

千葉県下水道設計指針

(管きよ編)

令和 4 年 4 月

千葉県建設局

はじめに

千葉市下水道設計指針(管きょ編)は、本市の下水道管きょ施設の実施設計を行う上での技術的基準を明示することにより、統一的な設計を図り、下水道事業を的確に推進することを目的として、平成元年度に制定された。その後、平成 8 年 4 月、平成 14 年 4 月及び平成 18 年 4 月、平成 26 年 4 月に内容が見直され、今日に至っている。

前回の改定から 8 年が経過し、この間に(公社)日本下水道協会発行の「下水道施設計画・設計指針と解説」、「建設工事公衆災害防止対策要綱」等の改定が行われた。

下水道事業は、従来の整備優先の時代から、膨大な下水道ストックを適切に維持管理する時代へ遷り変ってきている。また、東日本大震災を教訓とした、下水道施設の耐震対策や減災対策が求められている。

このような背景の中、本市における下水道事業のより一層の進展を図るため、最新の技術基準や技術動向を反映し、第 5 回改定の設計指針を刊行した。

令和 4 年 4 月

第 1 章 総則	1-1
1.1 適用範囲	1-1
1.2 基本方針	1-1
1.3 実施設計のフロー	1-2
1.4 関連法規	1-4
1.5 参考文献	1-7
第 2 章 調査	2-1
2.1 資料収集	2-1
2.2 現地調査	2-1
2.3 台帳調査	2-2
2.4 測量調査	2-3
2.5 土質調査	2-4
2.6 環境保全のための調査	2-6
2.7 関係機関等との協議	2-7
第 3 章 計画下水量と流量計算	3-1
3.1 排水計画	3-1
3.2 計画下水量	3-2
3.2.1 計画雨水量	3-2
3.2.2 計画汚水量	3-3
3.2.3 計画下水量	3-4
3.3 管きよの余裕	3-5
3.4 管きよの流量計算	3-6
3.5 流速及びこう配	3-8
第 4 章 管きよ	4-1
4.1 管きよ及び継手の種類	4-1
4.2 管きよの断面形状	4-4
4.3 管きよの埋設位置	4-5
4.4 土被り	4-6
4.5 管きよの接合	4-8
4.6 基礎工	4-10
4.7 管種と基礎工の検討	4-13
第 5 章 マンホール	5-1
5.1 設置箇所	5-1
5.2 設置間隔	5-1
5.3 マンホールの種類、形状、構造等	5-2
5.4 マンホール本体の構造	5-6
5.5 マンホールふた	5-7
5.6 足掛金物	5-10
5.7 インバート	5-10
5.8 中間スラブ	5-11
5.9 マンホールの段差	5-11
5.10 副管	5-12
5.11 小型マンホールの種類、形状、構造等	5-13
第 6 章 ます及び取付管	6-1

6.1	ます	6-1
6.2	取付管	6-3
6.3	補足事項	6-5
第7章	土留め工	7-1
7.1	総則	7-1
7.1.1	適用の範囲	7-1
7.2	関連法規及び適用基準	7-2
7.3	土留め工の概要	7-4
7.4	設計の基本方針	7-6
7.5	荷重	7-8
7.5.1	荷重の種類	7-8
7.6	土圧及び水圧	7-11
7.6.1	慣用法に用いる土圧及び水圧	7-11
7.6.2	弾塑性法による土圧及び水圧	7-15
7.7	仮設材の許容応力度	7-20
7.8	土留め工の設計	7-25
7.8.1	掘削底面の安定	7-25
7.8.2	慣用法による土留め壁の設計	7-32
7.8.3	弾塑性法による土留め壁の設計	7-38
7.9	支保工の設計	7-42
7.9.1	慣用法による支保工の設計	7-42
7.9.2	弾塑性法による支保工の設計	7-43
7.9.3	支保工設置位置	7-43
7.10	路面覆工の設計	7-43
7.10.1	概要	7-43
7.10.2	覆工板	7-44
7.10.3	覆工受桁の設計	7-44
7.10.4	覆工桁受け部材の設計	7-47
7.11	補足事項	7-48
第8章	推進工	8-1
8.1	推進工の概要	8-1
8.2	推進工法の選定	8-2
8.3	推進管の鉛直方向の設計	8-4
8.3.1	管に作用する外圧荷重	8-4
8.3.2	推進管の選定	8-11
8.3.3	鉛直方向の管の耐荷力	8-16
8.3.4	低耐荷力管きよの鉛直方向の耐荷力	8-17
8.4	推進管の推進方向の設計	8-19
8.4.1	推進方向の管の耐荷力	8-19
8.4.2	低耐荷力管きよの推進方向の耐荷力	8-22
8.4.3	推進力	8-24
8.4.4	許容推進延長	8-32
8.4.5	推進力の軽減	8-33
8.4.6	推進力の分割	8-33

8.5 空伏せの設計	8-34
8.6 立坑の底盤	8-35
第9章 シールド工	9-1
9.1 シールド工の概要	9-1
9.2 シールド工法の選定	9-2
9.3 覆工	9-3
9.4 二次覆工の省略	9-4
第10章 管きよの改築及び修繕	10-1
10.1 管きよ改築及び修繕の概要	10-1
10.1.1 概要	10-1
10.1.2 用語の分類と定義	10-2
10.1.3 管きよの改築・修繕の分類	10-3
10.2 管きよ更生工法の設計	10-4
10.2.1 更生工法の概要	10-4
10.2.2 更生工法の設計手順	10-8
10.2.3 更生工法の選定手順	10-9
10.3 布設替え工法の設計	10-10
10.4 修繕工法の設計	10-10
第11章 補助工法	11-1
11.1 補助工法の概要	11-1
11.1.1 補助工法の基本事項	11-1
11.1.2 補助工法の種類	11-1
11.1.3 補助工法の選定	11-3
11.2 薬液注入工の設計	11-4
11.2.1 薬液注入工法の基本事項	11-4
11.2.2 注入材料の分類と選定	11-4
11.2.3 注入工法の選定	11-5
11.2.4 注入工の設計	11-6
11.3 高圧噴射攪拌工の設計	11-6
11.3.1 高圧噴射攪拌工法の基本事項	11-6
11.3.2 高圧噴射攪拌工法の分類と選定	11-6
11.3.3 高圧噴射攪拌工の設計	11-7
11.4 地下水位低下工の設計	11-7
11.4.1 地下水位低下工の基本事項	11-7
11.4.2 地下水位低下工法の種類と適用範囲	11-8
11.4.3 ウェルポイントの設計	11-10
第12章 耐震設計	12-1
12.1 耐震設計の基本的な考え方	12-1
12.2 耐震設計の基本事項	12-1
12.2.1 設計基準等の適用	12-1
12.2.2 地震動レベル	12-1
12.2.3 施設の重要度	12-2
12.2.4 保持すべき耐震性能	12-3
12.2.5 耐震設計方法	12-3

12.3 耐震設計	12-5
12.3.1 耐震設計の手順	12-5
12.3.2 耐震マトリックス	12-9
12.3.3 耐震性向上の具体的対策法	12-14
12.4 液状化対策	12-15
第 13 章 マンホールポンプ施設	13-1
13.1 適用	13-1

第 1 章 総則

第1章 総則

1.1 適用範囲

本設計指針は、下水道施設のうち管路施設の実施設計に適用する。

【解説】

本設計指針は、一般的な条件での施設構造、施工法、設計手法に関する改定時点での標準的な考え方を示したものである。ここに示されていない条件や適用範囲外の構造・施工法等については、個別に検討を行うこととする。

1.2 基本方針

実施設計にあたっては、千葉市公共下水道計画に従うとともに、関連する法規、設計基準類に準拠しなければならない。

【解説】

千葉市下水道設計指針(平成 26 年 4 月)が発刊されてから既に 8 年が経過しているが、この間にさまざまな指針、基準類等の改定が行われた。これらの内容が下水道管路施設の実施設計に反映されるよう指針の改定を行うものである。

設計指針の改定にあたっての基本方針は、以下のとおりとした。

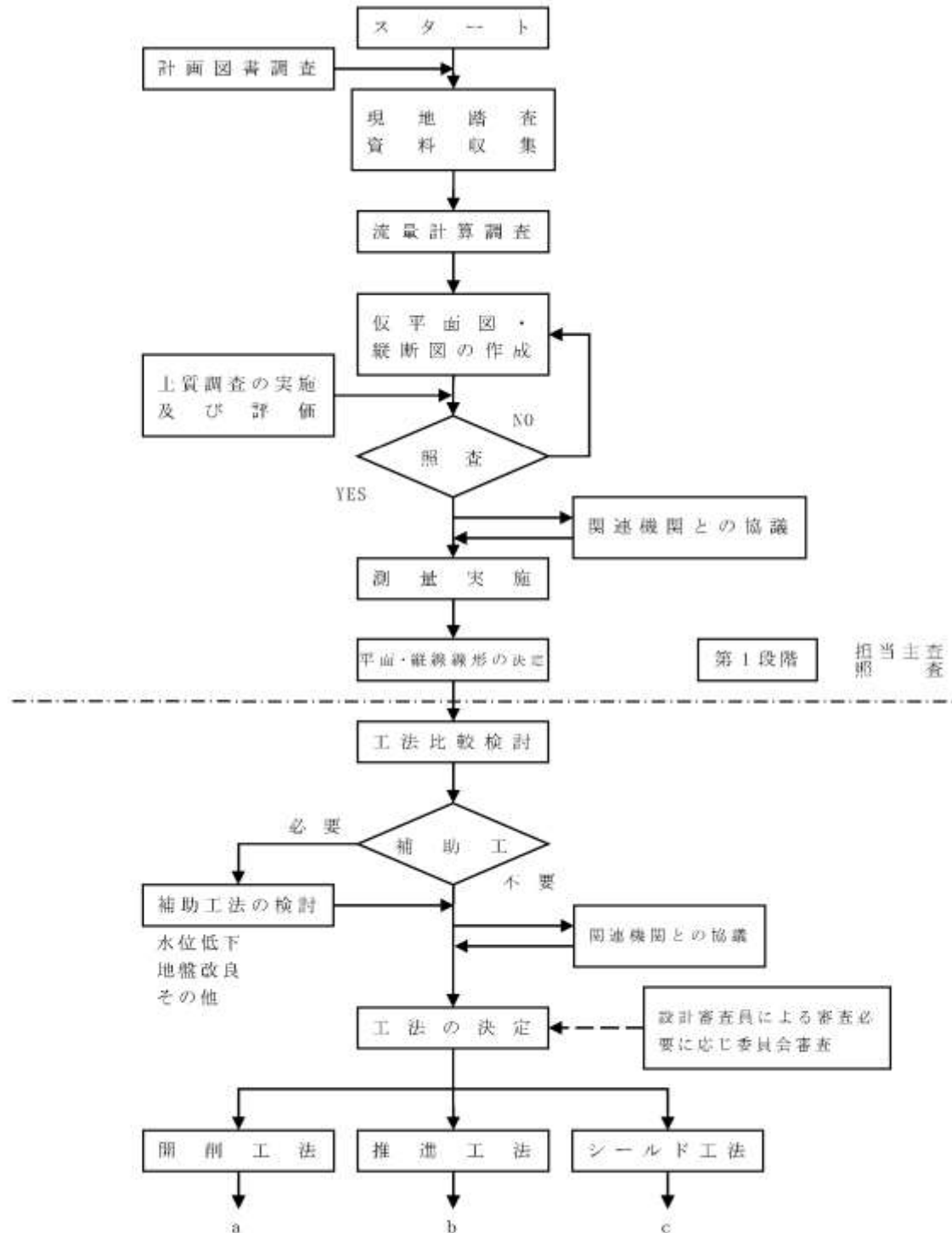
- (1) 関連する本市の諸基準の制定・改定を盛り込んだ。
- (2) 「下水道施設計画・設計指針と解説」(日本下水道協会)をはじめとした準拠する指針・基準類の改定内容を反映した。
- (3) 令和元年9月改定の「建設工事公衆災害防止対策要綱の解説」(国土交通省)の内容を反映した。
- (4) 公表されている指針・基準類に準拠する場合はその名称を明示するとともに、具体的な内容は準拠図書によるものとし、基本的な内容・考え方や設計にあたっての留意点等を記述した。

1.3 実施設計のフロー

下水道管路施設実施設計の標準的なフローを
図 1.3.1 に示す。

【解説】

実施設計は、次のような手順で実施するものとし、各段階ごとに十分な審査を行う。



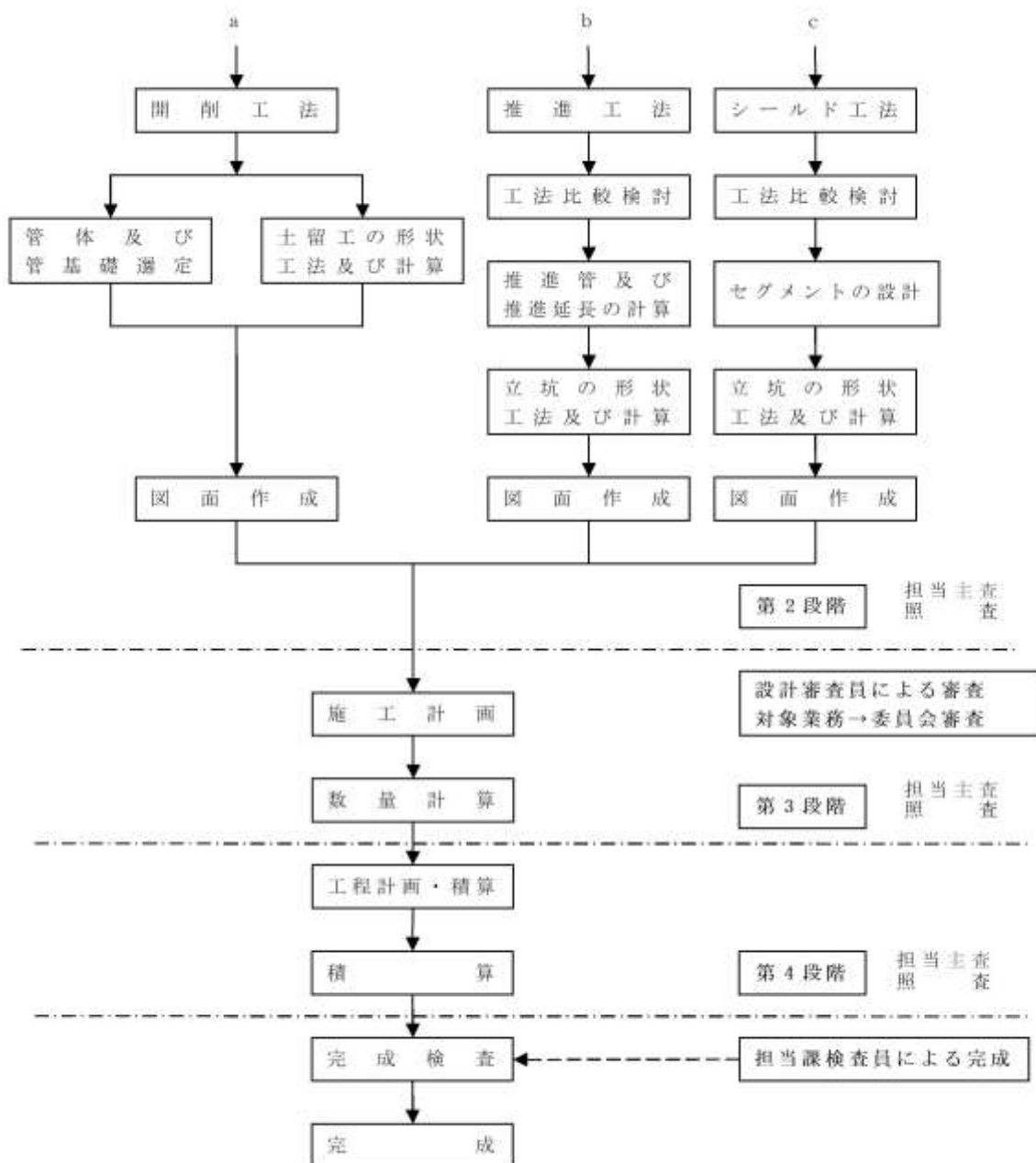


図 1.3.1 実施設計審査フロー図

第1段階	第2段階	第3段階	第4段階	
諸調査 測量	工法検討 図面作成	数量計算	工程計算 積算	工事

- ・ 各ステップ段階において担当者間で図書の確認をする。
(必要に応じて各審査会にかける。)
- ・ 関係機関との協議においては、協議内容に応じた協議図書を作成する

1.4 関連法規

下水道事業全般に関する法体系を図 1.4.1 に、主に実施設計にあたって関連する法規類を表 1.4.1 に示す。

【解説】

実施設計にあたっては、該当する法律を遵守すると共に、千葉市公共下水道計画と十分整合を図る必要がある。

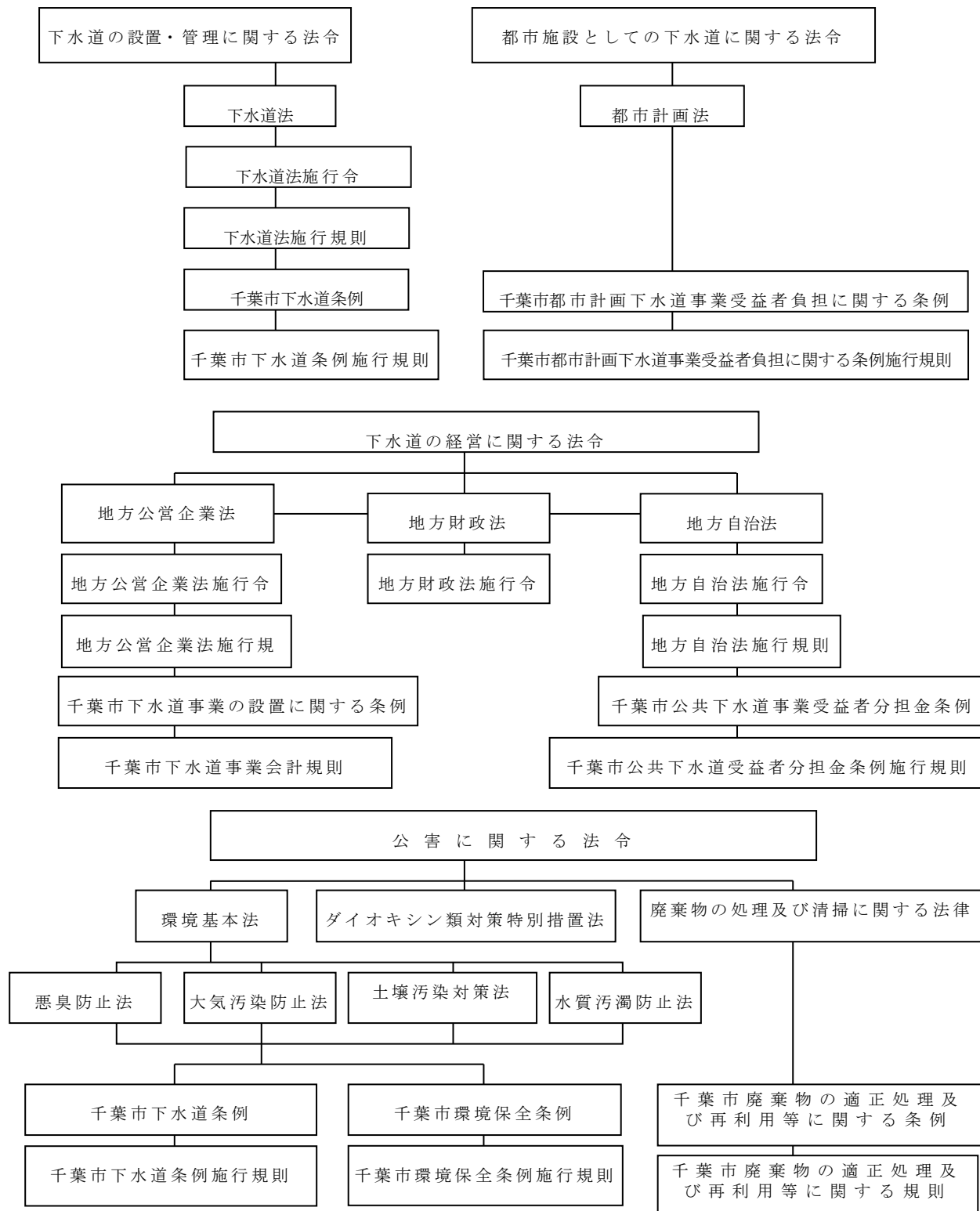


図 1.4.1 下水道事業に関連する法体系

表 1.4.1 関連法規類

準拠法令	公布年月日	主な規制事項
下水道法	昭 33. 4. 24	下水道施設の設置目的、設置・管理の基準等の制定
(都市計画関係)		都市計画の手続き、都市計画区域内の規制および都市計画事業地内の行為の規制
都市計画法	昭 43. 6. 15	
国土利用計画法	昭 49. 6. 25	土地路用基本計画の作成、土地取引の規制と措置
(自然・文化財保護関係)		
自然公園法	昭 32. 6. 1	国立公園、国定公園、都道府県立自然公園内の行為の規制
都市公園法	昭 31. 4. 20	都市公園内の占用に関する規制
文化財保護法	昭 25. 5. 30	史跡・名勝・天然記念物および埋蔵文化財包蔵置内の工事の規制
自然環境保全法	昭 47. 6. 22	自然環境保全地域の規制
都市緑地法	昭 48. 9. 1	緑地の保全および緑化の推進に関する規制
森林法	昭 26. 6. 26	森林計画、保安林その他の森林に関する規制
(河川関係)		
海岸法	昭 31. 5. 12	海岸保全区域の占用および行為の規制
河川法	昭 39. 7. 10	河川区域および河川保全区域内の占用および行為の規制
公有水面埋立法	大 10. 4. 9	河、湖、沼等の公共の用に供する水流、水面の占用および行為の規制
工業用水法	昭 31. 6. 11	工業用水・地下水の水源に関する法律
海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律	昭 45. 12. 25	海洋への油の流出および廃棄物の排出規制
(道路交通関係)		
道路法	昭 27. 6. 10	道路の占用に関する規制
道路交通法	昭 35. 6. 25	道路の使用に関する規制
(環境・公害・廃棄物関係)		
環境基本法	平 5. 11. 19	環境の保全、公害の防止に関する規制
水質汚濁防止法	昭 45. 12. 25	公共用水域に対する排水の規制
騒音規制法	昭 43. 6. 10	工事騒音に対する規制
振動規制法	昭 51. 6. 10	工事振動に対する規制
大気汚染防止法	昭 43. 6. 10	粉じん等の排出規制
土壌汚染対策法	平 14. 5. 29	土壌中の有害物質に関する規制
悪臭防止法	昭 46. 6. 1	悪臭物質の排出規制
廃棄物の処理及び清掃に関する法律	昭 45. 12. 25	廃棄物に対する処理の規制
千葉県環境影響評価条例	平 10. 9. 24	環境保全のための計画、設計、工事に関する事前および事後の対応
資源の有効な利用の促進に関する法律	平 4. 4. 26	副産物に対する処理の規制
産業廃棄物の処理に係わる特定施設の整備の促進に関する法律	平 4. 5. 27	産業廃棄物処理施設に関する法律
エネルギー等の使用の合理化及び再生資源の利用に関する事業活動の促進に関する臨時措置法	平 5. 3. 31	省エネルギーおよびリサイクル促進に関する法律

温泉法	昭 23. 7. 10	温泉の保護と利用に関する法律
(災害防止関係)		
宅地造成等規制法	昭 36. 11. 7	宅地造成工事規制区域内の行為の規制
地すべり等防止法	昭 33. 3. 31	地すべり防止区域内の行為の規制
急傾斜地の崩壊等による災害防止法	昭 44. 7. 1	急傾斜地崩壊による災害防止指定区域内の行為の規制
消防法	昭 23. 7. 24	火災防止のための遵守すべき安全措置
火薬類取締法	昭 25. 5. 4	火薬類の製造、販売、運搬、その他取扱いの規制
労働安全衛生法	昭 47. 6. 8	労働災害防止のための遵守すべき安全措置
砂防法	明 30. 3. 30	治水上実施する砂防工事に関する基準
(その他)		
建築基準法	昭 25. 5. 24	建築物の敷地、構造、設備および用途に関する法律
電気事業法	昭 39. 7. 11	電気工作物の工事、維持および運用に関する規制
建築工事公衆災害防止対策要綱	平 5. 1. 12	建設工事を施工するにあたって遵守すべき最小限の技術的基準
薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針(国土交通省)	昭 49. 7. 10	薬液注入工法に関する規制
建設工事に伴う騒音、新道防止対策技術指針(国土交通省)	昭 51. 3. 2	建設工事の騒音および振動に関する規制
農地法	昭 27. 7. 15	農地に関する規制
農業振興地域の整備に関する法律	昭 44. 7. 1	農業振興地域に関する規制
毒物及び劇物取締法	昭 25. 12. 28	毒物および劇物の取締まりに関する法律

1.5 参考文献

本設計指針が準拠し、又は参考とする主な図書類を以下に示す。

【解説】

- 1) 「千葉市土木工事共通仕様書」 千葉市建設局
- 2) 「千葉市下水道工事共通仕様書」 千葉市建設局
- 3) 「千葉市下水道工事施工管理基準」 千葉市建設局
- 4) 「千葉市地域防災計画」 千葉市防災会議
- 5) 「千葉市の下水道と河川」 千葉市建設局
- 6) 「マンホールポンプ場移管マニュアル」 千葉市建設局
- 7) 「雨水流出抑制指導基準」 千葉市
- 8) 「雨水流出抑制指導基準」 千葉市
- 9) 「下水道施設計画・設計指針と解説(前編)」 (公社)日本下水道協会(2019)
- 10) 「下水道維持管理指針(実務編・マネジメント編・総論編)」 (公社)日本下水道協会(2014)
- 11) 「下水道管路施設設計の手引き」 (公社)日本下水道協会(1991)
- 12) 「下水道推進工法の指針と解説」 (公社)日本下水道協会(2010)
- 13) 「下水道施設の耐震対策指針と解説」 (公社)日本下水道協会(2014)
- 14) 「下水道施設耐震計算例-管路施設編-(前・後編)」 (公社)日本下水道協会(2015)
- 15) 「日本下水道協会規格 JSWAS」 (公社)日本下水道協会
- 16) 「下水道マンホール安全対策の手引き(案)」 (公社)日本下水道協会(1999)
- 17) 「下水道用マンホールふたの維持管理マニュアル(案)」 (公社)日本下水道協会(2000)
- 18) 「下水道排水設備指針と解説」 (公社)日本下水道協会(2016)
- 19) 「下水道施設改築・修繕マニュアル(案)」 (公社)日本下水道協会(1998)
- 20) 「下水管きょ改築等の工法選定手引き(案)」 (社)日本下水道協会(2002)
- 21) 「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン(案)」 (公社)日本下水道協会(2017)
- 22) 「下水道用設計積算要領管路施設(開削工法)編」 (公社)日本下水道協会(2015)
- 23) 「下水道用設計積算要領管路施設(推進工法)編」 (公社)日本下水道協会(2014)
- 24) 「下水道用設計積算要領管路施設(シールド工法)編」 (公社)日本下水道協会(2010)
- 25) 「下水道用積算要領管路施設(管きょ更生工法)編」 (公社)日本下水道協会(2012)
- 26) 「下水道事業におけるコスト縮減の取り組みについて」 (公社)日本下水道協会(2001)
- 27) 「下水道管路施設の点検・調査マニュアル(案)」 (公社)日本下水道協会(2013)
- 28) 「雨水浸透施設技術指針[案]」 構造・施工・維持管理編 (特社)雨水貯留浸透技術協会(2007)
- 29) 「雨水浸透施設技術指針[案]」 調査・計画編 (特社)雨水貯留浸透技術協会(2020)
- 30) 「下水道事業の手引」 国土交通省監修
- 31) 「土木構造物標準設計 側溝類・暗渠類」 (一社)全日本建設技術協会(国土交通省制)(2000)
- 32) 「建設工事公衆災害防止対策要綱の解説(土木工事編)」 国土交通省(2019)
- 33) 「土木構造物設計ガイドライン」 (一社)全日本建設技術協会(建設省監修)(1996)
- 34) 「土木構造物設計マニュアル(案)」 (一社)全日本建設技術協会(建設省監修)(1999)
- 35) 「土木工事仮設計画ガイドブック(Ⅰ)(Ⅱ)」 (国土交通省監修)(2011)
- 36) 「新土木積算体系の解説」 (一社)経済調査会(建設大臣官房監修)(2007)
- 37) 「水理公式集」 (公社)土木学会(2018)
- 38) 「コンクリート標準示方書(構造性能照査編)・(設計編)」 (公社)土木学会(2002)・(2018)
- 39) 「コンクリート標準示方書(規準編)」 (公社)土木学会(2018)
- 40) 「土木工学ハンドブック」 (公社)土木学会(1989)
- 41) 「トンネル標準示方書 開削工法編」 (公社)土木学会(2016)

