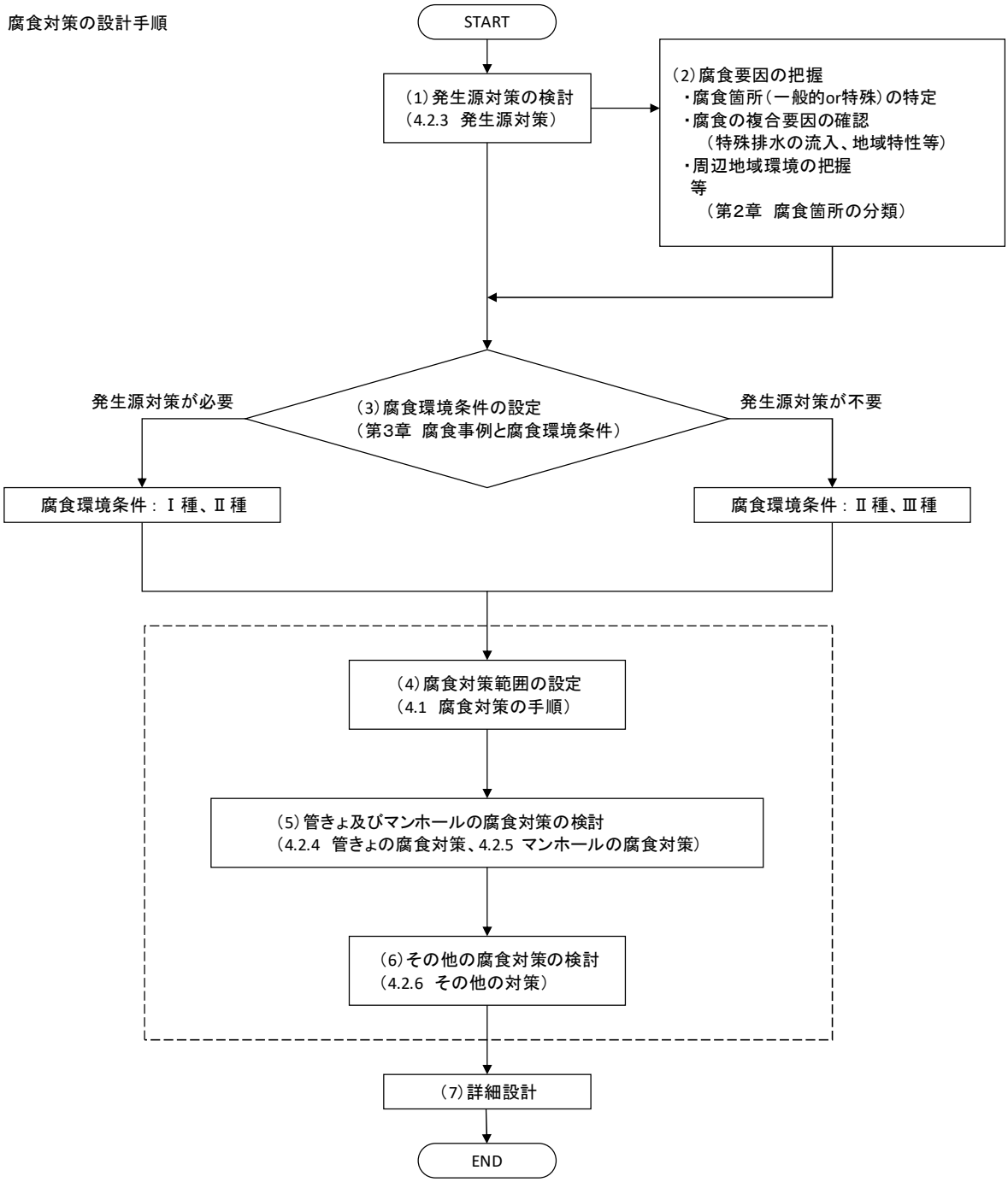
1-4 腐食対策

（1） 設計手順

（2） 腐食対策

【 解説 】

（3） 設計手順



（4） 腐食対策

1） 腐食対策の分類と対策技術

腐食対策の分類と対策技術

腐食対策の分類	対策の主眼	原理と対策
（1）発生源対策	下水中の硫酸イオン濃度の低下	硫化水素生成ポテンシャルの低下： ・工場排水・温泉排水等の規制、 海水浸入の防止。
	下水あるいは汚泥中の硫化物生成の抑制・固定	嫌気性化防止： ・圧送管への空気注入、酸素注入、硫酸塩注入など。 ・伏越し管の構造変更。 ・ビルピット対策。 ・自然流下管きょでの再曝気、沈殿物の排除、コンクリート表面の洗浄、フラッシング。 液相中の硫化物の酸化・固定化： ・塩化第二鉄注入、ポリ硫酸第二鉄注入
（2）腐食抑制	硫化水素の気相中への放散防止	硫化水素の放散を抑制する構造： ・合流部の撹乱防止。 ・段差、落差の解消
	硫酸を生成する硫黄酸化細菌の活動抑制	気相中の硫化水素ガスの希釈・除去： ・換気・脱臭。 コンクリート表面の乾燥： ・換気。 硫黄酸化細菌の代謝抑制： ・コンクリートへの防菌剤、抗菌剤混入
（3）防食	耐硫酸性材料	耐硫酸性材料による製品： ・FRPM 管、塩ビ管、セラミックパイプ ・レジンコンクリート製品 ・塩ビ製小型マンホール
	コンクリートの耐硫酸性向上及び表面被覆	コンクリート自体の耐硫酸性向上： ・耐硫酸性コンクリート コンクリート表面の被覆： ・塗布型樹脂ライニング工法 ・シートライニング工法 ・埋設型枠工法

2） 腐食対策の分類と対策技術

一般的な腐食箇所における対策の基本方針

<table>
<tr><th colspan="2">要因
分類</th><th>圧送管吹出し先</th><th>ビルピット</th><th>多量の溶存硫化物を含む排水</th><th>長大伏越し</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Ⅰ類</td><td>環境</td><td>耐強酸性の管材等の採用のみでは対応が困難で空気注入や酸素注入、薬品添加等の発生源対策の併用が不可欠な環境。</td><td colspan="3" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>対策</td><td>発生源対策と耐強酸性の管材等を併用する。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Ⅱ類</td><td>環境</td><td colspan="4">維持管理面や周辺地域環境条件等により発生源対策を併用する必要がある場合と、発生源対策を必要とせず耐強酸性の管材のみで対策が十分な環境。</td></tr>
<tr><td>対策</td><td colspan="4">・耐強酸性を有する管材を使用する。
（樹脂あるいはセラミック材料等により管材が構成されている材料）
・耐強酸性を有する材料をコンクリート管の内面に被覆し一体化する。
（樹脂やセラミック材料あるいはシートをコンクリート内面にライニングしたもの）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Ⅲ類</td><td>環境</td><td colspan="4">防菌・抗菌コンクリート等の防食材料が使用可能な環境。</td></tr>
<tr><td>対策</td><td colspan="4">耐強酸性の管材や硫黄酸化細菌の増殖抑制効果を有する防食材料を使用する。
（樹脂やセラミックの管材等や防菌・抗菌コンクリート）</td></tr>
</table>

特殊な腐食箇所における対策の考え方

要因 分類	自然流下方式の管路施設	硫酸塩を含む排水
環境	不等沈下等により下水が滞留している環境。	硫酸塩を含む特殊排水等の流入により、下流部での硫化物生成ポテンシャルが高いと想定される環境。
影響	滞留している近傍や下流の段差のあるマンホールに影響する。	下流に影響し、下水の嫌気性化により高濃度の溶存硫化物が生成する可能性がある。
対策	最小実流速の確保や不等沈下を防止する管基礎の選定等。	必要に応じて流入の制限や発生源対策とともに、Ⅱ種またはⅢ種対応の管材やマンホールの使用。

1-5 圧送管吐出し部の対策

（1） 圧送管吐出し先の管路施設対策

（2） 圧送管吐出し箇所のマンホール施設対策

（3） その他の対策

【 解説 】

（1） 圧送管吐出し先の管路施設対策

管きょの腐食対策には次の 2 種類の方法が考えられ、前頁の「2）腐食対策の分類と対策技術の『表 一般的な腐食箇所における対策の基本方針』」に基づいて最適な手法を選択する。

1） 硫黄酸化細菌の増殖抑制

防菌・抗菌コンクリートの使用。

2） 管きょの耐硫酸性向上

① 耐硫酸性を有する管材

樹脂製品、セラミック製品、レジンコンクリート製品等の使用。

② 耐硫酸性を有するコンクリート管内面

樹脂ライニング、セラミックライニング、シートライニング等の仕様。

圧送管吐出し先の管路施設の硫酸によるコンクリート腐食は、圧送管の規模により多岐に渡るが、特に圧送管に流入する下水の水質及び水量、圧送管内での滞留時間（溶存硫化物濃度）、吐出し先下流部における段差、落差の程度（流れの乱れ）に大きく影響されるため各条件を整理したうえで対策の検討を行う。

（2） 圧送管吐出し箇所のマンホール施設対策

マンホールの腐食対策は、管きょと同様、次の 2 種類の方法が考えられ、『表 一般的な腐食箇所における対策の基本方針』に基づいて最適な方法を選択する。

1） 硫黄酸化細菌の増殖抑制

防菌・抗菌コンクリートの使用。

2） マンホールの耐硫酸性向上

① 耐硫酸性を有する管材

樹脂製品、セラミック製品、レジンコンクリート製品等の使用。

② 耐硫酸性を有するコンクリート管内面

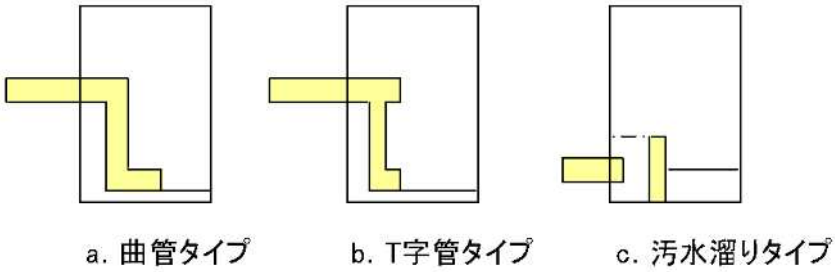
樹脂ライニング、セラミックライニング、シートライニング等の仕様。

（3） その他の対策

1） 圧送管吐出し口について

圧送管吐出し先は、管路内で生成した溶存硫化物が一気に流下水素ガスとなって発散しやすい箇所であり、腐食が最も著しい箇所である。生成された溶存硫化物の濃度が高いと吐出し先での流下水素ガス濃度が高くなり、かつ、下流側でも下水中に溶存硫化物が残存し、広い範囲まで影響を及ぼす。生成された溶存硫化物濃度が低いと、吐出し先において下水を攪乱させ流下水素ガスを発生させる構造とすることにより、下水中の残存流下物が少なくなり、下流側への影響範囲を小さくすることが可能である。対策方法としては、発生する流下水素ガス濃度の程度を把握することが重要であり、また、臭気対策も念頭において設計を行う。

例として、下水を攪乱させない圧送管吐出し先構造例を下図に示す。



圧送管吐出し先の構造例

なお、圧送管吐出し部マンホールは、マンホールのみでなくマンホール内にある圧送管材、ステップ、マンホール蓋枠等も腐食対策の検討を行う。

（参照：下水道管路施設腐食対策の手引き（案）　平成 14 年５月　日本下水道協会）

Ⅱ　資　　料　　集

資　料　編　　目　次

１　管きょ諸元一覧表　----------　１－１
２　覆工計算例　----------　２－１
３　小口径管推進工法の概要　----------　３－１
４　立坑内空伏せの計算例　----------　４－１
５　補助工法の概要　----------　５－１
６　スリップ防止用鉄蓋の性能規定----------　６－１
７　特記仕様書----------　７－１
８　チェックリスト----------　８－１
９　下水道管渠工事概要書----------　９－１

1　管きょ諸元一覧表

1. 硬質塩化ビニル管

硬質塩化ビニル管の形状・寸法

呼び径	外　径 D cm	厚　さ t cm	管厚中心半径 r’ cm	管長 1cm 当りの 断面２次ﾓｰﾒﾝﾄ I cm^4/cm	管長 1cm 当りの 断面係数 Z cm^3/cm
75	8.9	0.30	4.30	0.002	0.015
100	11.4	0.35	5.53	0.004	0.020
125	14.0	0.45	6.78	0.008	0.034
150	16.5	0.55	7.98	0.014	0.050
200	21.6	0.70	10.45	0.029	0.082
250	26.7	0.84	12.93	0.049	0.118
300	31.8	0.99	15.41	0.081	0.163
350	37.0	1.12	17.94	0.117	0.209
400	42.0	1.26	20.37	0.167	0.265
450	47.0	1.41	22.80	0.234	0.331
500	52.0	1.56	25.22	0.3116	0.406
600	63.0	1.92	30.54	0.590	0.614
700	73.2	2.26	35.47	0.962	0.851
800	83.5	2.58	40.46	1.431	1.109

JSWAS K-1

2. 強化プラスチック複合管（B 形及び C 形）

強化プラスチック複合管（B 形及び C 形）の形状・寸法

呼び径	厚　さ t cm	管厚中心 半径 R cm {m}	管の曲げ剛性 EI Kgf・cm²/cm {kN・m²/m}		断面係数 Z cm³/cm {μm³/m}
			1　種	2　種	
200	7.0	10.350 {0.10350}	5000 {0.49163}	3290 {0.32299}	0.0817 {8.17}
250	7.5	12.875 {0.12875}	6150 {0.60469}	4040 {0.39727}	0.0938 {9.38}
300	8.0	15.400 {0.15400}	8110 {0.79360}	5330 {0.52480}	0.1067 {10.67}
350	8.5	17.925 {0.17925}	9720 {0.95189}	6400 {0.62948}	0.1204 {12.04}
400	9.0	20.450 {0.20450}	12150 {1.1907}	8200 {0.80190}	0.1350 {13.50}
450	9.5	22.975 {0.22975}	14290 {1.4004}	9650 {0.94311}	0.1504 {15.04}
500	10.0	25.500 {0.25500}	18750 {1.8417}	12500 {1.2250}	0.1667 {16.67}
600	12.0	30.600 {0.30600}	32400 {3.1824}	21600 {21168}	0.2400 {24.00}
700	14.0	35.700 {0.35700}	51450 {5.0535}	34300 {3.3614}	0.3267 {32.67}
800	16.0	40.800 {0.40800}	76800 {7.5435}	51200 {5.0176}	0.4267 {42.67}
900	18.0	45.900 {0.45900}	109350 {10.741}	72900 {7.1442}	0.5400 {54.00}
1000	20.0	51.000 {0.51000}	150000 {14.733}	100000 {9.8000}	0.6667 {66.67}
1100	22.0	56.100 {0.56100}	199650 {19.610}	133100 {13.044}	0.8067 {80.67}
1200	24.0	61.200 {0.61200}	259200 {25.459}	172800 {16.934}	0.9600 {96.00}
1350	27.0	68.850 {0.68850}	369060 {36.250}	246040 {24.112}	1.2150 {121.50}
1500	30.0	76.500 {0.76500}	506250 {49.725}	337500 {33.075}	1.5000 {150.00}
1650	33.0	84.150 {0.84150}	673820 {66.184}	449210 {44.023}	1.8150 {181.50}
1800	36.0	91.800 {0.91800}	874800 {85.925}	583200 {57.154}	2.1600 {216.00}
2000	40.0	102.000 {1.02000}	1200000 {117.87}	800000 {78.400}	2.6667 {266.67}
2200	44.0	112.200 {1.12200}	1597200 {156.88}	1064800 {104.35}	3.2267 {322.67}
2400	48.0	122.400 {1.22400}	2073600 {203.67}	1382400 {135.48}	3.8400 {374.00}
2600	52.0	132.600 {1.32600}	2636400 {258.95}	1757600 {172.24}	4.5067 {450.67}
2800	56.0	142.800 {1.42800}	3292800 {323.43}	2195200 {215.13}	5.2267 {522.67}
3000	60.0	153.000 {1.53000}	4050000 {397.80}	2700000 {264.60}	6.0000 {600.00}

JSWAS K-2

3. 強化プラスチック複合管（D 形）

強化プラスチック複合管（D 形）の形状・寸法

呼び径	厚　さ t cm	管厚中心 半径 R cm {m}	管の曲げ剛性 EI Kgf・cm²/cm {kN・m²/m}		断面係数 Z cm³/cm {μm³/m}
			1　種	2　種	
200	10	10.500 {0.10500}	5220 {0.51332}	3430 {0.33724}	0.1667 {16.67}
250	10.5	13.025 {0.13025}	6380 {0.62607}	4180 {0.41131}	0.1838 {18.38}
300	11	15.500 {0.15550}	8330 {0.81702}	5490 {0.54028}	0.2017 {20.17}
350	11.5	18.075 {0.18075}	9970 {0.97599}	6550 {0.64541}	0.2204 {22.04}
400	12	20.600 {0.20600}	12440 {1.2171}	8400 {0.81968}	0.2400 {24.00}
450	12.5	23.125 {0.23125}	14580 {1.4280}	9860 {0.96171}	0.2604 {26.04}
500	13	25.650 {0.25650}	19050 {1.8744}	12770 {1.2467}	0.2817 {28.17}
600	15.5	30.775 {0.30755}	32920 {3.2373}	22000 {21533}	0.4004 {40.04}
700	18	35.900 {0.35900}	52280 {5.1389}	34860 {3.4182}	0.5400 {54.00}
800	20	41.000 {0.41000}	77900 {7.6549}	51850 {5.0918}	0.6667 {66.67}
900	22	46.100 {0.46100}	110800 {10.874}	73940 {7.2380}	0.8067 {80.67}
1000	25	51.250 {0.51250}	152200 {14.951}	101500 {9.9448}	1.0417 {104.17}
1100	28	56.400 {0.56400}	202900 {19.926}	135100 {13.254}	1.3067 {130.67}
1200	31	61.550 {0.61550}	263700 {25.899}	176000 {17.227}	1.6017 {160.17}
1350	34	69.200 {0.69200}	375000 {36.805}	249800 {24.481}	1.9267 {192.67}
1500	37	76.850 {0.76850}	512900 {50.411}	342600 {33.536}	2.2817 {228.17}
1650	41	84.550 {0.84550}	683000 {67.132}	445700 {44.654}	28017 {280.17}
1800	45	92.250 {0.92250}	887500 {87.195}	592500 {57.998}	3.3750 {337.50}
2000	49	102.450 {1.02450}	1216000 {119.43}	810600 {79.442}	4.0017 {400.17}
2200	54	112.700 {1.12700}	1619000 {158.99}	1080000 {105.75}	4.8600 {486.00}
2400	59	122.950 {1.22950}	2102000 {206.43}	1404000 {137.31}	5.8017 {580.17}

JSWAS K-2

4. 台付鉄筋コンクリート管

台付鉄筋コンクリート管の形状・寸法

呼び径	ひび割れ 加重 Q kgf/m {kN/m}	破壊加重 Q' Kgf/m {kN/m}	管厚 t cm	管厚中心半径 R m	自重 W tf/m
250	6200 {60.80}	8100 {79.43}	0.045	0.1475	0.1435
300	7000 {68.65}	9100 {89.24}	0.050	0.1750	0.1800
350	7100 {69.63}	9250 {90.71}	0.054	0.2020	0.2226
400	7200 {70.61}	9400 {92.18}	0.058	0.2290	0.2705
450	7300 {71.59}	9500 {93.16}	0.062	0.2560	0.3387
500	7400 {72.57}	9650 {94.63}	0.065	0.2825	0.3990
600	7500 {73.55}	9750 {95.61}	0.071	0.3355	0.5126
700	7800 {76.49}	10150 {99.54}	0.077	0.3885	0.6391
800	7900 {77.47}	10300 {101.01}	0.083	0.4415	0.7834
900	8100 {79.43}	10550 {103.91}	0.089	0.4945	0.9419
1000	8300 {81.40}	10800 {105.91}	0.095	0.5475	1.1124
1100	8400 {82.38}	10950 {107.38}	0.101	0.6005	1.2939
1200	8600 {84.34}	11200 {109.83}	0.107	0.6535	1.4972

JSWAS A-9

5. 小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管

小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管の形状・寸法

呼び径	ひび割れ 加重 Q kgf/m {kN/m}	破壊加重 Q' Kgf/m {kN/m}	管厚 t cm	管厚中心半径 R m	自重 W tf/m
250	32.4 {3300}	49.1 {5000}	0.055	0.1525	0.129
300	34.4 {3500}	52.0 {5300}	0.057	0.1785	0.157
350	37.3 {3800}	55.9 {5700}	0.060	0.2050	0.189
400	39.3 {4000}	58.9 {6000}	0.063	0.2315	0.225
450	42.2 {4300}	63.8 {6500}	0.067	0.2585	0.267
500	44.2 {4500}	66.7 {6800}	0.070	0.2850	0.307
600	46.1 {4700}	69.7 {7100}	0.080	0.3400	0.419
700	48.1 {4900}	72.6 {7400}	0.090	0.3950	0.547

JSWAS A-6

6. 鉄筋コンクリート管（1 種）

鉄筋コンクリート管（1 種）の形状・寸法

呼び径	ひび割れ加重 Q kN/m	破壊加重 Q' kN/m	管　厚 t m		管厚中心半径 R m		自重 W tf/m	
			B，C，異	NC	B，C，異	NC	B，C，異	NC
150	16.67	25.50	0.026	—	0.088	—	0.0352	—
200			0.027	—	0.114	—	0.0472	—
250			0.028	—	0.139	—	0.0599	—
300	17.65	26.48	0.030	—	0.165	—	0.0762	—
350	19.61	29.42	0.032	—	0.190	—	0.0941	—
400	21.57	32.36	0.035	—	0.218	—	0.1170	—
450	23.54	35.30	0.038	—	0.244	—	0.1430	—
500	25.50	38.25	0.042	—	0.271	—	0.1750	—
600	29.42	44.13	0.050	—	0.325	—	0.2500	—
700	32.36	49.03	0.058	—	0.379	—	0.3380	—
800	35.30	52.96	0.066	—	0.433	—	0.4400	—
900	38.25	57.86	0.075	—	0.488	—	0.5630	—
1000	41.19	61.78	0.082	—	0.541	—	0.6830	—
1100	43.15	65.70	0.088	—	0.594	—	0.8050	—
1200	45.11	71.59	0.095	—	0.648	—	0.9470	—
1350	47.07	81.40	0.103	—	0.727	—	1.150	—
1500	50.01	91.20	0.112	0.140	0.806	0.820	1.390	1.770
1650	52.96	101.01	0.120	0.150	0.885	0.900	1.630	2.080
1800	55.90	110.82	0.127	0.160	0.964	0.980	1.880	2.410
2000	58.84	117.68	0.145	0.175	1.070	1.090	2.390	2.930
2200	61.78	123.56	0.160	0.190	1.180	1.200	2910	3.500
2400	64.72	129.45	0.175	0.205	1.290	1.300	3.470	4.110
2600	67.67	135.33	0.190	0.220	1.400	1.410	4.080	4.780
2800	70.61	141.22	0.205	0.235	1.500	1.520	4.740	5.490
3000	73.55	147.10	0.220	0.250	1.610	1.630	5.450	6.250