- 42)「トンネル標準示方書」シールド工法編 (公社)土木学会(2016)
- 43)「トンネル標準示方書」山岳工法編 (公社)土木学会(2016)
- 44)「道路橋示方書(I 共通編IV下部構造編)・同解説」 (公社)日本道路協会(2017)
- 45)「道路橋示方書(V耐震設計編)・同解説」 (公社)日本道路協会(2017)
- 46)「道路土工―カルバート工指針」 (公社)日本道路協会(2009)
- 47)「道路土工―仮設構造物工指針」 (公社)日本道路協会(1999)
- 48)「道路構造令の解説と運用」 (公社)日本道路協会(2021)
- 49)「下水道雨水浸透技術マニュアル」 (公財)下水道新技術推進機構(2001)
- 50)「下水道マンホールポンプ施設技術マニュアル」(公財)下水道新技術推進機構(1997)
- 51)「地盤工学ハンドブック」 (公社)地盤工学会(2004)
- 52)「根切り工事と地下水」(公社)地盤工学会 (平成3年)
- 53)「下水道管きょ学」 (株)環境新聞社(2001)
- 54)「下水道管きょ設計・積算チェックリスト」近代図書(株)(2001)
- 55)「ウェルポイント工法便覧」理工図書(株)(2007)
- 56)「薬液注入工 設計資料」 (一社)日本グラウト協会(2021)
- 57)「JET GROUT 技術資料」 (一社)日本ジェットグラウト協会(2013)
- 58)「小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説」(公社)日本下水道協会(2004)
- 59)「汚水枘設置基準」 千葉市建設局
- 60)「道路上の公共枘の移設について」 千葉市建設局
- 61)「下水道管路施設ストックマネジメントの手引き」日本下水道協会(2016)
- 62)「道路掘削復旧基準」 千葉市建設局
- 63)「土止め先行工法に関するガイドラインとその解説」 建設業労働災害防止協会(2004年)

注) 市発刊図書は最新版を確認すること。

【図、表、フローチャートの出典略称名】

本指針において参考とした図、表、フローチャートの出典は以下の略称を用いる。
以下に定めていない文献を出典とする場合は、正式名称で表記する。

基準文献名等	略称
「下水道施設計画・設計指針と解説(前編)」 (公社)日本下水道協会(2019)	設計指針
「下水道推進工法の指針と解説」 (公社)日本下水道協会(2010)	推進指針
「下水道施設の耐震対策指針と解説」 (公社)日本下水道協会(2014)	耐震指針
「小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説」 (公社)日本下水道協会(2004)	小規模指針
「下水道管路施設設計の手引き」 (公社)日本下水道協会(1991)	管路設計手引き
「下水道施設耐震計算例 管路施設編(前編)」 (公社)日本下水道協会(2015)	耐震計算例(前)
「下水道施設耐震計算例 管路施設編(後編)」 (公社)日本下水道協会(2015)	耐震計算例(後)
「下水管きょ改築等の工法選定手引き(案)」 (公社)日本下水道協会(2002)	管きょ改築手引き
「下水道マンホール安全対策の手引き(案)」 (公社)日本下水道協会 (平成 11 年)	マンホール安全対策
「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン(案)」 (公社)日本下水道協会(平成 29 年)	管きょ更生ガイドライン
「下水道用設計積算要領管路施設(開削工法)編」 (公社)日本下水道協会(2015)	積算要領・開削
「トンネル標準示方書」開削工法編 (公社)土木学会(2016)	トンネル示方書・開削
「トンネル標準示方書」シールド工法編 (公社)土木学会(2016)	トンネル示方書・シールド
「道路橋示方書(I 共通編IV 下部構造編)・同解説」 (公社)日本道路協会(2017)	道路橋示方書・下部
「道路土工 仮設構造物工指針」 (公社)日本道路協会(平成 11 年)	道路土工 仮設工
「道路土工 カルバート工指針」 (公社)日本道路協会(平成 25 年)	道路土工 カルバート
「根切り工事と地下水」 (公社)地盤工学会 (平成 3 年)	根切り工事
「日本下水道協会規格 JSWAS」 (公社)日本下水道協会	JSWAS ○-○
「薬液注入工 設計資料」 (一社)日本グラウト協会(2021)	薬液注入
「JET GROUT 技術資料」 (一社)日本ジェットグラウト協会(2013)	JETGROUT
「下水道管きょ設計・積算チェックリスト」 近代図書(株)(2000)	設計チェックリスト
「ウェルポイント工法便覧」理工図書(株)(2007)	ウェルポイント工法

第 2 章 調査

第2章 調査

2.1 資料収集

実施設計に際し、下記に示す資料を収集する。

【解説】

実施設計に必要な資料として、次のようなものが挙げられる。

- ① 公共下水道計画図書(施設・区画割平面図、流量表、幹線縦断図等)
- ② 実施設計区域に関係する既設計、施工等の図書
- ③ 設計区域の地形図、道路台帳等
- ④ 道路・河川・住宅・造成・水道・ガス・電気・N T T等の現状及び将来計画に関する資料
- ⑤ 緊急輸送道路及び避難所等に関する資料
- ⑥ 急傾斜地・文化財保護区域等に関する資料
- ⑦ 土質調査報告書
- ⑧ 基準点・水準点等の点の記
- ⑨ その他の必要な資料

調査先は、設計担当者に確認して適切に実施する。

2.2 現地調査

原則として、以下の現地調査を行う。

- (1) 地形条件
- (2) 土地利用状況
- (3) 道路状況
- (4) 河川、水路等の状況
- (5) その他

【解説】

現地調査は、設計で必要となる以下の事項を把握するために実施する。

(1) 地形条件

地形図、施設平面図をもとに、下水道計画の流向等について現地との整合性を確認するとともに、主な地盤高、排水施設、既設管等、設計区域全般の地形条件を把握する。

(2) 土地利用状況

市街地、農地、公園等の土地利用状況を把握するとともに、急傾斜地等についても確認する。

(3) 道路状況

道路幅員、道路排水施設、交通量、交通規制、地下埋設物の路面標示物、架空線等について確認する。

(4) 河川、水路等の状況

雨水排水の流末となる河川及び水路の状況を把握する。なお、水路等は埋め立てた場合や、残置された構造物もあるため注意が必要である。

(5) その他

井戸の有無、周辺環境の特殊性(病院、学校等)の確認等を行う。

2.3 台帳調査

公図、地下埋設物、架空線、舗装種別等の台帳等調査を実施する。

【解説】

(1) 公図調査

公図及び登記簿により、公私道種別、地目、所有者等を確認し、管きょ布設ルートを選定や公共ます設置位置の確認を行う(他に、道路台帳、道路認定路線図等)。

(2) 地下埋設物調査

計画路線の地下埋設物を調査し、管路の占用位置を選定するとともに、工事を安全かつ迅速に行うためのものである。また、必要に応じて試掘調査を行う。

(3) 舗装種別

舗装種別の調査では、舗装種別のほか舗装掘削規制についても確認する。

表 2.3.1 に調査及び協議対象事務所一覧表を掲載する。

表 2.3.1 調査及び協議対象事務所一覧

	企 業 名	事 務 所	連 絡 先	そ の 他
地積等	法 務 局	千葉地方法律局	043-203-8283	証明書発行窓口
道路管 理者等	国交省	千葉国道事務所	043-287-0311	総務課
			043-285-0316	工務課
			043-285-0321	管理第一課
			043-233-0456	
		千葉出張所	047-424-5699	
	NEXCO 東日本	千葉管理事務所	043-259-5221	
		市原管理事務所	0436-21-0091	
	千葉商	千葉土木事務所	043-242-6106	管理課
		市原土木事務所	0436-41-1303	
	千葉市	中央・美浜土木事務所	043-232-1151	管理班
		花見川・稲毛土木事務所	043-257-8841	管理班
		緑土木事務所	043-291-7121	管理課
		若葉土木事務所	043-306-0655	管理課
		土木部路政課	043-245-5374	道路台帳班
		土木部土木管理課	043-245-5387	管理班
		下水道維持課	043-245-5448	下水道点検班
下水道	千葉市	印旛沼下水道事務所	043-279-1231	
水道	県企業局	千葉水道事務所	043-264-1114	施設管理課
		千葉西支所	043-278-4144	排水工務1～4課
	市水道局	水道事業事務所	043-291-5462	
工業用水	県企業局	千葉興業用水事務所	043-264-7321	
		鹿嶋工業用水事務所	0473-78-4477	
電話	NTT東日本-千葉	千葉立会センター	043-306-3181	
ガス	東京ガス	千葉導管ネットワークセンター	043-225-0261	低圧・中圧
	東京ガスパイプライン	千葉幹線管理事務所	043-263-4060	高圧
	京葉パイプライン		043-251-5259	
	関東天然瓦斯開発	茂原鉱業所	0475-23-1313	
		千葉プラント	043-261-9561	
	旭硝子	大網白里鉱業所	0475-77-2111	
	大多喜ガス	千葉事業所	043-291-5815	
	I N P E X	千葉鉱場	0475-82-0830	
電力	東京電力 千葉支社	地中送電保守G	043-232-4622	地下埋設物・高圧窓口 地下送電設備管理
		送電保守G	043-370-3495	鉄塔管理
		配電保守技術G	043-370-3585	地下高圧設備管理
		管財G	043-247-8511	移設関連
鉄道	東日本旅客鉄道	千葉土木技術センター	043-221-7582	計画～施工協議
	京成電鉄	計画管理部	047-712-7127	計画協議
		施設部保線課	047-712-7205	設計・施工協議
		千葉線工務区	043-245-2664	
	千葉都市モノレール	技術部施設課	043-287-8212	

2.4 測量調査

測量調査は、以下の項目について必要に応じて実施する。

- (1) 平面測量
- (2) 縦断測量
- (3) 横断測量
- (4) 水準測量

【解説】

(1) 平面測量

設計に用いる平面図は、原則として切り出し図を使用するが、切り出し図が不十分な場合には、平面測量を追加して行うものとする。

(2) 縦断測量

マンホール地点間の距離を測定する。その際、マンホール地点は、主要道路構造物からの距離(オフセット:交差点 3 点、その他で 2 点)を測定し記録する。

(3) 横断測量

原則としてマンホール間に 1 箇所実施する。

(4) 水準測量

水準点から設けた仮 BM を基に、マンホール地点の地盤高さを測定する。併せてマンホール間で縦断こう配が変化する場合は、変化点の地盤高さも測定する。仮 BM は、発注工区ごとに数か所設置し、測量作業の効率化を図る。

なお、水準点は環境保全部環境規制課作成の「水準測量成果表」を使用する。

出典：千葉県地質環境関連データベース（水準測量）の URL
<https://www.pref.chiba.lg.jp/wit/chishitsu/chishitsudb.html>

2.5 土質調査

土質調査は、以下の調査を実施する

- (1) 資料調査
- (2) 現地調査
- (3) 土質試験

【解説】

管きよの基礎形式、支持力の決定、山留め工法及び補助工法の選定等設計に必要な土質調査を実施する。原則として、次のような調査により土質状況を把握しなければならない。

(1) 資料調査

設計路線付近の既存調査報告書等の資料収集を行う。

(2) 現地調査

以下の内容を参考とする。

- ① 管きよのルートや工法などを考慮して、資料調査と合わせてボーリングの調査位置、調査深度等を検討する。
- ② 原則として、開削工法の場合は 200m 程度、推進工法の場合は立坑ごと、シールド工法の場合は 200m 程度(トンネル示方書・シールド)とする。
ただし、既存資料の収集が可能で、施工場所の土質がある程度推定できる場合、又は山留が簡易(たて込み等)な工法で施工可能と判断される開削工事の場合は、調査間隔を広げることができる。
- ③ 地形が急激に変化する場合、又は造成等により地山の切り盛りが行われ、土質等の急激な変化が予想される場合等においては、調査間隔を密にするなど、適宜増減することができる。
- ④ 土質調査の深度は、概ね下記を標準とする。

- ・ 開削、推進・シールド工法立坑 $(1.5 \sim 2.0) \times H(m)$

- ・ 推進・シールド工法立坑部(管の通過部) $H(m) + (1.0 \sim 2.0m)$

ここで、H：GL～床付けまで

なお、耐震設計を行うためには基盤層の位置を確認しなければならない。

調査深度により基盤層の位置確認が困難な場合は、監督職員と協議のうえ、近傍の土質調査報告書等を参考に判断することができる。

また、千葉県や千葉市建築管理課の公開資料も積極的に活用する。

「千葉県地質環境関連データベース(地質柱状図)」の URL

<https://www.pref.chiba.lg.jp/wit/chishitsu/chishitsudb.html>

「千葉市市有建築物におけるボーリングデータ」の URL

<https://www.city.chiba.jp/toshi/kenchiku/kanri/bolingdata.html>

- ⑤ 必要に応じて、酸欠空気、有毒ガスの有無について調査を行うこととする。

(3) 土質試験

土質試験は、原位置試験と室内試験があり、土質や施工方法などによって必要となる試験を選定する。一般的な土質調査項目とその利用目的を、表 2.5.1 にまとめる。

表 2.5.1 土質調査項目

試験の名称		試験結果から求められるもの	試験結果の利用
原位試験	資料採取		土質柱状図、土層縦断推定図を作成
	標準貫入試験	N 値	内部摩擦角の推定 地盤支持力の推定
	水位測定		自然水位の推定
	ベーンせん断試験	粘着力	軟弱な粘性土のせん断強さ
	現場透水試験	透水係数	排水工法、圧気工法の検討
	間げき水圧測定	地下水の有する水圧の実測	湧水防止対策、圧気圧の検討
室内試験	粒度試験	粒径加積曲線 有効径 均等係数	土の分類、湧水対策、工法の検討、 透水性、透気性の検討
	物理試験	含水比 単位体積重量 乾燥密度 土粒子比重 間げき比	土層の硬軟、締り程度の判定
	コンシステンシー試験	液性限界 塑性限界	細粒土の分類
	せん断試験	直接せん断試験	土圧、地盤支持力、安定計算に使用する。
		一軸圧縮試験	
		三軸圧縮試験	
	圧密試験	間げき比－荷重曲線 圧縮指数 沈下－時間曲線 圧密係数	圧密沈下量 圧密沈下速度の計算
	透水試験	透水係数	排水工法等
	設計 C B R 試験	設計 C B R	埋戻土の判定

2.6 環境保全のための調査

環境保全のため、必要に応じて以下の調査を行う。

- (1) 騒音・振動
- (2) 地盤変状
- (3) 地下水・河川等
- (4) 建設副産物
- (5) その他

【解説】

周辺環境へ影響を及ぼすことが予測されるものについては、事前に調査を実施して工事による影響を極力少なくするように監視しなければならない。

(1) 騒音・振動

下水道工事に伴って発生する騒音・振動の影響を正確に把握するため、施工中の騒音・振動はもちろん、施工前の暗騒音・暗振動を測定する。また、病院、学校等、静穏を必要とする施設の有無を事前に調査する。

(2) 地盤変状

下水道工事に伴って生じる地盤の隆起・沈下等の変状や近接する家屋、構造物に与える影響を把握し、対策の必要性を判断する資料とするため、施工前の状況と施工中及び施工後の地盤の変状調査及び家屋調査を行う。

(3) 地下水・河川等

地盤改良工法や地下水位低下工法等の補助工法を採用する場合、あるいは泥水や添加材の逸泥等が懸念される場合には、地下水や河川等に対する影響について調査する。

調査内容は、井戸や湧水、河川等の位置、利用状況の他に、年間の水位変動や水質についても測定・調査する必要がある。水位や水質は季節によって変化するので、極力年間を通じて把握し、調査と施工時期との関連を考慮する。

また、調査は施工前のみでなく、施工中の監視および施工後の調査により周辺環境変化を的確に把握することが重要である。なお、古井戸については、所有者との話し合いのもと現地で確認する必要がある。

(4) 建設副産物

下水道工事計画、設計、施工にあたっては、円滑な施工と生活環境の保全のため、建設副産物の発生の抑制並びに再資源化の促進に努めるとともに、運搬経路、最終処分地等の調査を行っておく必要がある。また、「土壤の汚染に係る環境基準について」(環告 46、平成 3 年 8 月 23 日)に基づき、埋立て処分する掘削土について事前に土壤環境測定を実施する。

(5) その他

工事車両の通行による周辺道路の交通への影響を考慮するため、交通量調査を行う。酸欠及びメタンガス等の有毒ガスについては、施工前に影響が予想される箇所のボーリングによる確認、施工中の状況調査、濃度測定等を行う。

2.7 関係機関等との協議

工事に関わる関係機関等と協議を行い、占用位置、構造、施工方法、施工時期等について、諸条件の調整及び確認を行う。

- (1) 道路管理者
- (2) 河川管理者
- (3) 交通管理者
- (4) 道路占用企業管理者
- (5) 鉄道管理者
- (6) 教育委員会
- (7) バス管理者
- (8) 下水道管理者

【解説】

(1) 道路管理者

平面占用位置、土被り、道路復旧方法、埋戻し材料、施工時期等について協議を行う。

(2) 河川管理者

河川区域及び河川保全区域で施工する場合、占用、構造、施工方法等について協議を行う。

(3) 交通管理者

施工区分(昼間、夜間、昼夜間施工)、工事の予定範囲、道路の占用面積、施工時期等について所轄の警察署と協議を行う。併せて、安全対策に関する指示を受ける。

(4) 道路占用企業管理者

地下埋設物や架空線の切回し、移設及び防護方法等について協議を行う。

(5) 鉄道管理者

鉄道横断並びに近接施工の協議を行う。

(6) 教育委員会

埋蔵文化財包蔵地及びその付近の設計では、教育委員会と協議を行い指示を受ける。

(7) バス管理者

運行時間帯の確認を行い、施工区分、安全対策等について協議を行う。

(8) 下水道管理者

本設計指針に示されていない条件や適用範囲外の構造・施工法等については、下水道管理者と協議を行う。

なお、必要に応じてその他の関連機関等と協議を行うこととする。

第 3 章 計画下水量と流量計算

第3章 計画下水量と流量計算

3.1 排水計画

施設計画にあたっては、以下を作成する。

- (1) 排水計画図
- (2) 流量表

【解説】

(1) 排水計画図

千葉市公共下水道計画に基づき、排水系統、排水区割を定め、自然流下を原則として計画図を作成する。

なお、排水区域界及び幹線系統等に変更が生じる場合は、下水道計画課と協議を行う。

(2) 流量表

下水排除方式は千葉市公共下水道計画に示されている方式とし、流量表の様式は**参考資料-1**を参考とする。

なお、水準基準面は東京湾中等潮位(T.P.)表示とする。

3.2 計画下水量

3.2.1 計画雨水量

計画雨水量の算定は、原則として合理式によるものとする。確率年は原則として10年とするが、既に事業着手している区域等についてはこの限りではない。

また、開発行為等については「千葉市宅地開発指導要綱」によることとする。

【解説】

(1) 計画雨水量算定式(合理式)

$$Q = \frac{1}{360} C \cdot I \cdot A \quad \text{式 3.2.1}$$

ここに、

Q : 計画雨水量(m³/s)

C : 流出係数

I : 降雨強度(mm/hr)

A : 排水面積(ha)

(2) 降雨強度公式

10年確率降雨を採用する場合は、式 3.2.3 のクリーブランド型の計算式を用いる。なお、「千葉市雨水対策重点地区整備基本方針」における重点地区と一般地区(高)に該当する場合は、式 3.2.4 のクリーブランド型の計算式を用いる。

また、既に事業着手している区域等で5年確率降雨を採用する場合は、式 3.2.2 のタルボット型の計算式を用いる。

$$I = \frac{5.000}{t+40} \quad (5 \text{ 年確率降雨}) \quad \text{式 3.2.2}$$

$$I = \frac{2.876}{t^{0.85} + 21.4} \quad (10 \text{ 年確率降雨}) \quad \text{式 3.2.3}$$

$$I = \frac{2.445}{t^{0.75} + 16.0} \quad (10 \text{ 年確率降雨, 重点地区, 一般地区(高)}) \quad \text{式 3.2.4}$$

$$t = t1 + t2 : \text{流達時間(分)} \quad \text{式 3.2.5}$$

t1 : 流入時間→5分とする。

t2 : 流下時間→ $\sum \frac{\text{区間管渠延長}}{\text{計画流量流速} \times 60}$

(3) 流出係数

各排水区の流出係数は、千葉市公共下水道事業計画書又は千葉県印旛沼流域関連公共下水道事業計画書によるが、必要に応じ下水道計画課に確認すること。

3.2.2 計画汚水量

計画汚水量は、生活汚水量、営業汚水量、工場排水量、地下水量、業務商業系汚水量、観光汚水量等から構成されるが、通常は計画 1 人 1 日当たり時間最大汚水量(L/人/日)に計画人口(人)を乗じて算出する。ただし、工場排水量や大口排水については、別途算出する。

【解説】

計画汚水量の算定

$$Q = \frac{P \times (q/1,000)}{86,400} (m^3/s) \quad \text{式 3.2.6}$$

ここに、

Q : 計画汚水量(m³/s)

P : 計画人口(人)

基本的には定住人口とする。なお、商業地区公園等では昼間人口を考慮する。

q : 計画 1 人 1 日当たり時間最大汚水量(L/人/日)

処理区別汚水量原単位を表 3.2.1 に示す。昼間人口に対する汚水量は業態別使用水量等による。

表 3.2.1 処理区別汚水量原単位

処理区名	日 平 均 (L/人/日)	日 最 大 (L/人/日)	時 間 最 大 (L/人/日)	地 下 水 (L/人/日)
中央処理区	355	445	625	(70)
南部 "	355	445	625	(70)
印旛 "	375	475	680	(70)

出典：令和 3 年度公共下水道事業計画書

※1 地下水を含む。

※2 原単位については、最新の事業計画に準じるものとする。

3.2.3 計画下水道量

管路施設の計画下水道量は、次のとおりとする。

- (1) 汚水管きょは、計画時間最大汚水量(Q_s)とする。
- (2) 雨水管きょ及び開きょは、計画雨水量(Q_R)とする。
- (3) 合流管きょは、計画雨水量(Q_R)と計画時間最大汚水量(Q_s)とを加えた量とする。
- (4) 遮集管きょは、雨天時計画汚水量とする。

【解説】

(1) について

汚水管きょは、汚水量の時間的変化に十分対応し、汚水を遅滞なく流下させなければならない。計画時間最大汚水量は、それぞれの処理区の特性に依りて定める。

(2) について

雨水管きょは、流集する雨水を速やかに流下させなければならない。計画雨水量は、採用する降雨強度、流出係数によって大きな違いが出るので、目標の降雨強度及び該当する排水区の流出係数を使用する。

(3) について

合流管きょは、雨水と汚水を速やかに流下させなければならない。計画雨水量は、計画時間最大汚水量に比べて大きい値であるので、適切に計画雨水量を定める。

(4) について

合流式では、雨天時下水道量の一部を雨天時計画汚水量(遮集量)として、遮集管きょで流下させなければならない。この雨天時計画汚水量は、原則として計画時間最大汚水量の 3 倍と定めている。

3.3 管きよの余裕

下水を支障なく排除するため、必要に応じて、計画下水量に対して施設に余裕を見込むこととする。

【解説】

(1) 汚水管きよ

管径が小さいほど流量変動の影響が大きいため、下表のとおり計画下水量に対して余裕を考慮する。

表 3.3.1 汚水管きよの余裕

管径 (mm)	余裕
200～600	100%以上
700～1,500	50～100%
1,650～3,000	25～50%

(2) 雨水管(函)きよ、開きよ、合流管きよ、遮集管きよ 余裕は見込まない。

3.4 管きよの流量計算

管きよの流量計算に用いる流速公式は、自然流下ではマンニング式、圧送式・圧力式ではヘーゼン・ウィリアムス式を用いる。

【解説】

(1) マンニング式(自然流下)

$$Q = A \cdot V \quad \text{式 3.4.1}$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad \text{式 3.4.2}$$

ここに、

- Q : 流量(m³/秒)
- A : 流水の断面積(m²)
- V : 流速(m/秒)
- n : 粗度係数
- R : 径深(m)(= A/P)
- P : 流水の潤辺長(m)
- I : こう配(分数又は少数)

(2) ヘーゼン・ウィリアムス式(圧送式・圧力式)

$$Q = A \cdot V \quad \text{式 3.4.3}$$

$$V = 0.84935 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54} \quad \text{式 3.4.4}$$

ここに、

- V : 平均流速(m/秒)
- C : 流速係数
- I : 動水こう配(h/L)
- h : 長さ L(m)に対する摩擦損失水頭(m)

なお、計算にあたっての諸元は以下とする。

1) 管きよの有効水深

円形管きよは満流、く形きよは 9 割水深とする。

2) 開きよの余裕高

開きよの余裕高さは、深さの 2 割(最大 0.6m)以上とする。

3) 粗度係数

表 3.4.1 主な管種の粗度係数

管種	粗度係数	備考
鉄筋コンクリート管	0.013	
硬質塩化ビニル管	0.010	
強化プラスチック複合管	0.010	
ボックスカルバート	0.013	
側溝	0.015	
開きよ(コンクリート人工水路)	0.015	コンクリート三面張り水路等
開きよ(その他の構造)	※1	
更生管きよ	0.010	※2

※1 開きよ(その他の構造)はその構造が多様であるため、個別に設定することとする(例：壁のみコンクリート造の水路、柵きよ等)。

※2 更生管きよでは工法の種類等にもよるが、更生材には一般的に硬質塩化ビニル管や強化プラスチック複合管と同様な樹脂が使用されている。このため、円滑な仕上がり状況にある場合は硬質塩化ビニル管と同程度の粗度係数が見込まれる。ただし、施工状況により平滑さに問題がある場合があるので注意する。

4) ヘーゼン・ウィリアムス式における流速係数

ヘーゼン・ウィリアムス式の場合、流速係数 C は、直線部のみの場合は 130 を標準とする。屈曲損失などを考慮する場合は 110 とする。

3.5 流速及びこう配

流速は、一般に下流に行くに従い漸増させ、こう配は、下流に行くに従いしだいに緩くなるようにし、次の各項目を考慮して設定する。

(1) 汚水管きょ及び遮集管きょにあつては、原則として最小 0.6m/s、最大 3.0m/s とする。

(2) 雨水管きょ及び合流管きょにあつては、原則として最小 0.8m/s、最大 3.0m/s とする。

(3) 汚水管きょで圧送式の場合は、原則として最小 0.6m/s、最大 3.0m/s とする。

【解説】

管きょのこう配は、地表のこう配に応じて定めれば経済的であるが、こう配を緩くし、流速を小さくすると沈殿物が堆積し、常時清掃作業が必要となる。

逆に流速が大きくなり過ぎると管きょやマンホールを損傷してしまうので、適正なこう配を設定しなければならない。理想的な流速は、1.0m/s～1.8m/s 程度である。

工法等により、必要管径を上回る場合には、実流速で検討する。

(1) について

管内の流速は、0.6m/s～3.0m/s とするが、汚水管の内径 200mm については、実流速が 3.0m/s を超えない範囲で地表こう配に合わせることができる。

(2) について

雨水管きょの場合は、沈殿物の比重が土砂類の流入によって汚水管きょより大きいため最小流速を 0.8m/s とする。

また、急傾斜地等の時で、最大流速が 3.0m/s を超えるような結果になると、管きょの損傷ばかりでなく、流下時間の短縮によって下流地点の流量が大きくなるので段差等を設けてこう配を緩くし流速を小さくする。地形的にこう配を変えられない場合は、減勢工やマンホールの破損防止等を考慮する。

(3) について

圧送式の場合、沈殿物が堆積しないよう最小 0.6m/s とし、管内面のモルタルライニング塗装等に損傷が起こらないよう最大流速は 3.0m/s 程度とする。

また、流速の増加に伴い摩擦損失水頭が増加するため、経済的な圧送ポンプの選定が行えるよう、圧送管径と流速との関係についても考慮する。

第 4 章 管きよ

第4章 管きょ

4.1 管きょ及び継手の種類

管きょの種類は、用途に応じて内圧及び外圧に対して、十分に耐える構造及び材質のものを使用する。

継手は、土質条件、耐震条件、施工条件等に適合した形式を選定する。

【解説】

管きょの種類は以下のものが挙げられるが、使用する製品は JIS 規格品、JSWAS 規格品、及びこれらの同等品とする。

- ・ 鉄筋コンクリート管
- ・ 現場打ち鉄筋コンクリート管きょ
- ・ シールド工法で使用するセグメント
- ・ 既製く形きょ
- ・ 硬質塩化ビニル管
- ・ リブ付硬質塩化ビニル管
- ・ 強化プラスチック複合管
- ・ レジンコンクリート管
- ・ ポリエチレン管
- ・ ダクタイル鋳鉄管
- ・ 鋼管

表4.2.1 開削・推進工法用の主な管種と特徴

管 種	特 徴	(参考)日本下水道協会規格 JSWAS (規格寸法)
鉄筋 コンクリート 管	・ 剛性管でたわみや変形が生じにくい。 ・ 重量は比較的重い。 ・ 酸により腐食しやすい。	【開削工法，円形】 JSWAS A-1(呼び径150～3000) JSWAS A-9(呼び径250～1200) 【推進工法，円形】 JSWAS A-2(呼び径800～3000) JSWAS A-6(呼び径200～700) JSWAS A-8(呼び径800～3000)
鉄筋 コンクリート 製 ボックス カルバート	・ 剛性管でたわみや変形が生じにくい。 ・ 重量は比較的重い。 ・ 酸により腐食しやすい。	【開削用，ボックスカルバート】 JSWAS A-12(600×600～3500×2500) JSWAS A-13(600×600～5000×2500)

硬質塩化ビニル管	・可とう性管 ・耐食性に優れている。 ・重量が軽く、管切断など加工性がよい。 ・管体強度はコンクリート管、金属管に比べ小さい。 ・低温時において衝撃性が低下する。 ・熱、紫外線に弱い。 ・ガソリン、灯油など有機溶剤により軟化。	【開削工法，円形】 JSWAS K-1（呼び径75～600） JSWAS K-13（呼び径150～450） 【推進工法，円形】 JSWAS K-6（呼び径150～450）
強化プラスチック複合管	・可とう性管 ・管体強度が大きい。 ・耐食性に優れている。 ・重量が軽く施工性が良い。	【開削工法，円形】 JSWAS K-2（呼び径200～3000） 【内挿用，円形】 JSWAS K-16（呼び径600～3000）
レジンコンクリート管	・剛性管でたわみや変形が生じにくい。 ・管体強度が大きい。 ・耐食性に優れている。 ・鉄筋コンクリート管より軽い。	【開削工法，円形】 JSWAS K-11（呼び径150～600） 【推進工法，円形】 JSWAS K-12（円形200～1650）
ポリエチレン管	・可とう性管 ・収縮性があり，耐摩耗性，耐食性に優れている。 ・重量が軽く，管切断など加工性がよい。 ・管体強度は金属管に比べ小さい。 ・雨天時や湧水地盤では，融着継手の施工が困難。 ・熱，紫外線に弱い。 ・ガソリン，灯油など有機溶剤による浸透に注意。	【開削工法，円形】 JSWAS K-14（呼び径50～300） JSWAS K-15（呼び径300～1000）
ダクタイル鋳鉄管	・可とう性管 ・管体強度が大きく，靱性に富み，衝撃に強く，耐久性がある。 ・離脱防止機能を有する継手があり，大きな地盤変動に対応できる。 ・施工性がよい。 ・重量は比較的重い。 ・内外の防食面に損傷を受けると腐食しやすい。	【開削工法，円形】 JSWAS G-1（呼び径75～2600） 【推進工法，円形】 JSWAS G-2（呼び径250～2600）

鋼管	・可とう性管 ・管体強度が大きく、靱性に富み、衝撃に強く、耐久性がある。 ・地盤変動には管体強度及び変形能力で対応。 ・重量は比較的重い。 ・電食による配慮が必要。 ・内外の防食面に損傷を受けると腐食しやすい。 ・溶接継手は専門技術を必要とする。 ・雨天時や湧水地盤では、溶接継手の施工が困難。	
----	--	--

(1) 管種の選定

選定にあたっては、流量、水質、布設場所の状況、外圧、内圧、継手の形式、管の性質、強度、形状、経済性、施工性等を考慮し決定する。

(2) 継手

継手については、水密性、曲線推進時の必要継手長、構造変化等による不同沈下対策や、耐震対策等を考慮して決定する。沈下対策や耐震対策の場合は、必要に応じて、可とう性の継手も検討する。

なお、硬質塩化ビニル管については、ゴム輪受口を標準とする。

4.2 管きよの断面形状

管きよの断面形状は、円形又はく形を標準とする。開きよについては、台形又は長方形を標準とする。

最小管径は、汚水管きよは **200mm** を標準とし、雨水管きよ及び合流管きよは **250mm** を標準とする。

【解説】

(1) 断面形状

管きよの断面形状は、暗きよの場合には円形、く形等がある。このうち、最も一般的に使用されているのは、円形である。

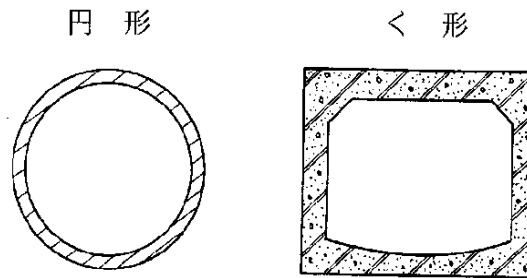


図 4.2.1 管きよ断面の種類

出典：設計指針

選定にあたっては、水理特性、施工性、経済性、維持管理性等を考慮して決定する。開きよの場合も、暗きよと同様であるが、一般的には長方形のものが多く採用されている。

(2) 最小管径

- ① 汚水管きよは **200mm** を標準とする。ただし、取付管の接続が将来にわたって見込まれない場合は、閉塞が生じないよう **100mm** を下回らない大きさとすることができる。この場合、下水道管理者と協議を行い採用の可否を決定する。
- ② 雨水管きよ及び合流管きよでは、雨水に混入する異物による閉塞が生じないよう **φ250mm** とする。
- ③ 圧送式の場合は、ポンプ口径、流速、摩擦損失、汚水の種類等を総合的に判断して決定する。

4.3 管きよの埋設位置

管きよの埋設位置は、公道に布設する場合には道路管理者、河川区域内の場合には河川管理者、軌道敷内の場合は鉄道管理者等、各々協議をしなければならない。

【解説】

(1) 埋設位置(公道内布設)

埋設位置は道路管理者との協議によるが、地下埋設物占用位置標準図(参考資料-3)を基本とする。

(2) 雨水管きよと污水管きよの交差

雨水管きよと污水管きよの交差は、0.3m 以上のクリアランスを確保する。

(3) 他企業埋設物との交差

上水道、NTT 等他企業埋設物との交差は 0.3m 以上のクリアランスを確保する。なお、必要に応じて、各管理者と協議を行い決定する。

(4) 伏せ越し

伏せ越しは、原則として行わない。

(5) 吐口

放流先管理者と協議を行い、必要に応じてゲートを設置する。

(6) 埋設標識テープの設置

道路下に埋設する場合は、千葉市道路掘削復旧基準に準じ、埋設標識テープにて明示する。

① 明示材料

規格：テープ幅 3cm 以上

材質：耐薬品性、無腐性、長期無退色

② 明示色

茶色

③ 明示内容

埋設物件の名称

管理者（千葉市下水）

埋設の年(西暦年)

④ 設置間隔

2m ごとに明示する(ただし、取付管は 1m ごとに明示する)。

(7) 埋設標識シートの設置

千葉市下水道工事共通仕様書に準じ、圧送管の埋戻しに際しては、管の上部に埋設標識シートを布設しなければならない。埋設標識シートは、埋戻し及び締固めを行った後、切れ目なく布設しなければならない。

4.4 土被り

管きよの最小土被りの決定にあたっては、道路占用条件、取付管、路面荷重、路盤厚、他の埋設物の関係等を考慮して適切な土被りとする。

なお、市道においては、「道路占用許可基準」が定められている。

【解説】

公道内に埋設する管きよについては、道路法施行令第 11 条第 4 号によれば、下水道管の本線を埋設する場合は、その頂部と路面との距離は 3m(工事実施上やむを得ない場合は 1.0m)以下としないことと規定されている。

また、平成 11 年 3 月の建設省通知の「電線、水道、ガス管又は下水道管を道路下に設ける場合における埋設深さ等について」により、市道における管きよの埋設基準を定めている。

道路占用許可基準について、以下にその内容を示す。

(1) 適用対象管路の種類及び管径

表 4.4.1 適用対象管路の種類と管径

管 種	管 径
ダクタイル鋳鉄管 (JIS G 5526)	300mm 以下
ヒューム管 (JIS A 5303)	300mm 以下
強化プラスチック複合管 (JIS A 5350)	300mm 以下
硬質塩化ビニル管 (JIS K 6741)	300mm 以下
ボックス型ヒューム管 (土木研究センター 技審証第 0705 号)	300mm 以下
下水道用リブ付硬質塩化ビニル管 (JSWAS K-13)	300mm 以下

なお、表 4.4.1 以外の管種、管径を使用する場合は道路管理者と協議を行うこと。

(2) 埋設の深さ

(1)に掲げた管路等を道路の地下に設ける場合は、路面から管路等の頂部までの距離を表 4.4.2 の基準以下にしないこととする。

表 4.4.2 各事業の埋設深 (単位：m)

区分	道路種別			
	I 類	Ⅱ 類	Ⅲ 類	Ⅳ 類
車道	0.7	1.0	1.2	
歩道	0.5			

表 4.4.3 道路種別

道路種別	交通量区分	参考：舗装構成	
I 類	N1～N4	⑦・1～4 普通舗装	①A 舗装
II 類	N5	⑥中級舗装	②B 舗装
III 類	N6	⑤高級舗装	③C 舗装
IV 類	N7	－	④D 舗装

(3) 運用上の留意事項

- ① 路面から路盤の最下面までの間に管路等を埋設することは、原則として認めない。管路等の継手及び分水栓等についても同様である。
- ② 道路の地下に管路等を設ける者(以下「道路占用者」という)は、道路の構造及び交通の支障とならないように必要に応じて防護措置を講じることとする。防護措置を講じていないことに起因する事故等に関しては、道路占用者が一切の責任を負うものとする。
- ③ 表 4.4.1 に掲げる管路等の種類(規格)以外のものは土木管理課と事前協議をすること。
- ④ マウンドアップ型歩道の場合、標準部を基準の路面とする。ただし、切り下げ等により所要の埋設深が確保できない場合、道路占用者が必要に応じて防護措置を行うこと。
- ⑤ 下水道法施行規則第 3 条第 1 項に規定される「主要な管きょ」であっても、表 4.4.1 に掲げられている管路等については対象とする。ただし、外圧 1 種ヒューム管を用いる場合は、道路種別に関係なく土被りを 1m 以下にしないこと。

なお、参考資料として建設省通知の「電線、水道、ガス管又は下水道管を道路下に設ける場合における埋設深さ等について」(平成 11 年 3 月)を表 4.4.4 に示す。

表 4.4.4 浅層埋設基準 (参考)

下水道管種別		頂部と路面との距離
下水道管の本線		当該道路の舗装の厚さに 0.3m を加えた値(当該値が 1m に満たない場合には、1m)以下にしないこと。
下水道管の本線 以外の線	車道	当該道路の舗装の厚さに 0.3m を加えた値(当該値が 0.6m に満たない場合には、0.6m)以下にしないこと。
	歩道	0.5m 以下にしないこと。ただし、切り下げ部があり、0.5m 以下になるときは、あらかじめ十分な強度を有する管路を使用する場合を除き、防護処置が必要となる。

※1 ヒューム管(外圧 1 種)を用いる場合には、当該下水道管と路面の距離は 1m 以下としないこと。運用にあたっては道路管理者への確認が必要である。

※2 下水道法施工規則第 3 条第 1 項に規定される「主要な管きょ」とは、下水排除面積が二十ヘクタール(その構造の大部分が開渠のものにあつては十ヘクタール)以上の管渠とする。

※3 表 4.4.4 に示す下水道管の本線とは、下水道施設における基幹的な線で、道路の地下に設けるに当たって道路構造の保全等の観点から所要の配意を要するものを指す。また、下水道法施工規則第 3 条第 1 項に規定する「主要な管渠」が概ね本線に該当するものと考えられる。

4.5 管きよの接合

管きよの接合は、以下の各項を考慮して定める。

(1) 管きよ径が変化する場合又は2本の管きよが合流する場合の接合方法は、原則として管頂接合とし、こう配は、下流に行くにしたがって緩くする。

(2) 地表こう配が急な場合には、管きよ径の変化の有無にかかわらず、原則として地表こう配に応じ、段差接合とする。

(3) 管きよが合流する場合は、流水について十分検討し、マンホールの形状及び設置箇所、マンホール内のインバートなどで対処する。

【解説】

(1) について

管きよの接合方法には次の接合方法がある。

- ① 水面接合
- ② 管頂接合
- ③ 管底接合
- ④ 段差接合

水理条件に対して適切な接合を選定し、マンホールから下水が噴出するなどの被害を生じさせないようにしなければならない。

管頂接合は、流水が円滑となり、水理的には安全な方法であるが、管きよの埋設深が深くなり工事費の増大が生じる。本市では、水理性に重点をおいて、やむを得ない場合を除き、管頂接合を基本としている。

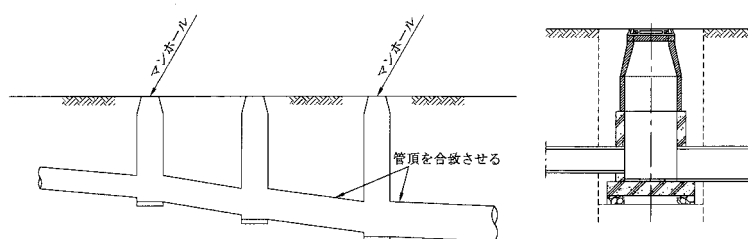


図 4.5.1 管頂接合

出典：設計指針

(2) について

地表こう配が急な場合は、管きよ内の流速の調整と下流側の最小土被りを保つため、また、上流側の掘削深を減ずるため、地表こう配に応じて段差接合とする。

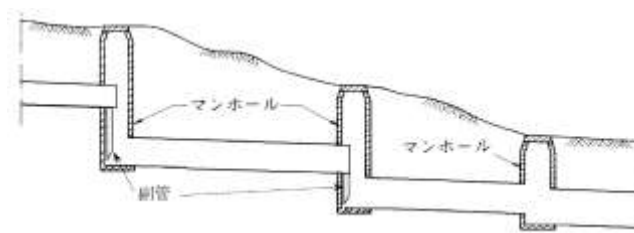


図 4.5.2 段差接合の例

出典：設計指針

なお、1箇所当たりの段差は1.5m以内とすることが望ましい。段差が0.6m以上の場合、合流管きよ及び汚水管きよについては、副管を使用することを原則とする。高落差がある場合は硫化水素対策が必要か検討するものとする。

(3) について

管きよが合流する場合は、流水を円滑にするよう接合しなければならない。
対向する管きよが曲折する場合及び管きよが鋭角で曲折する場合は、図 4.5.3
に示すように 2 段階で曲折することが望ましい。

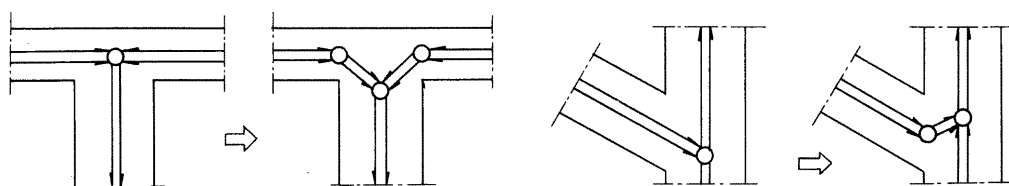


図 4.5.3 管きよが曲折する場合

出典：設計指針

4.6 基礎工

管きよの基礎は、管きよの種類、形状、土質等に応じて次の各項を考慮して定める。

(1) 剛性管きよの基礎

鉄筋コンクリート管等の剛性管きよには、条件に応じて、砂、碎石、はしご(梯子)胴木、コンクリートなどの基礎を設ける。また、必要に応じて鉄筋コンクリート基礎、杭基礎又はこれらの組合せ基礎を施す。ただし、地盤が良好な場合は、これらの基礎を省くことができる。

(2) 可とう性管きよの基礎

硬質塩化ビニル管、リブ付硬質塩化ビニル管等の可とう性管きよは、原則として自由支承の砂又は碎石基礎とし、条件に応じて、ベットシート、布基礎等を設ける。

【解説】

管きよの基礎は、使用する管きよの種類、土質、地耐力、施工方法、荷重条件、埋設条件等によって定めるが、工事費に著しく影響するので、管きよの耐久性と合わせて経済性についても十分に検討し、適切なものを選択する。

基礎工の目的として、管きよを所定の位置、高さに確保するとともに、管体の補強と不同沈下の防止がある。

表 4.6.1 管きよの種類と基礎

地盤 管種		硬質土及び普通土	軟弱土	極軟弱土
剛性管	鉄筋コンクリート管	砂基礎	砂基礎	はしご胴木基礎
	レジンコンクリート管	碎石基礎 コンクリート基礎	碎石基礎 はしご胴木基礎 コンクリート基礎	鳥居基礎 鉄筋コンクリート基礎
可とう性管	硬質塩化ビニル管	砂基礎	砂基礎	ベットシート基礎
	ポリエチレン管		ベットシート基礎	ソイルセメント基礎
	強化プラスチック複合管	砂基礎 碎石基礎	ソイルセメント基礎	はしご胴木基礎 布基礎
	リブ付硬質塩化ビニル管	砂基礎 碎石基礎	ベットシート基礎	
	ダクタイル鋳鉄管 鋼管	砂基礎	砂基礎	砂基礎 はしご胴木基礎 布基礎

※1 岩盤に布設する場合は、応力を均等に分布できる構造の基礎を用いる。

※2 地盤の区分を例示すると表 4.6.2 のとおりである。

出典：設計指針,JSWAS K-13

表 4.6.2 地盤の区分例

地盤	代表的な土質
硬質土	硬質粘土、れき混り土及びれき混り砂
普通土	砂、ローム及び砂質粘土
軟弱土	シルト及び有機質土
極軟弱土	非常に緩い、シルト及び有機質土

出典：設計指針

(1) 剛性管きよの基礎

剛性管きよの基礎の種類は、図 4.6.1 のようなものがあり、また、各基礎の概要は 1)～4)のとおりである。

1) 砂又は砕石基礎

比較的地盤がよい場所に採用する。砂又は細かい砕石等を管きよ外周(下部)に満遍なく密着するように締め固めて管きよを支持する。この基礎が管きよに接する幅(又は支承角)によって管きよ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、管きよの基床厚は、最小 100～200mm 又は管きよ外径の 0.2～0.25 倍とすることが望ましい。

管きよ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) コンクリート及び鉄筋コンクリート基礎

地盤が軟弱な場合や管きよに働く外圧が大きい場合に採用する。

管きよの底部をコンクリートで巻立てるもので、外圧荷重による管きよ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 1)に準じる。

3) はしご胴木基礎

地盤が軟弱な場合、土質や上載荷重が不均質な場合等に採用する。まくら木の下部に管きよと平行に縦木を設置し、はしご状に作る。この場合、1)に記述した砂、砕石等の基礎を併用する。

4) 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、はしご胴木の下部をくいで支える構造である。

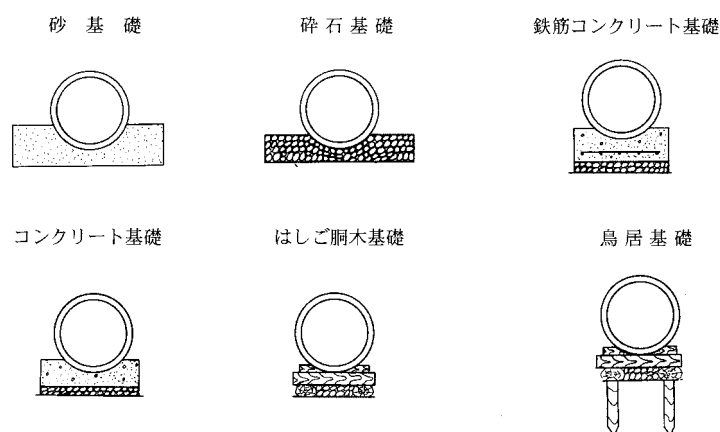


図 4.6.1 剛性管きよの基礎の種類

出典：設計指針

(2) 可とう性管きよの基礎

剛性管きよの基礎の種類は、図 4.6.1 のようなものがあり、また、各基礎の概要は 1)～4)のとおりである。

管きよの基礎は、原則として自由支承の砂又は碎石基礎とする。基床厚は最小 100～300mm とすることが望ましい。

地盤等の条件によっては、管体側部の土の受働抵抗力を確保するため、ソイルセメント基礎、ベッドシート基礎等を採用する場合がある。また、はしご胴木、布基礎等は砂基礎等を併用し、この管体との間には砂を敷きならしたうえで、十分に突き固める必要がある（図 4.6.2、表 4.6.1 及び表 4.6.2 を参照）。

なお、支持層が極めて深く、くい打込みが不経済となる場合に掘削溝底にコンクリート床版を打設し、上部荷重の基底への分散を図って据付け地盤の沈下を防止する布基礎がある（図 4.6.2 参照）。

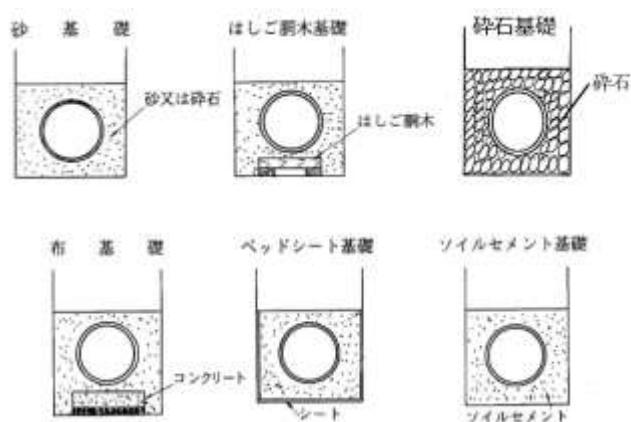


図 4.6.2 可とう性管きよの基礎の種類

出典：設計指針

4.7 管種と基礎工の検討

(1) 剛性管きょ

剛性管きょにおける管種及び基礎工の選定にあたっては、埋設管に作用する等分布荷重と基礎形状から、管体に生じる曲げモーメントを算出し、管体の有する許容曲げモーメントと比較することで安全性を確認する。

(2) 可とう性管きょ

可とう性管きょは、上記の曲げモーメントの他に、たわみ率についても許容値を満足することを確認する。

【解説】

(1) 剛性管きょ

1) 検討手順

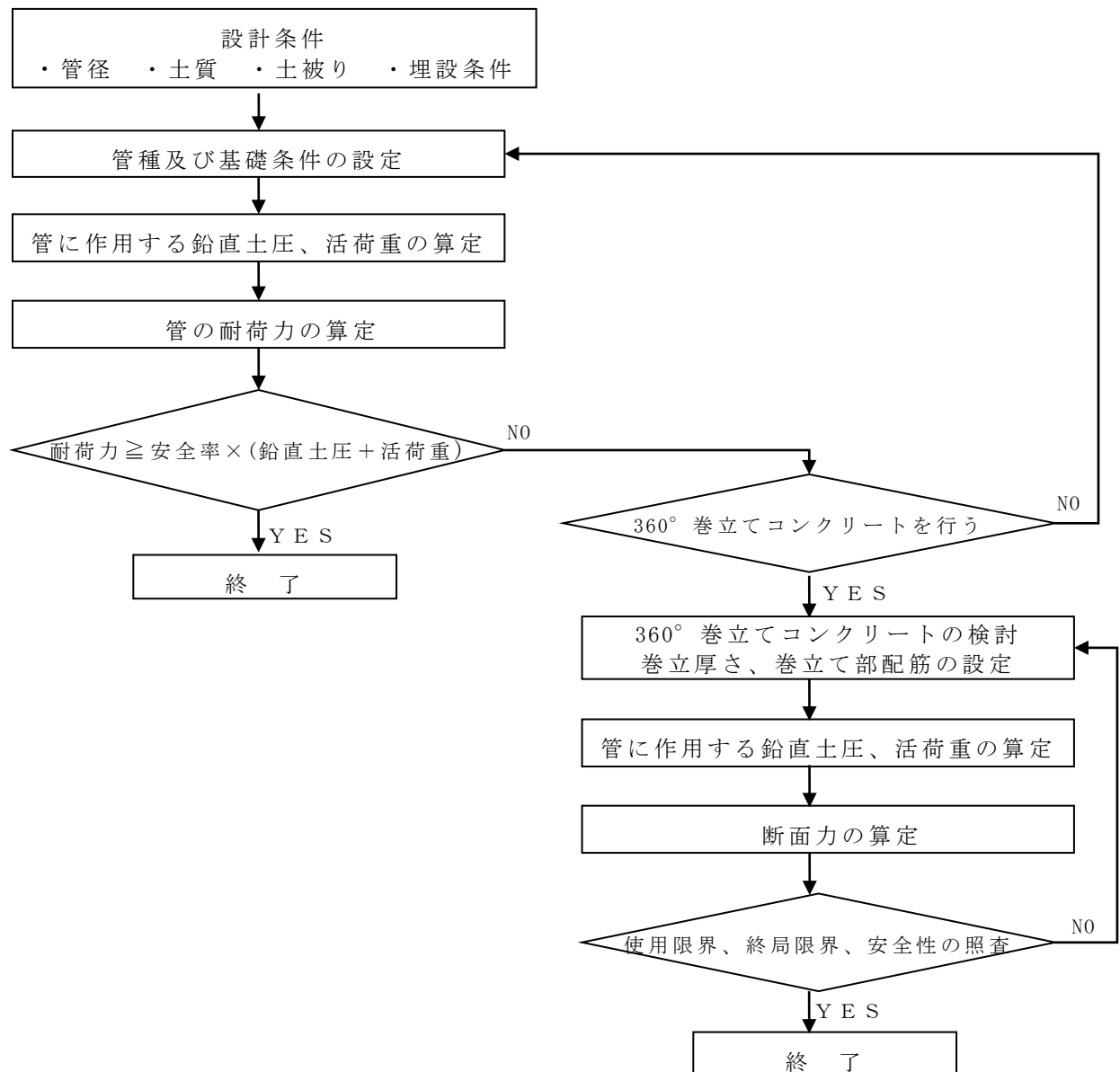


図 4.7.1 検討の手順

出典：ヒューム管設計施工要覧(全国ヒューム管協会)

2) 埋設管にかかる荷重

$$q = w + p \quad \text{式 4.7.1}$$

ここに、

q : 管にかかる荷重 (kN/m²)

w : 埋戻し土による鉛直土圧 (kN/m²)

p : 活荷重 (kN/m²)