JSWAS A-1

7. 鉄筋コンクリート管（2 種）

鉄筋コンクリート管（２種）の形状・寸法

呼び径	ひび割れ加重 Q kN/m	破壊加重 Q' kN/m	管　厚 t m		管厚中心半径 R m		自重 W tf/m	
			B，C，異	NC	B，C，異	NC	B，C，異	NC
150	23.54	47.07	0.026	—	0.088	—	0.0352	—
200			0.027	—	0.114	—	0.0472	—
250			0.028	—	0.139	—	0.0599	—
300	25.50	50.99	0.030	—	0.165	—	0.0762	—
350	27.46	54.92	0.032	—	0.190	—	0.0941	—
400	32.36	62.76	0.035	—	0.218	—	0.1170	—
450	36.28	66.69	0.038	—	0.244	—	0.1430	—
500	41.19	70.61	0.042	—	0.271	—	0.1750	—
600	49.03	77.47	0.050	—	0.325	—	0.2500	—
700	53.94	85.32	0.058	—	0.379	—	0.3380	—
800	58.84	93.16	0.066	—	0.433	—	0.4400	—
900	53.74	100.03	0.075	—	0.488	—	0.5630	—
1000	68.65	107.87	0.082	—	0.541	—	0.6830	—
1100	72.57	112.78	0.088	—	0.594	—	0.8050	—
1200	75.51	117.68	0.095	—	0.648	—	0.9470	—
1350	79.43	125.53	0.103	—	0.727	—	1.150	—
1500	83.36	133.37	0.112	0.140	0.806	0.820	1.390	1.770
1650	88.26	142.20	0.120	0.150	0.885	0.900	1.630	2.080
1800	93.16	150.04	0.127	0.160	0.964	0.980	1.880	2.410
2000	98.07	160.83	0.145	0.175	1.070	1.090	2.390	2.930
2200	102.97	171.62	0.160	0.190	1.180	1.200	2910	3.500
2400	107.87	182.40	0.175	0.205	1.290	1.300	3.470	4.110
2600	112.78	192.21	0.190	0.220	1.400	1.410	4.080	4.780
2800	117.68	203.00	0.205	0.235	1.500	1.520	4.740	5.490
3000	122.58	212.80	0.220	0.250	1.610	1.630	5.450	6.250

JSWAS A-1

8. 鉄筋コンクリート管（3 種）

鉄筋コンクリート管（3 種）の形状・寸法

呼び径	ひび割れ加重 Q kN/m	破壊加重 Q' kN/m	管　厚 t m		管厚中心半径 R m		自重 W tf/m	
			B，C，異	NC	B，C，異	NC	B，C，異	NC
150	—	—	0.026	—	0.088	—	0.0352	—
200			0.027	—	0.114	—	0.0472	—
250			0.028	—	0.139	—	0.0599	—
300	—	—	0.030	—	0.165	—	0.0762	—
350	—	—	0.032	—	0.190	—	0.0941	—
400	—	—	0.035	—	0.218	—	0.1170	—
450	—	—	0.038	—	0.244	—	0.1430	—
500	—	—	0.042	—	0.271	—	0.1750	—
600	—	—	0.050	—	0.325	—	0.2500	—
700	—	—	0.058	—	0.379	—	0.3380	—
800	—	—	0.066	—	0.433	—	0.4400	—
900	—	—	0.075	—	0.488	—	0.5630	—
1000	—	—	0.082	—	0.541	—	0.6830	—
1100	—	—	0.088	—	0.594	—	0.8050	—
1200	—	—	0.095	—	0.648	—	0.9470	—
1350	—	—	0.103	—	0.727	—	1.150	—
1500	109.83	164.75	0.112	0.140	0.806	0.820	1.390	1.770
1650	116.70	175.54	0.120	0.150	0.885	0.900	1.630	2.080
1800	122.58	184.37	0.127	0.160	0.964	0.980	1.880	2.410
2000	129.45	194.17	0.145	0.175	1.070	1.090	2.390	2.930
2200	136.31	204.96	0.160	0.190	1.180	1.200	2910	3.500
2400	142.20	213.78	0.175	0.205	1.290	1.300	3.470	4.110
2600	149.06	223.59	0.190	0.220	1.400	1.410	4.080	4.780
2800	154.95	232.42	0.205	0.235	1.500	1.520	4.740	5.490
3000	161.81	243.20	0.220	0.250	1.610	1.630	5.450	6.250

JSWAS A-1

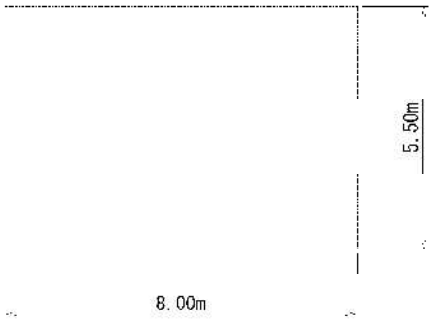
２　覆 工 計 算 例

覆 工 の 計 算（例）

1.立坑計画

・鋼矢板締切

・路面覆工　有



2.路面覆工の計算

2-1.覆工板

鋼製覆工板を使用する。

・形状：2.00m×1.00m×0.20m

・重量：w＝0.187 tf/m^2

2-2.覆工受桁の計算

(1)使用鋼材

I－450×175×11×20

断面性能　A＝116.8cm^2　　Z_X＝1740cm^3

w＝0.0917 tf/m　　I_X＝39200cm^4

(2)計算条件

支間L＝5.50mの単純ばりとして計算する。

桁の配置は自動車走行方向に直角とする。

(3)断面力の算定

a)死荷重による断面力

（覆工受桁 1m当り）

Wdo＝0.187×2.00＋W

＝0.374＋0.0917　　＝0.466 tf/m

Mdo＝1/8×Wdo×L^2

＝1/8×0.466×5.50^2　＝1.762 tf･m

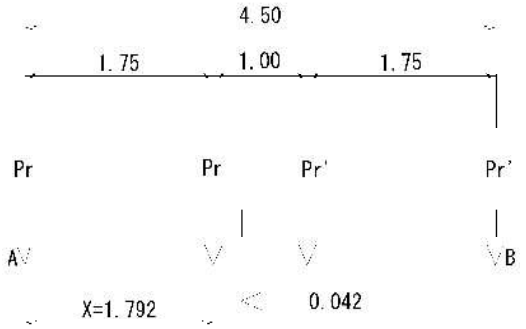
Sdo＝1/2×Wdo×L

＝1/2×0.466×5.50　＝1.282 tf

b)活荷重による断面力

i)活荷重による最大曲げモーメント

T-25 後輪荷重を考慮する。



Pr =10.0tf (T-25)

Pr' =5.0tf

桁に絶対最大曲げモーメントが生じる荷重配置は Pr の連行荷重の合力 ΣPr の作用線と最も近い荷重 Pr の作用線を 2 等分する点が単純ばりの中心線と一致する状態である。

合力位置の算出

合力 ΣPr＝2(Pr＋Pr')

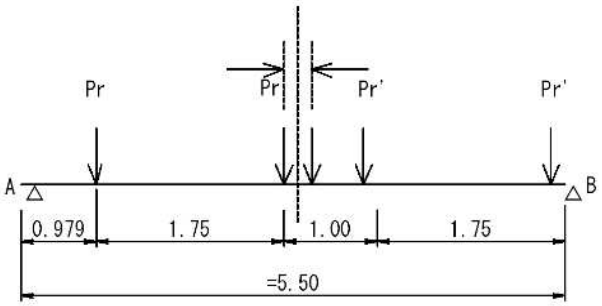
＝2×(10.0＋5.0)= 30.0 tf

A点に関するモーメントのつり合いより

1.75×10.0＋2.75×5.0＋4.50×5.0＝30.0X

∴X＝1.792m

以上より、載荷状況は次図の時である。



上図より、A点反力R_Aは、

R_A＝{(0.021＋1.771)×5.0＋(2.771＋4.521)×10.0}/5.50

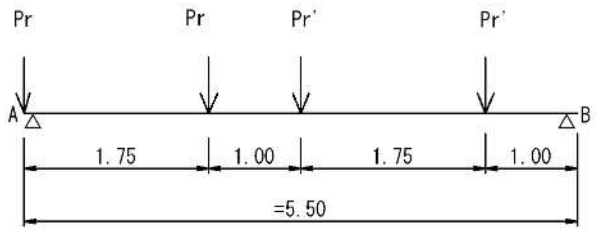
＝14.887 tf

∴M_L＝14.887×2.729－1.75×10.0

＝23.127 tf･m

ii)活荷重による最大せん断力

桁に最大せん断力が生じる載荷状況は下図の通り。



S_L＝{(5.50＋3.75)×10.0＋(2.75＋1.00)×5.0}/5.50

＝20.227 tf

c)衝撃荷重による断面力

衝撃係数 i＝0.3

M_i＝M_L ・i＝23.127×0.3＝6.938 tf･m

S_i＝M_L ・i＝20.227×0.3＝6.068 tf

d)断面力の算定

a)～c)より受桁に作用する断面力は

ΣM＝Mdo＋M_L＋M_i

＝1.762+23.127＋6.938＝31.827 tf･m

ΣS＝Sdo＋S_L＋S_i

＝1.282＋20.227＋6.068＝27.577 tf

(4)応力度の算定

a)曲げモーメントに対して

s＝ ΣM/Z_X＝(31.827×10^5)/1740

＝1829 kgf/cm^2＜Ssa＝2100 kgf/cm^2 OK

b)せん断力に対して

腹板のみで抵抗するものと考える。

腹板厚 t＝1.1cm

けた高 h＝45cm

t＝ ΣS/th＝(27.577×10^3)/(1.1×45)

＝557 kgf/cm^2＜t_a＝1200 kgf/cm^2 OK

(5)たわみ量の計算

桁中央にML(活荷重による曲げモーメント)を生じる等値等分布荷重WLは

WL＝8･ML/L2＝(8×23.127×105)/5502＝61.2 kgf/m

従って、活荷重による桁のたわみ量 dLは

dL＝(5･WL･L4)/(384･E･I)

＝(5×61.2×5504)/(384×2.1×106×39200)

＝0.886cm＜L/400＝550/400＝1.375cm＜2.5cm OK

2-3.桁受の計算

(1)使用鋼材

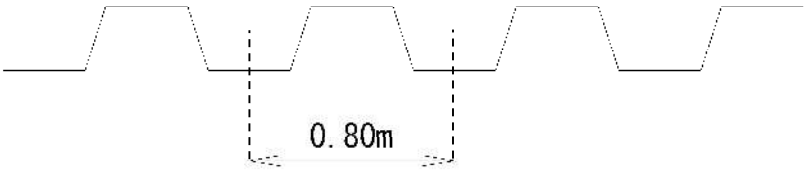
[－300×90×10×15.5

断面性能A＝55.74cm^2　　ZX＝494cm^3

w＝0.0428 tf/m　　IX＝7410cm^4

(2)計算条件

スパン長　L＝0.8m　単純ばりとする。



(3)断面力の算定

a)桁最大反力：P

P＝ΣS＝27.577 tf

b)最大曲げモーメント：Mmax

Mmax＝1/4・P・L

＝1/4×27.577×0.80＝5.515 tf・m

c)最大せん断力：Smax

Smax＝P＝27.577 tf

(4)応力度の算定

a)曲げモーメントに対して

s　＝Mmax/Z_X＝(5.515×10^5)/494

＝1116 kgf/cm^2＜Ssa＝2100 kgf/cm^2　　OK

b)せん断力に対して

腹板のみで抵抗するものと考える。

腹板厚　t＝1.0 cm

けた高　h＝30 cm

t＝Smax/t・h＝(27.577×10^3)/(1.0×30)

＝919 kgf/cm^2＜t_a＝1200 kgf/cm^2　　OK

３　小口径管推進工法の概要

＜＜小口径推進工法の概要＞＞

3-1 基本事項

（1） 小口径管推進工法の開発と経緯

（2） 小口径管推進工法の定義

（3） 開削工法と小口径管推進工法との比較

（4） 長距離・曲線施工可能な小口径管推進工法

【 解説 】

（1） 小口径管推進工法の開発と経緯

日本で推進工法が採用されてから多くの年月が経過し、シールド工法と併せて技術の進歩と共に安定した管きょ施工法として採用されてきた。古くから採用されていた刃口推進工法等は、最小管径が一般に開削工法に用いる管径より大きいこともあって、設計上の断面を用いて経済的な小口径断面の推進工法が開発実用化された。

その後、小口径推進工法は、都市部の交通、埋設物、騒音、振動、環境等の面から開削工法に変わる施工法として発達し、礫質土等を含め適応する土質の範囲の拡大、施工精度の向上、推進距離の増加、適用管径、管種の拡大等、様々な技術開発が加えられ多くの工法が次々に実用化され現在に至っている。

（2） 小口径管推進工法の定義

小口径管推進工法とは、小口径推進管又は誘導管の先端に小口径管先導体を接続し、立坑等から遠隔操作等により掘削、ずり出し又は圧入しながら推進管を布設するもので、呼び径 700mm 以下の管に用いられ、掘削方法、ずり出し方法等により多くの方式がある。

（3） 開削工法と小口径管推進工法との比較

一般的に管きょ工事は開削工法が最も経済的であるとい言われているが、施工する現場の条件によっては、地下埋設物や周辺家屋への影響に伴う補助工法や仮設工法、周辺の交通状況、工事に伴う借地、補償関係等を比較検討すれば必ずしも開削工法が経済的であるとばかりはいえない。これらの状況に加えて小口径推進工法は開削工法と技術の進歩もあり経済性の面でも安価となり、総合的に比較して接近し、近年、小口径管推進工法が多く採用されている。選定にあたっては、経済性と環境条件の面から、最も施工条件に適しているものを選定すべきである。

開削工法と小口径管推進工法の比較

項目＼工法	開削工法	小口径管推進工法	備考
適用土質	土質に制限はない	工法によって制限がある	
障害物	取り除き容易	取り除き困難	障害物：流木、杭、矢板、コンクリート他
経済性からみた埋設管土かぶり	一般に深さ3～4mまで	一般に深さ3m以上	【関連法規】 ・道路法施工令（第12条） ・河川管理施設等構造令（第17条）
地下埋設物への影響	大きい	小さい	【関連法規】 電力、ガス、水道、電々等の関連法規
施工の難易度	容易	高度な施工技術を要する	・開削工法の場合、軟弱地盤において特に埋め戻し、土留撤去の影響をうけやすい ・小口径管推進工法は、施工者の熟練度による
曲線施工	―	一部可	
交通障害	大きい	小さい	【関連法規】 ・道路法（第24、32条） ・道路交通法（第77条）
環境公害	騒音、振動、地盤沈下等が発生しやすい	少ない	【関連法規】 ・騒音規正法 ・振動規正法 ・建設工事公衆災害防止対策要綱（土木工事編）
工期	一般には短いが作業条件に影響されやすい	短い	

※参考文献：推進工法用設計積算要領「小口径管推進工法編」（平成２年度）
（社）日本下水道管渠推進技術協会

（4） 長距離・曲線施工可能な小口径管推進工法

1） 長距離・曲線推進の設計

周辺環境、施工条件から、小口径推進工法において、長距離・曲線施工の技術開発が進み、その実績も増えている。ここでは、長距離・曲線推進工法の概念および設計時の留意点について示す。

- 対象路線の土質に適用可能であること。
- １スパン推進延長が、掘進可能であること。なお、曲線施工の場合、曲線部の掘進抵抗を考慮し、許容推進延長を確認すること。
- 掘進機の適用可能な曲線半径であり、かつ推進管目地の開口長が許容開口長以下であること。
- 曲線部の側方荷重に対する地盤補強の有無について確認すること。
- 曲線施工の場合は、測量による施工精度が確保できること。

2） 推進管の開口長の算定

曲線部の開口長＋地震時の抜け出し量≦許容開口長

※地震時の抜け出し量：耐震設計を行う時にのみ、考慮する。

曲線部では、以下に示すように推進管継手部の目地が開く。継手カラーに覆われている継手には許容開口長さが定められており、開口長さが許容値を超えると継手の止水性が損なわれる。よって、開口長さの制約により、曲線の最小半径は定まる。なお、開口長さと曲線半径との関係は、以下の式より算定する。

$$S_1 = \frac{L \cdot D}{R_0 - D/2}$$

S_1 ： 外側の開口長さ（m）

L ： 推進管の有効長（m/本）

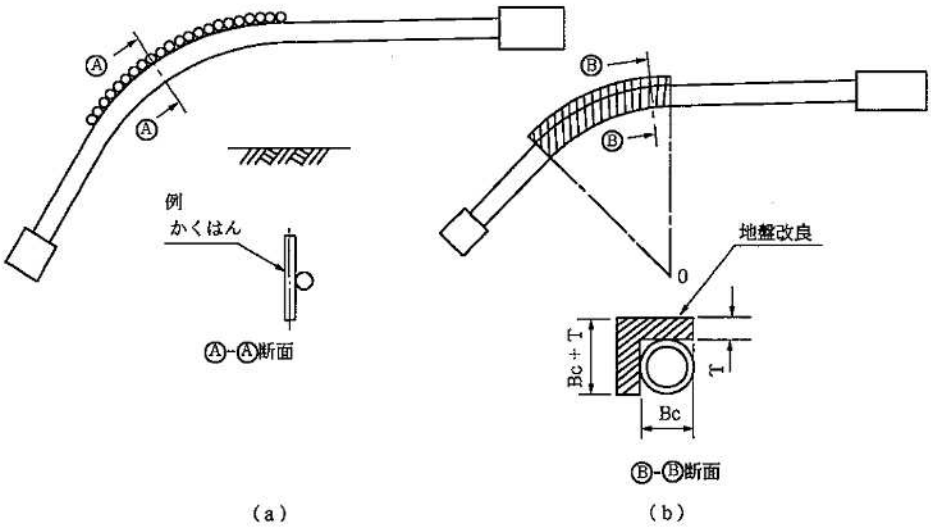
D ： 推進管の外径（m）

RO ： 曲線半径（m）

なお、管端部が直接接触し応力集中することを防止するために、クッション材などを使用する場合は、その厚みも考慮すること。

3） 側方荷重に対する地盤補強

曲線部では掘進機、推進管が外側に膨れ出す力に対する地耐力の確保及び曲線のためのオーバーカット空間の確保を目的として、薬液注入などによる地盤補強を行う場合がある。地盤改良の一例を以下に示す。



曲線部の地盤改良例

3-2 小口径管推進工法の分類

（1） 高耐荷力方式

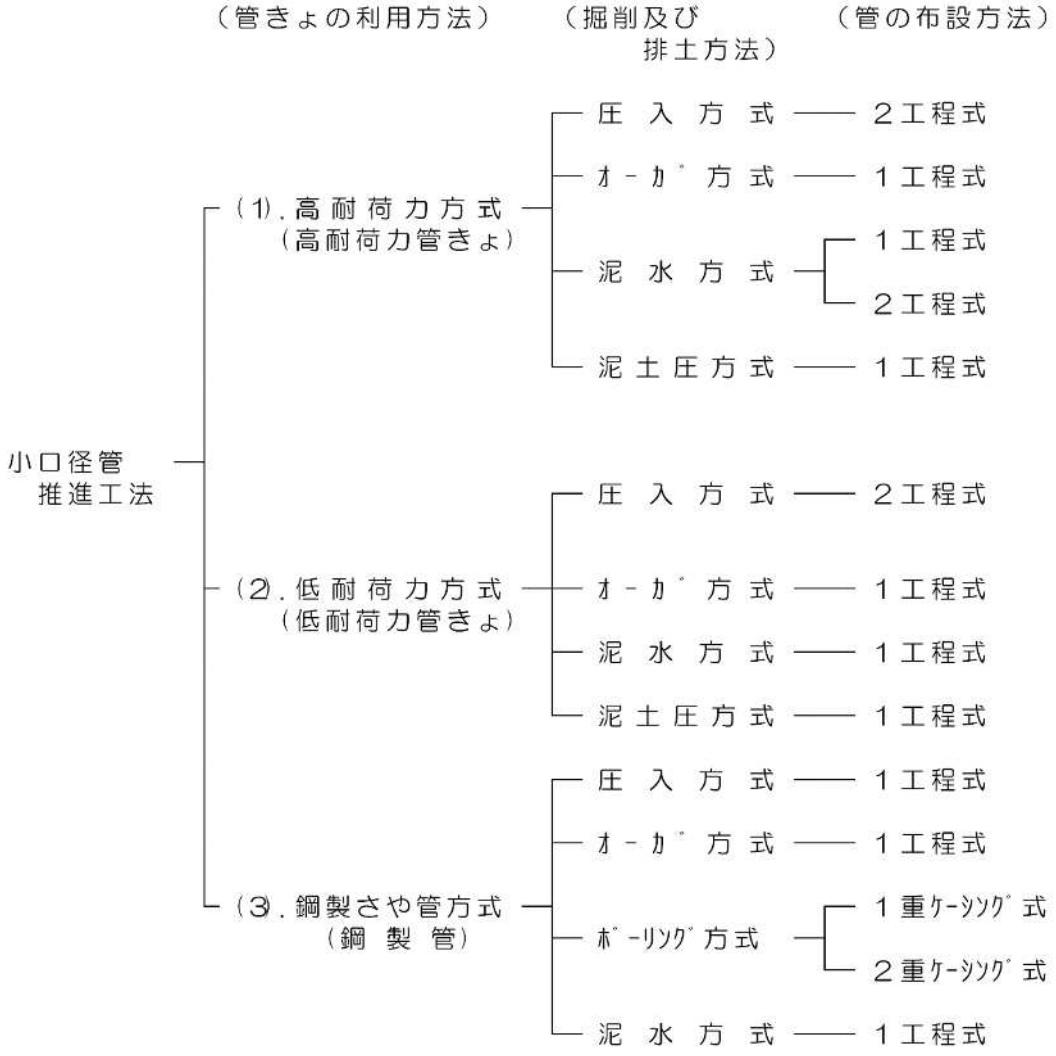
（2） 低耐荷力方式

（3） 鋼製さや管方式

【 解説 】

小口径管推進工法は、使用する推進管の管種及び呼び径、掘削方法、ずり出し方法、方向調整の方法等により様々な工法がある。

これらを大別すると次のようになる。



3-3　工法の概要

（1）　高耐荷力方式

1）　圧入方式（2 工程式）

2）　オーガ方式（1 工程式）

3）　泥水方式（1 工程式、2 工程式）

4）　泥土圧方式（1 工程式）

（2）　低耐荷力方式

1）　圧入方式（2 工程式）

2）　オーガ方式(1 工程式)

3）　泥水方式（1 工程式）

4）　泥土圧方式（1 工程式）

（3）　鋼製さや管方式

1）　圧入方式（1 工程式）

2）　オーガ方式（1 工程式）

3）　ボーリング方式（1 重ケーシング式、2 重ケーシング式）

4）　泥水方式（1 工程式）

（4）　長距離・曲線施工可能な小口径推進工法概要

【 解説 】

(1)　高耐荷力方式

高耐荷力方式は、高耐荷力管（鉄筋コンクリート管、ダクタイル鋳鉄管、陶管、強化プラスチック複合管等）を用い、推進方向の管の耐荷力に抗して、直接管端に推進力を負荷して推進する方法である。