① 埋戻し土による鉛直土圧

鉛直土圧の算定式は、下水道協会式(改定式)を採用する。

矢板引き抜きの影響については、以下とする。

- ・引抜き影響を考慮する : 鋼矢板及び軽量鋼矢板の打込・引抜き等
- ・引抜き影響を考慮しない : 建込み簡易土留工、軽量鋼矢板建込工等

なお、埋戻し土による鉛直土圧算定の詳細は、「下水道用管(剛性管)に係わる土圧調査報告書」、「下水道用鉄筋コンクリート管 JSWAS A-1」(いずれも日本下水道協会)を参照のこと。

② 活荷重

活荷重の使用区分については、「5.5 マンホール (1) 使用区分」を参照とする。

活荷重は、「道路橋示方書・同解説」(日本道路協会)の T-25 の後輪荷重を用い、次式により求める。

$$p = \frac{2P(1+i) \cdot \beta}{C(a+2H \tan\theta)} \quad \text{式 4.7.2}$$

ここに、

p : 活荷重(kN/m²)

H : 土被り(m)

P : T 荷重(後輪 100kN)

a : 車輪設置長さ(m)(=0.2)

C : 車体占有幅(m)(=2.75)

θ : 分布角 (度)(=45)

i : 衝撃係数(表 4.7.1)

β : 断面力の低減係数(=0.9)

出典 : JSWAS A-1

なお、T-14 荷重については「下水道用鋳鉄製マンホールふた JSWAS G-4」(日本下水道協会)により、一後輪荷重が車両総重量の 40%を負担することとし、次のとおりとする。

$$p = 14tf \times 0.4 \times 9.80665 = 54.92 \approx 55kN \quad \text{式 4.7.3}$$

出典：JSWAS G-4

表 4.7.1 衝撃係数

H (m)	$H < 1.5$	$1.5 \leq H < 6.5$	$H \geq 6.5$
i	0.5	$0.65 - 0.1H$	0

出典：JSWAS A-1

表 4.7.2 活荷重の計算例 (kN/m²)

土 被 り H (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
活荷重 (後輪 100kN)	81.8 2	44.6 3	30.6 8	22.6 0	17.6 2	14.2 5	11.8 2	9.98	8.54	7.38

出典：JSWAS A-1

3) 耐荷力

① 管の抵抗曲げモーメント

管の有する抵抗曲げモーメント(Mr)は、ひび割れ荷重を載荷した時に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、次式で表わされる。

$$Mr = 0.318QR + 0.239WR \quad \text{式 4.7.4}$$

ここに、

Mr : 管体有する抵抗曲げモーメント(kN・m/m)

Q : ひび割れ荷重(kN/m)

R : 管厚中心半径(m)

W : 管の自重(kN/m)

出典：JSWAS A-1

② 管に発生する最大曲げモーメント

埋設管に等分布荷重がかかるとき、管体に生じる最大曲げモーメント(Mmax)は次式で表わされる。

$$Mmax = kqR^2 \quad \text{式 4.7.5}$$

ここに、

k : 支承条件による係数(表 4.7.3)

q : 管にかかる荷重(kN/m²)

表 4.7.3 係数 k の値

支 承 角 (度)	砂 基 礎	コ ン ク リ ー ト 基 礎
60	0. 377	—
90	0. 314	0. 303
120	0. 275	0. 243
180	—	0. 220

出典：JSWAS A-1

③ 管の耐荷力

ひび割れ荷重 Q の管が耐えることのできる等分布荷重(耐荷力) q' (kN/m^2) は、次式にて表される。安全率 F は 1.25 以上とする。

$$q' = \frac{0.318QR + 0.239WR}{kR^2} \quad \text{式 4.7.6}$$

$$F \geq \frac{q'(\text{耐えられる等分布荷重})}{q(\text{管にかかる荷重})} \quad (\text{安全率:1.25以上}) \quad \text{式 4.7.7}$$

(2) 可とう性管きょ

対象の管きょは、硬質塩化ビニル管及びリブ付硬質塩化ビニル管とする。

1) 検討手順

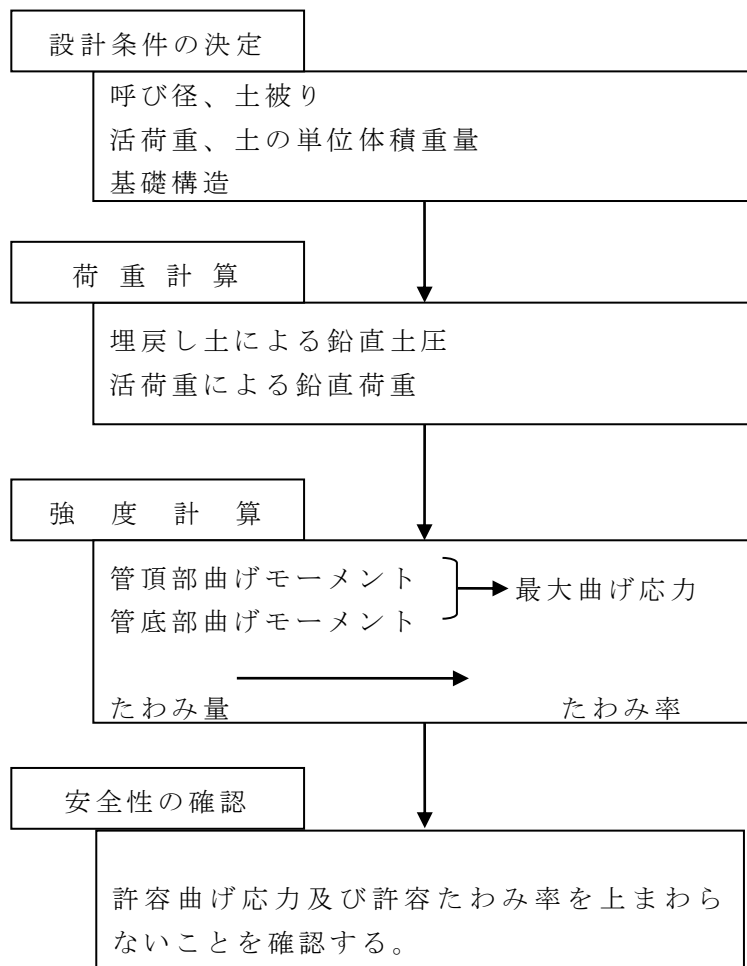


図 4.7.2 検討の手順

出典：JSWAS K-1

出典：JSWAS K-13

2) 埋設管にかかる荷重

$$q = w + p$$

式 4.7.8

ここに、

q : 管にかかる荷重(kN/m^2)

w : 埋戻し土による鉛直土圧(kN/m^2)

p : 活荷重(kN/m^2)(式 4.7.2 参照)

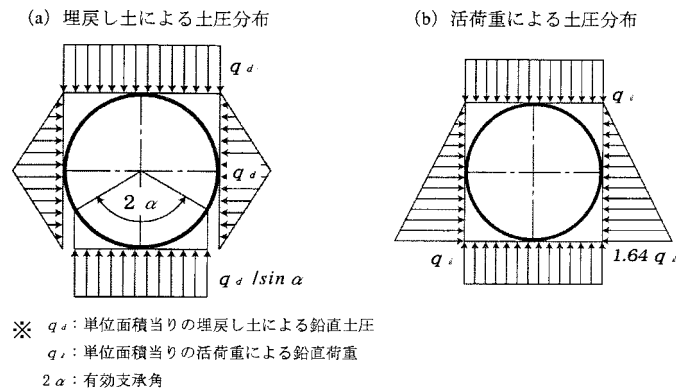


図 4.7.3 土圧分布状態

出典：JSWAS K-1

可とう性管上部土圧により管側部の埋戻し土と管が一樣に変形するため、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。

$$q_d = \gamma \cdot H$$

式 4.7.9

ここに、

q_d : 埋戻し土による鉛直土圧(kN/m^2)

γ : 埋戻し土の単位体積重量(通常、 18kN/m^3)

H : 土被り(m)

(リブ付硬質塩化ビニル管の土被りの位置は図 4.7.4 による。)

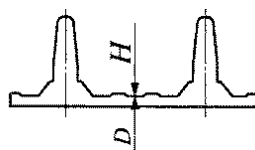


図 4.7.4 土被りの位置

出典：JSWAS K-13

3) 強度計算

① 曲げ応力の計算

埋戻し土と活荷重により発生する曲げ応力は、下式で求める。

$$\text{硬質塩化ビニル管} \quad M = (k_1 \cdot q_d + k_2 \cdot q_\ell) r^2 \quad \text{式 4.7.10}$$

$$\text{リブ付硬質塩化ビニル管} \quad M = (k_1 \cdot q_d + k_2 \cdot q_\ell) r'^2 \quad \text{式 4.7.11}$$

$$\sigma = \frac{M}{Z} \quad \text{式 4.7.12}$$

出典：JSWAS K-1

出典：JSWAS K-13

ここに、

M : 単位長さ当たりの埋戻し土と活荷重による曲げモーメントの和
(N・mm/mm)

k₁ : 埋戻し土による曲げモーメント係数(表 4.7.4)

k₂ : 活荷重による曲げモーメント係数(表 4.7.4)

q_d : 埋戻し土による鉛直土圧(Mpa) {= N/mm² = 10³kN/m²}

q_ℓ : 活荷重による鉛直荷重(Mpa) {= N/mm² = 10³kN/m²}

r : 管厚中心半径(mm)(表 4.7.5)

r' : 管断面の中立軸までの半径(mm) {リブ付硬質塩化ビニル管}

σ : 埋戻し土と活荷重による曲げ応力(Mpa) {= N/mm²}

Z : 管単位長さ当たりの断面係数(mm³/mm)(表 4.7.5、

表 4.7.6)

② たわみ率の計算

図 4.7.3 の土圧分布で、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、以下の式にて求める。

$$\text{硬質塩化ビニル管} \quad \delta = (k_3 \cdot q_d + k_4 \cdot q_\ell) \frac{r^4}{E \cdot I} \quad \text{式 4.7.13}$$

$$V = \frac{\delta}{2r} \times 100 \quad \text{式 4.7.14}$$

$$\text{リブ付硬質塩化ビニル管} \quad \delta = (k_3 \cdot q_d + k_4 \cdot q_\ell) \frac{r'^4}{E \cdot I} \quad \text{式 4.7.15}$$

$$V = \frac{\delta}{2r'} \times 100 \quad \text{式 4.7.16}$$

ここに、

δ : 埋戻し土と活荷重によるたわみ量の和(mm)

k_3 : 埋戻し土による鉛直方向のたわみ係数(表 4.7.4)

k_4 : 活荷重による鉛直方向のたわみ係数(表 4.7.4)

E : 硬質塩化ビニル管の弾性係数
(2942MPa){2942N/mm²}

E' : リブ付硬質塩化ビニル管の弾性係数
(2942MPa){2942N/mm²}

I : 単位長さ当たりの断面 2 次モーメント
(mm⁴/mm)(表 4.7.5、

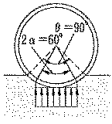
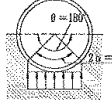
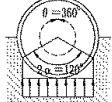
表 4.7.6)

V : たわみ率(%)

③ 曲げ応力とたわみ率の許容値

許容曲げ応力は、硬質塩化ビニル管、リブ付硬質塩化ビニル管ともに 17.7N/mm² とする。また、許容たわみ率は、硬質塩化ビニル管は 5%、リブ付硬質塩化ビニル管は 4%とする。

表 4.7.4 基礎条件と係数の関係

基礎条件	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		たわみ係数		基礎施工状態	基礎材
				k_1	k_2	K_3	K_4		
A	90°	60°	管 頂	0.132	0.079	0.102	0.030		砂
			管 底	0.223	0.011				
B	180°	90°	管 頂	0.120	0.079	0.085	0.030		砂 碎石
			管 底	0.160	0.011				
C	360°	120°	管 頂	0.107	0.079	0.070	0.030		砂 碎石
			管 底	0.121	0.011				

※ 硬質塩化ビニル管の設計に用いる基礎構造は、有効支承角 120° (C 基礎)を標準とする。

出典：JSWAS K-1 出典：JSWAS K-13

表 4.7.5 硬質塩化ビニル管設計に用いる寸法諸元

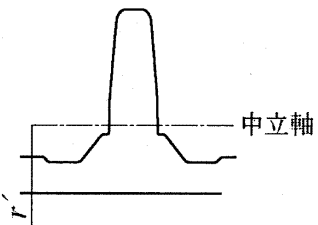
呼び 径	管の寸法		管厚中心半径	断 面 係 数	断面 2 次モーメント
	外径 D (mm)	厚さ t (mm)	$r = \frac{D-t}{2}$ (mm)	$Z = \frac{t^2}{6}$ (mm ³ /mm)	$I = \frac{t^3}{12}$ (mm ⁴ /mm)
75	89.0	3.0	43.00	1.50	2.25
100	114.0	3.5	55.25	2.04	3.57
125	140.0	4.5	67.75	3.38	7.59
150	165.0	5.5	79.75	5.04	13.9
200	216.0	7.0	104.5	8.17	28.6
250	267.0	8.4	129.3	11.8	49.4
300	318.0	9.9	154.1	16.3	80.9
350	370.0	11.2	179.4	20.9	117
400	420.0	12.6	203.7	26.5	167
450	470.0	14.1	228.0	33.1	234
500	520.0	15.6	252.2	40.6	316
600	630.0	19.2	305.4	61.4	590

※ 管の厚さ t は、t(最小) + $\frac{\text{許容差}}{2}$ である。

出典：JSWAS K-1

表 4.7.6 リブ付硬質塩化ビニル管設計に用いる寸法諸元

呼び径	管断面の中立軸 までの半径	管長 1mm 当りの 断面 2 次モーメント	管長 1mm 当りの 断面係数
	r (mm)	I (mm ⁴ /mm)	Z (mm ³ /mm)
150	77.87	27.3	9.51
200	103.75	63.0	16.94
250	129.73	122.5	25.63
300	155.69	211.9	36.60
350	181.88	344.7	49.88
400	204.77	301.6	63.21
450	229.98	424.3	85.29



※1 管断面の中立軸までの半径 r' 及び断面 2 次モーメントは、リブ断面の各部寸法

の最小 + $\frac{\text{許容差}}{2}$ から求め、性能規格値より定められたものである。

※2 断面係数は、Z 強度計算の対象となる管内面に対する値とし $\frac{I}{r' - \text{管内半径}}$ である。

出典：JSWAS K-13

第 5 章 マンホール

第5章 マンホール

5.1 設置箇所

マンホールは、維持管理のうえで必要な箇所、管きよの起点及び方向又はこう配が著しく変化する箇所、管きよ径等の変化する箇所、段差の生ずる箇所、管きよの会合する箇所に必要に応じて設ける。

【解説】

マンホールは、管きよ内の維持管理(点検、調査、清掃、改築・修繕)のために必要な施設であり、管きよの接合及び会合のために設置するものである。また、マンホールによって管きよ内の換気を図ることもできる。

5.2 設置間隔

管きよの直線部のマンホール最大間隔は、管きよ径によって表 5.2.1 を標準とする。

表 5.2.1 マンホールの管径別最大間隔

管きよ径 (mm)	600 以下	1,000 以下	1,500 以下	1,650 以上
最大間隔 (m)	75	100	150	200

出典：設計指針

【解説】

マンホールは、管きよ内の直線部においても、できるだけ多く設置することが維持管理の上で便利であるが、建設費がかさみ、施工も煩雑になることから、表 5.2.1 の最大間隔を標準とする。

ただし、管きよ径が 600mm 以下でも清掃作業等に機械力を十分発揮できる場合は、下水道管理者と協議のうえ、マンホール間隔を 100m まで広げることができる。

現場打ちく形きよ、推進工法、シールド工法等の場合は、下水道管理者と協議のうえ、現場の状況及び維持管理の方法等を考慮して適宜広げることができる。

5.3 マンホールの種類、形状、構造等

マンホールの種類、形状、構造等は、次のとおりとする。

- (1) 下水道用鉄筋コンクリート製組立マンホール
- (2) 下水道用レジンコンクリート製マンホール
- (3) 特殊マンホール

【解説】

マンホールは、ふた、側塊(斜壁、直壁)、床版、側壁、底版、足掛け金物、副管、インバートから構成される。

マンホールの種類、形状及び構造は、管きょ径、起点、中間点、会合点等に応じて定める。

マンホールには、全部を現場打ちとするもの、下部を現場打ちとして上部を既製コンクリートブロック(以下、工場製品という)とするもの、全部を工場製品とするものの3種類の構造が用いられている。現在では、施工の容易さ及び工期の短縮を図るため、全部を工場製品とする組立マンホール(「下水道用鉄筋コンクリート製組立マンホール JSWAS A-11」及び「下水道用レジンコンクリート製マンホール JSWAS K-10」)が一般的となっている。

特殊マンホールの形状及び構造には、現場打ちによる円形及びく形と、く形の工場製品があり、地域の実状、地下埋設との関係、管きょの構造等によって特殊な用途又は、形状を必要とする場合に採用する。

管きょを接続するための削孔径は、管の外径によって異なり、管接続の削孔同士の間隔(残り代)は内面側で10cm以上確保することが望ましい(図 5.3.1 参照)。確保できない場合には、防護コンクリートなどによる措置が必要である。

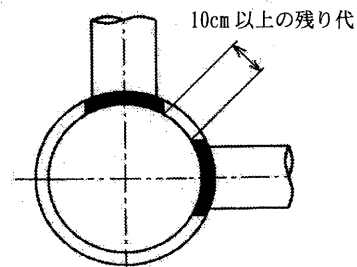


図 5.3.1 削孔間隔

出典：設計指針

各マンホールの形状別用途を以下に示す。

(1) 下水道用鉄筋コンクリート製組立マンホール

表 5.3.1 下水道用鉄筋コンクリート製組立マンホールの形状別用途

呼 び 径	形 状 寸 法	用 途
円形 0 号マンホール CM0	内径 75 cm 円形	小規模な排水又は起点 他の埋設物の制約等から 1 号マンホールが設置できな い場合
円形 1 号マンホール CM1	内径 90 cm 円形	管の起点及び内径 500mm 以下の管の中間点並びに内 径 400mm までの管の会合 点
円形 2 号マンホール CM2	内径 120 cm 円形	内径 800mm 以下の管の中 間点及び内径 500mm 以下 の管の会合点
円形 3 号マンホール CM3	内径 150 cm 円形	内 1,100mm 以下の管の中 間点及び内径 700mm 以下 の管の会合点
円形 4 号マンホール CM4	内径 180 cm 円形	内径 1,200 mm 以下の管の中 間点及び内径 800mm 以下 の管の会合点
円形 5 号マンホール CM5	内径 220 cm 円形	内径 1,500 mm 以下の管の中 間点及び内径 1,100mm 以 下の管の会合点
楕円（方円）マンホール	60×90 cm 楕円（方円）	他の埋設物の制約等から 1 号マンホールが設置できな い場合

注 1. 用途欄の内径は、推進工法用鉄筋コンクリート管を接続に使用した場合を設定

注 2. 用途欄の内径は、流出管と流入管がほぼ同じ高さの場合である。管の段差や角度により形状寸法を設定することもできる。

注 3. 楕円（方円）マンホールは、日本下水道協会の認定工場制度におけるⅡ類資機材に登録された製品である。

注 4. マンホール形状選定の際は、図 5.3.1 削孔間隔（残り代）を確保することを原則とする。

出典：設計指針

(2) 下水道用レジンコンクリート製マンホール

表 5.3.2 下水道用レジンコンクリート製マンホールの形状別用途

呼 び 方	形 状 寸 法	用 途
円形75（0号）マンホール RMH75	内 径 75cm 円 形	小規模な排水又は起点 他の埋設物の制約等から1号マンホールが設置できない場合
円形90（1号）マンホール RMH90	内 径 90cm 円 形	管の起点及び内径500mm以下の管の中間点並びに内径350mmまでの管の会合点
円形120（2号）マンホール RMH120	内 径 120cm 円 形	内径800mm以下の管の中間点及び内径500mm以下の管の会合点
円形150（3号）マンホール RMH150	内 径 150cm 円 形	内径1,000mm以下の管の中間点及び内径700mm以下の管の会合点
円形180（4号）マンホール RMH180	内 径 180cm 円 形	内径1,100mm以下の管の中間点及び内径800mm以下の管の会合点
楕円形60×90 RMH6090	楕 円 60×90cm	内径300mm以下の管の中間点及び会合点

※1 用途欄の内径は、円形レジンマンホールは、推進工法用鉄筋コンクリート管を接続に使用した場合を設定。

※2 用途欄の内径は、楕円形レジンマンホールは、鉄筋コンクリート管（外圧管）を接続に使用した場合を設定。

※3. 用途欄の内径は、流出管と流入管がほぼ同じ高さの場合である。管の段差や角度により形状寸法を設定することもできる。

※4. マンホール形状選定の際は、図 5.3.1 削孔間隔（残り代）を確保することを原則とする。

出典：設計指針

(3) 特殊マンホール

表 5.3.3 円形（現場打ち）マンホールの形状別用途

呼 び 方	標 準 形 状 寸 法	用 途
1 号 マン ホール	内 径 90cm 円 形	管の起点及び内径600mm以下の管の中間点並びに内径450mmまでの管の会合点 く形きよ、馬てい形きよなど及びシールド工法等による管きよの中間点
2 号 マン ホール	内 径 120cm 円 形	内径900mm以下の管の中間点及び内径600mm以下の管の会合点 く形きよ、馬てい形きよなど及びシールド工法等による管きよの中間点
3 号 マン ホール	内 径 150cm 円 形	内径1,200mm以下の管の中間点及び内径800mm以下の管の会合点
4 号 マン ホール	内 径 180cm 円 形	内径1,500mm以下の管の中間点及び内径900mm以下の管の会合点

※1 用途欄の内径は、鉄筋コンクリート管を接続に使用した場合を設定。

※2 用途欄の内径は、流出管と流入管がほぼ同じ高さの場合である。管の段差や角度により形状寸法を設定することもできる。

出典：設計指針

表 5.3.4 く形(現場打ち及び工場製品)マンホールの形状別用途

呼 び 方	標 準 形 状 寸 法	用 途
特 1 号 マンホール	内のり 60×90cm 角 形	土被りが特に少ない場合、他の埋設物の制約等から円形マンホールが設置できない場合
特 2 号 マンホール	内のり 120×120cm 角 形	内径1,000mm以下の管の中間点又は最大内径1,000mm(流入角度90°)の会合点 現場状況に応じて円形又はく形を選択する
特 3 号 マンホール	内のり 150×120cm 角 形	内径1,200mm以下の管の中間点又は最大内径1,000mm(流入角度90°)の会合点 現場状況に応じて円形又はく形を選択する
特 4 号 マンホール	内のり 180×120cm 角 形	内径1,500mm以下の管の中間点又は最大内径1,000mm(流入角度90°)の会合点 現場状況に応じて円形又はく形を選択する
5 号 マンホール	内のり 210×120cm 角 形	内径1,800mm以下の管の中間点又は最大内径1,000mm(流入角度90°)の会合点 現場状況に応じて円形又はく形を選択する
6 号 マンホール	内のり 260×120cm 角 形	内径2,200mm以下の管の中間点又は最大内径1,000mm(流入角度90°)の会合点 現場状況に応じて円形又はく形を選択する
7 号 マンホール	内のり 300×120cm 角 形	内径2,400mm以下の管の中間点又は最大内径1,000mm(流入角度90°)の会合点 現場状況に応じて円形又はく形を選択する
現場打ち管きよ用 マンホール	内のり D1×D2 角 形	く形きよ、馬てい形きよなど及びシールド工法等による管きよの中間点 雨水吐、マンホールポンプ室

※1 用途欄の内径は、鉄筋コンクリート管を接続に使用した場合を設定。

※2 用途欄の内径は、ハンチなどの大きさによって異なる。

※3 会合点では、最大内径未満の管についてはマンホールの内のり寸法の範囲であれば、流入角度を90°以上にも設置することができる。

※4 用途欄の内径は、流出管と流入管がほぼ同じ高さの場合である。管の段差や角度により形状寸法を設定することもできる。

出典：設計指針

5.4 マンホール本体の構造

マンホールの構造は、組立マンホールを標準とし、斜壁は片斜壁を原則とする。
また、マンホールの基礎は、原則として砕石基礎とする。

なお、現地の状況等から硫化水素発生のおそれのある箇所では硫化水素対策を検討する。

【解説】

- (1) マンホール本体は、施工性及び工期短縮を図るため、組立マンホールを標準とする。また、斜壁は維持管理性を考慮し、片斜壁を原則とする。
- (2) マンホール深5m以上の場合は、II種(JSWAS A-11の性能区分)部材の採用を検討する。
- (3) マンホールの基礎は、原則として砕石基礎とするが、立坑内に設置する場合はコンクリート基礎とすることができる。
- (4) 現場打ちマンホールを採用する場合は、維持管理性を考慮し、下部側壁(壁立上り部)の高さはインバートから最低2m程度確保する。
- (5) 圧送管吐出部や落差のある箇所では、防食型の部材及び防食型のマンホールふたを用いるなど、必要に応じて硫化対策の検討を行う。

5.5 マンホールふた

「千葉市下水道用鋳鉄製マンホールふた製造工場指定要綱」に基づき千葉市が認定したマンホールふたを使用する。

【解説】

(1) マンホールふたの使用区分は以下による。

- T-14 : 歩道及び車道幅員 5.5m 未満の市道
T-25 : 国、県道及び車道幅員 5.5m 以上の市道

ただし、車道幅員が 5.5m 未満であっても次に示す場合は、T-25 マンホールふたを用いる。

- ① 常時、バス等の大型車両が通行する場合(バス路線等)
- ② 5 年以内に道路の拡幅工事が予定されている場合

なお、車道幅員は車線間の幅員の合計とし、路肩等は車道幅員に含む。

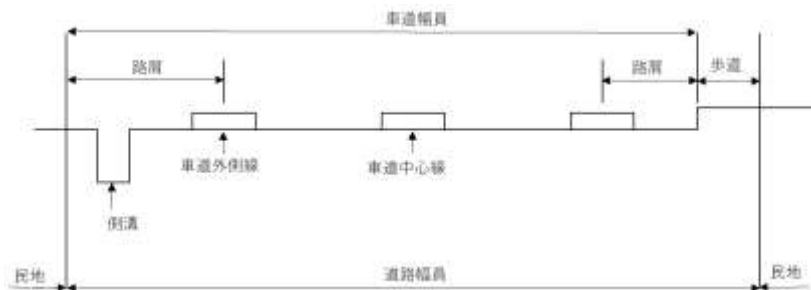


図 5.5.1 車道路幅員

- (2) マンホールふたの種類は、「千葉市下水道用鋳鉄製マンホールふた製造工場指定要綱」に基づき千葉市が認定したマンホールふたを使用することを原則とする。

ただし、設置環境に合わせた性能が必要となる場合は表 5.5.1 に示す「特殊タイプ」

のふたを活用することも可能とする。

表 5.5.1 マンホール蓋の設置区分

区分	種類		性能	適用箇所
千葉県市下水 道用 デザイン ふた	荷重区分	T-25	車両総重量 25t の活荷重に対応する荷重強さを持つもの。	国、県道及び車道幅員 5.5m 以上の市道
		T-14	車両総重量 14t の活荷重に対応する荷重強さを持つもの。	歩道及び車道幅員 5.5m 未満の市道
	付加性能	不法開放防止性	所定の専用工具以外で、容易に開放されないよう、錠を備えた構造のもの	下水道管路全般
	内圧安全性	圧力解放耐揚圧性	蓋の圧力解放耐揚圧性を持つもの	下水道管路全般で、内圧により蓋浮上の危険性の高い場所。ただし、内圧の大きい場所は、格子蓋又は排気口で対応する。
		転落防止性	人の転落防止をできる荷重強さを持つもの。 浮上防止のために内圧に対するロック機能をもつもの。 耐揚圧荷重強さをもつもの。	維持管理時に安全確保が必要な場所。 ・汚水管きょ：マンホール深 2.0m 以上 ・雨水・合流管きょ：全ての箇所
特殊タイプ	滑り防止蓋		蓋表面に独立した凸形状が適切に配列され、雨天時の 2 輪車の滑り防止性を高めたもの。	車道全般。特に交差点、カーブ、及び坂道（道路勾配が 6% を超える箇所）に設置するもの。踏切手前に設置されているもの。
	格子蓋 中蓋		蓋に格子状にした開口を設け、内部からのガスや水を排出するもの。	分流雨水管又は合流管において、内部からの水及び空気の排出を行いたい場所。
			合流管においては、商店街や住宅密集地区等の臭気対策が必要な場所には中蓋を取り付けることができるもの。	
	防水蓋		蓋かん合部にゴムパッキン等を取り付ける構造で、外部からの防水性をもつもの。	機械電気設備に影響を及ぼすおそれのある場所。 ・ポンプ室、弁室。
	防食蓋		管路構造上の腐食環境に対して防食被膜を施したもの。	圧送管吐出し先、伏越し下流部、段差段落のあるマンホールなど