1） 圧入方式

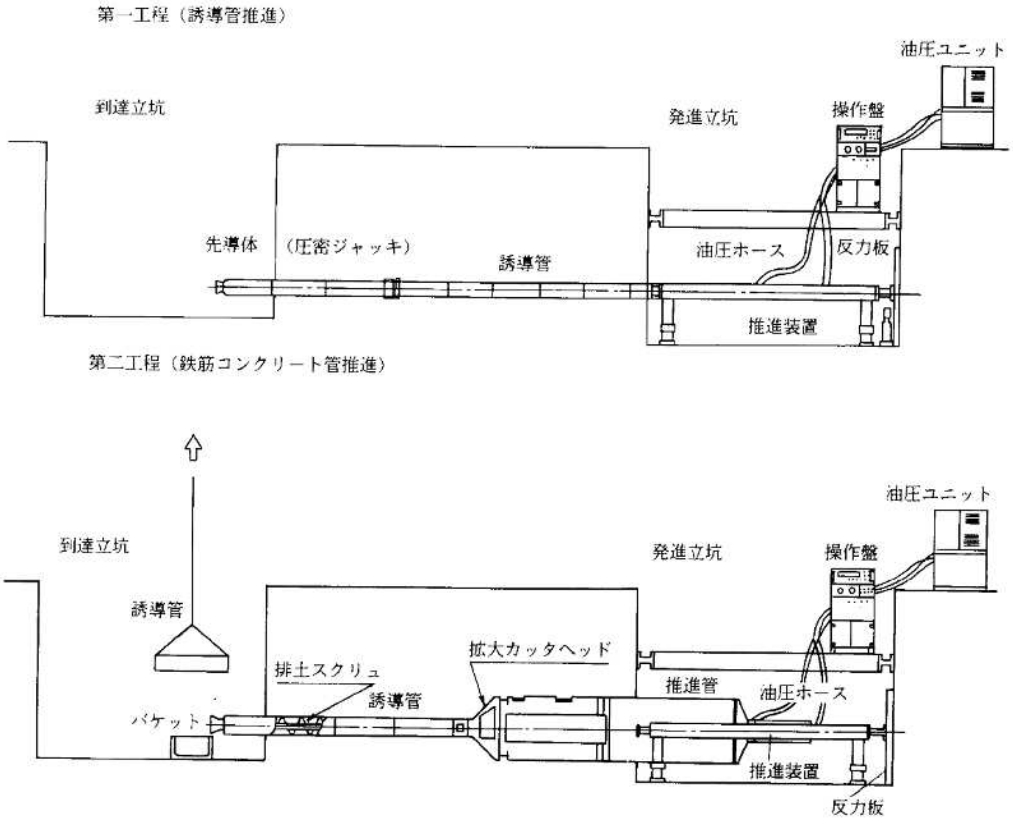
圧入方式は、最初に先導体及び誘導管を圧入させた後、これを案内として推進管を推進する２工程式である。

２工程式は、一般に軟弱な地盤に多用される。第１工程で先導体及び誘導管を圧入推進させ、第２工程で誘導管を案内として小口径推進管を圧入推進する。

第１工程には、先導体として圧密ジャッキヘッドを用いる方法と、斜切りヘッドを用いる方法がある。先導体には、遠隔方向制御装置を有し、方向修正を行う。

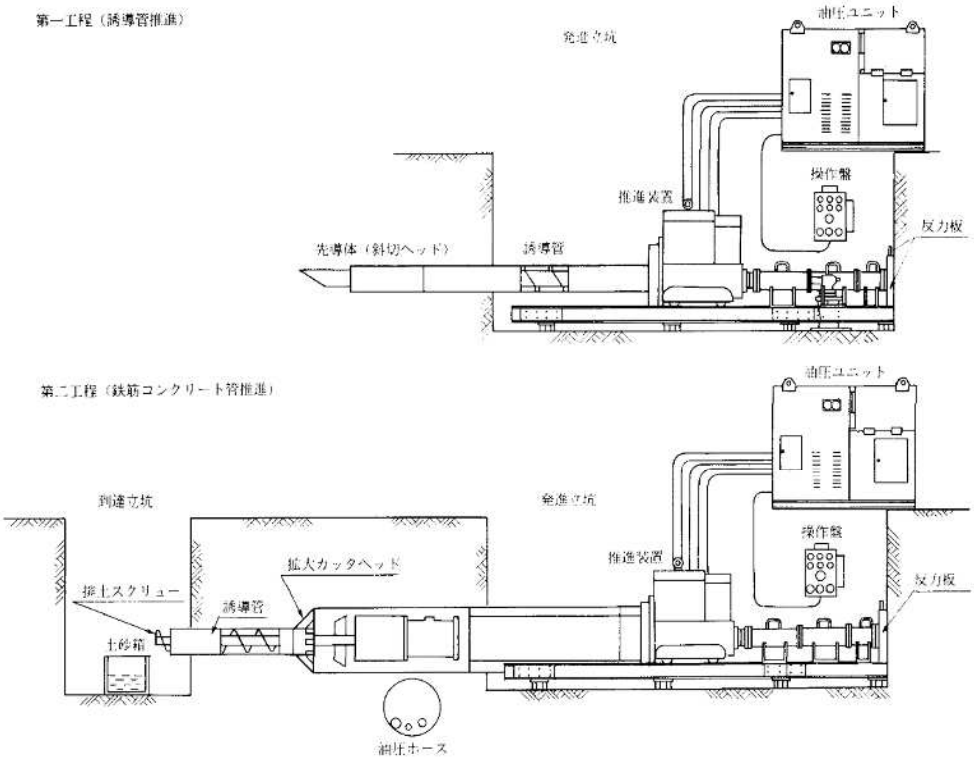
第２工程は、誘導管後部に拡大カッタと推進管を接続し、排土スクリュをセットした誘導管を案内として排土しながら小口径推進管を推進する。

適用範囲は、粘性土、砂質土でＮ値 0～15 程度であり、推進延長は 50～60m 程度である。



高耐荷力方式・圧入方式２工程式概要図

（圧密ジャッキヘッドを用いる例）



高耐荷力方式・圧入方式２工程式概要図

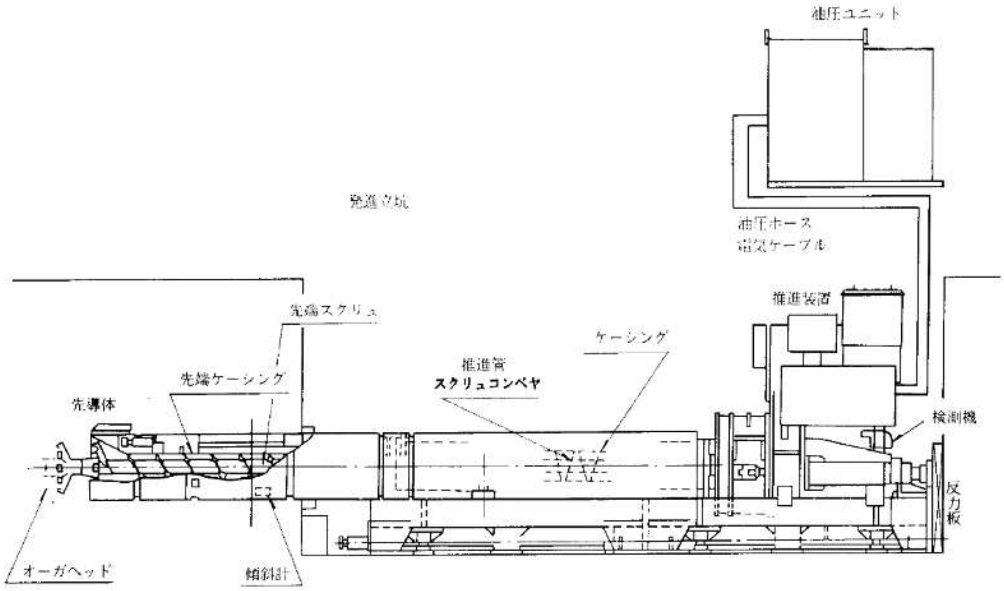
（斜切ヘッドを用いる例）

2） オーガ方式

オーガ方式は、先導体内にオーガヘッド及びスクリュコンベアを装着し、この回転により堀削排土を行いながら誘導管または推進管の推進を行う工程で、遠隔方向制御装置を設けており、方向修正を行う。

先導体に直接推進管を接続して推進を行う方式である。オーガヘッドにより掘削された土砂は、推進管内に設置されたスクリュコンベア及びケーシングにより発進立坑まで排土される。

適用範囲は、粘土土、砂質土、砂、小礫層の土質であり、玉石、礫層にはローラビットなどの専用ビットを装着した機種が用いられる。推進延長は、一般的な条件の場合 60～70m 程度である。



高耐荷力方式・オーガ方式１工程式概要図

3） 泥水方式

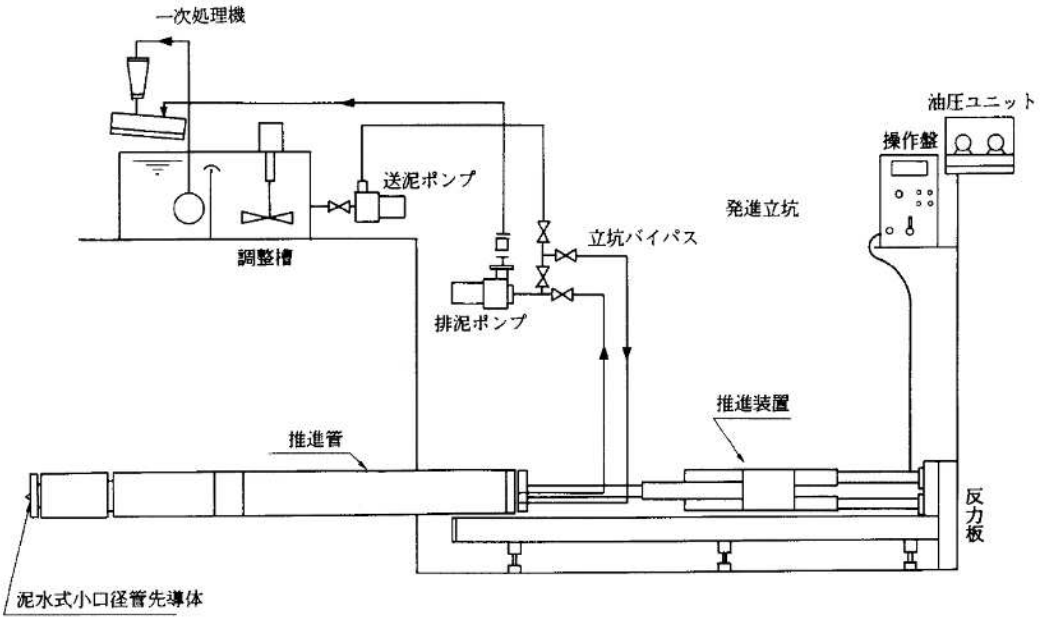
泥水方式は、推進管または誘導管の先端に泥水式先導体を装着し、切羽安定のため泥水を送り、カッタの回転により掘削を行い、掘削した土砂は泥水と混合しスラリー状の掘削土砂を流体輸送して、地上の泥水処理設備で土砂と泥水に分離する方法であり、1 工程式と２工程式がある。遠隔方向制御装置を設け、方向修正を行う。

適用範囲は、軟弱土、滞水性砂質土、砂礫土であるが、玉石・転石・岩盤対応の専用機もある。

a） 1 工程式

1 工程式は、泥水式セミシールドを小型化して遠隔制御したもので、先導体に直接推進を接続して推進を行う方式である。

適用範囲は、粘性土、砂質土、硬質土、礫質土であり、推進延長は、一般的に 100～140m 程度である。



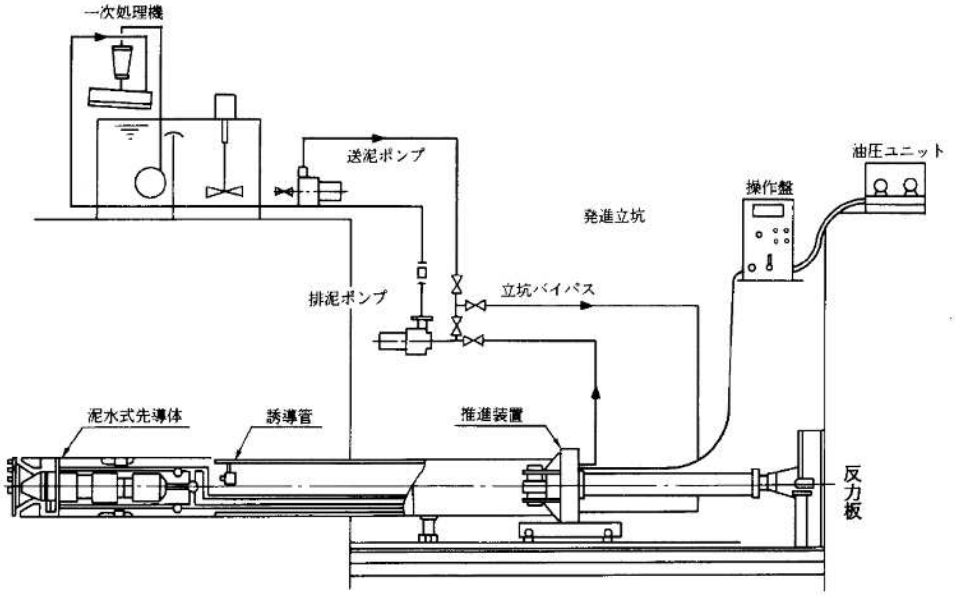
高耐荷力方式・泥水方式１工程式概要図

b） ２工程式

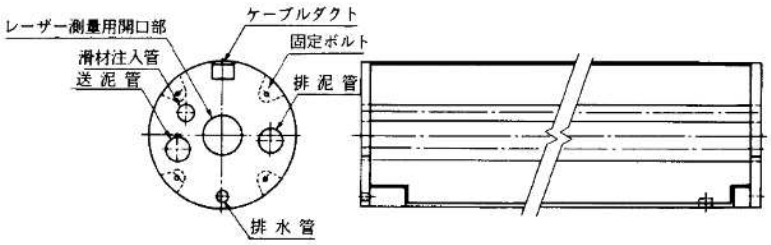
２工程式は、掘削及び推進の原理は 1 工程式と同様であるが、先導体に誘導管を接続して、一旦到達立坑まで推進した後、誘導管を推進管と置換する方式である。

適用範囲は、粘性土、砂質土、硬質土、礫質土であり、推進延長は、一般的に 120～160m 程度である。

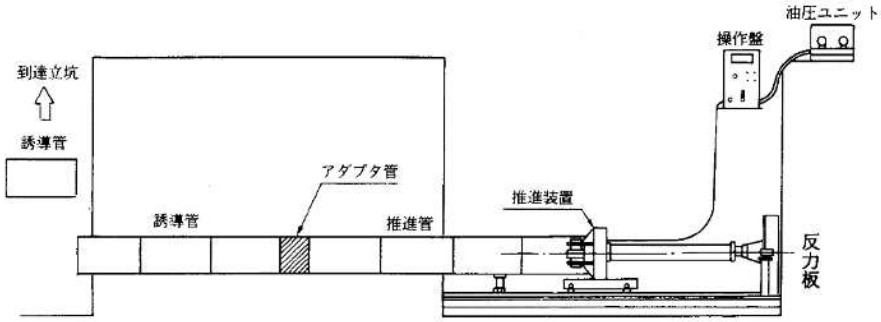
第一工程（誘導管推進）



（誘導管構造図）



第二工程（鉄筋コンクリート管推進）



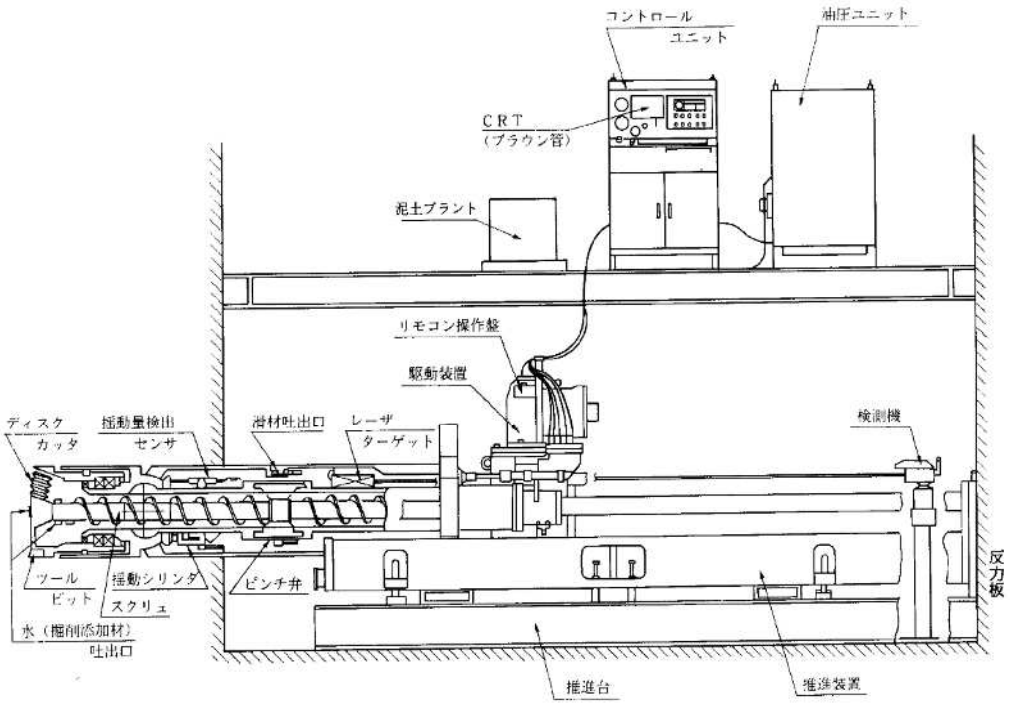
高耐荷力方式・泥水方式２工程式概要図

4） 泥土圧方式

泥土圧方式は、推進管の先端に泥土圧式先導体を装備し、掘削土砂の塑性流動化を促進させるための添加材注入と止水バルブの採用により、切羽の安定を保持しながらカッタの回転により掘削を行い、スクリュコンベアによって掘進量に見合った排土を行うことで切羽土圧を調整しながら推進する方法である。排土方式には、スクリュコンベアで行う方式と、圧送ポンプにより排土する方式がある。またスクリュコンベア排土方式には、掘削駆動源を立坑内に置く立坑内駆動方式と先導体内に駆動源を持つ先導体駆動式がある。

適用範囲は、粘性土・砂質土の滞水砂層、砂質土、砂礫等で、先導体の先端カッタにディスクカッタやコーン型クラシックヘッドを装着することにより、普通土から礫、玉石地盤まで対応することができる。

推進延長は立坑内駆動方式では 60～80m 程度、先導体駆動方式では 80～100m 程度である。また、圧送排土方式では 130～150m 程度である。



高耐荷力方式・泥土圧方式１工程概要図

（2） 低耐荷力方式

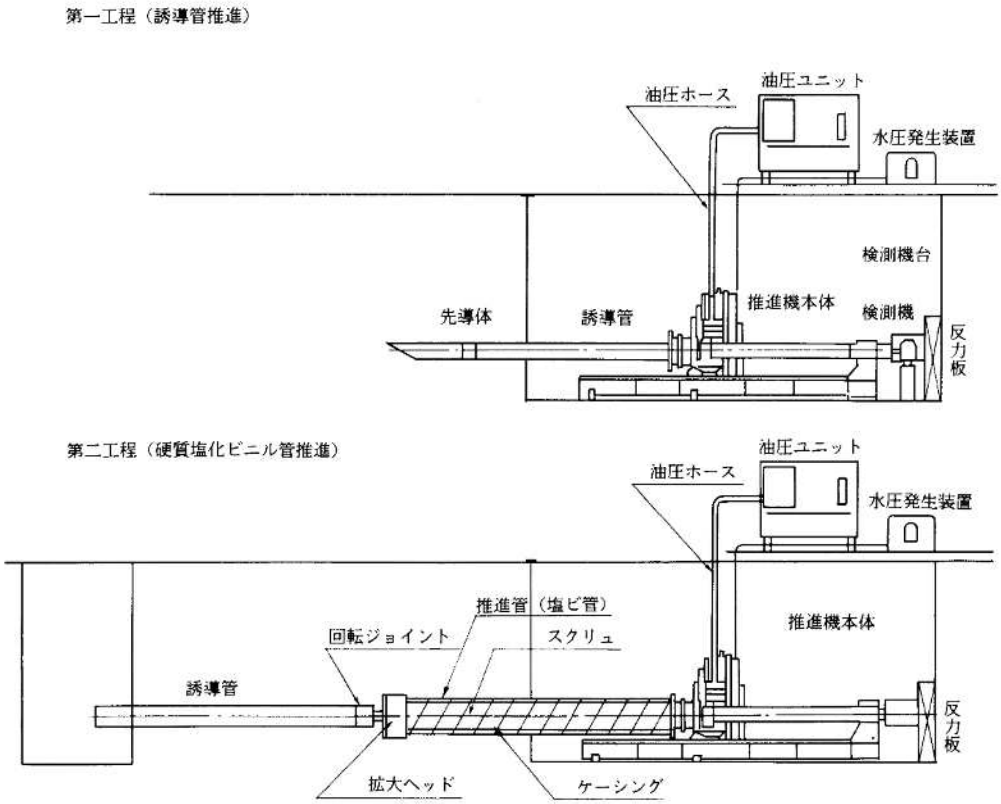
低耐荷力方式は、低耐荷力管（硬質塩化ビニル管等）を用い、先導体の推進に必要な推進力の初期抵抗を推進力伝達ロッド、けん引きロッドなどに作用させて、低耐荷力管には土と管外面抵抗のみを負担させることにより推進する方法である。

1） 圧入方式

圧入方式は、最初に誘導管を圧入させた後、これをあんないいとして推進管を推進する２工程式である。

圧入方式は、鋼製の誘導管を先導管として用い、方向修正を行いながら到達立坑まで圧入推進させた後、誘導管を案内として拡大カッタヘッドを用いて掘削し、発進立坑に排土しつつ、推進ジャッキによりケーシング（推進力伝達ロッド）に推進力を負荷し、初期抵抗を負担、低耐荷力管には、土と管外面抵抗のみを負担させることにより、低耐荷力管を推進するものである。

適用範囲は、粘性土、砂質土で 0＜N≦40 程度の土質であり、推進延長は 40～70m 程度である。

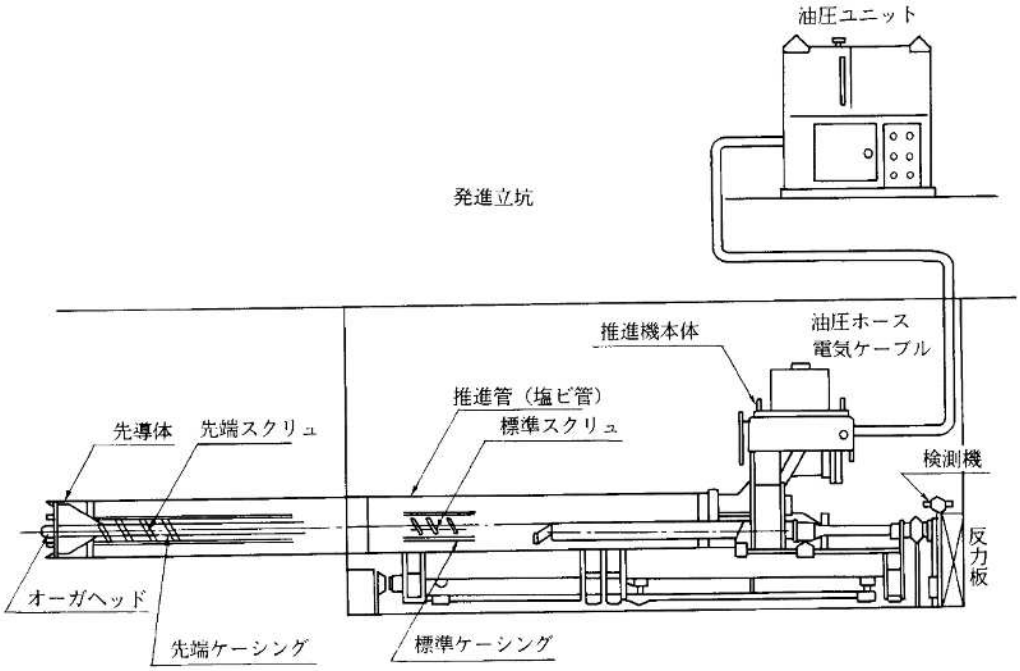


低耐荷力方式・圧入方式２工程式概要図

2） オーガ方式

オーガ方式は、低耐荷力管を用い、先導体内にオーガヘッド及びスクリュコンベアを装備し、この回転により堀削排土を行いながら、推進ジャッキによりスクリュコンベア類（推進力伝達ロッド）に初期抵抗を負担させ、低耐荷力管には、土と管外面抵抗のみを負担させることにより、低耐荷力管を推進する方式で、１工程式である。