※1) 特殊タイプのマンホール蓋を活用する場合は、ふた表面に千葉県章をデザインしたものと
し、汚水・雨水・合流・農集の区分を表示すること。

※2) 特殊タイプのマンホール蓋を活用する場合は、「千葉県下水道用鋳鉄製マンホールふた 仕様書」に定める製品検査結果を添付して、下水道管理者と協議した上で採用すること。

出典：JIS A5506 下水道用マンホール蓋（平成 30 年 12 月 20 日改正）付属書 D

- (3) 下記施設のふたの設置にあたっては、「下水道マンホール安全対策の手引き(案)」に従い、必要に応じて、ロック付落下防止梯子を設置する。

① 汚水管きよ：マンホール深 2.0m 以上

② 雨水・合流管きよ：全ての箇所

- (4) 受枠の設置には、高流動性無収縮超早強モルタル及び安全対策型用調整金具(駒)を必ず用いる。

- (5) 圧送管吐き出し部やビルピット排水管の接合部等腐食の発生が予想されるマンホールには、防食仕様のマンホールふたを用いる。なお、下流側マンホールへの影響が懸念される場合は、「下水道管路施設ストックマネジメントの手引き」等により防食範囲を設定するものとする。

- (6) 歩道がカラー化されている場合等、景観上などの理由によりカラーデザインふたを採用する場合は、必要に応じ、下水道管理者など各管理者と協議すること。

5.6 足掛金物

足掛金物は、鋼鉄製(樹脂被覆)、ステンレス製などの腐食に耐えるものを用いる。また、維持管理が容易に行えるよう、側壁の適切な位置に設置する。

【解説】

管きよ内の点検及び清掃のための昇降を容易にするために、マンホールの側壁部に足掛金物を設置する。材質は、硫化水素による腐食に耐えられる鋼鉄製(樹脂被覆)、ステンレス製等を用いる。設置間隔は、30cm 間隔を標準とする。

5.7 インバート

マンホールの底部には、下水の円滑な流下機能を確認するため、管きよの接合や会合の状況に応じたインバートを設ける。

【解説】

インバートは、下水の円滑な流下を図るとともに維持管理の足場とし、次の内容を考慮して設置する。

- (1) インバートの幅は、上下流の管きよを滑らかに結ぶ。
- (2) インバートの縦断こう配は、上下流管きよの管底を100%以下のこう配ですりつける。なお、インバートこう配が下流管きよこう配を下回るときは、下流管きよこう配に合わせる。
- (3) インバートの横こう配は、20%程度とする。
- (4) インバートの高さは、管径の1/2とする。ただし、管径が $\phi 1,000\text{mm}$ 以上の場合は、50cmとする。

標準的なインバートの設置例を図 5.7.1 に示す。

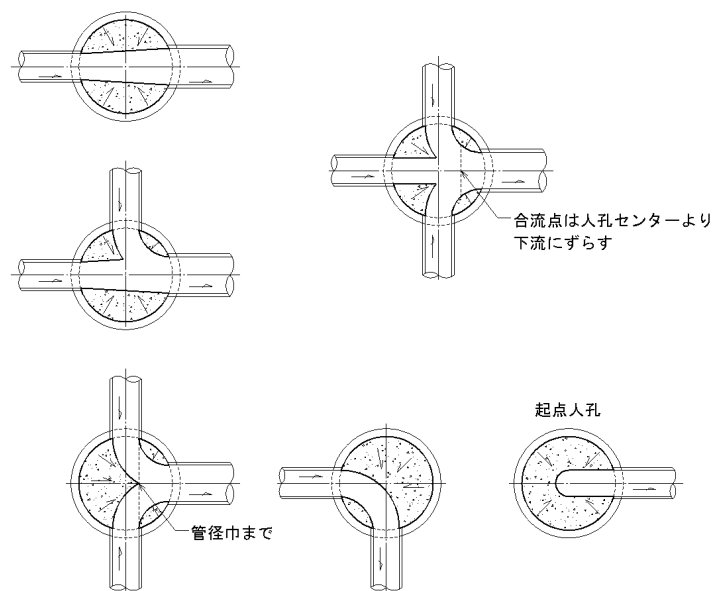


図 5.7.1 インバート・標準図

5.8 中間スラブ

マンホール深が 5.0m 以上の場合、維持管理上の安全を考慮してマンホールの中に踊り場(中間スラブ)を設け、踊り場の間隔は 3.0~5.0m とする。また、マンホール内の作業性から、有効高さはインバートから 2.0m 以上確保する。なお、スラブ及び中間スラブと流入管きよは、30cm 程度の離隔を確保することが望ましい。

【解説】

- (1) 踊り場の種類は、FRP製、コンクリート二次製品スラブ、現場打ちスラブとする。
- (2) 流入管を考慮して踊り場の配置を決める。なお、複数の踊り場を設ける場合は、踊り場の出入り口は原則、ちどり配置とする。

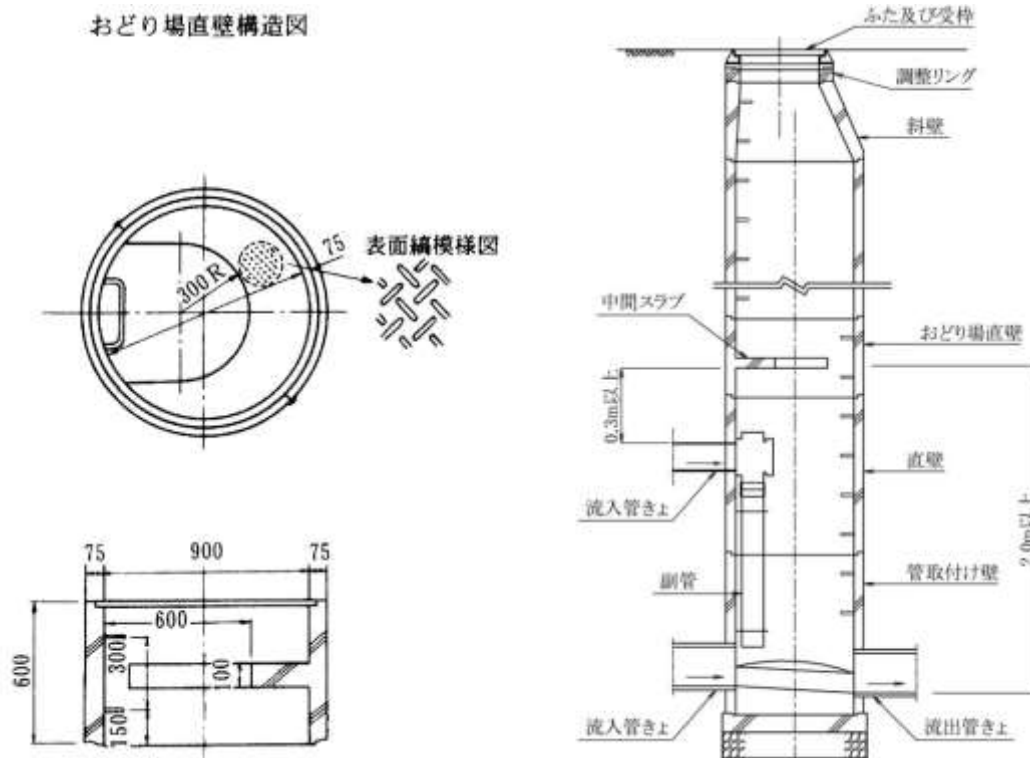


図 5.8.1 中間スラブ設置例(マンホール深さ：5.0m 以上の場合)

出典：設計指針

5.9 マンホールの段差

マンホール部での水理的損失、及び施工誤差等を考慮して、上下流管きよの段差の最小値は次のとおりとする。

- ① 開削工 2cm
- ② 推進工 発進部 2cm
到達部 5cm

【解説】

上下流の管きよの段差は、2cm を最小とする。ただし、推進工到達部は、推進工事の施工誤差を考慮して 5cm とする。

なお、急こう配の路線では段差が大きくなるが、1 箇所当たりの段差は 1.5m 以内とすることが望ましい。また、雨水管きよについては、マンホール躯体の損傷及び踊り場と流入管の位置を考慮し、下水道管理者と協議の上、付帯設備(洗堀防止マットや副管等)の検討及び対策を行う。

5.10 副管

副管は、上流管きょ、下流管きょの段差が 0.6m 以上の場合に設ける。

【解説】

- (1) 副管は、マンホール内での点検や清掃作業を容易にするとともに、流水によるマンホールの底部、側壁等の摩耗を防ぐ役割をもつ。
- (2) 原則として、分流式下水道の雨水管きょのマンホールには設置しないことが一般的であるが、下水道管理者と協議の上、維持管理状況等から前頁（5.9）のマンホール底部の洗堀防止対策として設置できる。
- (3) 副管は内副管を標準として、構造は原則として硬質塩化ビニル管とする。内副管とする場合は、維持管理等を考慮して原則2号マンホール以上の適用が望ましいが、省スペース型の内副管の採用等で維持管理に支障がない場合はこの限りではない。
- (4) 副管径は、表 5.10.1を標準とする。防護コンクリートの寸法等は「千葉市下水道施設標準構造図」を参照のこと。

表 5.10.1 副管使用例

本 管 径 (mm)	副 管 径 (mm)	
	分流式下水道	合流式下水道
150	100	—
200	150	150
250	200	200
300	200	200
350	200	200
400	200	200
450	250	250
500	別途考慮	250
600	別途考慮	300
700 以上	別途考慮	別途考慮

出典：設計指針

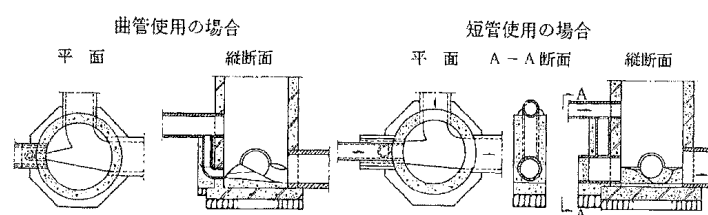


図 5.10.1 外副管付きマンホールの例

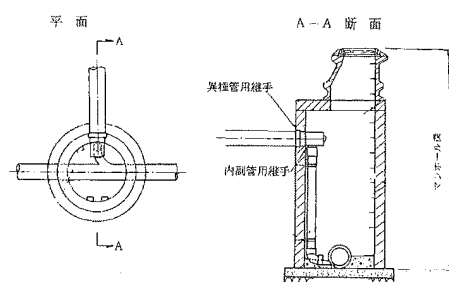


図 5.10.2 内副管付きマンホールの例

出典：設計指針

5.11 小型マンホールの種類、形状、構造等

小型マンホールの種類、形状、構造等は、次のとおりとする。

(1) 種類及び形状

- 1) 下水道用硬質塩化ビニル製小型マンホール
- 2) 下水道用鉄筋コンクリート製小型マンホール
- 3) 下水道用レジンコンクリート製小型マンホール

(2) 設置条件等

維持管理に支障のないこと等を確認して設置する。

【解説】

小型マンホールは、従来、狹隘道路等で施工条件に制約を受けている箇所等に使
用されてきたが、近年、維持管理器具の小型化とコスト縮減施策等が相まって、小
型マンホールの採用が増えている。

(1) 種類及び形状

1) 下水道用硬質塩化ビニル製小型マンホール

- ① 原則として歩道に使用する。
- ② 保護ふたは、千葉市型デザイン保護ふたを採用する。
- ③ 形状別用途は表 5.11.1 による。

表 5.11.1 下水道用硬質塩化ビニル製小型マンホールの形状別用途

種 類	形状寸法	用 途
塩ビ起点 KT	内径 30cm 円形	内径 250mm 以下の硬質塩化ビニル管の起点
塩ビ屈曲 L(曲り角度)	内径 30cm 円形	内径 250mm 以下の硬質塩化ビニル管の 15°の屈曲点
塩ビ中間 ST(ストレート)	内径 30cm 円形	内径 250mm 以下の硬質塩化ビニル管の中間点

※ 塩ビ屈曲の用途欄の角度はインバート部の曲り角度を示す。

出典：設計指針

2) 下水道用鉄筋コンクリート製小型マンホール

- ① 原則として車両が通行する場所に使用する。
- ② 形状別用途は表 5.11.2 による。

表 5.11.2 下水道用鉄筋コンクリート製小型マンホールの形状別用途

呼 び 方	形状寸法	用 途
円形 30 CM30	内径 30cm 円形	内径 200mm 以下の管きよの起点及び中間点
円形 40 CM40	内径 40cm 円形	内径 200mm 以下の管きよの起点及び中間点
円形 60 CM60	内径 60cm 円形	内径 300mm 以下の管きよの起点及び中間点

※1 用途欄の内径は、硬質塩化ビニル管を接続に使用した場合を設定。

※2 小型マンホールを設置し、本管を屈曲させる場合交角は 15° 以内とする。

出典：設計指針

3) 下水道用レジンコンクリート製小型マンホール

- ① 原則として車両が通行する場所に使用する。
- ② 形状別用途は表 5.11.3 による。

表 5.11.3 下水道用レジンコンクリート製小型マンホールの形状別用途

呼 び 方	形 状 寸 法	用 途
円形小型 30 RMC30	内径 30cm 円形	内径 200mm 以下の管の起点及び中間点
円形小型 50 RMC50	内径 50cm 円形	内径 250mm 以下の管の起点及び中間点
円形小型 60 RMC60	内径 60cm 円形	

※1 用途欄の内径は、鉄筋コンクリート管を接続に使用した場合を設定。

※2 小型マンホールを設置し、本管を屈曲させる場合交角は 15° 以内とする。

出典：設計指針

(2) 設置条件等

- ① 設置箇所は、会合点を除く起点又は中間点とする。

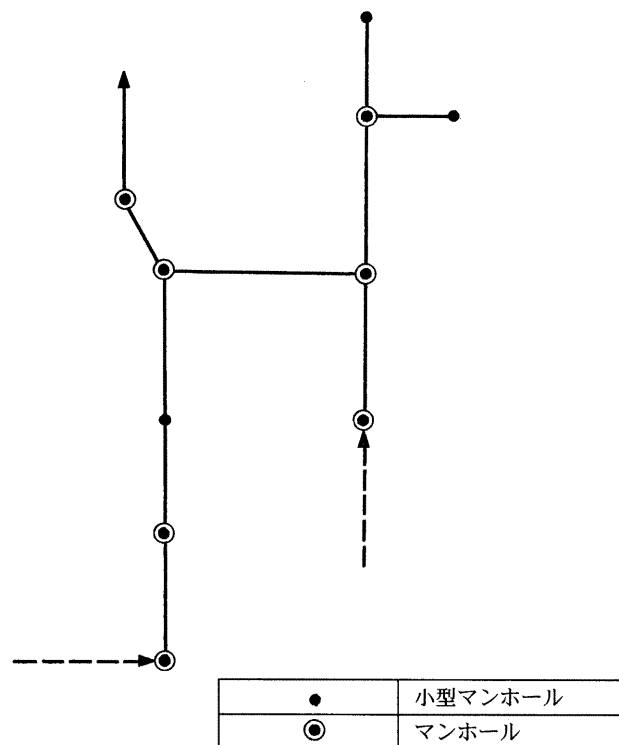


図 5.11.1 小型マンホールの設置例

出典：設計指針

- ② 小型マンホールを設置し、本管を屈曲させる場合の交角は、15°以内とする。
- ③ 設置深さは、3.5m までとする。
- ④ 設置間隔は、75m 以下とし連続して設置してはならない。
- ⑤ 市管理以外の国道又は県道へ布設する場合は、別途道路管理者と協議を行う。

第 6 章　ます及び取付管

第6章 ます及び取付管

6.1 ます

ますは、民有地の排水設備の終点に設けて、排水が取付管を経由して本管に円滑に排出するために設置するものである。汚水ますの設置にあたっては、千葉市が定める「汚水ます設置基準」によるものとする。雨水ますの設置にあたっては、宅地の排水設備の雨水ますについては下水道法施行令第8条に基づき15cm以上の泥溜めを設けるものとし、泥溜め以外の基準については汚水ますの内容に準じる。

【解説】

「汚水ます設置基準」の抜粋を(1)及び(2)に示す。汚水ますは、同基準のほか、(3)～(6)の事項を考慮し設計する。

(1) 設置箇所数

汚水ますは、原則として一宅地につき1箇所1汚水ますを設置する。ただし、次に掲げる場合は、この限りでない。

- ① 土地の形状により必要な排水勾配がとれない場合、既存の建築物の状況・構造等により1箇所では宅内汚水を排除できない場合など、市が調査し必要と認めた場合。
- ② 一宅地に建築物が2棟以上あり、受益者負担金(分担金を含む。以下同じ)納入者が異なる場合で、市が調査し必要と認めた場合。

(2) 設置位置

位置は、原則として道路(私有道路を含む。以下同じ)境界線から1.0m以内の宅地内に設置する。ただし、次に掲げる場合は道路に設置する。

- ① 宅地内に汚水ますの設置場所がないなど、市がやむを得ないと認めた場合
- ② 道路と宅地面との高低差が1.0m以上ある場合

汚水ますの設置位置は、土地所有者及び家屋所有者が提出する汚水ます設置位置承諾書により決定するものとする。

(3) 塩ビ製ます

塩ビ製ますは、呼び径200mm、ゴム輪受け口製で、規格については千葉市で規定した製品とする。ますの深さは、流入側の管底で900mm以上1,500mm未満とする。

(4) マンホールます

ますの深さが流入側の管底で1,500mm以上の場合、又は取付管径が塩ビ製ますと合わない場合は、マンホールますを使用する。

マンホールますは、原則1号マンホールを使用しインバートを設けること。ただし、1号マンホールを使用することが困難と認められる場合は、0号マンホールを使用することができる。

(5) ますふた

マンホールますのふたは、千葉市で規定しているふたを使用する。また、塩ビ製ますの場合、市章入りのふたを使用し、駐車場内あるいは車路等に設置される場合は、鋳鉄製防護ふたを、その他の場合は塩ビ製ふたを用いること。

なお、ふたは常に確認できるようにすることとし、二重ふた、化粧ふたは設置しないこと。

(6) ます深の検討

奥行きのある家屋等や、道路面より低い宅地については、標準的な污水ます(900mm 以上 1,500mm 未満)にて宅内污水を排水できない可能性もあることから、現場状況を十分把握し、污水ますの深さを検討すること。

(7) 雨水ます

雨水ますの設置数や設置位置等は、「污水ます設置基準」に準じることとする。

(8) 道路上に設置されている公共枿の取り扱い

道路上に設置されている公共枿がある場合は、「道路上に設置されている公共枿の移設について（通知）」に準じることとする。

6.2 取付管

取付管は、汚水ます或いは雨水ますと本管を接続する施設であり、耐久性、耐食性及び水密性を有するものでなければならない。

【解説】

取付管は、以下に示す内容とする。

(1) 管種

硬質塩化ビニル管(VU)とし、管継手構造はゴム輪受けロタイプとする。取付管は 1.0m ごとに埋設標識テープ(茶テープ)を巻く。

(2) 配置

- ① 布設方向は、本管に対して直角、かつ直線的に布設する。
- ② 取付管は、本管への接続を原則とするが、起点マンホールにおいてはマンホールに直接取り付けること。マンホール接続の場合は、管頂接合を原則とし、インバートも設ける。また、他の接続管からマンホール内壁部で 100mm 以上の離隔を確保する。
- ③ 塩ビ製ますとの接続部には自在曲管、マンホールますとの接続部にはマンホール継手を使用する。
- ④ 取付管の間隔は、隣接する箇所と 1m 以上離すこと。(本管との取付けは人孔から 1m 以上離す)
- ⑤ 曲管を使用する場合は、60 度以下のものを使用することができる。

(3) 取付位置

本管の取付位置は、本管中心部より上部とする。

(4) 管径

内径 150mm 以上とする。

(5) 勾配

10‰以上とする。

(6) 延長

最大 8m までとする。

(7) 本管取付部の構造

本管の穴あけは、カッター等を用い、取付は 90 度又は 60 度の支管を使用すること。

(8) マンホール取付部の構造

マンホールの穴あけは、カッター等を用い、接続にはマンホール用継手を使用すること。

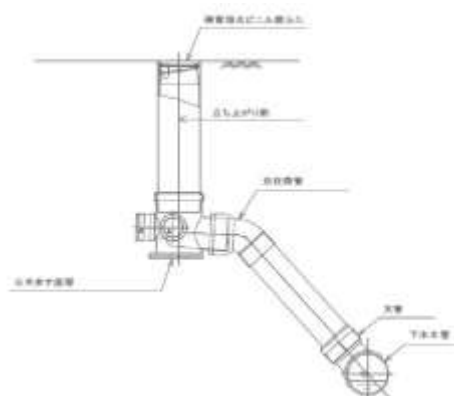


図 6.2.1 取付管の標準配管例

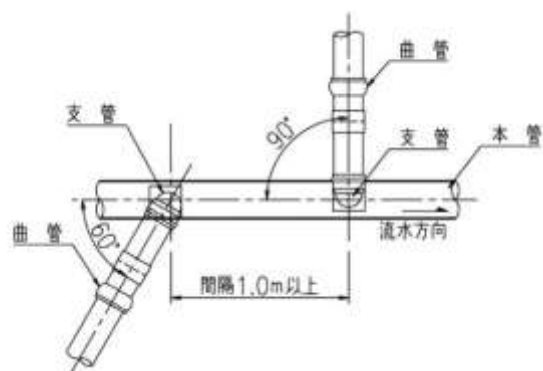


図 6.2.2 取付管間隔の例

出典：設計指針

6.3 補足事項

雨水浸透ますは、「雨水の貯留及び浸透に関する指針」(千葉市)及び「千葉市雨水貯留・浸透事業運用マニュアル」(千葉市)等による。

【解説】

千葉市は、快適な水環境を作り出すために浸水対策、環境対策を推進しており、その一環として雨水流出抑制施設の設置を推奨している。

雨水浸透ますは、雨水流出抑制施設の主要なものであり、上記の指針・マニュアル等を参考に検討することとする。

第 7 章 土留め工

第7章 土留め工

7.1 総則

7.1.1 適用の範囲

管きょ工事に用いる標準的な土留め工の設計に適用する。土留め工の採用にあたっては、現場条件に適した工法を選定しなければならない。

【解説】

- (1) 土留めには多くの種類と施工法があり、土留めの採用にあたっては、安全性、経済性、環境保全等の各種条件を考慮し、その現場に最も適した土留めを選定しなければならない。
- (2) 市街地で土留めを施工する場合には周辺の環境条件が、工法を選定する上で大きな要素となるので、工事に伴う騒音、振動、地盤沈下及び地下水の変化等について検討し、周辺環境条件に適した工法を選定しなければならない。
なお、現場の条件によっては、地盤改良等の補助工法を採用する場合もある。
- (3) 土留め工法は、土留め壁の種類、土留め支保工の形式により次のように分類される。

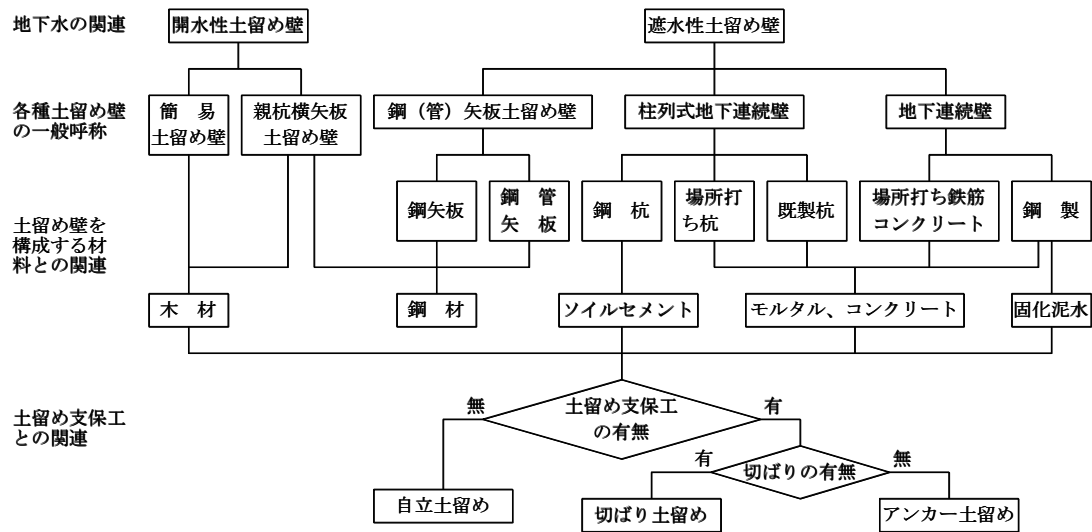


図 7.1.1 土留めの種類と区分

出典：トンネル示方書・開削

7.2 関連法規及び適用基準

土留め工に関する関連法規類を以下に示す。

- (1) 建設工事公衆災害防止対策要綱
- (2) 土止め先行工法に関するガイドラインとその解説
- (3) 建築基準法施行令 第136条の3
- (4) 労働安全衛生規則 第356条
- (5) 適用基準

【解説】

土留め工に関する設計基準は、基本的に「道路土工・仮設構造物工指針」（日本道路協会）と「トンネル標準示方書」（土木学会）を標準とし以下に示す考え方を適用する。なお、これらを補完するものとして以下の各法規を参考とする。

【掘削深さによる土留めの考え方】

- ① 掘削深さが 1.5m を超える場合は、「建築基準法施工令」に基づき、原則として土留め工を施すものとする。
- ② 掘削深さが 1.5m～4.0m までは、「土留め先行工法に関するガイドラインとその解説」に基づき、軽量鋼矢板や建込み簡易土留め等を用いた土留めを基本とする。
- ③ 掘削の深さが 4.0m を超える場合や 4.0m 以下であっても周辺への影響が大きいと考えられる場合は、親杭横矢板や鋼矢板土留めを用いた確実な土留めとする。最小部材厚等の鋼材仕様や根入れ長さは「道路土工・仮設構造物工指針」に基づき定めるものとする。

(1) 建設工事公衆災害防止対策要綱

日本建築学会「山留め設計指針」「山留設計施工指針」、日本道路協会「道路土工 仮設構造物工指針」、土木学会「トンネル標準示方書」に従い検討しなければならない。

(2) 建築基準法施行令 第136条の3

深さ 1.5m 以上の根切り工事を行う場合、地盤が崩壊するおそれがないとき、及び周辺の状況により危害防止上支障がないときを除き、山留めを設けなければならない。山留めの根入れは周辺の地盤の安定を保持するために、相당한深さとしなければならない。

(3) 土止め先行工法に関するガイドラインとその解説

土止め先行工法とは、労働者が溝内に立ち入って作業する前に土止め支保工を先行して設置することができる工法のことである。

【本ガイドライン内容】

- ・掘削深さが概ね 1.5メートル以上 4メートル以下で掘削幅が概ね 3メートル以下の溝をほぼ鉛直に掘削する作業を小規模な溝掘削作業に伴う上下水道等工事に適用される。
- ・土止め先行工法として、軽量鋼矢板工法（建込み方式・打込み方式）と建込み簡易土止め工法（スライドレール方式・縦ばりプレート方式）等がある。

(4) 労働安全衛生規則 第356条

手掘作業により地山を明り掘削するとき、岩盤や固い粘土以外の地山では、深さ 2m 以上垂直に掘削する場合には土留め工が必要となる。

(5) 適用基準

そのほか参考とする設計基準類は次のとおりである。

表 7.2.1 土留めに関する主な指針・基準

学協会・事業団体名	指針・基準類
土木学会	トンネル標準示方書（開削工法編）
日本道路公団	仮設構造物設計基準
日本建築学会	山留め設計施工指針
首都高速道路公団	仮設構造物設計基準
建設業労働災害防止協会	土止め先行工法に関するガイドラインとその解説

7.3 土留め工の概要

管きょ工事に用いられる標準的な土留め工を以下に示す。

- (1) 開削工法に用いられる土留め工
 - 1) 建込簡易土留工法
 - 2) 軽量鋼矢板建込工法
 - 3) アルミ矢板建込工法
 - 4) 軽量鋼矢板工法(打込み、圧入等)
 - 5) 親杭横矢板工法
 - 6) 鋼矢板工法
- (2) 推進工法、シールド工法の立坑に用いられる土留め工
 - 1) 親杭横矢板工法
 - 2) 鋼矢板工法
 - 3) ライナープレート工法
 - 4) 小型立坑工法

【解説】

(1) 開削工法に用いられる土留め工

1) 建込簡易土留工法

バックホウで先行掘削し、ガイドレールを掘削に合わせて押し込み沈下させ、かつ1対のパネルをガイドレールにはめ込み、ガイドレールに設置されているロッドとともに函形を形成し土留め工とするものである。

- ① 掘削と建込みが連続作業工程であるため施工能率がよい。
- ② 根入れがないため地下水位の高い場合は、ボーリング及びヒービング現象等が発生することが考えられるので、補助工法等を必要とする。
- ③ 地下埋設物等の障害物がある場合、不連続になることが考えられるので、事前に綿密な調査を行うこと。

2) 軽量鋼矢板建込工法

掘削深が浅い場合に、掘削と同時に軽量鋼矢板を建込んでいく土留め工法である。

- ① 軽量で取扱いが容易である。
- ② 止水性は得られない。

3) アルミ矢板建込工法

掘削深が浅い場合に、掘削と同時にアルミ矢板を建込んでいく土留め工法である。

- ① 軽量鋼矢板よりさらに軽量で、矢板幅が大きいいため、施工効率が高い。
- ② 止水性は得られない。

4) 軽量鋼矢板工法(打込み、圧入等)

掘削深が比較的深く、軟弱地盤で掘削前に土留め板を施工する必要がある場合などに用いられる。

- ① 鋼矢板工法と比較して軽量で取扱いが容易である。
- ② ある程度の止水性が得られるので小規模工事における軟弱地盤に適している。
- ③ たわみ量が大きく変形しやすい。

5) 親杭横矢板工法

H 形鋼又は I 形鋼を親杭として 1.0m～1.5m 間隔程度に打ち込み、親杭のフランジに木製の横矢板をはめ込んで周囲の土をおさえる土留工法である。

- ① 土留め工法に占める鋼材量が少ないので経済的である。
- ② 止水性を欠くため、軟弱な地盤、流動性の砂地盤には不適である。
- ③ 掘削坑内に滞水したとき、横矢板背面の土砂にゆるみを生ずる。

6) 鋼矢板工法

鋼矢板の土留め工法は、比較的工事規模の大きい、土木・建築工事等多くの工事現場で採用されている。打込み、引抜き工法の種類も多数開発されている。

- ① 止水性に富み、地質が軟弱で地下水位が高い現場では一般に広く採用されている。
- ② 止水性に富んでいるので土砂、水の流入を防ぐことができる。

(2) 推進工法・シールド工法の立坑に用いられる土留め工

1) 親杭横矢板工法

(1) 5) 参照。

2) 鋼矢板工法

(1) 6) 参照。

3) ライナープレート工法

本工法は、波付け及びフランジ曲げを施し、円弧端面に軸プレートを取り付けた鋼板(ライナープレート)と補強リング(H 形鋼)を用いて、掘削しながら内側から 1 リング(通常高さ 50 cm)ずつ組み立てて土留めを行っていく工法である。したがって、一時的な地山の自立が必要で、土質や地下水の状況によっては地盤改良が必要となる。

形状には、一般に小判形と円形がある。小判形では深くなるにしたがい直線部を縦梁、腹起し及び切梁で補強する。一方、円形では、補強リングで対応することとなる。

また、地山とライナープレートのあいだに隙間ができると、立坑周辺の沈下につながるため、ライナープレート組み立て後、直ちに裏込め注入する必要がある。

4) 小型立坑工法

小型立坑工法の施工方法には、円形の鋼製ケーシングやコンクリート製ブロックを専用の機械で揺動又は回転させながら圧入する方法と、自重や簡易な圧入装置のみで沈下させる方法がある。どちらも、鋼製ケーシングやコンクリート製ブロックの内部を水中掘削できるので軟弱な地盤でも補助工法が不要であるが、機械装置が比較的大きいため搬入路や作業ヤードの確保に注意が必要である。

なお、コンクリート製ブロックの場合はマンホール本体として使用可能であるが鋼製ケーシングの場合は一般にケーシング自体を残置し、マンホールを一体的に築造する。

小型立坑工法は、土質条件が悪く経済性で他工法より有利となる場合、住宅密集地の狹隘道路や交通規制が短期間しか行えない道路など施工条件の厳しい場合に、鋼矢板工法やライナープレート工法に替わる工法として採用されることが多い。

7.4 設計の基本方針

原則として、掘削深 1.5m を超える場合には土留め工の検討を行う。

土留め工の設計にあたっては、地盤条件、施工条件および周辺環境条件等を考慮し、施工中に作用する荷重の適切な評価や周辺環境への影響等について検討しなければならない。

【解説】

(1) 土留め工の設計手順

土留め工の計画は、下記の図 7.4.1 に示す設計手順により行うものとする。

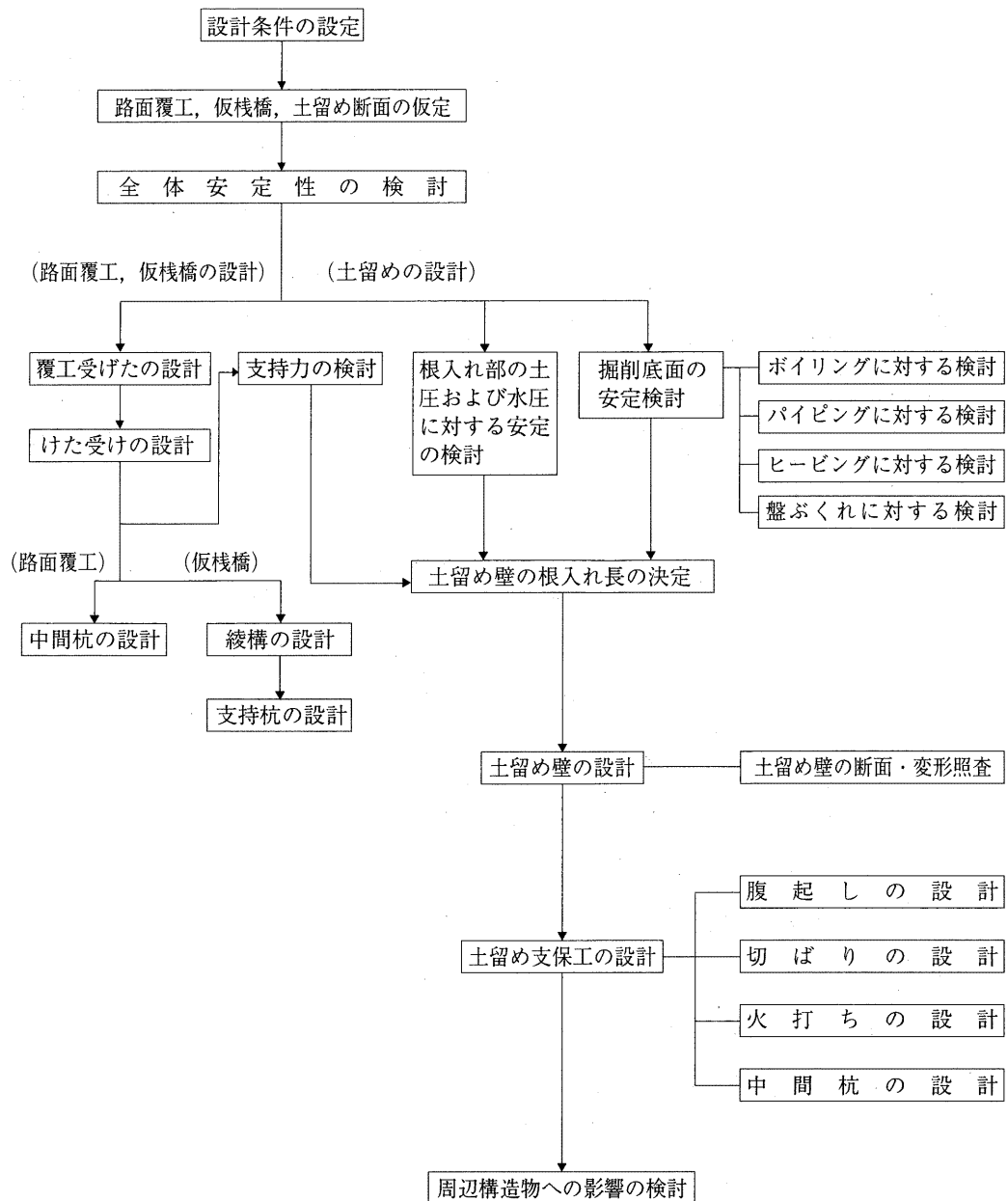


図 7.4.1 設計手順

出典：道路土工・仮設工

(2) 事前調査

土留め杭の打ち込み・引き抜き工事や掘削工事では、周辺に影響を与える場合がある。したがって、家屋調査等の環境調査及び地下埋設物調査を行わなければならない。また、適切な土留め工法選定のための的確な地質調査等を行わなければならない。

(3) 土留め工法の選定

土留め工法の標準的な選定フローを図 7.4.2 に示す。

工法選定における留意事項を以下に示す。

- ① 検討にあたっては土質条件、掘削底部の安定、周辺地盤への影響、地下埋設物への影響、通行する車両等への影響等を考慮する。
- ② 必要に応じて、経済比較を行い、土留め工法の選定を行う。
- ③ 軽量鋼矢板工法(建込)及びアルミ矢板工法(建込)の適用最大掘削深は、20cm 程度の根入れ考慮し、3.8m とする。

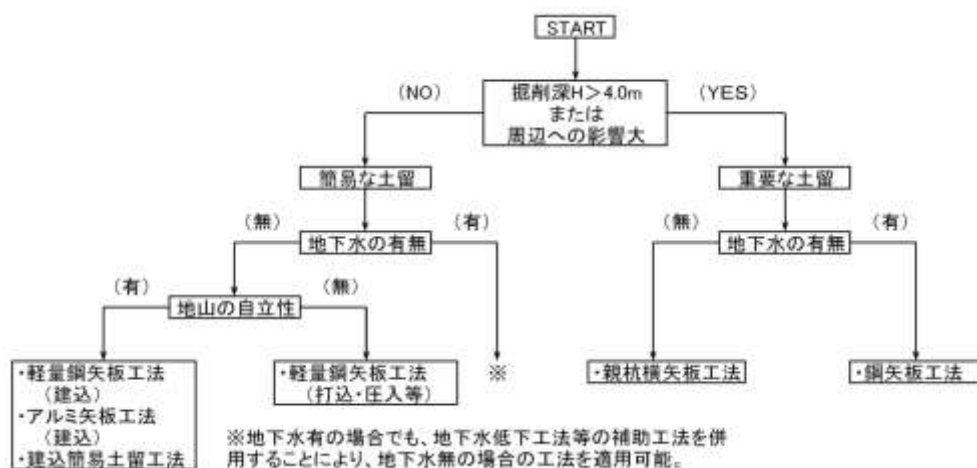


図 7.4.2 土留め工法選定

(4) 設計手法

土留め工の設計手法は、「道路土工 仮設構造物工指針」に準じ、掘削深さに応じて土留めの応力及び変形の計算手法を使い分ける。

土留工の設計手法とその適用区分は表 7.4.1 に示すとおりである。

表 7.4.1 土留めの設計手法の分類

支保工形式	掘削深さ	土留めの応力・変形の計算法
切ばり式	$3.0\text{m} < H \leq 10.0\text{m}$	慣用法※ ¹
	$H > 10.0\text{m}$ ※ ²	弾塑性法

※¹ 慣用法では土留め壁の変形量を求めることができないため、近接構造物が存在し変形量を求める必要がある場合は弾塑性法によるのがよい。

※² N 値が 2 以下もしくは粘着力が 20kN/m² 程度以下の軟弱地盤においては掘削深さが $H > 8.0\text{m}$ に対して適用する。

出典：道路土工・仮設工

7.5 荷重

7.5.1 荷重の種類

仮設構造物の設計にあたっては、次の荷重を考慮しなければならない。

- (1) 死荷重
- (2) 活荷重
- (3) 衝撃
- (4) 土圧及び水圧
- (5) 温度変化の影響
- (6) その他の荷重

【解説】

上記荷重は、仮設構造物の設計にあたって、一般的に考慮しなければならない荷重である。これらの荷重を、仮設構造物の種類や現地の施工条件により選択して設計する。

下表に土留め壁や路面覆工などの設計時の組合せを示す。

表 7.5.1 荷重の組合せ

			死荷重	活荷重	衝 撃	土 圧	水 圧	温度変化 の影響	その他
土 留 め	土留め壁	根入れ長				○	○		必要に応じて考慮
		支持力	○	○	○				
		断 面	○	○	○	○	○		
	腹起し	断 面				○	○	○※	
	切ばり	断 面				○	○	○	
	火打ち	断 面				○	○	○	
路面 覆工 ・ 仮栈橋	覆工受けた受け	断 面	○	○	○				
		たわみ		○					
	中間杭	支持力	○	○	○				
	支持杭	断 面	○	○	○				

※ 腹起しの計算に軸力を考慮する場合

出典：道路土工・仮設工

(1) 死荷重

死荷重の算出には、表 7.5.2 に示す単位体積重量を用いることとする。また、覆工板の単位面積重量を表 7.5.3 に示す。

表 7.5.2 材料の単位体積重量 (kN/m³)

材 料	単位体積重量	材 料	単位体積重量
鋼・铸鋼・鍛鋼	77.0	セメントモルタル	21.0
铸鉄	71.0	木材	8.0
鉄筋コンクリート	24.5	アスファルト舗装	22.5
コンクリート	23.0		

出典：道路土工・仮設工

表 7.5.3 覆工板の単位面積重量 (kN/m²)

種 類	単位面積当りの重量	
	長さ 2m	長さ 3m
鋼 製	2.0kN/m ²	2.0kN/m ²
鋼 製 (アスファルト舗装 付)	2.5kN/m ²	2.6kN/m ²
鋼・コンクリート合 成	2.8kN/m ²	3.3kN/m ²

出典：道路土工・仮設工

(2) 活荷重

仮設構造物に作用する活荷重としては、自動車荷重、群衆荷重及び建設用重機等の荷重を考慮する。

また、このほか道路上の工事では換算自動車荷重として仮設構造物の範囲外に上載荷重を考慮する必要がある。活荷重の一般的な載荷状況を図 7.5.1 に示す。

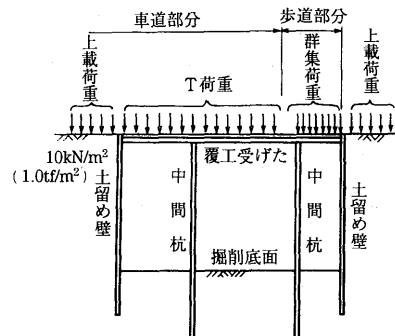


図 7.5.1 活荷重の載荷状況

出典：道路土工・仮設工

1) 自動車荷重

自動車荷重は、「道路橋示方書・同解説 I 共通編」に規定されている下図の T 荷重を用いる。

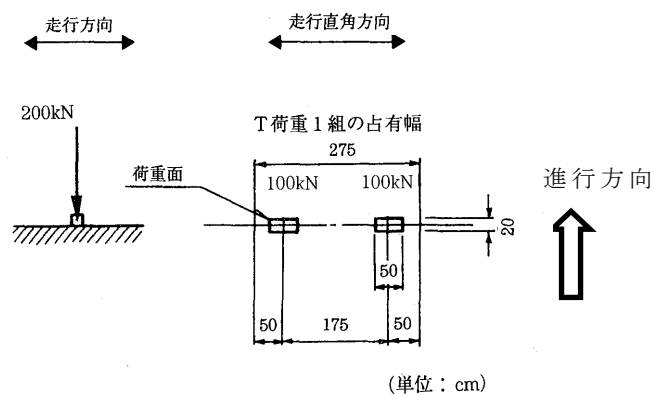


図 7.5.2 T 荷重

出典：道路土工・仮設工

なお、T140kN の荷重を考慮するときは、「道路橋示方書・同解説 I 共通編(平成 29 年)」を参考とする。

2) 群衆荷重

群衆荷重は、「道路橋示方書・同解説Ⅰ共通編」に準拠し、 5.0kN/m^2 の等分布荷重として歩道部に載荷するものとする。

3) 建設用重機の荷重

建設用重機と吊上げ荷重については、その使用状況に応じて考慮する。

4) 地表面での上載荷重

土留めの設計においては、仮設構造物の範囲外に原則として 10kN/m^2 の上載荷重を考慮する。ただし、自動車、建設用重機及び建築物等が特に土留めに近接し、かつ明らかに 10kN/m^2 では危険側と考えられるときは、別途適切な値を考慮しなければならない。

5) その他

仮栈橋等の設計においては、必要に応じて自動車及び建設用重機等による水平荷重を考慮する。

自動車の制動及び始動等による水平荷重としては、鉛直荷重の 10%を、建設用重機の制動、始動及び施工中の作業に伴う水平荷重としては、建設用重機自重(作業時には吊り荷重等を含む)の 15%を考慮する。

(3) 衝撃

自動車及び建設用重機の荷重を考慮する。衝撃係数 i は支間長に関係なく 0.3 とする。ただし、覆工板は衝撃を直接受けるので衝撃係数 $i=0.4$ とする。

(4) 土圧及び水圧

一般に、土留め壁の計算に用いられる側圧には、理論的に得られる側圧及び水圧の和と、現場での土圧計などによって得られる側圧の 2 種類がある。

前者は、根入れ長算定や弾塑性法による応力算定に用いられ、後者は慣用計算法による応力算定に用いられる。このことは、設計手法の項で示しており、具体的な算出方法等については、**7.6 土圧及び水圧**を参照のこと。

(5) 温度変化の影響

切りばり反力は、気温 1°C の上昇に対して通常 $11.0\sim 12.5\text{kN}$ 増加するといわれている。この反力の増加は、切りばりの断面や長さ、土留め壁の剛性、地盤の硬軟によって異なると考えられるが、設計には温度変化による反力の増加を 150kN 程度考慮する。

(6) その他の荷重

切りばり及び土留めアンカーのプレロード、土留めアンカーの鉛直分力、地盤改良等による荷重など、必要に応じて適切な荷重を設定し、その影響を考慮する。

7.6 土圧及び水圧

7.6.1 慣用法に用いる土圧及び水圧

慣用法による土留め壁の根入れ計算に用いる土圧は、ランキン・レザール式により求めるものとする。また、断面計算に用いる土圧は、断面決定用土圧を用いることとする。

【解説】

(1) 根入れ長の計算に使用する土圧

根入れ長の計算で使用する土圧公式は、以下とする。

ランキン・レザール式

$$p_a = K_a(\Sigma \gamma h + q) - 2c\sqrt{K_a} \quad \text{式 7.6.1}$$

$$p_p = K_p(\Sigma \gamma h') + 2c\sqrt{K_p} \quad \text{式 7.6.2}$$

ここに、

p_a : 主働土圧(kN/m²)

p_p : 受働土圧(kN/m²)

K_a : 着目点における地盤の主働土圧係数

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2)$$

K_p : 着目点における地盤の受働土圧係数

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

ϕ : 着目点における土のせん断抵抗角(度)

$\Sigma \gamma h$: 着目点における主働側の有効土かぶり圧(kN/m²)

$\Sigma \gamma h'$: 着目点における受働側の有効土かぶり圧(kN/m²)

γ : 各層の土の湿潤単位体積重量(kN/m³)で、地下水位以下は

水中単位体積重量を用いる。

h : 着目点までの主働側の各層の層厚(m)

h' : 着目点までの受働側の各層の層厚(m)

q : 地表面での上載荷重(kN/m²)

c : 着目点における土の粘着力(kN/m²)

ただし、粘性土地盤の主働土圧の下限值は図 7.6.1 に示すように $P_a = 0.3 \gamma h$ とし、算出した土圧と比較して大きい方を用いるものとする。ただし、この土圧の下限值には、地表面での上載荷重 q は考慮しなくてもよい。

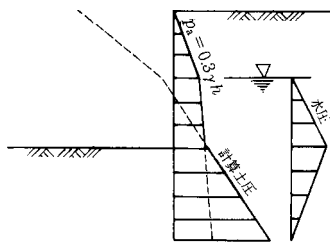


図 7.6.1 粘性土地盤の主働側圧の考え方

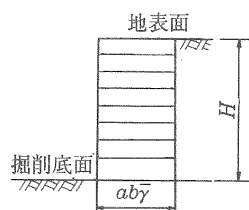
出典：道路土工・仮設工

(2) 断面計算に用いる土圧

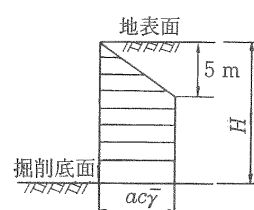
土留め壁、腹起し、切ばりの断面計算においては、図 7.6.2 に示す断面決定用土圧を用いることとする。

砂質土地盤の土圧は長方形分布とし、粘性土地盤の土圧は台形分布とする。

断面決定用土圧は、多数の土圧測定結果を、慣用法に用いることを前提として整理し得られた見掛けの土圧分布であり、基になった土圧実測例はあくまで標準的な地盤、掘削深さ、施工法についてのものである。



(a) 砂質土地盤の土圧分布



(b) 粘性土地盤の土圧分布

$\bar{\gamma}$: 土の平均単位体積重量(kN/m³)

a、b、c : 表 7.6.1、表 7.6.2 による

H : 掘削深さ

図 7.6.2 断面決定用土圧

出典：道路土工・仮設工

表 7.6.1 掘削深さ H による係数

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

出典：道路土工・仮設工

表 7.6.2 地質による係数

b	c	
砂質土	粘性土	
2	$N > 5$	4
	$N \leq 5$	6

出典：道路土工・仮設工

ここで、上記の適用にあたって留意すべき事項を列記する。

- ① 土が過度に攪乱された状態では、土圧は極めて大きくなるため、裏込め土、埋立て土の場合や、施工中に攪乱されると思われる場合は別途検討する。
- ② 地層が粘性土と砂質土の互層になっている場合は、粘性土の層厚の合計が地表面から仮想支持点までの地盤の厚さの 50% 以上の場合は粘性土、50% 未満の場合は砂質土の一樣地盤と考えてよい。また地盤種別が粘性土と判定された場合は、粘性土を N 値で分類し、 $N \leq 5$ の層厚の合計が 50% 以上の場合は軟らかい粘性土、50% 未満を硬い粘性土として取り扱う。
- ③ 土の平均単位体積重量は、地表面から仮想支持点までの間における各層を考慮し、図 7.6.3 のようにして求める。

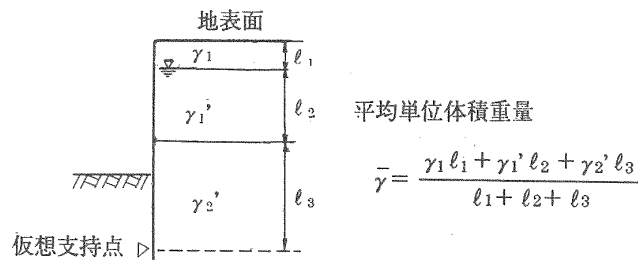


図 7.6.3 土の平均単位体積重量の求め方

出典：道路土工・仮設工

- ④ 土留め背面には、地表面での上載荷重として $q = 10 \text{ kN/m}^2$ を考慮するが、③で求めた平均単位体積重量 $\bar{\gamma}$ から、 $q/\bar{\gamma}(\text{m})$ の厚さの土層が地表面より上方に存在するものとして図 7.6.4 のように換算土圧として考慮する。

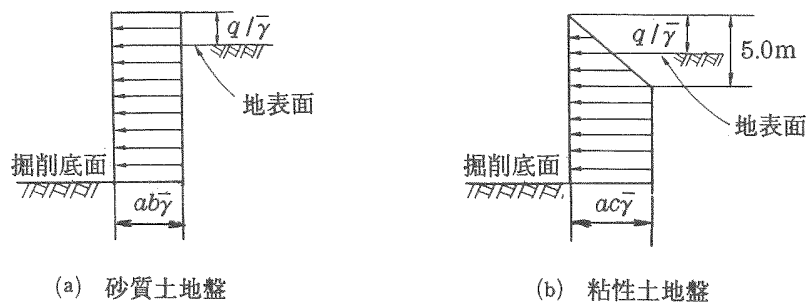


図 7.6.4 地表面での上載荷重がある場合の土圧

出典：道路土工・仮設工

(3) 水圧

土留に作用する水圧は静水圧とし、水圧分布は図 7.6.5 の $\triangle ABD$ で表される三角形分布とする。設計水位は一般に水中では設置期間に想定される最高水位とし、陸上では地下水位とする。

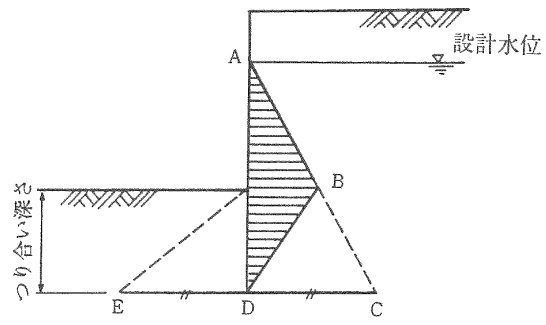


図 7.6.5 水圧分布

出典：道路土工・仮設工

7.6.2 弾塑性法による土圧及び水圧

弾塑性法に用いる側圧は、砂質土においては地下水位の変動に伴い水圧が変化しやすいこと等から土圧と水圧を分離し、その合計によって側圧を求める。

粘性土地盤では、一般に透水係数が小さいため、地下水位が変動しても粘性土中の水は、しばらくの間保持されるものと考え、土圧と水圧を一体として求めることとする。

【解説】

弾塑性法は、地盤条件、土留め工の形状寸法、掘削手順をモデル化することにより実際に近い壁体の応力、変位量を求めることができるが、慣用計算法のように手計算で行うことは不可能で、通常電子計算機によって行われる。

また、モデル化する諸条件によっては、計算結果が大きく異なるので諸条件、特に土質定数の設定は、土質試験結果をよく検討して決定する。図 7.6.6 に弾塑性法の概念図を示す。

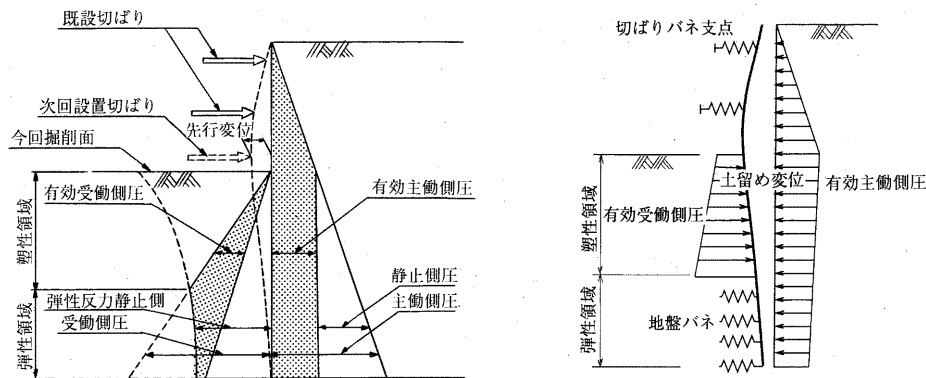


図 7.6.6 弾塑性法の概念図

出典：道路土工・仮設工

(1) 静止側圧

土留め壁に作用する静止側圧は、下記の式より求める。

砂質土の場合

$$p_0 = K_{0s}(\sum \gamma h - p_{w2}) + p_{w2} \quad \text{式 7.6.3}$$

粘性土の場合

$$p_0 = K_{0c}(\sum \gamma h) \quad \text{式 7.6.4}$$

ここに、

p_0 : 静止側圧(kN/m²)