適用範囲は、1＜N≦50の土質であり、推進延長は管径により30～70m程度である。

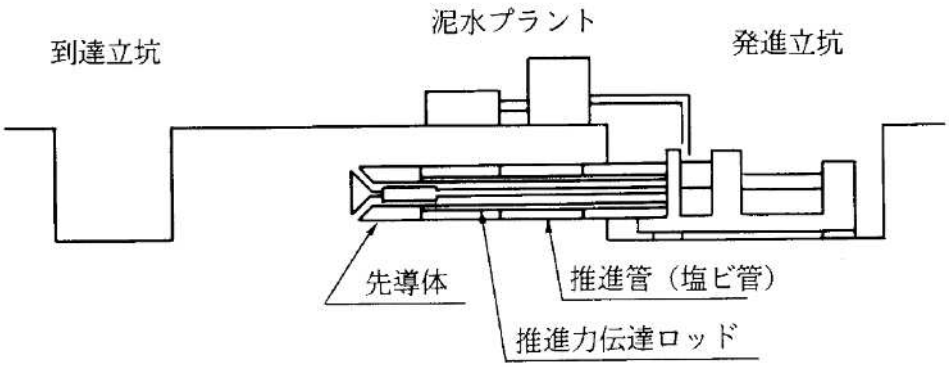


低耐荷力方式・オーガ方式１工程式概要図

3） 泥水方式

泥水方式は、泥水式先導体に送排泥管を内蔵したケーシング（推進力伝達ロッド）を接続し、泥水を圧送、切羽の安定を図りながら、カッタの回転により堀削を行う。堀削した土砂は泥水と撹拌し、排泥管をとおして排泥ポンプにより坑外に流体輸送し、地上の泥水処理設備で土砂と泥水に分離する。推進ジャッキによりケーシング（推進伝達ロッド）に初期抵抗を負担させ、低耐荷力管は、先導体との接続部に工夫を施し、管外周の保護のため配慮しながら行う方式であり、１工程式である。

適用範囲は、1＜N≦50 であり、推進延長は管径により 65～90m 程度である。

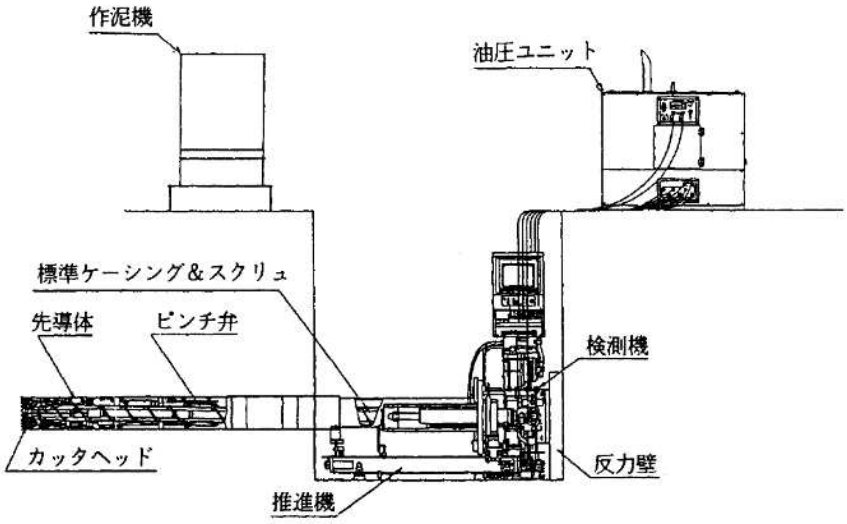


低耐荷力方式・泥水方式１工程式概要図

4） 泥土圧式

泥土圧式は、帯水層地盤を対象とし、推進管の先端に泥土圧式先導体を装備し、添加材を注入し、堀削土砂の塑性流動化を図り切羽の安定を保持しながら堀削を行い、ピンチ弁の開閉により切羽圧を調整し、先端抵抗をケーシング、スクリュコンベア等（推進力伝達ロッド）に負担させ、低耐荷力管には管周辺抵抗のみを負担させ推進する工法である。

適用範囲は、0＜N≦50の土質であり、推進延長は管径により50～70m程度である。



低耐荷力方式・泥土圧方式一工程式施工概要図

（3） 鋼製さや管方式

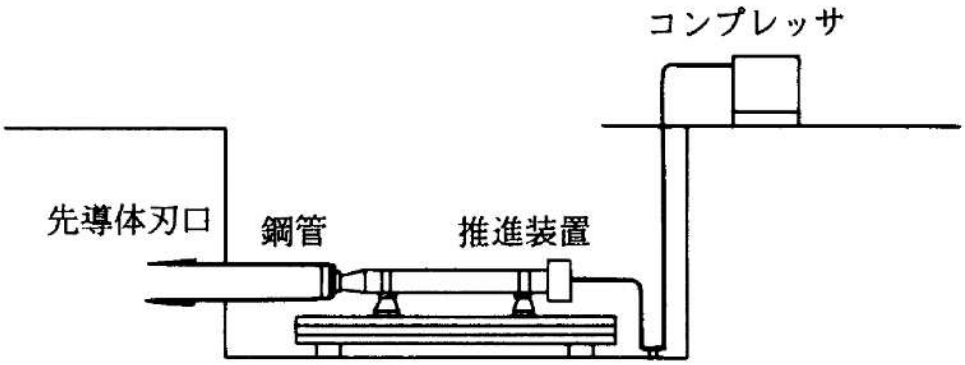
鋼製さや管方式は、鋼製管に直接推進力を伝達して推進し、これをさや管として用いて鋼製管内に塩ビ管等の本管を布設する方式である。

1） 圧入方式

圧入方式では、主として空気衝撃ハンマ・ラム式を用いる。（1 工程式）

空気衝撃ハンマ・ラム式は、圧縮空気を駆動源とする衝撃ハンマを用いて鋼管を推進する方式である。

適用範囲は、衝撃ハンマを用いるため、礫、玉石などを混在する硬質土までの土質で、鋼管呼び径は 400～800 で、推進延長は 10～40m 程度である。また、短管仕様では、鋼管呼び径は 300～600 で、推進延長は 10～20m 程度である。

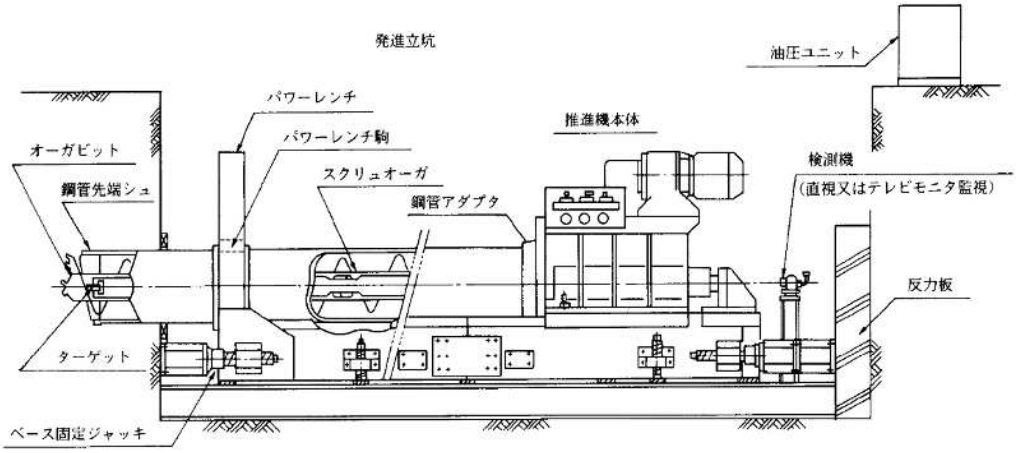


鋼製さや管方式・圧入方式１工程式概要図

2） オーガ方式

オーガ方式 1 工程式は、鋼管先端部に取り付けた先導体内にオーガヘッド及びスクリューオーガを装着し、この回転により堀削された土砂を鋼管内に設置されたスクリュコンベアによって発進立坑まで排土しながら、鋼管を推進する方式である。

適用範囲は、砂礫層及び硬質地盤の土質であり、鋼管呼び径は 400～800 で、推進延長は 50～70m 程度である。また、短管仕様では、鋼管呼び径は 300～500 で、推進延長は 40～50m 程度である。



鋼製さや管方式・オーガ方式１工程式概要図

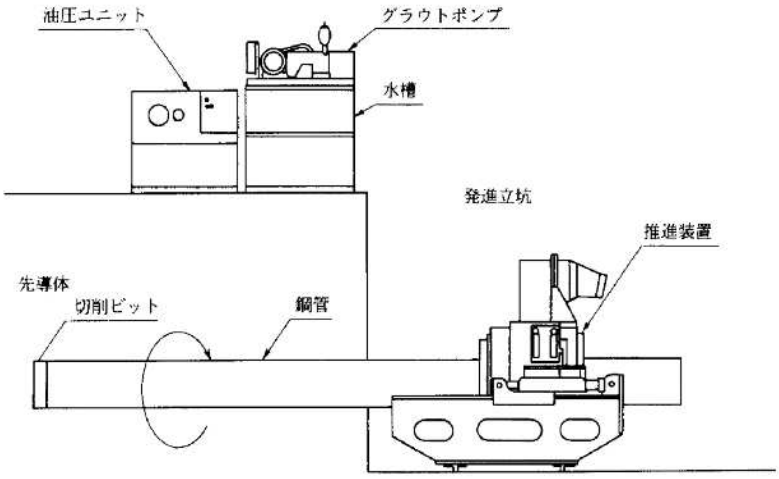
3） ボーリング方式

ボーリング方式には、鋼管の先端に超硬切削ビットを付けた鋼管本体を回転しながら推進する 1 重ケーシング式と、鋼管内部に回転するスクリュ付内管を装着し推進、到達後にスクリュ付内管を発進側に引抜く 2 重ケーシング式がある。

本方式は、方向修正が困難な欠点はあるが、機構が簡単で土質の適用範囲も比較的広く、木杭やコンクリートなどの障害物も切削することができる。

a） 1 重ケーシング式

1 重ケーシング式は、鋼管全体を推進装置で回転させながら推進する方式で、適用範囲としては硬質土から玉石混じり土などの硬質地盤に多用される方式で、鋼管呼び径は 400～800 で、推進延長は 30～50m 程度である。また、短管仕様では、鋼管呼び径は 300～400 で、推進延長は 20～30m 程度である。

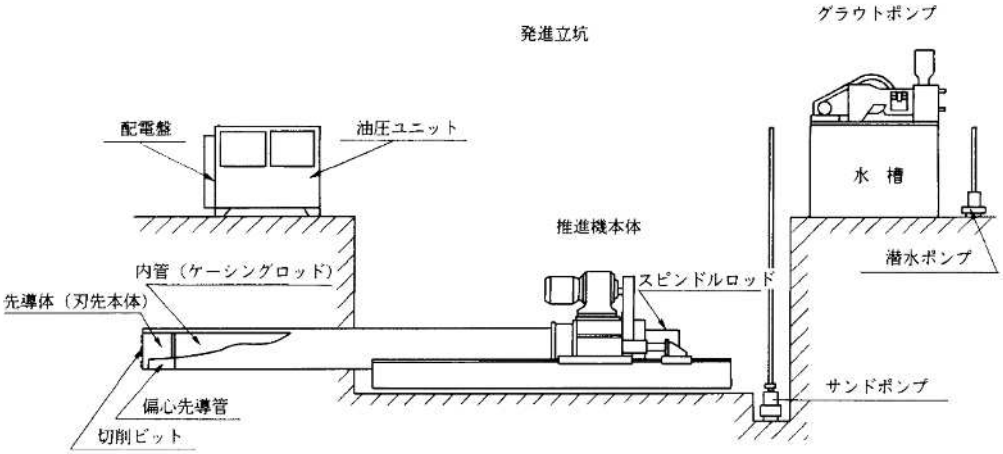


鋼製さや管方式・ボーリング方式 1 重ケーシング式概要図

b）２重ケーシング式

２ 重ケーシング式は、非回転の外管の中に回転するスクリュ付内管を入れ、そのスクリュ付内管の先端に超硬切削ビットを付けたカッタにより堀削し、推進装置で元押しする方式である。鋼管呼び径は 400～800 で、推進延長は 50～70m 程度で、方向修正は偏心先導体で推進管中心に対して偏心削孔することにより行うことができる。また、短管仕様では、鋼管呼び径は 400～600 で、推進延長は 30～40m 程度である。

推進管径、土質等の適用範囲は１重ケーシング式に概ね同じである。

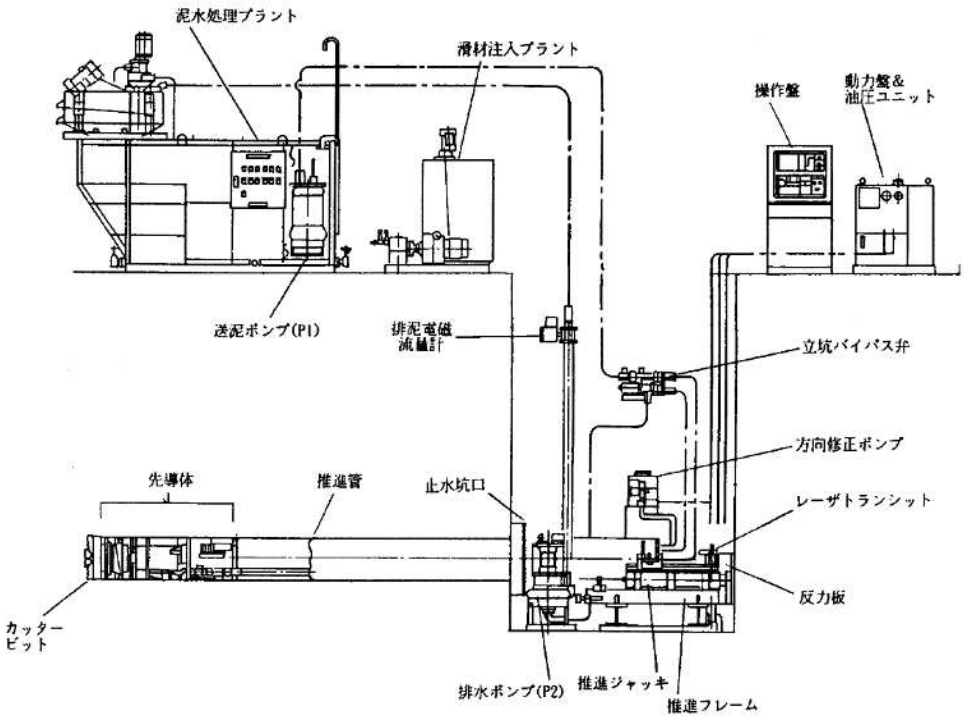


鋼製さや管方式・ボーリング方式２重ケーシング式概要図

4） 泥水方式

泥水圧により切羽の安定を図り、堀削土砂は流体輸送により坑外に搬出し、泥水は切羽に循環する工法である。

鋼管呼び径は 400～800 で、推進延長は 60～70m 程度である。適用土質は帯水砂層、礫、玉石、転石、軟岩、硬岩等の堀削が可能である。また、短管仕様では、鋼管呼び径は 400～800 で、推進延長は 50～60m 程度である。



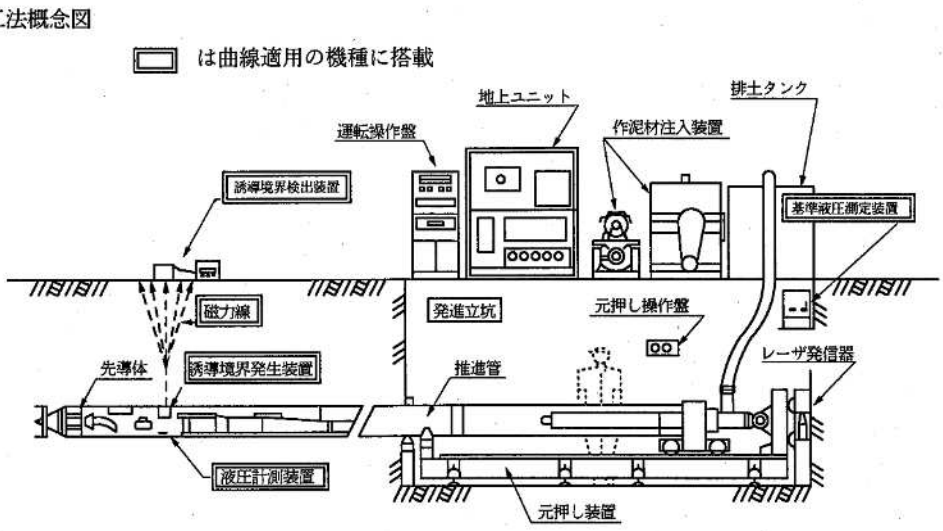
鋼製さや管方式・泥水方式　施工概要図

（4） 長距離・曲線施工可能な小口径管推進工法概要

1） 泥土圧方式一工程式

泥土圧方式（一工程式）による掘削排土システムを採用し、レーザー・ターゲット方式及び電磁法・液圧差法方式の測距システムにより、150m 程度までの長距離施工及び R≧150m の曲線施工が可能である。

カッターヘッドの交換及び作泥材の選択と排土量の管理により、粘性土、砂質土、砂礫土、玉石混じり土などの広範囲な土質に適用できる。



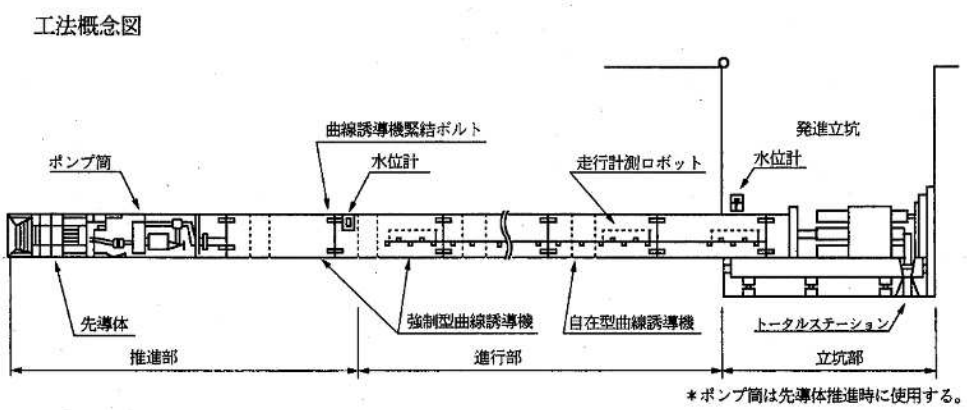
泥土圧方式一工程式

2） 泥水方式二行程式（その１）

曲線推進用掘進機、曲線誘導機、走行計測ロボットなどの開発により、R≧30m の曲線施工を可能とし、管周混合装置の採用やポンプ筒及び工法用特殊推進管の開発により、300m の長距離推進が可能である。

偏心式クラッシャーヘッドの採用や高い対抗土圧を作用させて掘進するため、シルト質の軟弱土から玉石混じり土までの広範囲な土質に適用できる。

施工は、一工程目で掘進機の後部にポンプ筒や曲線誘導機を順次接続して立坑まで掘進到達し、二工程目に工法用特殊推進管を推進し、曲線誘導機と置換する方式を採用している。

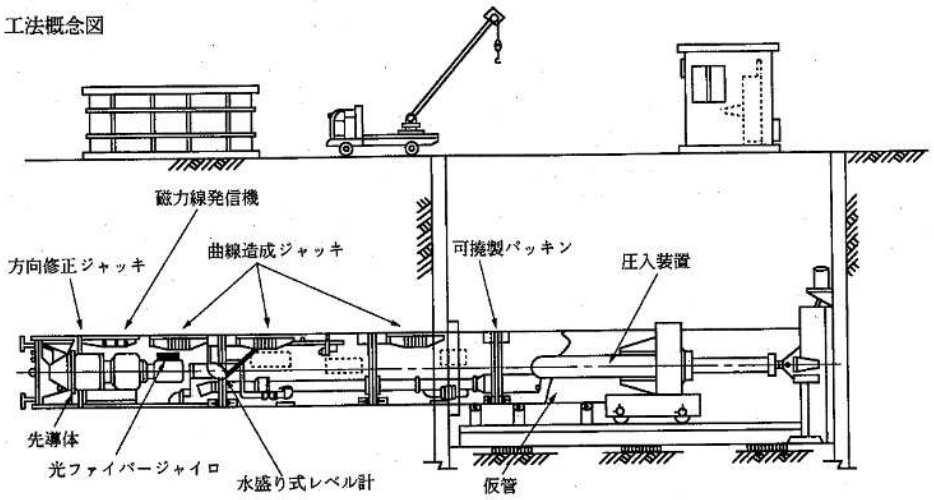


泥水方式二行程式（その１）

3） 泥水方式二行程式（その２）

本工法は、呼び径 400～500mm の小口径管を泥水式推進工法二行程方式で施工するので、曲線施工（曲率半径 R＞100m 程度）に対応した施工法である。

従来の工法に曲線施工に対応した掘進機、位置計測システム、および仮管相互間に挿入した可とう性パッキンにより、曲線施工に対応する。



泥水方式二行程式（その２）

4） 測量システム

小口径推進工法において長距離・曲線施工を行う際の測量システムは、以下のとおりである。なお、以下のデータは制御室に送られ、常時位置計測を行いながら曲線施工を行う。

a） 光ファイバージャイロによる測量

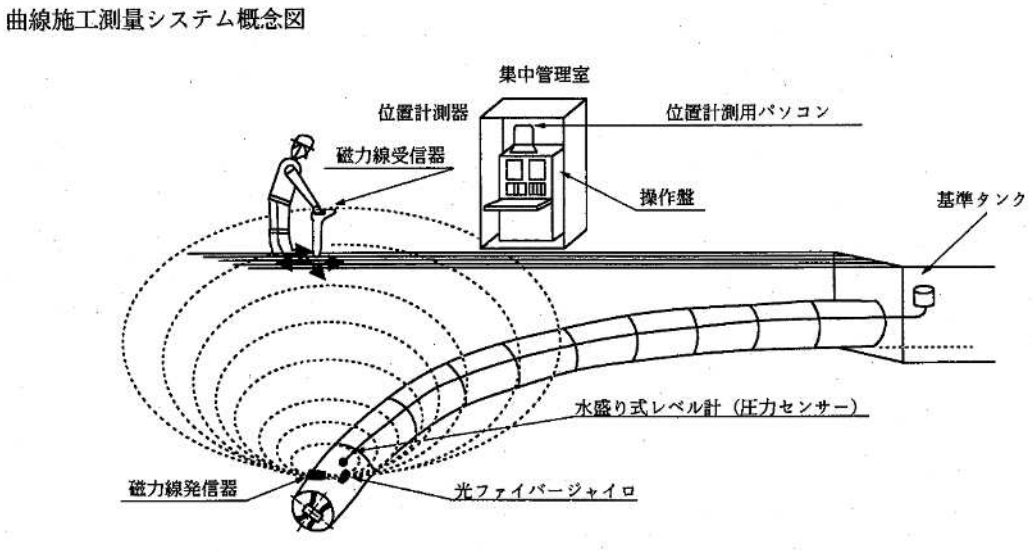
掘進機に搭載した小型光ファイバージャイロにより、掘進機の水平姿勢・位置を常時監視する。

b） 磁力線発信／受信器による水平位置計測

掘進機に内蔵された磁力線発信器からの磁力を、地上の磁力線受信器で計測する。磁力線受信器を地上で移動しながら掘進機水平位置（発信器直上位置）を計測する。

c） 鉛直方向の姿勢・位置計測

鉛直方向の掘進機の姿勢・位置計測は、ピッチング計および水盛り式レベル計により検出する。



測量システムの一例

４　立坑内空伏せの計算例

4. 立坑内空伏せの計算

空伏せは推進管と同一管種とし、設計にあたっては土圧に対して十分な強度を有するものとしなければならない。また、必要に応じて適切な耐震対策を講じる。

基礎工、埋め戻し工及び土留め引き抜き工にあたっては、管きょに不測の荷重が作用しないように注意しなければならない。

【 解説 】

空伏せの管種は、管の継ぎ手工を考慮し、推進管と一致させる。

空伏せの設計では、開削工法と同様に、管種（剛性管及び可とう性管）、土留め工法の種類、掘削幅、基礎地盤等を考慮し、荷重及び基礎形式を適切に選定する。

鉛直土圧の算定式には以下のようなものがあるので、施工条件や構造条件、基礎の支持条件等を総合的に判断し、適切な算定式を選定する。

- 日本下水道協会式
- 直土圧式
- マーストン公式（溝型）
- マーストン公式（突出型）
- ヤンセン公式

また、管きょとマンホール等の構造物との接続部は、地震時に各々が異なった挙動を示すため応力が集中し、耐震上の弱点となりやすい。

このような場合には、接続部に可とう性を持たせるために次に示すような措置が必要となるので、管きょの深さ及び地盤条件、構造条件等を十分考慮し、適切な耐震対策を講じる。