K_{0s} : 着目点における砂質土の静止土圧係数

K_{0c} : 着目点における粘性土の静止側圧係数

$\Sigma \gamma h$: 着目点における掘削面側地盤の全土かぶり圧 (kN/m²)

ただし、地表面より上に水位がある場合は地表面より上の水の重量を含む。

γ : 各層の土の湿潤単位体積重量(kN/m³)

h : 着目点までの各層の層厚(m)

p_{w2} : 着目点における掘削面側の間隙水圧(kN/m²)

なお、砂質土の静止土圧係数は、下記のヤーキーの式を用いて算出してよい。

$$K_{0s} = 1 - \sin\phi \quad \text{式 7.6.5}$$

ここに、

ϕ : 土のせん断抵抗角(度)

粘性土の静止側圧係数は、実測値から推定した表 7.6.3 の値を用いるものとする。なお、非常に軟弱な地盤では、 K_{0c} が表中の 0.8 より大きくなる場合があるので K_{0c} の値の決定に当たっては留意する必要がある。

表 7.6.3 粘性土の静止側圧係数

N 値	K_{0c}
$N \geq 8$	0.5
$4 \leq N < 8$	0.6
$2 \leq N < 4$	0.7
$N < 2$	0.8

(2) 背面側主働側圧

土留め壁に背面側から作用する主働側圧は、以下の式により求める。

砂質土の場合

$$p_a = K_{as} (\Sigma \gamma h + q - p_{w1}) - 2c \sqrt{K_{as}} + p_{w1} \quad \text{式 7.6.6}$$

粘性土の場合

掘削面以浅

$$p_a = K_{ac1} (\Sigma \gamma h + q) \quad \text{式 7.6.7}$$

掘削面以深

$$p_a = K_{ac1}(\sum \gamma h_1 + q) + K_{ac2}(\sum \gamma h_2) \quad \text{式 7.6.8}$$

ここに、

p_a : 主働側圧(kN/m²)

K_{as} : 着目点における砂質土の主働土圧係数

$$K_{as} = \tan^2(45^\circ - \phi/2)$$

ϕ : 着目点における土のせん断抵抗角(度)

K_{ac1} : 掘削面以浅での着目点における粘性土の主働側圧係数

K_{ac2} : 掘削面以深での着目点における粘性土の主働側圧係数

$\sum \gamma h$: 着目点における地盤の全土かぶり圧(kN/m²)

$\sum \gamma h_1$: 掘削面以浅での着目点における地盤の全土かぶり圧(kN/m²)

$\sum \gamma h_2$: 掘削面以深での着目点における掘削面からの地盤の全土かぶり圧(kN/m²)
ただし、地表面より上に水位がある場合は、地表面より上の水の重量を含める。

γ : 各層の土の湿潤単位体積重量(kN/m³)

h : 着目点までの各層の層厚(m)

h_1 : 粘性土地盤における掘削面以浅の各層の層厚(m)

h_2 : 粘性土地盤における掘削面以深の着目点までの各層の層厚(m)

q : 地表面での上載荷重(kN/m²)

p_{w1} : 着目点における間隙水圧(kN/m²)

c : 着目点における土の粘着力(kN/m²)

出典：道路土工・仮設工

なお、粘性土の主働側圧係数は、表 7.6.4 に示す値を用いるものとする。

表 7.6.4 粘性土の主働側圧係数

N 値	K_{ac1}		K_{ac2}
	推定式	最小値	
$N \geq 8$	$0.5 - 0.01H$	0.3	0.5
$4 \leq N < 8$	$0.6 - 0.01H$	0.4	0.6

$2 \leq N < 4$	$0.7 - 0.025H$	0.5	0.7
$N < 2$	$0.8 - 0.025H$	0.6	0.8

ここに H：各掘削深さ (m)

出典：道路土工・仮設工

(3) 掘削面側受働側圧

土留め壁の変位に抵抗する受働側圧は、下式により算出する。

$$p_p = K_p (\Sigma \gamma h - p_{w2}) + 2c\sqrt{K_p} + p_{w2} \quad \text{式 7.6.9}$$

ここに、

p_p ：受働側圧 (kN/m²)

K_p ：着目点における地盤の受働土圧係数

$$K_p = \frac{\cos^2 \phi}{\left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin \phi}{\cos \delta}}\right)^2} \quad \text{式 7.6.10}$$

ϕ ：着目点における土のせん断抵抗角(度)

δ ：土留め壁と地盤との摩擦角度(度)で、 $\delta = \phi / 3$ とする。

$\Sigma \gamma h$ ：着目点における地盤の全土かぶり圧 (kN/m²)

ただし、地表面より上に水位がある場合は、地表面より上の水の重量を含む。

γ ：各層の土の湿潤単位体積重量 (kN/m³)

h ：着目点までの各層の層厚 (m)

p_{w2} ：着目点における間隙水圧 (kN/m²)

ただし、粘性土においては $p_{w2} = 0$ とする。

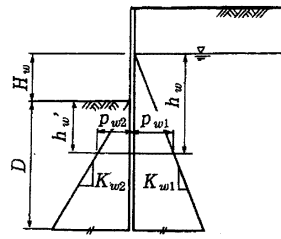
c ：着目点における土の粘着力 (kN/m²)

出典：道路土工・仮設工

(4) 水圧

水圧は、現地の調査に基づき設定することを基本とする。ただし水圧の状況が不明確な場合には、次のように設定してよい。

- ① 砂質土地盤における間隙水圧は、土留め壁先端が透水層の場合には、背面側より掘削面側へ地下水が浸透し、土留め壁の下端において、背面側と掘削面側で水圧が等しくなると考えられることから、**図 7.6.7** によることとしてよい。
- ② **図 7.6.8** 及び **図 7.6.9** に示すように、下層地盤もしくは上層地盤に粘性土がある場合には、水圧係数 K_w (K_{w1} 、 K_{w2}) は、 $K_{w1} = K_{w2} = 1.0$ としてよい。
- ③ 互層の場合の水圧は、一般的に、**図 7.6.10** のような水圧分布が考えられる。

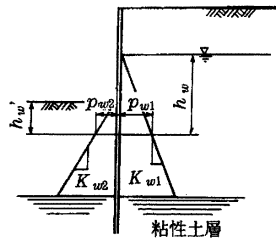


$$i = \frac{H_w}{H_w + 2D}$$

$$K_{w1} = 1 - i \quad p_{w1} = K_{w1} \gamma_w h_w$$

$$K_{w2} = 1 + i \quad p_{w2} = K_{w2} \gamma_w h_w'$$

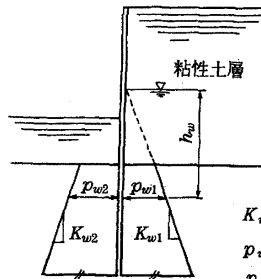
図 7.6.7 砂質土地盤の水圧



$$p_{w1} = K_{w1} \gamma_w h_w$$

$$K_{w1} = K_{w2} = 1.0 \quad p_{w2} = K_{w2} \gamma_w h_w'$$

図 7.6.8 下層地盤に粘性土層がある場合

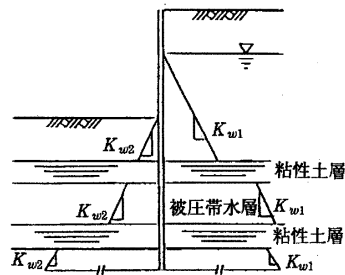


$$K_{w1} = K_{w2} = 1.0$$

$$p_{w1} = K_{w1} \gamma_w h_w$$

$$p_{w2} = p_{w1}$$

図 7.6.9 上層地盤に粘性土層がある場合



$$K_{w1} = K_{w2} = 1.0$$

図 7.6.10 互層地盤の場合

出典：道路土工・仮設工

7.7 仮設材の許容応力度

仮設構造物の材料の許容応力度は、本章に定める値を上限として、必要に応じてこれを低減して用いなければならない。

また、材料は入手が容易で、かつ使用目的に合致した品質、形状及び寸法のものを用いなければならない。

【解説】

仮設構造物の許容応力度は、一般に構造物の許容応力度に対して割増ししたものが用いられる。これは、仮設構造物が、本来構造物構築後に撤去され、供用期間が短いからである。

しかし、対象とする仮設構造物の重要度や、荷重条件に応じて許容応力度の上限値を低減して、用いなければならない。

汎用仮設材の鋼矢板と H 形鋼の断面性能を表 7.7.1、表 7.7.2 に示す。

表 7.7.1 鋼矢板の断面性能

名称	形式	断面係数 (壁幅 1.0m 当り)	単位重量	
			(壁面 1.0m ² 当り)	(矢板 1 枚 1.0m 当り)
軽量 鋼矢板	2 型	59.7cm ³ /m	59.2kg/m ²	14.8kg/m
	3B 型	204cm ³ /m	77.7kg/m ²	25.9kg/m
普通 鋼矢板	Ⅱ 型	874cm ³ /m	120kg/m ²	48.0kg/m
	Ⅲ 型	1,340cm ³ /m	150kg/m ²	60.0kg/m
	Ⅳ 型	2,270cm ³ /m	190kg/m ²	76.1kg/m
	Ⅴ Ⅰ 型	3,150cm ³ /m	210kg/m ²	105.0kg/m

出典：積算要領・開削

表 7.7.2 H 形鋼の断面性能・断面特性(生材・リース材)

	断面積	断面二次モーメント		断面二次半径		断面係数	
規格 H × B × t ₁ × t ₂ W : 単位重量	A (cm ²)	I _x (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)	I _x (cm)	I _y (cm)	Z _x (cm ³)	Z _y (cm ³)
JIS G 3192-1990 の加工製品							
H200×200×8×12							
生 材 : W=49.9kg/m	63.53	4,720	1,600	8.62	5.02	472	160
リース材 : W=55.0kg/m	51.53	3,660	919	8.43	4.22	366	92
H250×250×9×14							
生 材 : W=71.8kg/m	91.43	10,700	3,650	10.8	6.32	860	292
リース材 : W=80.0kg/m	78.18	8,850	2,860	10.6	6.50	708	229
H 300×300×10×15							
生 材 : W=93.0kg/m	118.4	20,200	6,750	13.1	7.55	1,350	450
リース材 : W=100.0kg/m	104.8	17,300	5,900	12.9	7.51	1,150	394
H 350×350×12×19							
生 材 : W=135.0kg/m	171.9	39,800	13,600	15.2	8.89	2,280	766
リース材 : W=150.0kg/m	154.9	35,000	12,500	15.1	8.99	2,000	716
H 400×400×13×21							
生 材 : W=172.0kg/m	218.7	66,600	22,400	17.5	10.1	3,330	1,120
リース材 : W=200.0 kg/m	197.7	59,000	20,300	17.3	10.1	2,950	1,010
JIS 規格外の加工製品							
H 500×200×25×25							
生 材 : W=—	—	—	—	—	—	—	—
リース材 : W=300.0 kg/m	330.8	142,000	45,300	20.70	11.70	5,670	1,810
H 502×475×25×25							
JIS 規格外品の加工製品	—	—	—	—	—	—	—
生 材 : W=—	—	—	—	—	—	—	—
リース材 : W=300.0 kg/m	331.3	143,000	42,200	20.80	11.30	5,700	1,780

出典：積算要領・開削,道路土工・仮設工

杭に用いる H 形鋼は生材とし、腹起し・切ばり材に用いる H 形鋼はリース材を使用する。

(1) 鋼材の許容応力度

一般構造用圧延鋼材(SS400)及び溶接構造用圧延鋼材(SM490)の許容応力度を表 7.7.3 に示す。

表 7.7.3 鋼材の許容応力度

(N/mm²)

種 類		SS400	SM490
軸方向引張 (純断面)		210	280
軸方向圧縮 (総断面)		$\ell/r \leq 18$ 210 $18 < \ell/r \leq 92$ $[140 - 0.82(\ell/r - 18)] \times 1.5$ $92 < \ell/r$ $\left[\frac{1,200,000}{6,700 + (\ell/r)^2} \right] \times 1.5$ ℓ : 部材の座屈長さ(mm) r : 断面二次半径(mm)	$\ell/r \leq 16$ 280 $16 < \ell/r \leq 79$ $[185 - 1.2(\ell/r - 16)] \times 1.5$ $79 < \ell/r$ $\left[\frac{1,200,000}{5,000 + (\ell/r)^2} \right] \times 1.5$ ℓ : 部材の座屈長さ(mm) r : 断面二次半径(mm)
曲 げ	引張縁 (総断面)	210	280
	引張縁 (総断面)	$\ell/b \leq 4.5$ 210 $4.5 < \ell/b \leq 30$ $[140 - 2.4(\ell/b - 4.5)] \times 1.5$ ℓ : フランジの固定点間距離(mm) b : フランジ幅(mm)	$\ell/b \leq 4.0$ 280 $4.0 < \ell/b \leq 30$ $[185 - 3.8(\ell/b - 4.0)] \times 1.5$ ℓ : フランジの固定点間距離(mm) b : フランジ幅(mm)
せん断 (総断面)		120	160
支 圧		315	420
工場溶接部は母材と同じ値を用い、現場溶接部は施工条件を考慮して 80%とする。			

※ 純断面：欠損部を考慮 総断面：欠損部は考慮しない

出典：道路土工・仮設工

(2) 鋼矢板の許容応力度

鋼矢板の許容応力度を表 7.7.4 に示す。

継ぎ矢板を使用する場合、現場施工条件や作業環境により許容応力度の低減率が異なるため、許容応力度の設定に当たっては十分に留意する必要がある。

表 7.7.4 鋼矢板の許容応力度(N/mm²)

				SY295	SY390	軽量鋼矢板
母材部	曲げ引張			270	355	210
	曲げ圧縮			270	355	210
溶接部	溶接 良好な施工条件での	突合せ溶接	引 張	215	285	165
			圧 縮	215	285	165
		すみ肉接	せん断	125	165	100
	現場建込み溶接	突合せ溶接	引 張	135	180	110
			圧 縮	135	180	110
		すみ肉接	せん断	80	100	60

出典：道路土工・仮設工

(3) 木材の許容応力度

土留め材に使用される木材の許容応力度を表 7.7.5 に示す。

表 7.7.5 木材の許容応力度(N/mm²)

木材の種類		応力度		
		圧縮	引張、曲げ	せん断
針葉樹	あかまつくろまつ、からまつ、ひば、ひのき、つが、べいまつ、べいひ	12.0	13.5	1.05
	すず、もみ、えぞまつ、とどまつ、べいすぎ、べいつが	9.0	10.5	0.75
広葉樹	かし	13.5	19.5	2.1
	くり、なら、ぶな、けやき	10.5	15.0	1.5
	ラワン	10.5	13.5	0.9

出典：道路土工・仮設工

(4) ボルトの許容応力度

ボルトの許容応力度を表 7.7.6 に示す。

ボルトの許容応力度は、「道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編」の仕上げボルト(SS400 相当)および高力ボルト(B10T)許容応力度に準じ、その値を 50%割増した値とした。高力ボルトは普通ボルトと同様に支圧接合として設計してよいこととした。

表 7.7.6 ボルトの許容応力度

(N/mm²)

ボルトの種類	応力の種類	許容応力度	備考
普通ボルト	せん断	135	SS400相当
	支圧	315	
高力ボルト (F10T)	せん断	285	母材がSS400の場合
	支圧	355	

出典：道路土工・仮設工

(5) 鉄筋の許容応力度

鉄筋コンクリート用棒鋼は、SR235、SD295A・B、SD345 を標準とし、その許容応力度を表 7.7.7 に示す。

表 7.7.7 鉄筋の許容応力度

(N/mm²)

鉄筋の種類	S R 235	S D 295A S D 295B	S D 345
引 張	210	270	300
圧 縮	210	270	300

出典：道路土工・仮設工

7.8 土留め工の設計

7.8.1 掘削底面の安定

掘削の進行に伴い、掘削面側と背面側の力の不均衡が増大し、掘削底面の安定が損なわれると、地盤の状況に応じた(1)～(4)の現象が発生する。

掘削底面の安定を図ることは土留めの基本であり、施工中に掘削底面の安定が損なわれないようにしなければならない。

- (1) ボイリングに対する安定
- (2) パイピングに対する安定
- (3) ヒービングに対する安定
- (4) 盤ぶくれに対する安定

【解説】

土留め工にとって掘削底面の安定は、重要な事項である。地盤の状態により以下に分類される。

- ① ボイリングは、地下水位の高い砂質地盤を掘削する際の検討
- ② パイピングは、地下水位の高い砂質地盤を掘削する際の検討
- ③ ヒービングは、軟弱な粘性土地盤を掘削する際の検討
- ④ 盤ぶくれは、粘性土などの難透水層の下に被圧帯水層が存在する地盤を掘削する際の検討

根入れ部の検討は、土留め杭、土留め壁の根入れ部にかかる主働土圧と受働土圧及び水圧による水平力からなるつり合いの検討である。

安定検討で、安定評価が不安定の結果が出た場合は、対応策が必要となるが、表 7.8.1 に一般的な対応策を参考として示す。

表 7.8.1 安定検討における対応策

対応策	改善する現象				備 考
	ボイリング	パイピング	ヒービング	盤ぶくれ	
根入れ長を長くする	○	○	○	○	
底盤改良	○	○	○	△	
背面地盤を削る	—	—	○	—	
地下水位を下げる	○	○	—	○	

※ ○：効果がある。 △：場合によっては効果がある。

掘削底面の安定性は多くの条件に左右されるため、設計にあたっては地盤の状態をよく検討し、必要な土留め壁の根入れ長と剛性を求め、必要に応じて地盤改良や地下水位低下工法等の補助工法を行う等の配慮が必要である。

(2) ボイリング

砂質土地盤のように透水性の大きい地盤で、遮水性の土留め壁を用いて掘削する場合、掘削の進行に伴って、土留め壁背面側と掘削面側の水位差が徐々に大きくなる。

この水位差のため、掘削面側の地盤内に上向きの浸透流が生じ、この浸透圧が掘削面側地盤の有効重量を超えるようになると、砂の粒子が湧き立つ状態となる。このような現象をボイリングという。

ボイリングが発生すると掘削底面の安定が失われ、最悪の場合、土留めの崩壊も考えられる。したがって、地下水位の高い砂質土地盤を掘削する場合、ボイリング発生の可能性を検討し、安定を確保しなければならない。

ボイリングに対する安定は、原則として下式により検討する。また、ボイリングに対する安全率は、1.2 以上とする。

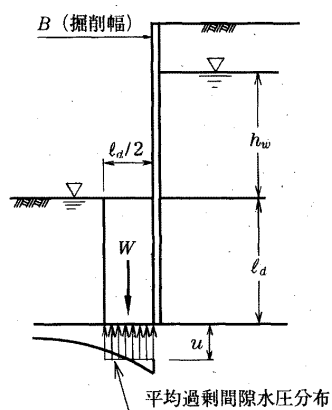


図 7.8.1 ボイリングの検討方法

出典：道路土工・仮設工

$$F_s = \frac{w}{u} \quad \text{式 7.8.1}$$

ここに、

F_s : ボイリングに対する安全率 ($F_s \geq 1.2$)

w : 土の有効重量 (kN/m^2)

$$w = \gamma' l_d \quad \text{式 7.8.2}$$

u : 土留め壁先端位置に作用する平均過剰間隙水圧 (kN/m^2)

γ' : 土の水中単位体積重量 (kN/m^3)

γ' は、水の単位体積重量を $\gamma_w = 10.0 \text{ kN/m}^3$ とし、土の湿潤単位体積重量 γ から差し引くものとする。ただし、海水を考慮する場合には $\gamma_w = 10.3 \text{ kN/m}^3$ とする。

t_d : 土留め壁の根入れ長(m)

γ_w : 水の単位体積重量(kN/m³)

h_w : 水位差(m)

$$u = \lambda \frac{1.57 \gamma_w h_w}{4} \quad \text{式 7.8.3}$$

ただし、 $u \leq \gamma_w h_w$

ここに、

λ : 土留めの形状に関する補正係数

矩形形状土留めの場合

$$\lambda = \lambda_1 \lambda_2 \quad \text{式 7.8.4}$$

λ_1 : 掘削幅に関する補正係数

$$\lambda_1 = 1.30 + 0.7(B/t_d)^{-0.45} \quad \text{式 7.8.5}$$

ただし、 $\lambda_1 < 1.5$ の時は、 $\lambda_1 = 1.5$ とする。

λ_2 : 土留め平面形状に関する補正係数

$$\lambda_2 = 0.95 + 0.09 \{ (L/B) + 0.37 \}^{-2} \quad \text{式 7.8.6}$$

L/B は、土留め平面形状の(長辺/短辺)とする。

円形形状土留めの場合

$$\lambda = -0.2 + 2.2(D/t_d)^{-0.2} \quad \text{式 7.8.7}$$

ただし、 $\lambda_1 < 1.6$ のときは、 $\lambda_1 = 1.6$ とする。

D は円形形状土留めの直径(m)

(3) パイピング

パイピングとは、ボイリング状態が局部的に発生し、土留め壁近傍や中間杭周面のような土とコンクリートあるいは鋼材等の異質の接触面に沿って上方に進行し、パイプ状にボイリングが形成されることがある。このような現象をパイピングという。

パイピングに対する検討は、図 7.8.2 に示すように浸透流路長と水位差の比を考慮した式により検討する。また、パイピングに対する安全率は、2.0 以上とする。

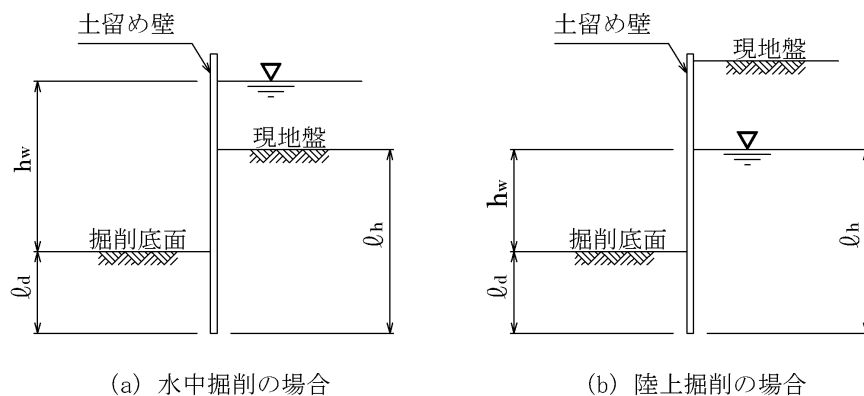


図 7.8.2 パイピングの検討

出典：道路土工・仮設工

$$l_h + l_d \geq 2h_w \quad \text{式 7.8.8}$$

ここに、

- l_h : 背面側の浸透流路長(m)
ただし、背面地盤に礫層のような透水性の大きな地層がある場合は、その層厚を l_h から控除する。
- l_d : 掘削底面からの根入れ長(m)
- h_w : 水面から掘削底面までの高さ(水位差)(m)

(4) ヒービング

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掘削底面下の強度不足から掘削底面が隆起し、土留め壁の背面地盤で大きな地表面沈下が生ずることがある。このような現象をヒービングという。

ヒービングが発生すると、土留め壁は大きく変形し、最悪の場合、土留め構造全体の崩壊につながる場合がある。

ヒービングに対する検討は、テルツアギー・ペックの安定数 N_b により下式にて判断される。

$$N_b = \frac{\gamma H}{c} < 3.14 \quad \text{式 7.8.9}$$

ここに、

N_b : 安定数

γ : 土の湿潤単位体積重量(kN/m³)

H : 掘削深さ(m)

c : 掘削底面付近の地盤の粘着力(kN/m²)

出典：道路土工・仮設工

N_b の値によって、掘削底面の安定は以下のように判断する。

- ① N_b が 3.14 未満の時は、掘削底面は安定しているため、検討を省略してもよい。
- ② N_b が 3.14 から 5.14 の時は、塑性域が掘削底面の隅から発生し始める。
- ③ N_b が 5.14 を超えると、掘削底面の底部破壊が生じる。

したがって、 N_b が 3.14 以上の場合は、以下に示す式を用いてヒービングの検討を行う。ヒービングに対する検討は、図 7.8.3 に示すように、最下段切ばり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(M_r)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(M_d)との関係として求めるものである。

なお、ヒービングに対する安全率は、1.2 以上とする。

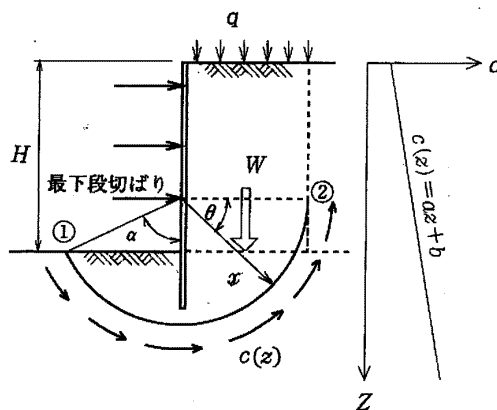


図 7.8.3 ヒービングの検討

出典：道路土工・仮設工

$$F_s = \frac{M_r}{M_d} = \frac{\chi \int_0^{\frac{\pi}{2} + \alpha} c(z) \chi d\theta}{W \frac{\chi}{2}} * \quad (\text{ただし、} \alpha < \frac{\pi}{2}) \quad \text{式 7.8.10}$$

ここに、

$c(z)$: 深さの関数で表した土の粘着力(kN/m²)

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

$\alpha = 2\text{kN/m}^3$ 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。

χ : 最下段切ばりを中心としたすべり円の任意の半径(m)
(掘削幅を最大とする)

W : 掘削底面に作用する背面側 χ 範囲の荷重(kN)

$$W = \chi (\gamma H + q)$$

q : 地表点での上載荷重(kN/m²)

γ : 土の湿潤単位体積重量(kN/m³)

H : 掘削深さ(m)

F_s : 安全率($F_s \geq 1.2$)

掘削底面下かなりの深さまで粘着力が一定と考えられる場合には、土の粘着力を C として次式となる。

$$F_s = \frac{M_r}{M_d} = \frac{\chi \left[\frac{\pi}{2} + \alpha \right] \chi \cdot c}{(\gamma H + q) \chi \frac{\chi}{2}} = \frac{(\pi + 2\alpha)C}{\gamma H + q} \quad \text{式 7.8.11}$$

(5) 盤ぶくれ

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滞水層が存在する場合、盤ぶくれに対する安全性の検討を行わなければならない。

粘性土等の難透水層の下に被圧滞水層がある地盤を掘削する場合、被圧地下水によって掘削底面が膨れ上がることがある。このような現象を盤ぶくれという。

盤ぶくれにより被圧滞水層上部の難透水層が破壊すると、土留め工の破壊につながる場合があるため、盤ぶくれに対する検討は重要である。

安全性の検討は、被圧水圧と土かぶり荷重との比で評価する荷重バランス法を基本とする。なお、盤ぶくれに対する安全率は、1.1 以上とする。

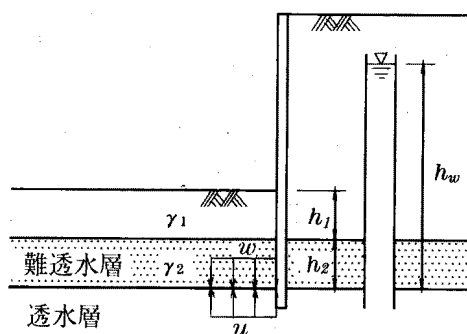


図 7.8.4 盤ぶくれに対する検討

出典：道路土工・仮設工

$$F_s = \frac{w}{u} = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2}{\gamma_w h_w} \quad \text{式 7.8.12}$$

ここに、

F_s : 盤ぶくれに対する安全率($F_s \geq 1.1$)

w : 土かぶり荷重(kN/m^2)

u : 被圧水圧(kN/m^2)