- 可とう性伸縮継手の採用
- 短管による可とう性の保持

基礎工の不備による不等沈下、埋め戻しの不均一に伴う偏土圧の発生、土留め引き抜き時の地盤変状等は、管きょに過大な応力を発生させる可能性があることから、各々の施工においては十分な注意が必要である。

なお、空伏せの計算例を次頁以降に示す。

§２　空伏せ部の計算

１．設計条件

管種		：	下水道小口径推進工法用鉄筋コンクリート管
土圧計算公式		：	下水道協会式
管の呼び径	D	：	300（mm）
管の外径	Bc	：	0.414（m）
掘削溝幅	Bd	：	3.20（m）
埋戻し土の内部摩擦角	ϕ	：	30（°）
埋戻し土の単位体積重量	γ	：	18.0（kN/m^3）
土被り	H	：	4.487（m）
矢板引き抜き考慮		：	矢板引き抜きあり
矢板長		：	9.000（m）
矢板の種類		：	鋼矢板
地盤の変形係数　埋戻し土	Eg	：	15000（kN/m^2）
基礎地盤	E_0	：	86800（kN/m^2）
支承条件		：	コンクリート基礎
支承角度	θ	：	180（°）
基礎コンクリート幅	Bb	：	0.65（m）
基礎コンクリート厚さ	Ch	：	0.65（m）
活荷重		：	T-25

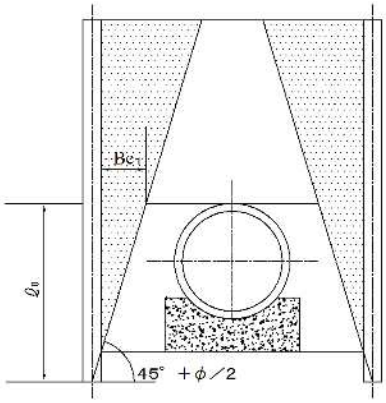
２．鉛直土圧

矢板引き抜きを行う場合のコンクリート基礎の計算

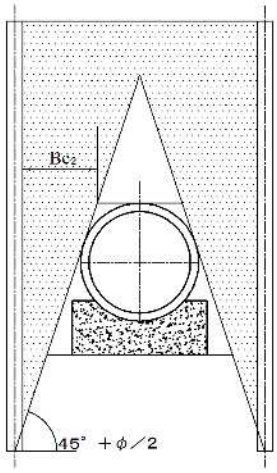
コンクリート基礎　Bb ≧ Bc、＞（Bd－Bc）／２　の場合

埋戻しを行ったときの管の状態で矢板の引き抜きを行うとゆるみが生じる。

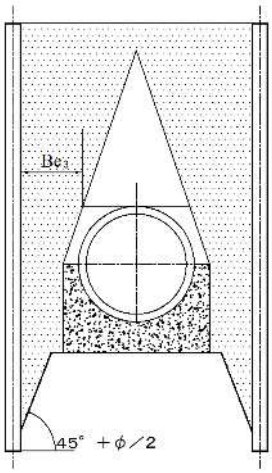
このゆるみ範囲は境界線が管、基礎コンクリートに接しない場合・管に接する場合基礎コンクリートに接する場合が考えられ、管頂レベルにおける「ゆるみ幅 Be」は、それぞれ次式で表せられる。



（a）　ゆるみ境界線が管基礎コンクリートに接しない場合



（b）　ゆるみ境界線が管に接する場合



（c）　ゆるみ境界線が基礎コンクリートに接する場合

《管に接しない場合》

$$Be_1 = lo \cdot tan\left(45° - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$= 4.513 \times \tan\left(45° - \frac{30}{2}\right)$$

$$= 2.606$$

《管に接する場合》

$$Be_2 = \frac{Bd - Bc \cdot tan\left\{\left(45° + \frac{\phi}{2}\right)/2\right\}}{2}$$

$$= \frac{3.20 - 0.414 \times tan\left\{\left(45° + \frac{30}{2}\right)/2\right\}}{2}$$

$$= 1.480$$

《基礎コンクリートに接する場合》

$$Be_3 = \frac{Bd - Bb + Bc \cdot (1 + cos\theta) \cdot tan\left(45° - \frac{\phi}{2}\right)}{2}$$

$$= \frac{3.20 - 0.65 + 0.414 \times (1 + cos90.000) \times tan\left(45° - \frac{30}{2}\right)}{2}$$

$$= 1.395$$

この場合のゆるみ幅 Be は、算定値のうち小さい方の値をとる。

したがって、Be = 1.395（m）とする。

ここに、

Be：	ゆるみ幅（m）		
lo：	管頂レベルから矢板先端までの長さ	lo =	4.513（m）
H：	土被り	H =	4.487（m）
Bd：	掘削溝幅	Bd =	3.20（m）
Bc：	管外径	Bc =	0.414（m）
Bb：	基礎コンクリート幅	Bb =	0.65（m）
θ：	有効支承角の 1/2	θ =	180/2
		=	90.000（°）
ϕ：	埋戻し土の内部摩擦角	ϕ =	30（°）

矢板引き抜き後に管にかかる鉛直土圧 W は、ゆるみ幅 Be の値により次式によって求める。

ただし、H ＞ H_1 のときの土被り H = 4.487（m）の場合の計算を示す。

$$H_1 = \frac{Bd - Bc}{2 \cdot tan\phi}$$

$$= \frac{3.20 - 0.414}{2 \times tan30}$$

$$= 2.413\ (m)$$

$$H_B = \frac{Bb - Bc}{2 \cdot tan\phi}$$
$$= \frac{0.65 - 0.414}{2 \times tan30}$$
$$= 0.204\ (m)$$

$$K_{01} = \frac{Eo}{0.3} \cdot \left(\frac{Bb}{0.3}\right)^{-3/4}$$
$$= \frac{86800}{0.3} \times \left(\frac{0.65}{0.3}\right)^{-3/4}$$
$$= 162014.690\ (kN/m^3)$$

$$K_{02} = \frac{Eo}{0.3} \cdot \left\{\frac{(H_1 - H_B) \cdot tan\phi}{0.3}\right\}^{-3/4}$$
$$= \frac{86800}{0.3} \times \left\{\frac{(2.413 - 0.204) \times tan30}{0.3}\right\}^{-3/4}$$
$$= 97726.669\ (kN/m^3)$$

$$A_{C2} = \frac{1}{K_{02}} + \frac{1}{Eg} \cdot \left\{\frac{Bc}{2} \cdot (1 + cos\theta) + C\hbar\ \right\}$$
$$= \frac{1}{97726.669} + \frac{1}{15000} \times \left\{\frac{0.414}{2} \times (1 + cos90.000) + 0.65\right\}$$
$$= 0.0000674$$

$$\Psi_{C2} = \frac{A_{C2}}{A_{C2} + (H_1 - H_B) \cdot tan\phi/(K_{01} \cdot Bb)}$$
$$= \frac{0.0000674}{0.0000674 + (2.413 - 0.204) \times tan30/(162014.690 \times 0.65)}$$
$$= 0.8476852$$

$$K_{01} = \frac{Eo}{0.3} \cdot \left(\frac{Bb}{0.3}\right)^{-3/4}$$
$$= \frac{86800}{0.3} \times \left(\frac{0.65}{0.3}\right)^{-3/4}$$
$$= 162014.690\ (kN/m^3)$$

$$K_{02} = \frac{Eo}{0.3} \cdot \left(\frac{Bd - Bb}{0.3}\right)^{-3/4}$$
$$= \frac{86800}{0.3} \times \left(\frac{3.20 - 0.65}{0.3}\right)^{-3/4}$$
$$= 58121.160\ (kN/m^3)$$

$$A_{C3} = \frac{1}{K_{02}} + \frac{1}{Eg} \cdot \left\{ \frac{Bc}{2} \cdot (1 + cos\theta) + C\hbar \right\}$$

$$= \frac{1}{58121.160} + \frac{1}{15000} \times \left\{ \frac{0.414}{2} \times (1 + cos90.000) + 0.65 \right\}$$

$$= 0.0000743$$

$$\Psi_{C3} = \frac{A_{C3}}{A_{C3} + (Bd - Bb)/(K_{01} \cdot Bb)}$$

$$= \frac{0.0000674}{0.0000743 + (3.20 - 0.65)/(162014.690 \times 0.65)}$$

$$= 0.7542050$$

$$q_1 = \frac{\gamma \cdot [H_B \cdot (Bc + H_B \cdot tan\phi) + (H_1 - H_B) \cdot \{Bc + (H_B + H_1) \cdot tan\phi\} \cdot \psi_{C2} + (H - H_1) \cdot Bd \cdot \psi_{C3}]}{Bc}$$

$$= \frac{18.0 \times \left[\begin{array}{l} 0.204 \times (0.414 + 0.204 \times tan30) + (2.413 - 0.204) \times \\ \quad \{0.414 + (0.204 + 2.413) \times tan30\} \times 0.8476852 + (4.487 - 2.413) \times 3.20 \times 0.7542050 \end{array} \right]}{0.414}$$

$$= 379.065\ (kN/m^2)$$

$$q_2 = \frac{\gamma \cdot H_B}{2}$$

$$= \frac{18.0 \times 0.204}{2}$$

$$= 1.836\ (kN/m^2)$$

$$q_3 = \frac{\gamma \cdot (H_1 - H_B) \cdot [Bd - \{Bc + (H_B + H_1) \cdot tan\phi\} \cdot \psi_{C2}] + \gamma \cdot (H - H_1) \cdot Bd \cdot (1 - \psi_{C3})}{Bd - Bb} + \gamma \cdot H_B$$

$$= \frac{\begin{array}{r} 18.0 \times (2.413 - 0.204) \times [3.20 - \{0.414 + (0.204 + 2.413) \times tan30\} \times 0.8476852] \\ + 18.0 \times (4.487 - 2.413) \times 3.20(1 - 0.7542050) \end{array}}{3.20 - 0.65} + 18.0 \times 0.204$$

$$= 39.641\ (kN/m^2)$$

$$\xi = \frac{q_2}{q_1}$$

$$= \frac{1.836}{379.065}$$

$$= 0.005$$

$$\zeta = \frac{q_3}{q_1}$$

$$= \frac{39.641}{379.065}$$

$$= 0.105$$

$$W = \alpha \cdot \gamma \cdot H \cdot Bd/[Bd - Be - \{(1-\xi)\cdot(Bd-Bc)^2 + (\xi-\zeta)\cdot(Bd-Bb)^2\}/(4\cdot Be)]$$
$$= 1.1 \times 18.0 \times 4.487 \times 3.20/[3.20 - 1.395 - \{(1-0.005)\times(3.20-0.414)^2 + (0.005-0.105)\times(3.20-0.65)^2\}/(4\times 1.395)]$$
$$= 528.939\ (kN/m^2)$$

ここに、

w：	埋戻し土による鉛直土圧（kN/m^2）		
α：	補正係数（=1.1）		
H：	土被り	H =	4.487（m）
Bd：	掘削溝幅	Bd =	3.20（m）
Bc：	管外径	Bc =	0.414（m）
Bb：	基礎コンクリート幅	Bb =	0.65（m）
Ch：	基礎コンクリート厚さ	Ch =	0.65（m）
θ：	有効支承角の 1/2	θ =	180/2
		=	90.000（°）
γ：	埋戻し土の単位体積重量	γ =	18.0（kN/m^3）
ϕ：	埋戻し土の内部摩擦角	ϕ =	30（°）
Eg：	埋戻し土の変形係数	Eg =	15000(kN/m^2)
E_0：	地盤の変形係数	E_0 =	86800（kN/m^2）（2800×N 値）
ψ_{C2}：	コンクリート基礎における管の土圧分担係数	ψ_{C2} =	0.8476852
ψ_{C3}：	コンクリート基礎における管の土圧分担係数	ψ_{C3} =	0.7542050
K_{o1}：	管下部基礎地盤の反力係数（kN/m^3）		
K_{o2}：	管側部下部基礎地盤の反力係数（kN/m^3）		

３．活荷重

活荷重については、ここでは自動車荷重の影響を考える。

自動車荷重は「道路橋示方書・同解説」（日本道路協会発行）に定められた T-25 の後輪荷重を用いる。

一般には前輪荷重の影響は無視するものとし、衝撃係数は土被りによって変化するもので、縦断方向には接地幅 0.2m で 45 度に分布するものとする。

活荷重による鉛直等分布荷重 p は、

$$\mathrm{p} = \frac{2\cdot P\cdot(1+i)\cdot\beta}{C\cdot(a+2\cdot H\cdot tan\theta)}$$
$$= \frac{2\times 100.000\times(1+0.201)\times 0.900}{2.75\times(0.2+2\times 4.487\times tan45)}$$
$$= 8.569\ (kN/m^2)$$

ここに、

p：　活荷重（kN/m^2）

H：　土被り　　H =　4.487（m）

P：　1 後輪荷重（=100.000kN）

a：　車輪接地長さ（=0.2m）

C：　車体占有幅（=2.75m）

θ：　分布角度（=45°）

i：　衝撃係数（土被りにより次の値を用いる）　　i =　0.201

	H ≦ 1.5	1.5 ＜ H ＜ 6.5	H ≧ 6.5
i	0.5	0.65 － 0.1 × H	0

β：　断面力の低減係数　　β =　0.900

	H ≦ 1.0 かつ管内径 D ≧ 4.0	左記以外
β	1.0	0.9

4．埋設管にかかる等分布荷重

以上により、埋設管にかかる等分布荷重 q は、

$$\mathrm{q} = w + p$$
$$= 528.939 + 8.569$$
$$= 537.508\ (kN/m^2)$$

ここに、

q：　等分布荷重

w：　埋戻し土による鉛直土圧　　w =　528.939（kN/m^2）

p：　活荷重　　p =　8.569（kN/m^2）

5．管の抵抗曲げモーメント

管の抵抗曲げモーメント Mr は、

《1 種管》

$$\mathrm{Mr} = 0.318 \cdot Q \cdot R + 0.239 \cdot W \cdot R$$
$$= 0.318 \times 34.4 \times 0.1785 + 0.239 \times 1.536 \times 0.1785$$
$$= 2.018\ (kN \cdot m/m)$$

《２種管》

$$\mathrm{Mr} = 0.318 \cdot Q \cdot R + 0.239 \cdot W \cdot R$$
$$= 0.318 \times 68.7 \times 0.1785 + 0.239 \times 1.536 \times 0.1785$$
$$= 3.965\ (kN \cdot m/m)$$

ここに、

Mr：　管の抵抗曲げモーメント（kN・m/m）

Q：　ひび割れ荷重　《１種管》　Q = 34.4（kN/m）

《２種管》　Q = 68.7（kN/m）

R：　管厚中心半径　R = 0.1785（m）

W：　管自重　W = 1.536（kN/m）

６．管体に生じる曲げモーメント

管体に生じる曲げモーメントは、

k = 0.220 とすると、

$$M = k \cdot q \cdot R^2$$
$$= 0.220 \times 537.508 \times 0.1785^2$$
$$= 3.768\ (kN \cdot m/m)$$

ここに、

M：　管体に生じる曲げモーメント（kN・m/m）

R：　管厚中心半径　R = 0.1785（m）

q：　等分布荷重　q = 537.508（kN/m^2）

k：　管の断面位置、支承条件によって変わる係数

基礎形式	砂基礎			コンクリート基礎		
支持角	60°	90°	120°	90°	120°	180°
k	-	-	-	-	-	0.220

7．安全率

《１種管》

$$Fs = \frac{Mr}{M}$$
$$= \frac{2.018}{3.768}$$
$$= 0.536 < 1.25\ NG$$

《２種管》

$$Fs = \frac{Mr}{M}$$
$$= \frac{3.965}{3.768}$$
$$= 1.052 < 1.25\ NG$$

ゆえに 360°コンクリート巻立て管の検討を行う。

ここに、

Fs：	安全率		
Mr：	管の抵抗曲げモーメント	《１種管》	2.018（kN・m/m）
		《２種管》	3.965（kN・m/m）
M：	管体に生じる曲げモーメント		3.768（kN・m/m）

8．管の防護（360°コンクリート巻立て管）

（1）設計条件

管頂からの土被り	Ho	：	4.487（m）
巻立て管の土被り	H	：	4.384（m）
荷重	q	：	537.508（kN/m^2）

ヒューム管

設計基準強度	f'_{ckh}	：	50.0（N/㎜^{2}）
ヤング係数	E_h	：	33000（N/㎜^{2}）
圧縮破壊ひずみ	ε'_{cuh}	：	0.0035
鉄筋比	P	：	0.0025
鉄筋の降伏点	f_{ykh}	：	540（N/㎜^{2}）
鉄筋のヤング係数	E_{sh}	：	200000（N/㎜^{2}）

巻立て部

巻立て厚さ	tc	：	103.000（㎜）
設計基準強度	f'_{ckc}	：	18.0（N/㎜^{2}）
ヤング係数	E_c	：	22000（N/㎜^{2}）
圧縮破壊ひずみ	ε'_{cuc}	：	0.0035
単位体積重量	Pc	：	23.0（kN/m^3）
鉄筋の径		：	D13
鉄筋のピッチ		：	200（㎜）
鉄筋のかぶり	do	：	50（㎜）
鉄筋の降伏点	f_{ykc}	：	295（N/㎜^{2}）
鉄筋のヤング係数	E_{sc}	：	200000（N/㎜^{2}）

（2）下部の検討

1）曲げモーメント Md の計算

曲げモーメント Md は、等分布荷重による作用曲げモーメントと、自重による作用曲げモーメントの和となる。

$$
\begin{aligned}
Md &= Mpd + Mwd \\
&= 3.839 + 0.056 \\
&= 3.895\ (kN \cdot m)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
Mpd &= Kp_1 \cdot q \cdot R^2 \\
&= 0.135 \times 537.508 \times 0.2300^2 \\
&= 3.839\ (kN \cdot m)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
Mwd &= Kw_1 \cdot W \cdot R \\
&= 0.0333 \times 7.286 \times 0.2300 \\
&= 0.056\ (kN \cdot m)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
R &= \frac{d_{\hbar} + t_{\hbar} + t_c}{2} \\
&= \frac{0.300 + 0.057 + 0.103}{2} \\
&= 0.2300\ (m)
\end{aligned}
$$

$$W_c = A \times p_c$$
$$= 0.250 \times 23.0$$
$$= 5.750\ (kN/m)$$

$$A = \{(d_h + 2 \cdot t_h) + 2 \cdot t_c\}^2 - \frac{\pi}{4} \cdot (d_h + 2 \cdot t_h)^2$$
$$= \{(0.300 + 2 \times 0.057) + 2 \times 0.103\}^2 - \frac{\pi}{4} \times (0.300 + 2 \times 0.057)^2$$
$$= 0.250\ (m^2)$$

$$W = W_h + W_c$$
$$= 1.536 + 5.750$$
$$= 7.286\ (kN/m)$$

ここに、

Md：	曲げモーメント（kN・m）	
Mpd：	等分布荷重による作用曲げモーメント（kN・m）	
Mwd：	自重による作用曲げモーメント（kN・m）	
R：	巻立て管の中心までの半径（m）	
W_c：	巻立て部の自重（kN/m）	
A：	巻立て部断面積（m^2）	
W：	巻立て管の自重（kN/m）	
Kp_1：	下部中央の等分布荷重による曲げモーメント係数	0.135
Kw_1：	下部中央の自重による曲げモーメント係数	0.0333
q：	等分布荷重	537.508（kN/m^2）
d_h：	管径	0.300（m）
t_h：	管厚	0.057（m）
t_c：	巻立て厚さ	0.103（m）
P_c：	巻立て部単位体積重量	23.0（kN/m^3）
W_h：	管の自重	1.536（kN/m）

2）曲げモーメント算定係数 K

$$Kp_1 = 0.236 - 0.237 \cdot Rc + 0.017 \cdot Re - 0.153 \cdot R\hbar$$
$$+0.094 \cdot Rc \cdot Re + 0.143 \cdot Re \cdot R\hbar - 0.637 \cdot Rc \cdot R\hbar$$
$$= 0.236 - 0.237 \times 0.343 + 0.017 \times 0.667 - 0.153 \times 0.190$$
$$+0.094 \times 0.343 \times 0.667 + 0.143 \times 0.667 \times 0.190 - 0.637 \times 0.343 \times 0.190$$
$$= 0.135$$

$$Kw_1 = 0.0671 - 0.0935 \cdot Rc + 0.0097 \cdot Re - 0.0653 \cdot R\hbar + 0.0182 \cdot Rc \cdot Re$$
$$= 0.0671 - 0.0935 \times 0.343 + 0.0097 \times 0.667 - 0.0653 \times 0.190 + 0.0182 \times 0.343 \times 0.667$$
$$= 0.0333$$

$$R_e = \frac{E_c}{E_\hbar}$$
$$= \frac{22000}{33000}$$
$$= 0.667$$

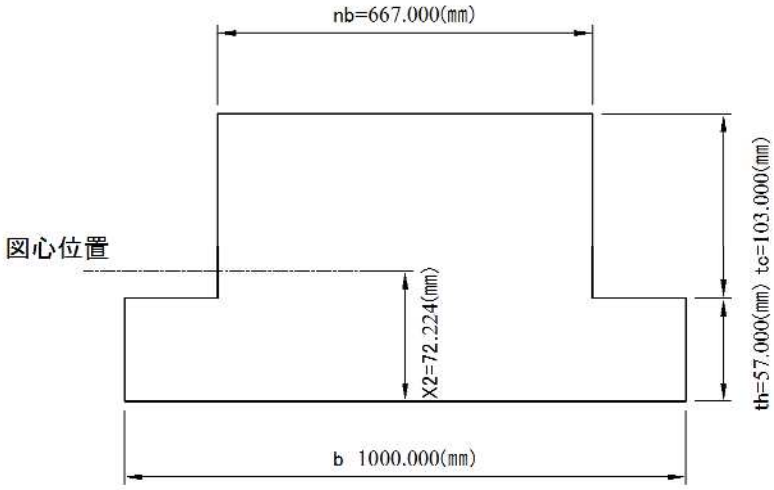
$$R_c = \frac{t_c}{d_\hbar}$$
$$= \frac{0.103}{0.300}$$
$$= 0.343$$

$$R_\hbar = \frac{t_\hbar}{d_\hbar}$$
$$= \frac{0.057}{0.300}$$
$$= 0.190$$

ここに、

Kp_1：	下部中央の等分布荷重による曲げモーメント係数	
Kw_1：	下部中央の自重による曲げモーメント係数	
R_e：	巻立て部と、管の弾性係数比	
R_c：	巻立て厚比	
R_h：	管厚比	
E_c：	巻立て部のコンクリートヤング係数	22000（N/㎜^{2}）
E_h：	管のコンクリートヤング係数	33000（N/㎜^{2}）
d_h：	管径	0.300（m）
t_h：	管厚	0.057（m）
t_c：	巻立て厚さ	0.103（m）

3）使用限界状態に対する検討



$$n = Re$$
$$= 0.667$$

$$A = b \cdot t_h + n \cdot b \cdot t_c$$
$$= 1000 \times 57.000 + 0.667 \times 1000 \times 103.000$$
$$= 1.2570 \times 10^5 \ (mm^2/m)$$

$$X_2 = \frac{(b \cdot t_h{}^2/2) + n \cdot b \cdot t_c \cdot (t_h + t_c/2)}{A}$$
$$= \frac{(1000 \times 57.000^2/2) + 0.667 \times 1000 \times 103.000 \times (57.000 + 103.000/2)}{1.2570 \times 10^5}$$
$$= 72.224 \ (mm)$$

$$I = \frac{b \cdot t_h{}^3}{12} + b \cdot t_h \cdot \left(X_2 - \frac{t_h}{2}\right)^2 + \frac{n \cdot b \cdot t_c{}^3}{12} + n \cdot b \cdot t_c \cdot (t_h + t_c/2 - X_2)^2$$
$$= \frac{1000 \times 57.000^3}{12} + 1000 \times 57.000 \times \left(72.224 - \frac{57.000}{2}\right)^2$$
$$+ \frac{0.667 \times 1000 \times 103.000^3}{12}$$
$$+ 0.667 \times 1000 \times 103.000 \times (57.000 + 103.000/2 - 72.224)^2$$
$$= 275549040.755 \ (mm^4)$$

$$\sigma_{dh} = \frac{Md}{I} \cdot X_2$$
$$= \frac{0.390 \times 10^7}{275549040.755} \times 72.224$$
$$= 1.022 \ (N/mm^2)$$

$$Z_h = \frac{b \cdot t_h{}^2}{6}$$

$$= \frac{1000 \times 57.000^2}{6}$$

$$= 541500.000\ (mm^3)$$

《１種管》

$$f_{bh} = \frac{Mr}{Z_h}$$

$$= \frac{2018000.000}{541500.000}$$

$$= 3.727\ (N/mm^2)$$

$$\frac{f_{bh}}{\sigma_{dh}} = \frac{3.727}{1.022} = 3.647 > 1.25\ OK$$

《2 種管》

$$f_{bh} = \frac{Mr}{Z_h}$$

$$= \frac{3965000.000}{541500.000}$$

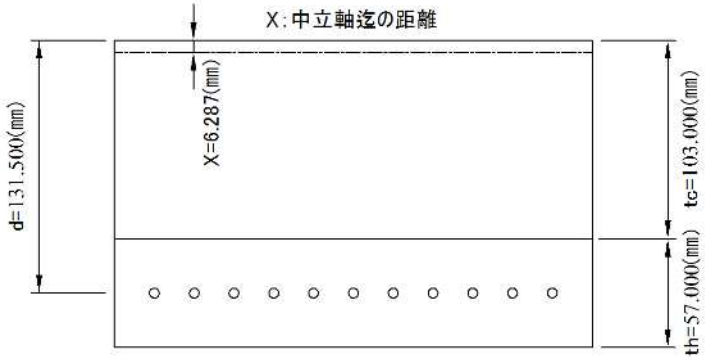
$$= 7.322\ (N/mm^2)$$

$$\frac{f_{bh}}{\sigma_{dh}} = \frac{7.322}{1.022} = 7.164 > 1.25\ OK$$

ここに、

n：	巻立て部コンクリートと管のコンクリートの弾性係数比（= Re）	
A：	換算断面積（㎜ ^{2}）	
X_2：	図心から引張縁までの距離（㎜）	
I ：	換算断面の断面２次モーメント（㎜ ^{4}）	
σ_{dh}：	曲げ引張応力度（N/㎜ ^{2}）	
Z_h：	管の断面係数（㎜ ^{3}）	
b：	断面の幅（=1000 ㎜）	
f_{bh}：	設計曲げ強度（N/㎜ ^{2}）	
t_h：	管厚	57.000（㎜）
t_c：	巻立て厚さ	103.000（㎜）
Md：	曲げモーメント	0.390×10^7（N･㎜）
Mr：	外圧強さにより求まる管の抵抗モーメント《1 種管》	2018000.000（N･㎜）
Mr：	《2 種管》	3965000.000（N･㎜）

4）終局限界状態に対する検討（破壊に対する安全性の検討）



鉄筋断面積　A_{sh}：142.500 (㎜ ^{2})

$$P = \frac{A_{sh}}{b \cdot d}$$
$$= \frac{142.500}{1000 \times 131.500}$$
$$= 0.00108$$

$$P_b = \frac{0.68 \cdot f'_{ckc}}{f_{ykh} \cdot (1 + \varepsilon_{yh}/\varepsilon'_{cuh})}$$
$$= \frac{0.68 \times 18.0}{540 \times (1 + 0.00270/0.0035)}$$
$$= 0.01280$$

$$\varepsilon_{yh} = \frac{f_{ykh}}{E_{sh}}$$
$$= \frac{540}{200000}$$
$$= 0.00270$$

P ＜ Pb なので、曲げ引張破壊となる。

中立軸までの距離 X を求めると、

$$C' = 0.85 \cdot f'_{ckc} \cdot b \cdot 0.8X$$
$$= 0.85 \times 18.0 \times 1000 \times 0.8 \times X$$
$$= 12240.000X$$

$$\mathrm{T} = A_{sh} \cdot f_{ykh}$$
$$= 142.500 \times 540$$
$$= 76950.000\ (N)$$

$$X = T/C'$$
$$= 76950.000/12240.000$$
$$= 6.287\ (mm)$$

$$Mu = T \cdot (d - 0.4X)$$
$$= 7.6950.000 \times (131.500 - 0.4 \times 6.287)$$
$$= 9925411.140\ (N \cdot mm)$$
$$= 9.925\ (kN \cdot m)$$

$$\frac{Mu}{Md} = \frac{9.925}{3.895} = 2.548 > 2.00\ OK$$

ここに、

Md：	設計曲げモーメント（kN·m）	
Mu：	曲げ耐力（kN·m）	
X：	中立軸までの距離（㎜）	
b：	断面の幅（=1000 ㎜）	
A_{sh}：	鉄筋断面積	142.500（㎜^{2}）
d：	管厚中心までの距離	131.500（㎜）
f'_{ckc}：	巻立て部コンクリート設計基準強度	18.0（N/㎜^{2}）
ε'_{cuh}：	管のコンクリート圧縮破壊ひずみ	0.0035
E_{sh}：	管の鉄筋ヤング係数	200000（N/㎜^{2}）
f_{ykh}：	管の鉄筋降伏点	540（N/㎜^{2}）

（３）側部の検討

１）軸力 Nd は、等分布荷重による軸力と、自重による軸力の和となる。

$$Nd = Npd + Nwd$$
$$= -166.627 - 1.822$$
$$= -168.449\ (kN \cdot m)$$

$$Npd = -\frac{q \cdot (d_h + 2 \cdot t_h + 2 \cdot t_C)}{2}$$
$$= -\frac{537.508 \times (0.300 + 2 \times 0.057 + 2 \times 0.103)}{2}$$
$$= -166.627\ (kN \cdot m)$$

$$Nwd = -\frac{W_h + W_c}{4}$$
$$= -\frac{1.536 + 5.750}{4}$$
$$= -1.822\ (kN \cdot m)$$

ここに、

Nd：	軸力（kN/m）	
Npd：	等分布荷重による軸力（kN/m）	
Nwd：	自重による軸力（kN/m）	
q：	等分布荷重	537.508（kN/m^2）
d_h：	管径	0.300（m）
t_h：	管厚	0.057（m）
t_c：	巻立て厚さ	0.103（m）
W_h：	管の自重	1.536（kN/m）
W_c：	巻立てコンクリートの自重	5.750（kN/m）

2）曲げモーメント Md’ の計算

曲げモーメント Md’ は、等分布荷重による作用曲げモーメントと、自重による作用曲げモーメントの和となる。

$$Md' = Mpd' + Mwd'$$
$$= -5.772 - 0.065$$
$$= -5.837\ (kN \cdot m)$$

$$Mpd' = Kp_2 \cdot q \cdot R^2$$
$$= -0.203 \times 537.508 \times 0.2300^2$$
$$= -5.772\ (kN \cdot m)$$

$$Mwd' = Kw_2 \cdot W \cdot R$$
$$= -0.0386 \times 7.286 \times 0.2300$$
$$= -0.065\ (kN \cdot m)$$

$$ed = \frac{Md'}{Nd}$$
$$= \frac{-5.837}{-168.449}$$
$$= 0.035\ (m)$$
$$= 35.000\ (mm)$$

ここに、

Md'：	曲げモーメント（kN·m）	
Mpd'：	等分布荷重による軸力（kN/m）	
Mwd'：	自重による軸力（kN/m）	
ed：	偏心量（㎜）	
Kp_2：	側部の等分布荷重による曲げモーメント係数	-0.203
Kw_2：	側部の自重による曲げモーメント係数	-0.0386
q：	等分布荷重	537.508（kN/m^2）
R：	巻立て管の中心までの半径	0.2300（m）
W：	巻立て管の自重	7.286（kN/m）

3）曲げモーメント算出係数 K

$$Kp_2 = -0.228 + 0.050 \cdot Rc + 0.013 \cdot Re + 0.356 \cdot Rh - 0.107 \cdot Rc \cdot Re - 0.350 \cdot Re \cdot Rh$$

$$= -0.228 + 0.050 \times 0.343 + 0.013 \times 0.667$$

$$+0.356 \times 0.190 - 0.107 \times 0.343 \times 0.667 - 0.350 \times 0.667 \times 0.190$$

$$= -0.203$$

$$Kw_2 = -0.0524 + 0.0223 \cdot Rc + 0.0017 \cdot Re + 0.0878 \cdot Rh - 0.0142 \cdot Rc \cdot Re - 0.0668 \cdot Re \cdot Rh$$

$$= -0.0524 + 0.0223 \times 0.343 + 0.0017 \times 0.667 + 0.0878 \times 0.190$$

$$-0.0142 \times 0.343 \times 0.667 - 0.0668 \times 0.667 \times 0.190$$

$$= -0.0386$$

ここに、

Kp_2：	側部の等分布荷重による曲げモーメント係数	
Kw_2：	側部の自重による曲げモーメント係数	
R_e：	巻立て部と、管の弾性係数比	0.667
R_c：	巻立て厚比	0.343
R_h：	管厚比	0.190

4）使用限界状態に対する検討

$$\sigma_{dc} = n \cdot \left\{ \frac{Nd}{A} - \frac{Md'}{I} \cdot (t_c + t_h - X_2) \right\}$$

$$= 0.667 \times \left\{ \frac{-168449.000}{125700.000} - \frac{-5837000.000}{275549040.755} \times (103.000 + 57.000 - 72.224) \right\}$$

$$= 0.346\ (N/mm^2)$$

$$f_{bc} = 0.42 \cdot f'_{ckc}{}^{2/3}$$

$$= 0.42 \times 18.0^{2/3}$$

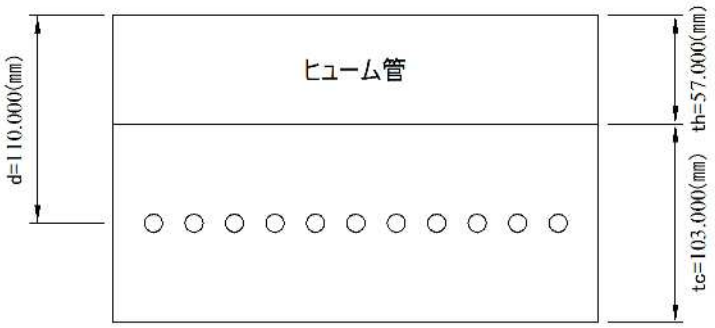
$$= 2.885\ (N/mm^2)$$

$$\frac{f_{bc}}{\sigma_{dc}} = \frac{2.885}{0.346} = 8.338 > 1.25\ OK$$

ここに、

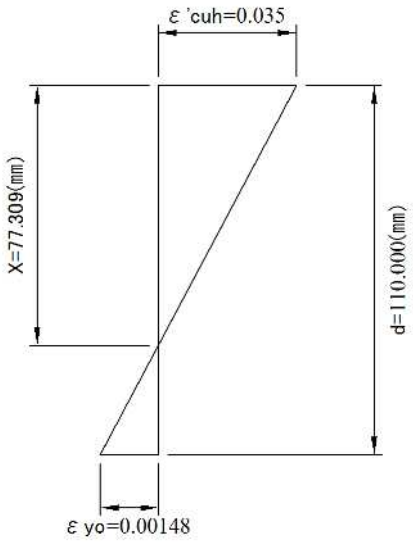
σ_{dc}：	曲げ引張応力度 （N/㎜^{2}）	
f_{bc}：	巻立て部コンクリート設計曲げ強度（N/㎜^{2}）	
Nd：	軸力	-168449.000（N/m）
A：	換算断面積	125700.000（㎜^{2}）
Md'：	曲げモーメント	-5837000.000（N･㎜）
I ：	換算断面の断面２次モーメント	275549040.755(㎜^{4})
t_h：	管厚	57.000（㎜）
t_c：	巻立て厚さ	103.000（㎜）
X_2：	図心から引張縁までの距離	72.224（㎜）
f'_{ckc}：	巻立て部コンクリート設計基準強度	18.0（N/㎜^{2}）

5）終局限界状態に対する検討（破壊に対する安全性の検討）



鉄筋断面積　A_{sc}：142.500（㎜^{2}）

$$P = \frac{A_{sc}}{b \cdot d}$$
$$= \frac{633.500}{1000 \times 110.000}$$
$$= 0.00576$$



$$P_b = \frac{0.68 \cdot f'_{ckh}}{f_{ykc} \cdot (1 + \varepsilon_{yc}/\varepsilon'_{cuc})}$$
$$= \frac{0.68 \times 50.0}{295 \times (1 + 0.00148/0.0035)}$$
$$= 0.08100$$

$$\varepsilon_{yc} = \frac{f_{ykc}}{E_{sc}}$$
$$= \frac{295}{200000}$$
$$= 0.00148$$

P ＜ Pb なので、つりあい鉄筋比以下であり、軸力が作用したときに、つりあい破壊となる点が存在する。

つりあい偏心量 eb を求めると、

$$\varepsilon'_{cuh} : X = \left(\varepsilon'_{cuh} + \varepsilon_{yc}\right) : d$$

$$X = \frac{\varepsilon'_{cuh}}{\left(\varepsilon'_{cuh} + \varepsilon_{yc}\right)} \cdot d$$
$$= \frac{0.0035}{(0.0035 + 0.00148)} \times 110.000$$
$$= 77.309\ (mm)$$

$$Nub' = Cc' - T$$
$$= 0.85 \cdot f'_{ckh} \cdot b \cdot 0.8X - A_{sc} \cdot f'_{ykc}$$
$$= 0.85 \times 50.0 \times 1000 \times 0.8 \times 77.309 - 633.500 \times 295$$
$$= 2441623.500\ (N/m)$$

$$yo = \frac{t_h + t_c}{2}$$
$$= \frac{57.000 + 103.000}{2}$$
$$= 80.000\ (mm)$$

$$eb = \frac{Cc' \cdot (yo - 0.4 \cdot X) + T \cdot (d - yo)}{Nub'}$$
$$= \frac{2628506.000 \times (80.000 - 0.4 \times 77.309) + 186882.500 \times (110.000 - 80.000)}{2441623.500}$$
$$= 55.129\ (mm)$$
$$ed = 35.000\ (mm) \leqq ed = 55.129\ (mm)$$

e ＝ 55.129（㎜）の時は、コンクリート圧縮の降伏が先行する。

$$\mathrm{Nu}' = Cc' - T = 0.85 \cdot f'_{ckh} \cdot b \cdot 0.8X - A_{sc} \cdot f'_{ykc} \quad \cdots\cdots\cdots ①$$
$$\mathrm{Mu}' = \mathrm{Nu}' \cdot e = Cc'\ (yo - 0.4X) + T \cdot (d - yo)$$
$$\mathrm{Nu}' = \frac{Cc'\ (yo - 0.4X) + T(d - yo)}{e} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots ②$$

①＝②とすると、

$$Cc' - T = \frac{Cc'\ (yo - 0.4X) + T(d - yo)}{e}$$
$$0.4 \cdot Cc' \cdot X + Cc'\ (e - yo) - T(e + d - yo) = 0$$

となり、この式からＸを求める。

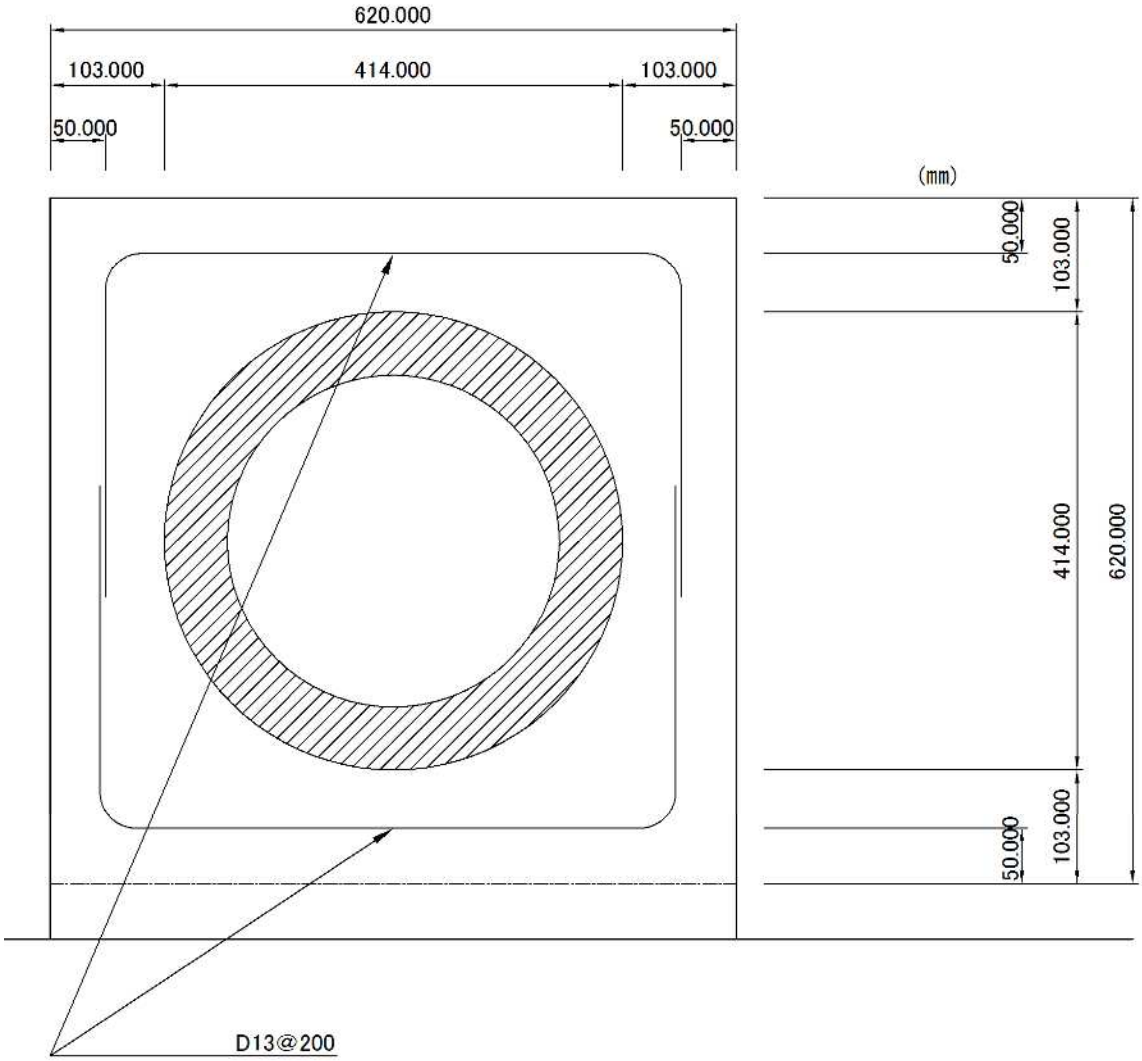
$$Cc' = 0.85 \cdot f'_{ckh} \cdot b \cdot 0.8X$$
$$= 0.85 \times 50.0 \times 1000 \times 0.8X$$
$$= 34000.000X$$

$$\mathrm{X}^2 - 62.178X - 1169.788 = 0$$
$$\mathrm{X} = 77.309\ (mm)$$

$$
\begin{aligned}
\mathrm{Nu}' &= Cc' - T \\
&= 34000.000X - 186882.500 \\
&= 34000.000 \times 77.309 - 186882.500 \\
&= 2441623.500\ (N)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\mathrm{Mu}' &= \mathrm{Nu}' \cdot e \\
&= 2441623.500 \times 55.129 \\
&= 134604261.932\ (N \cdot mm) \\
&= 134.604\ (kN \cdot m)
\end{aligned}
$$

$$
\frac{\mathrm{Mu}'}{\mathrm{Md}'} = \frac{134.604}{5.837} = 23.060 > 2.00\ OK
$$



概 略 一 般 図

※巻立て管の構造断面積は□620.000 × 620.000 とする。

管の呼び径	D = 300（㎜）
活荷重	T-25
許容安全率	F = 1.25
基礎形状	コンクリート基礎
基礎支承角度	360°

支承率条件ごとの発生曲げモーメントと、これに対応する管種を選定すると次表のようになる。

《１種管》

土被り H（m）	等分布荷重 q（kN/m²）	許容曲げ ﾓｰﾒﾝﾄ Mr'（kN・m）	抵抗曲げ ﾓｰﾒﾝﾄ Mr（kN・m）	発生曲げ ﾓｰﾒﾝﾄ M（kN・m）	安全率	判定
4.487	537.508	1.614	2.018	3.768	0.536	NG

下　部			側　部			判定
使用（1.25）	終局（2.00）	判定	使用（1.25）	終局（2.00）	判定	
3.647	2.548	OK	8.338	23.060	OK	OK

《2 種管》

土被り H（m）	等分布荷重 （kN/m²）	許容曲げ ﾓｰﾒﾝﾄ Mr'（kN・m）	抵抗曲げ ﾓｰﾒﾝﾄ Mr（kN・m）	発生曲げ ﾓｰﾒﾝﾄ M（kN・m）	安全率	判定
4.487	537.508	3.172	3.965	3.768	1.052	NG

下　部			側　部			判定
使用（1.25）	終局（2.00）	判定	使用（1.25）	終局（2.00）	判定	
7.164	2.548	OK	8.338	23.060	OK	OK

５　補 助 工 法 の 概 要

＜＜補助工法の概要＞＞

（1） 地盤改良工法
　1） 薬液注入工法
　2） 攪拌混合工法
（2） 地下水位低下工法
（3） その他の工法（圧気工法　等）

【 解説 】

（1） 地盤改良工法

地盤改良工法とは、地盤の工学的性質を改善し、その安定性を増大させることであり、土の性質そのものの改良と置換あるいは補強を行うことである。

代表的な工事対象としては、発進、到達立坑では土留め不連続部、支圧壁背面部、土留め平面部、深礎掘削、底盤部等があり、路線部では鉄道、道路横断部、河川横断部、構造部近接部、地下埋設近接部、路面下部、曲線施工部、その他［転石破砕、マシン点検保守、精度維持］等がある。

- 改良目的

改良目的は、止水、地盤強化、空隙充填、荷重支持の 4 項目に大別される。改良効果は複合されて現れるものであるが、主目的によって設計思想が大きく変化するため慎重に検討する必要がある。

- 施工環境調査

注入工法を採用するにあたり、以下の調査を行わなければならない。

① 工事対象付近の社会環境（交通、生活環境）、地中構造物（各種地下構造物、地下埋設物）、施工条件（各種規制・条件）等から作業が可能かどうか

② 地表面の状態、地中構造物、隣接構造物等に対して地盤変状の発生とその影響

③ 地盤中の物質との反応による効果と影響（固結阻害）や、生活環境に対する影響（飲料水、植物、動物）

1） 薬液注入工法

（社）日本薬液注入協会「薬液注入工　設計・積算資料」－平成 13 年度版－

薬液注入工法は、地山の安定強化や止水効果を得る目的で一般に多く採用されている。注入の工法や薬液の種類は、過去の実績、施工性、経済性、安全性等を考慮して決定する。なお、薬液注入の実施に際しては、「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針」（昭和 49 年 7 月 10 日建設省）に従う。

a） 基本的な考え方

薬液注入工法は、任意に固化時間を調整できる化学薬品を地中に設置した注入管を通して地盤中に圧入し、止水や地盤強化を図る地盤改良工法である。

薬液注入工法の特徴は、次の通りである。

① 土の組織を変えることなく、土粒子の間隙を埋める水を追い出し、そこに注入材料（薬液）が浸透固化する。

② 浸透固化した薬液により地盤の粘着力が増加し、透水係数が減少することで、地盤が強化されたり、遮水性が高まる。

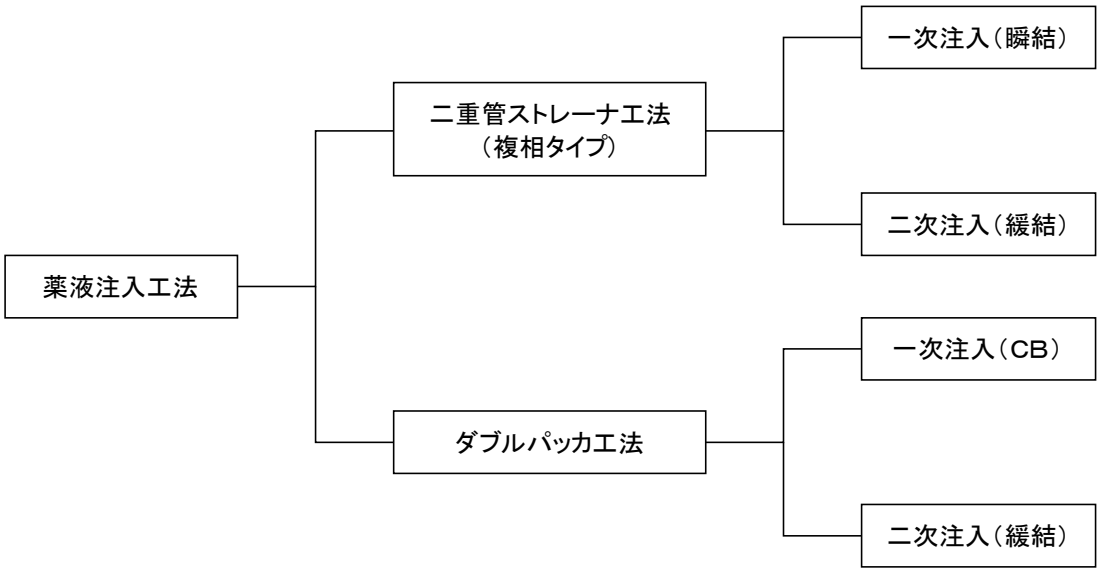
③ 使用する材料は水ガラス系（珪酸ソーダ）を主材とし、それに硬化剤、助剤を加えることで固化する薬液であり、硬化時間は数秒から数時間の範囲で調整できる。

b） 薬液注入のしくみ

薬液を地盤中に注入すると、薬液は地盤の種類や注入方法によってそれぞれ浸透、割裂、割裂浸透などの形態で地盤中に入り込み、ゲルタイム経過後に現結し、透水性の低下と地盤強度の増加を起こす。

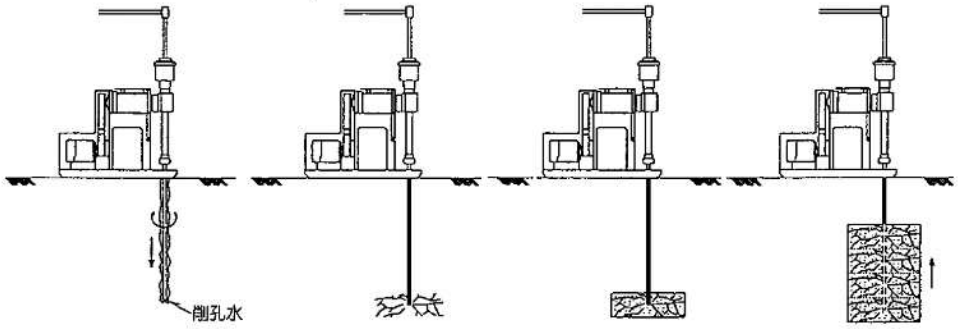
c） 薬液注入工法の分類

薬液注入工法は、その目的や地盤特性などにより、工法や注入材料を選択できることが特長であり、現在、一般に使用されている工法は、下記のとおりである。



d） 工法概要

●二重管ストレーナ工法



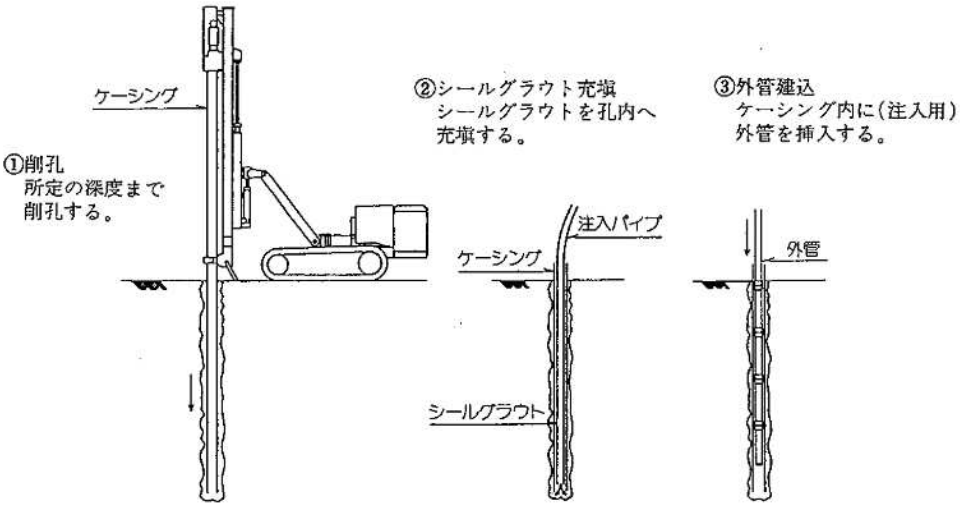
①削孔
所定深度まで削孔

②一次注入開始
削孔完了後、瞬結性薬液に切り替え注入管範囲のシール及び粗詰め注入を行う。

③二次注入開始
同ステップで緩結性薬液による浸透注入を行う。

④注入完了
ステップアップしながら②～③を繰り返し、所定改良区間の注入を行う。
改良後機械を次孔へ移動する。

●ダブルパッカ工法



①削孔
所定の深度まで削孔する。

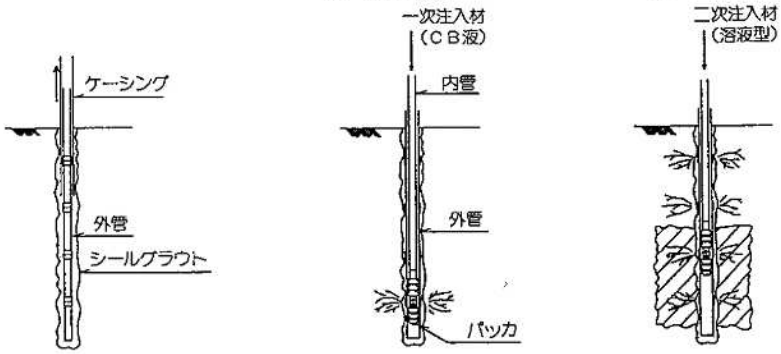
②シールグラウト充填
シールグラウトを孔内へ充填する。

③外管建込
ケーシング内に(注入用)外管を挿入する。

④ケーシングパイプ引き抜き
外管建込後、直ちにケーシングを引き抜く

⑤一次注入
外管の中へパッカ付きの内管を挿入し、一次注入（ＣＢ液）を行い地盤の均一化を図る。

⑥二次注入
一次注入完了後、溶液型注入材にて浸透改良を行う。



※一次注入工の前に水でクラッキングを行うことがある。

2） 攪拌混合工法

攪拌混合工法は、高圧ゼット及び攪拌翼を単独または併用することによって強制的に、硬化材と原地盤とを混合及び置換により、地盤の強化、補強体の造成を図る工法である。

この工法を分類すると、次のようになる。

- 攪拌混合工法
  - a）. 高圧噴射攪拌工法
    - 一重管（CCP工法）
    - 二重管（JSG工法）
    - 三重管〔コラムジェット工法〕（CJG）
  - b）. 機械式かくはん工法
    - 粉体
    - スラリー

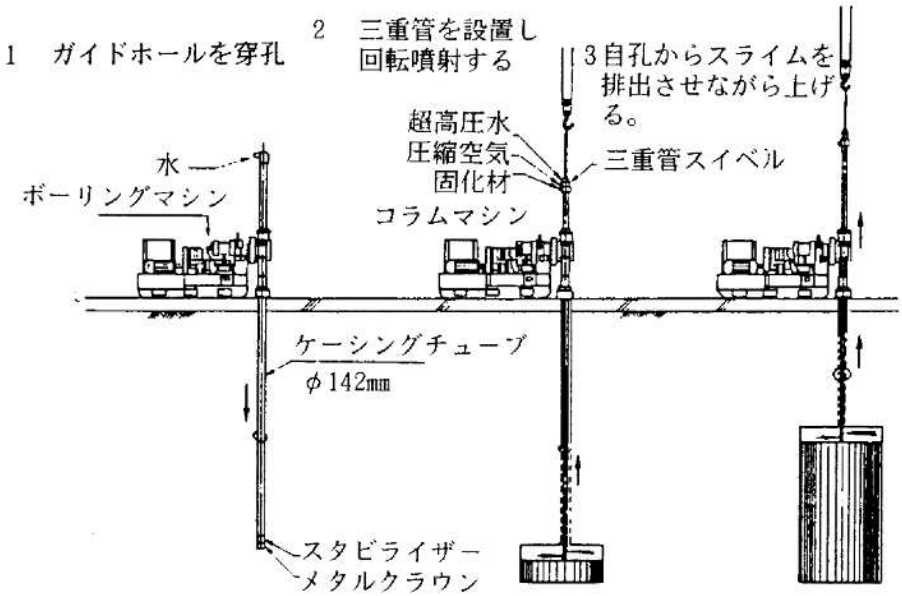
a） 高圧噴射攪拌工法

高圧噴射攪拌工法は、安定材等を地盤中に高圧で噴射することにより地盤を改良する工法で、単管工法は単管を使用し、切削を硬化材で行い、回転しながら引き上げることにより改良地盤を造成する工法である。

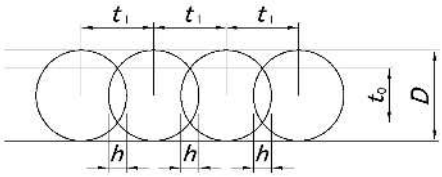
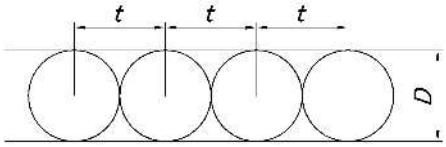
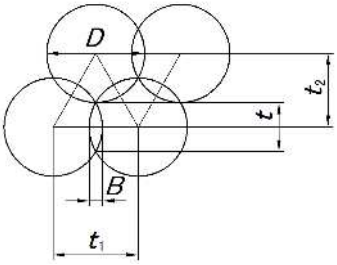
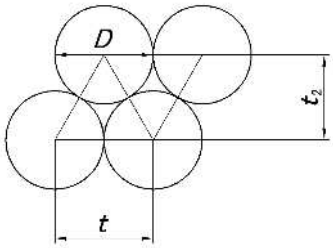
二重管工法は二重管を使用し、切削を硬化材とエアーで行い、回転しながら引き上げることにより、改良地盤を造成する工法である。

三重管工法は三重管を使用し、切削は水とエアーを噴射・回転しながら引き上げることにより行い、下端から硬化材を充填することにより地盤改良を造成する工法である。

工法概略図（三重管）

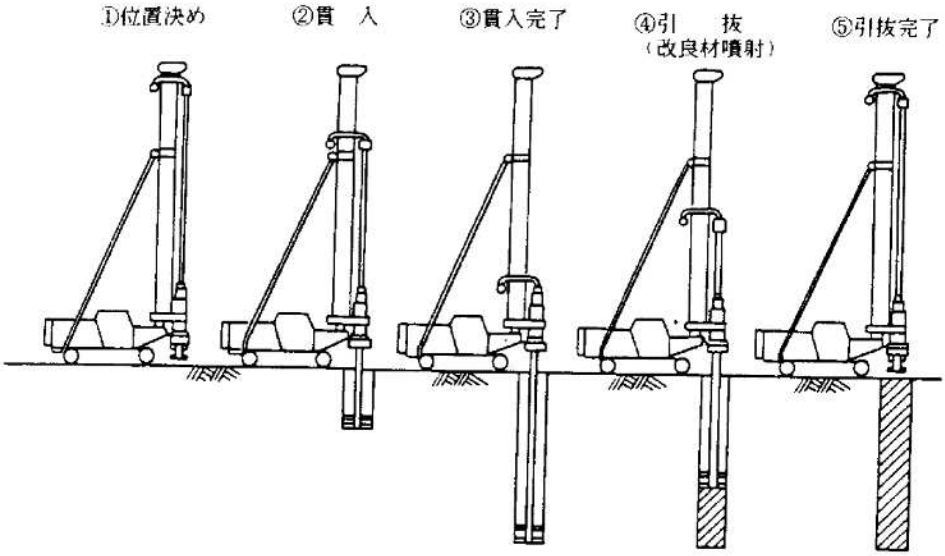


撹拌混合工法の配列図

単 列	 $t_0 = 2\sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{t_1}{2}\right)^2}$ $h = D - \sqrt{D^2 - {t_0}^2}$ 但し、　$h > 0.2$ D (造成径) を最小径の 1.0m とすると ℓ（孔間隔）= 0.8m、t_0（壁体巾）= 0.6m となる。	 $t = D$
複 列	 $t_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot D$ $t_2 = \frac{3}{4} \cdot D$ $t = 2\sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{t_1}{2}\right)^2}$ $B = D - t_1$	 $t_1 = D$ $t_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot D$

b） 機械式攪拌工法

ロッドの先端に攪拌翼を装備し、機械的に攪拌しながら硬化剤を先端から噴射し、土砂と混合させ改良体を造成する。



（2） 地下水位低下工法

地下水位低下工法は、地下水位を低下させて切羽の安定を図るものであり、一般にはウェルポイント工法とディープウェル工法が、多く用いられている。

1） 土質条件

土質により排水工法の適用範囲について、砂質から砂礫に至る透水係数 10^{0}～10^{-2}cm/秒では重力排水、シルト質の砂層からの砂層に至る透水係数 10^{-2}～10^{-4}cm/秒では真空排水で対応することができる。

2） 設置箇所の環境調査

長期にわたって揚水すると広範囲に水位が低下し、土質によっては地盤沈下を生じたり、井戸を枯渇させるおそれがあるので、事前調査を行い周辺環境に十分配慮する必要がある。

3） 地下水位低下の範囲

ウェルポイント工法は、地表より 6.0m 程度、ディープウェル工法は 6.0m 以上の深さに用いることが望ましい。

4） 計画上の留意事項

ウェルポイント工法・ディープウェル工法は施工する場所の土質条件等から揚水量、設置間隔、深さを設定し、その排水量から揚水ポンプの規模を決定する。

（3） その他の工法

その他の地盤改良工法としては、下記に示すものがある。

下水道管きょでの使用実績は少なく、規模の大きい施設、重要な構造物、極端に悪い地盤等に用いられる。使用に当たっては、各工法の特性を考慮し、土質・環境・経済性等を検討の上、適切に選択する必要がある。

- ●圧気工法
- ●凍結工法
- ●パイプルーフ工法
- ●連続地中壁工法
- ●生石灰杭工法　　等

６　スリップ防止用鉄蓋の性能規定

6. スリップ防止用鉄蓋の仕様根拠

＜＜スリップ防止用鉄蓋の性能規定＞＞

スリップ防止性能を規定する項目及び条件は、限界状態における動摩擦係数がμ＝０．４５以上とする。ここで、すべり抵抗値である動摩擦係数μはすべり抵抗測定器による測定結果の証明を必要とする。また、限界状態とは蓋表面の模様高さが３mm 磨耗した状態である。

【 解説 】

スリップ防止性能は、次頁以降に示す「下水道用鋳鉄製マンホールふた （社）日本下水道協会 平成１７年７月１日改正」に記載されている（社）日本道路協会の路面性状委員会で示された目標値に準ずる。

［参考資料　4］

鋳鉄製マンホールふた表面のスリップ防止について

1．ふた表面デザインの考え方

近年、下水道の存在をより積極的に PR する観点から、マンホールふた表面に絵柄デザインをしたものが多く使用されるようになってきている。また、その一方で、車両や人のスリップ事故も散見されるようになってきている。

本来、鉄（鋳鉄を含む）素材は湿潤状態で、タイヤ等ゴム系材料が滑り易い傾向があり、そのため、ふた表面に幾何学的凹凸模様を施すことにより、人や車両のスリップを防止することが従来から行われてきた。絵柄デザインを行う場合にも、耐スリップ性を考慮し、ふた表面の模様を設計する必要がある。

タイヤによる摩擦のメカニズムは、①アドヒージョン（凝着性）、②ヒステリシスロス（変形による熱エネルギーロス）、③機械的掘り起こしによるとされている。乾燥状態では、①による寄与も大きいが、湿潤状態では水膜によってこの効果は低減するため、湿潤時にも滑り抵抗を維持するためには、③の効果を大きくする必要がある。そのため、表面模様をタイヤの進入方向に対して、エッジ成分（角部）の多いものにすることが必要になる。ふたの設置場所により、車の進入方向が変わることも考慮して、表面全体を方向性の少ない模様にすることが望ましい。

2．スリップ防止性能の評価方法

ふた表面スリップ防止の評価方法は、公的に確立されたものはなく、舗装の滑り抵抗評価方法によっているのが現状である。これらの測定装置は、概して大掛かりであるが、このうち比較的簡易なものとしては、ASTM の舗装用の動摩擦係数測定器：DF テスター（＊1）や BPN（＊2）がある。現在、舗装用 DF テスターをマンホールふた用として改良したものを検討されている。（参考資料 5　3.参照）。

3．スリップ防止性能の評価方法

道路上に設置されるマンホールふたは、スリップ防止の観点から、設置される周辺舗装面と同一レベルのスリップ防止性を有する必要があると考えられており、以下に、車道用・歩道用マンホールふた表面に、求められるスリップ防止性能について記載する。

3．1　車道用マンホールふたの表面に求められるスリップ防止性

スリップ防止性能を評価する指標として、摩擦係数が用いられる。摩擦係数は、静止状態からの滑り抵抗を示す静止摩擦係数と、一定速度で運動しているときの滑る抵抗を示す動摩擦係数がある。車道の動摩擦係数については、（社）日本道路協会の路面性状委員会で示された目標値（表 4－1 参照）及び「**道路維持修繕要綱**」の維持修繕要否判断の目標値（表 4－2 参照）が示されている。舗装面と同一レベルのスリップ防止性能を有するよう、ふたについても設置時の目標値を表 4－1 に、取替時の目標値を表 4－2 にすることが望ましい。

表 4－1　日本道路協会で示された舗装のすべり抵抗目標値

定　　義	すべり摩擦係数	測定速度
一般国道等		
一　般　部	0.40	一般国道　　60km/h
危険性の高い箇所	0.45	
高速道路	0.35	高速道路　　80km/h

湿潤路面、路面温度 35℃

表 4－2　道路維持修繕要綱に示された舗装のすべり抵抗目標値

道路の種類	すべり摩擦係数	摘　　要
自動車専用道路	0.25	80km/h で測定
交通量の多い一般道路	0.25	60km/h で測定
交通量の少ない一般道路	－	

なお、表 4－1 の「危険性の高い箇所」とは、一般に交差点、カーブ及び坂道等の車道部で、特に二輪車がスリップしやすい箇所をいう。

３．２　歩道用マンホールふたの表面に求められるスリップ防止性

雨天時に車道用のマンホールで二輪車等のスリップ事故が問題になる一方、歩道用のマンホールでも歩行者のスリップ事故が問題となる。歩行者のスリップは、履物の材質、形状によっても違ってくるが、ゴム製で形状がフラットなものは、一般に濡れると滑り易い傾向がある。車道用のマンホールでは、耐スリップ用として独立模様を配することが行われるが、歩道用マンホールでは、人のつまづき防止と転倒の際のけが防止を考慮して、滑り止め表面処理が行われることがあり、この表面のスリップ防止性を評価する方法として BPN（＊2）がある。（社）日本道路協会の「**アスファルト舗装要綱**」によると、歩行者等の安全な交通に応じた滑り抵抗性として「歩行者系道路舗装の表層は、湿潤状態で BPN40 以上が望ましい。」とされている。

一方、表面処理によらず、表面模様形状（細かい独立模様等）によって滑り抵抗値と対つまづき性を確保することも可能である。この場合は、独立した表面が少ないため、BPN による評価は困難であり、DF テスター等による測定方法が必要となる。

（＊1）DF テスター：Dynamic　Friction　Tester（ASTM　E-1911-98）

（＊2）BPN：British　Portable　Number

Portable　Skid　Resistance　Tester　で測定された値

7　特 記 仕 様 書

下水道管路工事完成図電子データ作成　特記仕様書

第１条　適用範囲

本特記仕様書は、下水道管路工事の完成図電子データを作成する際に適用する。

第２条　対象図面

完成図電子データ作成の対象図面は下表の通りとする。

完成図書電子データ作成対象図面

対　象　図　面	備　　考
平面図	平面・縦断面・横断面を同一図面に収めても良い。
縦断面図	〃
横断面図	〃
詳細平面図	
構造図	仮設図、人孔構造図、配管詳細図等
公共桝完成図	

第３条　CAD データの作成

前条に示した完成図の CAD データを作成すること。

CAD データは汎用性のあるものとし、データ形式は以下の何れかによるものとする。

CAD データファイル形式：dwg、dxf、sxf、sfc

CAD データ作成に際し参照ファイル（背景地形図等）を使用した場合は、当該ファイルを CAD データと同一フォルダに格納し、相対パスで CAD データとのリンクを保持した状態で提出すること。

特殊なフォントを使用している場合は、使用したフォントファイルを CAD データと同一フォルダに格納し、提出すること。

第４条　PDF データの作成

完成図 CAD データを基に PDF データを作成すること。

PDF データの仕様は下記の通りとし、完成図が複数枚ある場合は１ファイルにまとめて作成すること。

完成図書電子データ作成対象図面

項　　目	出力サイズ	出力形式	データ形式	解像度	備　　考
工事完成図	A3	カラー	PDF 形式	300dpi	

第５条　ファイル名称

全ての完成図データを 1 ファイルとして作成する場合、完成図ファイル名称は CAD、PDF データとも工事名称とする。

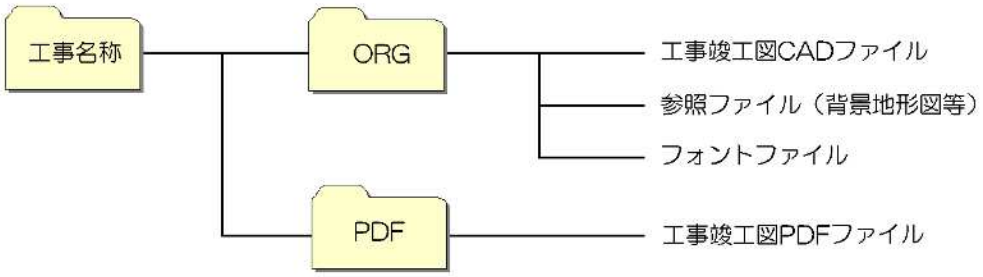
（例）

CAD データ名称：23 国補 1111 枝線.dwg

PDF データ名称：23 国補 1111 枝線.pdf

第６条　フォルダ構成

完成図電子データは以下のフォルダ構成とすること。



第７条　ウィルス対策

提出するデータは以下の要領でウィルス対策を行うこと。

・提出データが完成した時点で、ウィルスチェックを行う。

・ウィルス対策ソフトは指定しないが、信頼性の高いものを利用する。

・最新のウィルスも検出できるように、最新の定義ファイルに更新（アップデート）したウィルス対策ソフトを利用すること。

・提出する電子媒体（CD-ROM 等）の表面には、以下の情報を明記すること。

ウィルス対策情報記載内容

記　載　情　報	記　載　内　容
製品名	使用したウィルス対策ソフト名の名称
バージョン	使用したウィルス対策ソフトのバージョン名称
定義ファイル	定義ファイルの作成年月日と名称
チェック実施日	ウィルスチェックの実施日（西暦表示とすること）

８　チェックリスト

1.調査に関するチェック項目(1)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
資料収集	設計資料		
	全体計画図書	左記資料を収集したか？	□
	都市計画決定図書	〃	□
	事業認可図書	〃	□
	計画説明書	〃	□
	計画一般図	〃	□
	区画割平面図	〃	□
	縦断面図	〃	□
	流量表	〃	□
	既設計関連図書		
	設計報告書	左記資料を収集したか？	□
	設計図面･完成図	〃	□
	流量表	〃	□
	その他		
	関連資料		
	地形図		
	白図（1/10,000）	左記資料を収集したか？	□
	白図（1/2,500）	〃	□
	平面図（1/500）	〃	□
	地下埋設物資料	〃	□
	既土質調査資料	〃	□
	公　図	〃	□
	道路境界査定図	〃	□
	道路台帳	〃	□
	基準点位置、高さ	〃	□
	その他		

1.調査に関するチェック項目(2)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
地下埋設物調査	水　道	左記項目について調査したか？	□
	ガ　ス	〃	□
	電　気	〃	□
	NTT ケーブル	〃	□
	下水道	〃	□
	共同溝	〃	□
	工業用水道	〃	□
	防火水槽	〃	□
	その他		
土地地権者調査	地　番	左記項目について調査したか？	□
	地権者氏名	〃	□
	〃住所	〃	□
	地　目	〃	□
	地　積	〃	□
	その他		

1.調査に関するチェック項目(3)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
流域調査	道路状況調査		
	歩車道幅員	設計に影響する道路幅員について整理したか？	□
	道路勾配	急勾配区間、階段道路について調査したか？	□
	路面表示	位置、規模等について調査したか？	□
	付帯構造物	位置、基礎等について調査したか？	□
	交通量	交通量、車両種別について調査したか？	□
	バス路線の有無	バス停位置、通行時間帯について調査したか？	□
	舗装構成	現況及び復旧方法について調査したか？	□
	掘削規制の有無	竣工経過年数について調査したか？	□
	通行規制の有無	左記項目について調査したか？	□
	その他		
	宅地内状況調査		
	排水状況	左記項目について調査したか？	□
	建物状況	〃	□
	その他		

1.調査に関するチェック項目(4)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
	土地利用状況調査		
	アパート	左記項目の有無について調査したか？	□
	マンション	〃	□
	工　場	〃	□
	学　校	〃	□
	病　院	〃	□
	空き地	〃	□
	農　地	〃	□
	井　戸	〃	□
	その他		
	その他構造物状況調査		
	河川及び水路	形状、基礎等について調査したか？	□
	橋　梁	〃	□
	護　岸	〃	□
	鉄　道	〃	□
	道　路	〃	□
	鉄塔、電柱、架空線	〃	□
	その他		

2.概略平面縦断検討に関するチェック項目(1)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
計画 下水量の 算出	汚　水	計画下水量は時間最大汚水量であるか？	□
		汚水原単位は上位計画と整合がとれているか？	□
		流域面積は上位計画と整合がとれているか？	□
	雨　水	流出係数は上位計画と整合がとれているか？	□
		降雨強度式は正しいか？	□
		流入時間は正しいか？(取手市:7分、旧藤代町、つくばみらい市:10分)	□
		流下時間は満管流速で算定したか？	□
		排水面積は上位計画と整合がとれているか？	□
施設計画	余裕率（汚水）	余裕の見込みは正しいか？	□
	余裕率（雨水）	余裕を見込んではいないか？	□
	流速公式	マニング式を用いているか？	□
	粗度係数	管種により適切な値を用いているか？	□
	流　速	V=0.6～3.0m/s の範囲で設定しているか？	□
		下流幹線との接続は考慮しているか？	□
		目安で定めている標準勾配を用いているか？標準勾配を採用しない場合は、設定した勾配の根拠を整理しているか？	□
		最上流区間は考慮しているか？	□
	最小管径（汚水）	φ200mm としているか？	□
	最小管径（雨水）	φ250mm としているか？	□

2.概略平面縦断検討に関するチェック項目(2)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
平面 縦断検討	地下埋設物との離隔	30cm 以上確保されているか？	□
	管渠接合方法	管頂接合としているか？	□
	マンホール内段差	必要段差は確保したか？	□
	最小土被り	道路種別による最小土被りは確保したか？	□
マンホール	設置箇所	管渠起点	□
		流下方向変化点	□
		勾配、管径変化点	□
		段差箇所	□
		管渠会合点	□
		維持管理上必要箇所	□
		その他	□
		極力、出入口付近を避けた設置位置の検討をしているか？	□
	設置間隔	設置間隔は適正か？	□
	種類及び形状	組立マンホールか？	□
		形状寸法は適正か？	□
	組立マンホール組合せ	組み合わせは基準どおりか？	□
	中間スラブ	設置箇所は基準どおりか？	□
	インバート	形状は基準どおりか？	□
	副　管	設置基準を満足しているか？	□
		管径は適切か？	□
マンホール蓋	蓋の選定	取手市管内及びつくばみらい市管内の基準に準拠した蓋の耐荷重の種類を選定しているか？	□
	耐スリップ防止用鉄蓋	必要箇所に耐スリップ防止用鉄蓋を設定しているか？	□

2.概略平面縦断検討に関するチェック項目(3)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
仮平面図作成	地形図	都市計画白図から地形図を作成したか？	□
	調査資料	地下埋設物等の調査結果を記入したか？	□
	管渠ルート選定	上記を考慮したルート選定を行ったか？	□
	占用位置検討	管渠及びマンホールの占用は可能か？	□
	仮平面図作成	検討を踏まえた仮平面図を作成したか？	□
仮縦断図作成	基本的条件	管渠番号、区間距離、地盤高等を記入したか？	□
	調査資料	地下埋設物等の調査結果を記入したか？	□
	縦断計算	上記を考慮した縦断計算を行ったか？	□
	流入管、流出管	流入管、流出管等を記入したか？	□

2.概略平面縦断検討に関するチェック項目(4)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
追加調査	土質調査	追加調査の必要性はあるか？	□
		調査位置の選定は十分か？	□
		現地確認は行ったか？	□
		調査深度の選定は十分か？	□
		調査項目の選定は十分か？	□
	測量調査	追加調査の必要性はあるか？	□
		調査位置の選定は十分か？	□
		調査項目の選定は十分か？	□
	試掘調査	追加調査の必要性はあるか？	□
		調査位置の選定は十分か？	□
		調査深度の選定は十分か？	□
		調査項目の選定は十分か？	□

3.施工方法の検討に関するチェック項目(1)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
施工条件の確認	掘削深	掘削深が 4m 未満であるか？	□
	自立高の確保	自立高は確保されているか？	□
	地下水の有無	掘削面内に地下水はないか？	□
	開削工法（あて矢板、たて込み簡易、アルミ矢板）	道路交通上の支障はないか？	□
		河川横断はないか？	□
		鉄道横断はないか？	□
		地盤沈下による影響はないか？	□
		関係機関との協議は行ったか？	□
	開削（鋼矢板）工法	開削で施工可能な土被りか？	□
		施工可能な土質か？	□
		道路交通上の支障はないか？	□
		河川横断はないか？	□
		鉄道横断はないか？	□
		地盤沈下による影響はないか？	□
		関係機関との協議は行ったか？	□
	小口径推進工法	管径がφ700mm 以下であるか？	□
		施工可能な延長か？	□
		土被りは確保されているか？	□
		施工可能な土質か？	□
		立坑が設置可能な状況か？	□
		関係機関との協議は行ったか？	□
	総合評価（鋼矢板工法、小口径推進工法）	概算工事費、工程等による比較を行ったか？	□

3.施工方法の検討に関するチェック項目(2)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
関係機関との協議	協議先		
	道路管理者	左記関係機関と協議を行ったか？	□
	河川管理者	〃	□
	公有地管理者	〃	□
	警　察	〃	□
	埋設物企業者	〃	□
	水　道	〃	□
	ガ　ス	〃	□
	電　気	〃	□
	NTT ケーブル	〃	□
	下水道	〃	□
	共同溝	〃	□
	工業用水道	〃	□
	防火水槽	〃	□
	その他	〃	□
	軌道管理者	〃	□
	その他	〃	□

4.開削工法に関するチェック項目(1)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
管種・基礎	管種･基礎の選定	施工条件･土質調査･経済性を考慮しているか？	□
	リブ管の比較検討	埋戻し土の液状化対策を考慮して選定しているか？	□
	剛性管の管種の計算		
	鉛直土圧式	下水道協会式を採用し、施工条件･基礎条件を加味しているか？(但し、施工条件によっては、他式を採用する。指針参照)	□
	埋戻し土の内部摩擦角	ϕ=30°を採用しているか？	□
	埋戻し材の変形係数	2000kg/cm^{2}を採用しているか？	□
	活荷重の算定	自動車荷重の設定は確認したか？T25 T14	□
	管の支承係数	支承係数の確認	□
	管のひび割れ荷重	数値の確認	□
	管の中心半径	〃	□
	管の自重	〃	□
	安全率	PS=1.25 は確保されているか？	□
			□
	可とう性管の管種の計算		□
	鉛直土圧式	直土圧式を採用しているか？(但し、施工条件によっては他式を使用する。指針参照)	□
	活荷重の算定	自動車荷重の設定は確認したか?T25　T14	□
	管の支承係数	支承係数の確認	□
	管の中心半径	数値の確認	□
	断面二次モーメント	〃	□
	断面係数	〃	□
	許容曲げ応力	許容曲げ応力に対し安全か？	□
	たわみ率	許容たわみ率に対し安全か？	□
	可とう継手	可とう継手の設置を計上しているか？	□

4.開削工法に関するチェック項目(2)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
山留め工法	あて矢板工法		
	自立高さの計算	自立高さの計算を行ったか？	□
	土質定数	各層の土質定数(単重･粘着力･内部摩擦角)の確認	□
	地下水	地下水位は掘削内にないか？	□
	掘削深	掘削深は h=3.8m 以内か？	□
	支保工設置段数	支保工の設置段数は正しいか？	□
	たて込み簡易土留め工法、アルミ矢板工法		
	自立高さの計算	自立高さの計算を行ったか？	□
	土質定数	各層の土質定数(粘着力･内部摩擦角)の確認	□
	地下水	地下水位は掘削内にないか？	□
	掘削深	掘削深は h=6.0m 以内か？	□
	鋼矢板工法		□
	土質定数	各層の土質定数(単重･粘着力･内部摩擦角)の確認	□
	計算式	指針通りの計算式を用いているか？	□
	ヒービング	必要な計算であれば行っているのか？	□
	ボイリング	〃	□
	盤ぶくれ	〃	□
	根入れ長の計算	採用値に関しては、各検討の最大値を使用しているか？	□
	矢板断面	断面計算･変位の許容値を満足しているか？	□
	施工方法	鋼矢板打込み工法は妥当か？	□

4.開削工法に関するチェック項目(3)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
支　保　工	腹起こし		
	切梁反力	鋼矢板の計算にて算出した反応の値と同じか？	□
	計算スパン	計算スパンは正しいか？	□
	許容値	許容値を満足しているか？	□
	切　梁		
	切梁反力	鋼矢板の計算にて算出した反力の値と同じか？	□
	計算スパン	計算スパンは正しいか？	□
	鉛直荷重	採用値は正しいか？0.5t/m	□
	軸力に温存変化による増加	〃　　12tf/本	□
	許容値	許容値を満足しているか？	□
	火打ち		
	切梁反力	鋼矢板の計算にて算出した反力の値と同じか？	□
	計算スパン	計算スパンは正しいか？	□
	許容値	許容値を満足しているか？	□
覆　工	覆工板	山留め材に載荷させていないか？	□
		山留め材に載荷させている場合に、支持力の検討は行っているか？	□
	活荷重	荷重は正しく作用させているか？	□
	覆工受桁･桁受け材	許容値を満足しているか？	□

4.開削工法に関するチェック項目(4)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
掘 削 幅	管の最大外径からの決定	D=0.85m 以上か？	□
	山留め材	山留め材の厚さは正しいか？	□
	腹起し材	腹起し材の幅は正しいか？	□
	余裕幅	余裕幅は正しいか？	□
	コンクリート基礎幅からの決定	D=0.85m 以上か？	□
	山留め材	山留め材の厚さは正しいか？	□
	腹起し材	腹起し材の幅は正しいか？	□
	余裕幅	余裕幅は正しいか？	□
	バッケット幅からの決定	管の最大外径及び基礎幅は 0.85m 以内か？	□
	山留め材	山留め材の厚さは正しいか？	□
	腹起し材	腹起し材の幅は正しいか？	□
	余裕幅	余裕幅は正しいか？	□
取 付 管	管　種	硬質塩化ビニル管を採用しているか？	□
	最小管径	φ150mm 以上か？	□
	勾　配	10‰以上確保されているか？	□
	配　置	布設方向、取付角度、位置は正しいか？	□
汚 水 桝	設置位置	設置位置は正しいか？	□
	桝	桝の種類は良いか？	□

4.開削工法に関するチェック項目(5)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
マンホール形式ポンプ場	計画汚水量	施設規模は時間最大汚水量か？	□
	設置台数	設置台数は妥当か？	□
	ポンプ口径	ポンプ口径は 80mm 以上か？	□
	ポンプ口径の算出	ポンプ口径の算出方法は妥当か？	□
	ポンプ全揚程		
	損失水頭（直管摩擦）	採用計算式は妥当か？	□
	〃　（曲管摩擦）	係数の値は妥当か？	□
	弁類の損失	値は妥当か？	□
	実揚程	実揚程は妥当か？	□
	ポンプタイプ	選定したポンプタイプは妥当か？	□
	電動機出力		
	ポンプ吐出し量	値は正しいか？	□
	余　裕	0.15 としているか？	□
	電導効率	採用値は妥当か？	□
	ポンプ井		
	流入量	流入量は正しいか？	□
	始動間隔	5～8 分の値か？	□
	ポンプ井形状	ポンプ井形状は妥当か？	□

4.開削工法に関するチェック項目(6)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
マンホール形式ポンプ場	圧　送　管		
	管内流速	管内流速は 1.5m/s 前後で管径を決定しているか？	□
	管　種	ダクタイル鋳鉄管を採用しているか？	□
	水撃作用	水撃作用の検討は行っているか？	□
	受変電設備		
	形式及び、設置位置	形式及び、設置位置について協議を行ったか？	□
	運転操作･監視制御		
	ポンプ運手	自動交互運転となるように計画しているか？	□
	監視制御	監視制御方法は、協議を行って決定するか？	□

5.小口径推進工法に関するチェック項目(1)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
工法の選定	立坑位置の選定		
	地下埋設物	地下埋設物との離隔は確保されているか？	□
	交通事情	交通事情を考慮し選定しているか？	□
	周辺環境	周辺環境を考慮し選定しているか？	□
	作業ヤード	作業ヤードは確保されるか？	□
	大別方式		
	管　径	施工可能か？	□
	推進延長	〃	□
	対象土質	〃	□
	N　値	〃	□
	工法の選定	選定した工法は、施工性、経済性、工期、立坑形状を考慮し決定したか？	□
	許容推進延長の計算	採用計算式は適切か？	□
		立坑間隔は、計算値以内で計算されているか？	□
		管の強度計算はなされている？	□
		総推進力と管の強度との比較はなされているか？	□
	立坑平面形状	立坑の大きさの検討を行っているか？	□
	立坑深	立坑深は、基礎厚、各工法の必要高さを考慮し決定されているか？	□
	立坑配置計画	発進･到達立坑の位置選定は、施工性･経済性等を考慮し計画されているか？	□
	空伏の計算	空伏せの計画は行っているか？	□

5.小口径推進工法に関するチェック項目(2)

種　目	項　　目	内　　容	チェック
補助工法	補助工法施工箇所	坑口、定盤、欠損部、ライナー周囲、管路重要構造物	□
	補助工法の目的	目的は整理されているか？(止水、地盤改良)	□
	補助工法の選定	目的に合った工法を選定しているか？	□
	土質条件	可能な土質か？	□
	周辺環境	環境への影響を考慮しているか？	□
	補助工法の決定	経済比較を加味し決定しているか？	□

6.数量計算に関するチェック項目

種　目	項　　目	内　　容	チェック
数量計算	数量計算の算出及び集計	数量の単位及び数値の取り方は、設計委託標準仕様書の数値基準と整合しているか?	□
		数量計算に用いた寸法・数値は図面と整合しているか？	□
		数量の取りまとめは、種類毎、材料毎等に整理されているか？	□
		数量計算の根拠となる資料（根拠図等）は作成されているか？	□
		数量総括表が正しく整理されているか？	□

7.報告書に関するチェック項目

種　目	項　　目	内　　容	チェック
報告書	報告書のとりまとめ内容	打合わせ事項は反映されているか?	□
		条件設定の考え方が設計指針に準拠しているか？	□
		比較検討の結果が整理されているか？	□
		工事発注に際しての留意事項が記述されているか？	□
		基準等の引用には出典図書及びページが明記されているか？	□

９　下水道管渠工事概要書

下水道管渠工事概要書　　(起工･完成)

No.　　―

Ⅰ．契約内容

平成　　年度	款		項		目		節	
工　事　番　号					契　約　日	平成　　年　　月　　日		
施　工　場　所					工事期間	自　平成　　月　　日		
路　線　名						至　平成　　月　　日		
発　注　部　署		発注担当			工事期間	日間		
請　負　人			請負人担当者			TEL	―　　―	
工　事　概　要								

| | | | | | | | |

Ⅱ.管理データ

1～7の各項目の金額は直接工事費（内訳）を記入し、完成時の記入金額は請負比率を乗じて記入する。

1.管布施工

番号	工法-1	工法-2	昼夜別	管種	管径（mm）	延長（m）（路線延長）【L】	直接費金額【K】	1m当たり金額【K】÷【L】	摘　要
01					φ				
02					φ				
03					φ				
04					φ				
05					φ				
計	－	－	－	－	－	－			

工法-1
1. 開削
2. 小口径推進
3. 普通推進
4. セミシールド
5. シールド

工法-2
開削(主な工法)
01. あて(アルミ矢板)
02. 〃 (軽量鋼矢板)
03. たて込み簡易土留
04. 鋼矢板
小口径推進
10.高耐荷力方式
15.低耐荷力方式
20.鋼製さや管方式
普通推進･シールド
30.開放手掘式
31.泥水加圧式
32.土圧式
33.その他

昼夜別
1. 昼
2. 夜
3. 昼夜

管種
1. ヒューム管
2. 塩化ビニル管
3. 強化プラスチック複合管
4. 鋳鉄管
5. 鋼管
6. その他

2.人孔築造工(円形)

番号	タイプ	個数【N】	平均人孔深（m）【H】	直接費金額【K】	1箇所当たり金額【K】÷【N】=【P】	深さ1m当たり金額【P】÷【H】	摘用
01							
02							
03							
04							
05							
計							

副管を含む金額

人孔タイプ
1.1号マンホール
2.2号マンホール
3.3号マンホール
4.4号マンホール
5.小型塩ビ
6.その他

3.桝及び取り付け管

番号	取付管		汚水桝箇所数		直接費金額【K】	1箇所当り金額【K】÷【N】	摘要
	管径	箇所数【N】	塩ビ製	コンクリート製			
01	φ150mm						
02	φ200mm						
計	―						

4.残土、アスファルト･コンクリート（鉄筋･無筋）殻

番号	残土（良質土）（m3）【Z1】	残土（粘性土系）（m3）【Z2】	アスファルト殻（m3）【A】	鉄筋コンクリート殻（m3）【C1】	無筋コンクリート殻（m3）【C2】	摘　要
01						
02						
03						
04						
05						
計						
残土合計						

5. 立坑築造工(特殊人孔)

番号	種類	工法	立坑深（m）【H】	立坑心寸法 幅（短辺）【W】×長（長辺）【D】	1 箇所当り直接費用金額【K】	深さ 1m 当り金額【K】÷【H】=【M】	摘要
01				×			
02				×			
03				×			
04				×			
05				×			
計	－		－	－ － － － － － － － － － － － － － －			

立坑種類
1. 両発進立坑
2. 両到達立坑
3. 発進･到達立坑
4. 発進立坑
5. 到達立坑
6. その他

立坑工法
1. 鋼矢板
2. ライナープレート
3. その他

6.人孔築造工（特殊人孔）

番号	人孔深（m）【H】	内法寸法 幅（短辺）【W】×長（長辺）【D】	1 箇所当り直接費金額【K】	深さ 1m 当り金額【K】÷【H】=【M】	深さ･面積当り金額【M】÷【W】×【D】
01		×			
02		×			
03		×			
04		×			
05		×			
計	－ － － － －	－ －			

番号	躯体鉄筋重量（kg）【T】	躯体コンクリート量（m3）【C】	1m3 当り鉄筋量（kg/m3）【T】÷【C】=【M】	摘要
01				
02				
03				
04				
05				
計				

7.薬液注入･地盤改良工

番号	種類	工法	注入量（リットル）【V】	直接費金額【K】	1リットル当り金額【K】÷【V】	摘要
01						
02						
03						
04						
05						
計						

種類
1. セメント系
2. 水ガラス系
3. その他

工法
1. 単管
2. 二重管
3. 三重管
4. その他