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)

γ_w : 水の単位体積重量(kN/m^3)

h_w : 被圧水頭(m)

(2) 親杭横矢板壁

① 親杭横矢板壁は、開水性の土留め壁であるため、側圧としての水圧は作用させなくてよい。つり合い深さは、鋼矢板壁と同様について計算し、大きい方のつり合い深さをとる。

② 親杭の根入れ部における主働・受働土圧の作用幅は表 7.8.2 に示す値とする。

表 7.8.2 親杭の根入れ部の土圧の作用幅

土 質		土圧作用幅
砂質土	N 値 ≤ 10	フランジ幅
	N 値 > 10	フランジ幅の 2 倍 ただし、杭間隔以下
粘性土		フランジ幅

出典：道路土工・仮設工

③ 粘性土では図 7.8.6 に示すように親杭の側面抵抗として土の粘着力を考慮してよい。ただし、親杭の施工において地盤が乱されると考えられる場合は、側面抵抗を無視するものとする。

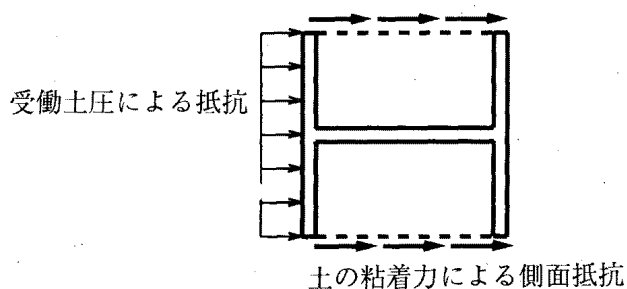


図 7.8.6 親杭の根入れ部の地盤抵抗

出典：道路土工・仮設工

④ 掘削底面以浅の土の単位体積重量は、湿潤重量とする。掘削底面以深で地下水位以浅では湿潤重量を用い、地下水位以深では湿潤重量から 9.0kN/m^3 を差し引いた水中重量を用いる。

⑤ 地盤が良く主働土圧が計算上現れないか現れても小さい場合には、非常に短い根入れ長となるが、このような場合においても、最小根入れ長 1.5m を確保する。ただし、非常に硬質な地盤のため、施工上最小根入れ長を確保することが困難な場合は、最小根入れ長より短くしてもよいものとするが、このような硬質地盤の場合、受働側地盤の破壊がぜい性的に起きるので、受働抵抗の十分な検討が必要である。

7.8.2.2 壁体の応力計算

土留め壁の応力計算は、掘削完了時における最下段切ばり、又は最下段切ばり設置直前における一段上の切ばりと、それぞれの場合の仮想支持点間をスパンとする単純ばりとし、この両方の場合について主働側に断面決定用土圧と水圧を作用させ、受働側には仮想支持点までランキン・レザールで算出した受働土圧を作用させることにより行う。

【解説】

仮想支持点は、土留め壁の根入れ長決定のための安定計算でつり合い深さを求めた際の受働抵抗の合力の作用点とする。

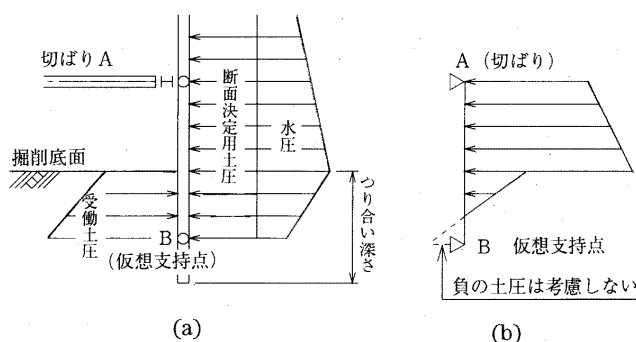


図 7.8.7 鋼矢板の断面計算

出典：道路土工・仮設工

鋼矢板壁、親杭横矢板壁それぞれの応力計算において留意点を以下に示す。

(1) 鋼矢板

地盤が良く、鋼矢板の根入れ長が小さい場合の仮想支持点の最小位置は、掘削底面以深 **75cm** として良い。また仮想支持点の最大深さは掘削底面以深 **5m** とする。

荷重は、図 7.8.7 のように作用させ、水圧は根入れ部の安定計算において求められたつり合い深さの位置でゼロとなり、掘削底面に頂点をもつ三角形分布とする。

なお、図 7.8.7(b)に示すが破線部分の負の土圧は考慮しない。

(2) 親杭横矢板壁

地盤が良く、親杭の根入れが小さい場合の仮想支持点の最小位置は、掘削底面以深 **75cm** とする。

表 7.8.3 に各種土留め壁の断面二次モーメント(M_{max})、表 7.8.4 に断面係数(Z)のとり方について示す。なお、土の単位体積重量は、湿潤重量から 9.0kN/m^3 を差し引いた値とする。

表 7.8.3 土留め壁の断面二次モーメント(M_{max})のとり方

土留め壁の種類	応力・変形計算時の断面二次モーメント
親杭横矢板壁	H形鋼の全断面有効
鋼矢板壁	全断面有効の45% ただし、鋼矢板継手部の掘削面側を鋼矢板頭部から50 cm程度溶接したり、コンクリートで鋼矢板頭部から30 cm程度の深さまで連結して固定したもの等については、断面二次モーメントを全断面有効の80%まで上げることができる。

出典：道路土工・仮設工

表 7.8.4 土留め壁の断面係数(Z)のとり方

土留め壁の種類	断面係数のとり方
親杭横矢板壁	H形鋼の全断面を有効とした断面係数
鋼矢板壁	全断面有効の60%の断面係数 ただし、鋼矢板継手部の掘削面側を鋼矢板頭部から50 cm程度溶接したり、コンクリートで鋼矢板頭部から30 cm程度の深さまで連結して固定したもの等については、断面係数を全断面有効の80%まで上げることができる。

出典：道路土工・仮設工

7.8.2.3 土留め壁の応力度の検討

土留め壁の応力度の検討は、土留め材の許容応力度以下になるようにしなければならない。検討に用いる式は、鉄筋コンクリートの場合を除き次式により行う。なお、式中の土留め壁の軸力は、鉛直荷重を示し、路面覆工の反力、土留めアンカーの鉛直分力、土留め支保工自重及び土留め壁自重である。

【解説】

$$\sigma = \frac{M}{Z} + \frac{N}{A} \leq \sigma_{sa} \quad \text{式 7.8.13}$$

ここに、

- σ : 鋼材に発生する応力度 (N/mm²)
- M : 鋼材に発生する最大曲げモーメント (N・mm)
- Z : 鋼材の断面係数 (mm³)
- N : 鋼材に作用する鉛直荷重 (N)
- A : 鋼材の断面積 (mm²)
- σ_{sa} : 鋼材の許容応力度 (N/mm²)

出典：道路土工・仮設工

- ① 上記の計算は、親杭横矢板では親杭 1 本当たりについて、その他の土留め壁では土留め壁 1m 当たりについて行う。
- ② 式中の断面二次モーメント及び断面係数の使い方については、前述の表 7.8.3 と表 7.8.4 に示す値を用いるものとする。

7.8.2.4 土留め壁の剛性の検討

土留め壁の断面は、応力度の上で余裕があっても、壁体の変形をある程度以下に抑えることができるように、十分な剛性を有しておくことが重要である。

支保工を用いた土留め壁の最大変位量は 0.3m を目安とし、0.3m を超える場合は、適当な処置を講じなければならない。

【解説】

土留め壁は、掘削の進行に伴って壁体のはらみ出しが累加されるので、下に行くほど変形が大きくなる。最終掘削段階をモデル化すると、図 7.8.8 のように最上段切ばりを支点とし、掘削底面以深を弾性床上のはりと考えた構造系としての変形に近い状態になると考えられる。

計算の簡略化のため変位量は、図 7.8.9 及び図 7.8.10 に示すように最上段切ばり位置 A を剛な支点とし、仮想支持点深さの 1/2 点 B を弾性支点として、単純ばりとして求める。

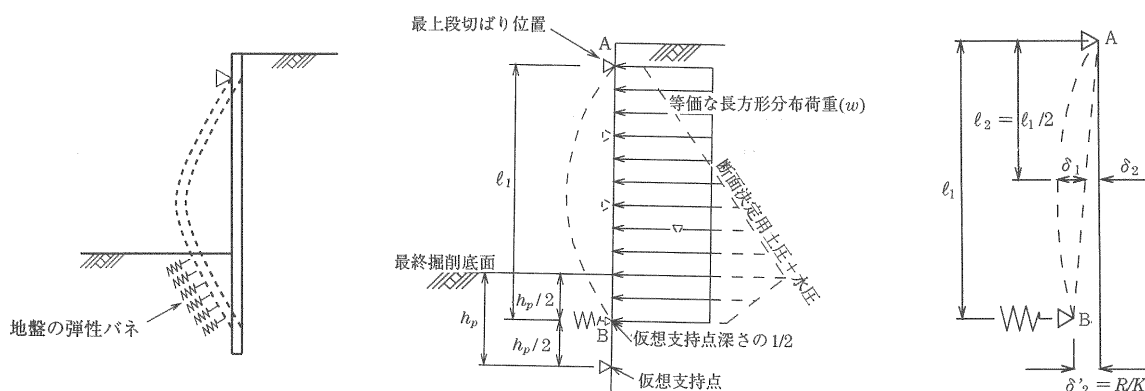


図 7.8.8 鋼矢板変形のモデル化
変位量の求め方

図 7.8.9 鋼矢板変位量の計算

図 7.8.10

出典：道路土工・仮設工

$$\delta_1 = \frac{5w\ell_1^4}{384EI} (m) \quad \text{式 7.8.14}$$

ここに、

- w : 断面決定用の側圧に等しい面積の等分布荷重 (kN/m)
- E : 土留め壁のヤング係数 (kN/m²)
- I : 土留め壁の断面二次モーメント (m⁴)

$$\delta_2 = \frac{\delta'_2}{2} = \frac{R}{2K} (m)$$

式 7.8.15

ここに、

R : B 点における反力(kN)

K : B 点のバネ定数(kN/m)

- ① 変位量は、スパン ℓ_1 の単純ばりとして求めた最大たわみ 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 $\delta_2 = \delta'_2 \cdot \ell_2 / \ell_1$ を加えた変位量
 $\delta = \delta_1 + \delta_2$ とする。
- ② 荷重は、断面決定用の土圧と水圧をスパン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 で除いた P / ℓ_1 を荷重強度とする等価な長方形分布荷重としても良い。この場合、 $\ell_2 = \ell_1 / 2$ 、 $\delta_2 = \delta'_2 / 2$ となる。
- ③ 弾性支点のバネ定数 K(kN/m)は、最終掘削底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 Kh(kN/m³)にその区間の鋼矢板側面積 A(幅 1m×深さ h_p)を乗じた値とする。

以上のようにして求めた最大変位量は、0.3m 程度を目安とする。最大変位量が 0.3m を超えた場合は、必要な剛性を有する土留め壁に変更するか、掘削に先立ち土留め内に地盤改良を行い受働抵抗の増加を図るなどの処置を考えるべきである。

なお、ここで述べている内容は、あくまでも鋼矢板の剛性を検討するものであり、実際の変形形状や変位量を表すものではないので、変位量が必要な場合は弾塑性法等によって計算するものとする。

7.8.3 弾塑性法による土留め壁の設計

7.8.3.1 根入れ長の決定

弾塑性法における根入れ長決定の手法は、下図の手順に示すように慣用法と同様に根入れ長を求め、弾塑性法により照査し、根入れ部先端に弾性領域が存在することを確認するという方法をとる。

【解説】

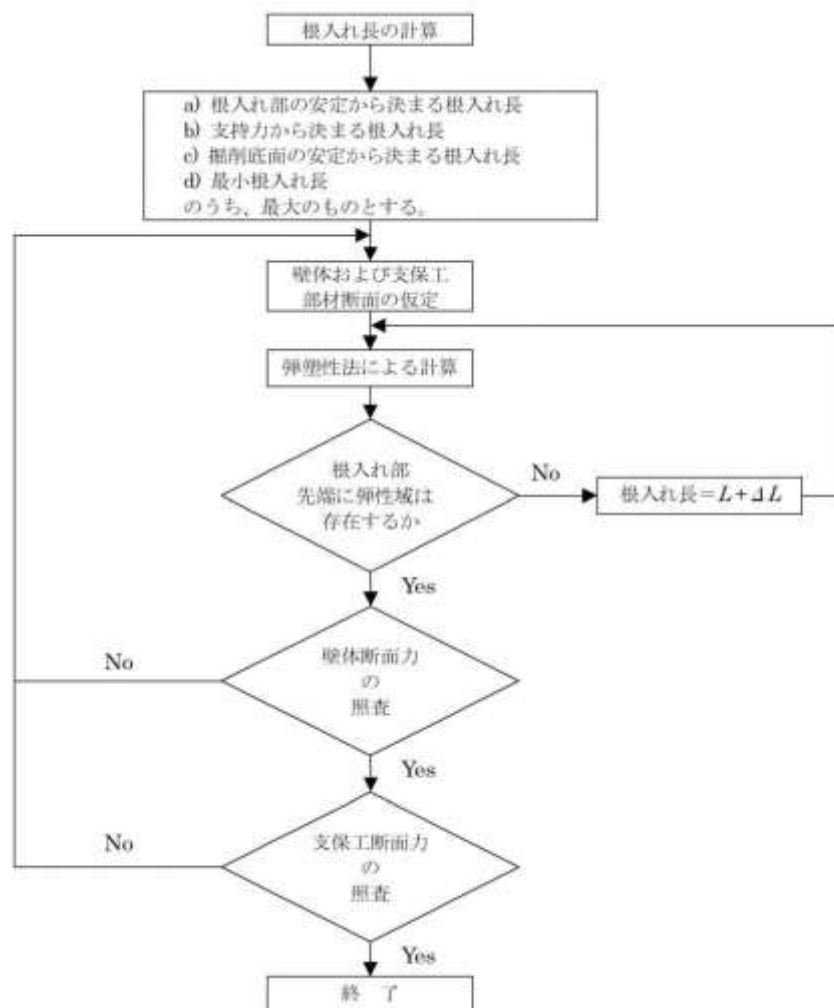


図 7.8.11 根入れ長決定の手順

出典：道路土工・仮設工

7.8.3.2 土留め壁の断面力及び変形の算定

土留め壁の断面力及び変形の算定に用いる手法は、土留め壁を有限長の弾性ばり、地盤を弾塑性床、支保工を弾性支承とした弾塑性法を基本とする。

土留め壁に作用する土圧は、壁体の変形によって変化するため、掘削過程における土圧の変化を考慮し、作用荷重として各掘削段階ごとに設定した背面地盤の土圧を用いる掘削段階ごとのステップ解析により求める。

【解説】

弾塑性法の解析上の一般的な仮定及び考え方を以下に示す。

(1) 解析上の仮定

1) 基本仮定

- ① 土留め壁は、有限長の弾性ばりとする。
- ② 背面側の主働側圧及び掘削面側の受働土圧は、掘削による土質条件の変化（地下水位の低下等）に対処できるように掘削段階ごとに定める。
- ③ 掘削底面以深において土留め壁に働く抵抗土圧（地盤反力）は、図 7.8.12 に示すように土留め壁の変位に一次的に比例し、かつ有効受働側圧を超えない。
- ④ 切ばりは弾性支承とし、そのバネ定数は、設置間隔、断面積、長さ、材料のヤング係数等から求める。
- ⑤ ある掘削段階での切ばり位置の変位及び切ばり軸力は、設置時にすでに壁体に発生している先行変位を考慮して求める。

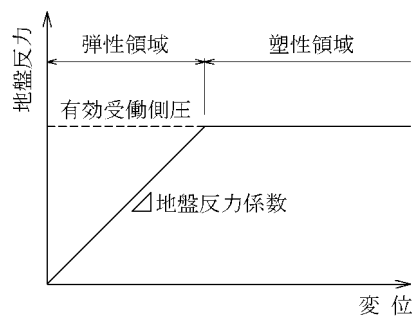


図 7.8.12 地盤バネの特性

出典：道路土工・仮設工

2) 側圧に対する仮定

- ① 掘削底面以浅には、土留壁背面から主働側圧が作用するものとする。
- ② 掘削底面以深には、土留め壁背面から主働側圧が作用し、掘削面側には受働側圧が作用する。
- ③ 掘削面側は、受働側圧と掘削面側の静止側圧と弾性反力の和とを比較して、弾性領域と塑性領域に分けて考える。ここで、静止側圧と弾性反力の和が受働側圧以下となる部分を弾性領域、受働側圧以上となる部分を塑性領域とする。
- ④ 背面側の主働側圧から掘削面側の静止側圧を差し引いたものを「有効主働側圧」とし、掘削面側の受働側圧から掘削面側の静止側圧を差し引いたものを「有効受働側圧」とする。

上記より、背面側から有効主働側圧が作用し、掘削面側の塑性領域では、有効受働側圧が、弾性領域では土留め壁の変位に比例した弾性反力が働く。

これらを図 7.8.13 側圧、構造系説明図に表す。

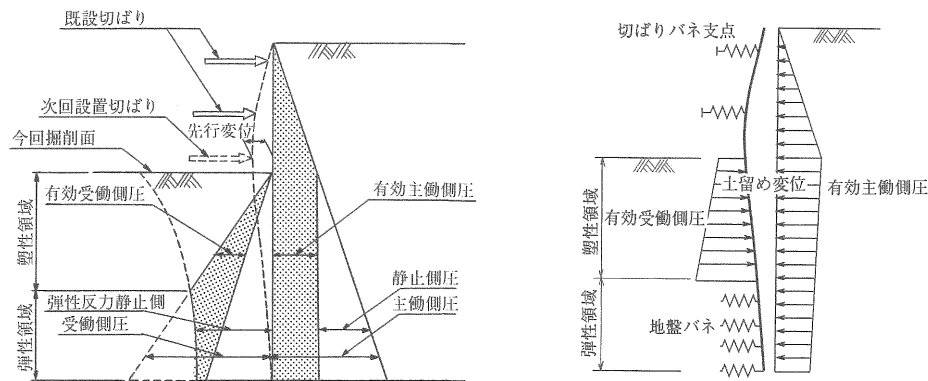


図 7.8.13 側圧、構造系説明図

出典：道路土工・仮設工

3) 構造系のモデル化

掘削前の土留め壁の断面力と変位は共にゼロで、掘削の進行に伴ってこれらが増加する。土留め壁は弾性体であるため、その応力とひずみは比例するが、土は応力が大きくなるに従い応力と変位の比例関係が成立しなくなる。したがって、土を弾性領域と塑性領域に分けて考えることが必要となる。

また、切ばりは、土留め壁にその時点の掘削状態に応じた断面力と変位が生じた後に設置されるため、構造系は各掘削段階ごとに変化し、以後の掘削進行に伴って、切ばりの断面力と変形も変化する。これらに対処するため、切ばり及び土留め壁の断面力と変位を次のように考える。

① 切ばり

切ばりを設置した時、その位置における土留め壁の変位量を「先行変位」と呼ぶ。このときの切ばりの断面力はゼロであり、これ以後の掘削では切ばり位置の変位に比例した断面力(切ばりバネ反力)が生じるものとする。

② 土留め壁

土留め壁は、掘削底面以浅では主働側圧を受け、各切ばりを弾性支承とする連続ばりとする。掘削底面以深の塑性領域では、有効主働側圧から有効受働側圧を差し引いた荷重を受け、弾性領域では、有効主働側圧を受ける弾性床土のはりと考える。

(2) 設計定数の設定

弾塑性法を用いて土留め壁の断面力や変形を算定する場合に用いる各種設計定数は、その設定自体が計算結果に大きな影響を与えるため、地盤定数や土留め形状等を十分に検討して決定しなければならない。

1) 水平方向地盤反力係数

土留め壁の水平変位によって生じる掘削面側の地盤反力を評価するバネで、土留め壁の変位量、載荷時間、接地面の形状等によって影響を受ける極めて複雑な性質を持っている。

ここでは水平方向地盤反力係数を下式のように設定する。

$$k_H = \eta k_{H0} \left(\frac{B_H}{0.3} \right)^{-3/4} \quad \text{式 7.8.16}$$

ここに、

k_H : 水平方向地盤反力係数(kN/m³)

η : 壁体形式に関わる係数

連続した壁体の場合 $\eta = 1$

親杭横矢板壁の場合 $\eta = B_o/B_f$ ただし、 $\eta \leq 4$

B_o : 親杭中心間隔(m)

B_f : 親杭フランジ幅(m)

k_{H0} : 直径 30cm の剛体円板による平板載荷試験の値に相当する水平方向地盤反力係数(kN/m³)

$$k_{H0} = \frac{1}{0.3} \alpha E_0 \quad \text{式 7.8.17}$$

B_H : 換算載荷幅(m)

親杭横矢板壁、連続壁ともに、 $B_H=10\text{m}$ とする。

E_0 : 表 7.8.5 に示す方法で測定又は推定した設計の対象とする位置での地盤の変形係数(kN/m²)

固結シルトの変形係数は、原則として試験値を用いるが、試験結果が得られない場合は $\alpha E_0=210c(\text{kN/m}^2)$ で推定してよい。

ただし c は粘着力(kN/m²)である。

α : 地盤反力係数の推定に用いる係数で表 7.8.5 に示す。

表 7.8.5 E_0 と α

次の試験方法による変形係数 $E_0(\text{kN/m}^2)$	α
ボーリング孔内で測定した変形係数	4
供試体の一軸又は三軸圧縮試験から求めた変形係数	4
標準貫入試験の N 値より $E_0=2,800N$ で求めた変形係数	1

出典：道路土工・仮設工

2) 土留め壁の断面性能

解析に用いる断面性能は、その構造形式及び使用材料を考慮して定めるが、各々の土留め壁の種類に応じて断面の有効率が異なるため、断面二次モーメントは表 7.8.3、断面係数は表 7.8.4 に示す値を用いる。

3) 切ばりのバネ定数

切ばりのバネ定数は、切ばり断面積、ヤング係数、長さ、水平間隔及び施工の条件等を考慮して定める。一般に鋼材の切ばりのバネ定数は次式にて算

出してよい。

$$K_s = \alpha \frac{2AE}{\ell s} \quad \text{式 7.8.18}$$

ここに、

K_s : 切ばりのバネ定数 (kN/m/m)

A : 切ばりの断面積 (m²)

E : 切ばりのヤング係数 (kN/m²)

ℓ : 切ばりの長さ(掘削幅) (m)

s : 切ばりの水平間隔 (m)

α : 切ばりのゆるみを表す係数

$\alpha = 0.5 \sim 1.0$ とし、一般にジャッキ等でゆるみを除去する場合 $\alpha = 1.0$ とする。

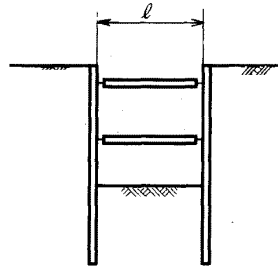


図 7.8.14 切ばりの長さ

出典：道路土工・仮設工

7.9 支保工の設計

7.9.1 慣用法による支保工の設計

支保工の断面算定に用いる荷重は、断面決定用土圧と水圧を用いて下方分担法により計算する。

【解説】

下方分担法は、下図に示すように腹起し及び切ばりに働く力は、その切ばりとその下方の切ばりとの間の荷重とするものである。

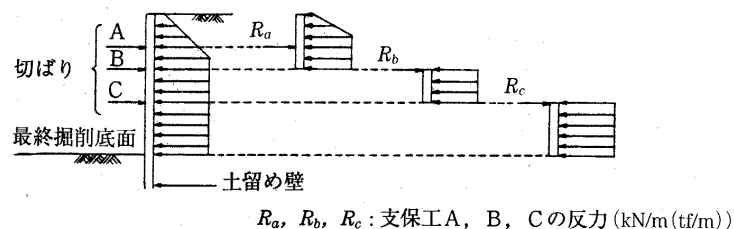


図 7.9.1 慣用法を用いた場合の支保工の設計に用いる荷重(下方分担法)

出典：道路土工・仮設工

- ① 腹起しは、原則として切ばりを支点とした単純ばりとして曲げモーメント及びせん断力に対し設計する。
- ② 切ばりは、軸力と曲げモーメントが作用する部材として設計する。軸力としては土圧、水圧及び温度変化による荷重を考慮する。温度変化による荷重増

加は、150kN/本とする。

また、曲げモーメントを計算する際の荷重は、切ばり自重を含めた実荷重、あるいは切ばり自重を含め 5kN/m 程度(材料の仮置き等)考慮することとする。

- ③ 均しコンクリートを切ばりとして使用する場合には、十分な剛性を有する厚さとしなければならない。この場合、均しコンクリートの厚さは 30cm 程度を標準とする。

7.9.2 弾塑性法による支保工の設計

弾塑性法により土留め壁の設計を行った場合には、弾塑性法により算出された各掘削段階及び支保工撤去時のうちの最大支保工反力を用いることとする。

腹起し及び切ばり部材の設計は、慣用法と同じとする。

7.9.3 支保工設置位置

支保工の設置位置等は「建設工事公衆災害防止対策要綱」に規定された位置を標準とする。

【解説】

- ① 腹起しは、H-300 を最小部材とし、継手間隔は 6m 以上とする。腹起しの垂直間隔は 3m 程度とし、土留め杭又は鋼矢板等の頂部から 1m 程度以内のところに第 1 段の腹起しを施す。
- ② 切りばりは H-300 を最小部材とし、水平間隔 5m 以下、垂直間隔は 3m 程度とする。

7.10 路面覆工の設計

7.10.1 概要

路面覆工は、開削工事並びに立坑工事において工事箇所の開口部分を覆工板等で覆い、道路通行の自動車等に開放する目的で設置するものである。

常に車両が通行するので十分な強度や剛性を持った安全な構造物としなければならない。

【解説】

通常、路面覆工が必要と判断される場所を以下に示す。

- ① 夜間施工等で施工時間が短く、埋戻しができない場合。
- ② 主要幹線道路で現況車線幅の確保が必要な場合。
- ③ 沿線家屋の出入りが多く、生活上の支障を解決しなければならない場合。
- ④ 管轄の警察署の道路使用許可条件がある場合。
- ⑤ その他安全上必要と認められた場所。

7.10.2 覆工板

覆工板には、鋼製覆工板、鋼・コンクリート合成覆工板など 2 次製品が使用されている。長さは 2m の製品を標準に 3m の製品もあり、施工性、安全性等を考慮して選定する。

また、覆工板の設置に伴う通行車両のスリップ及び段差による騒音が発生しないように対策を講じなくてはならない。

【解説】

覆工板の種類別単位面積当り重量を表 7.10.1 に示す。

表 7.10.1 覆工板の重量

種 類	単位面積当りの重量	
	長さ 2m	長さ 3m
鋼 製	2.0kN/m ²	2.0kN/m ²
鋼 製 (アスファルト舗装付)	2.5kN/m ²	2.6kN/m ²
鋼・コンクリート合成	2.8kN/m ²	3.3kN/m ²

出典：道路土工・仮設工

7.10.3 覆工受桁の設計

覆工受桁は、載荷される荷重に対して、十分な強度と剛性を有していなければならない。また、荷重の種類・大きさ及び載荷方法は、自動車の交通状況等を考慮し、決定しなければならない。

【解説】

(1) 計算方法

覆工受桁は、受桁の自重と覆工板の重量及び活荷重を載荷させた単純ばりとして断面力を計算し、部材の検討では、応力度の照査のほかに、たわみは支間の 1/400 以下又は 25mm 以下に抑えるように設計しなければならない。

(2) 荷重

荷重には、死荷重、活荷重があり、活荷重には衝撃による影響を考慮する。

1) 活荷重

- ① 路面覆工における活荷重は、「道路橋示方書・同解説 I 共通編」に規定されている自動車荷重の T 荷重を載荷させることとし、A 活荷重もしくは B 活荷重を適用する。
- ② A 活荷重とは、総重量 245kN の大型の自動車の走行頻度が比較的低い状況を想定したもの、B 活荷重とは、総重量 245kN の大型の自動車の走行頻度が比較的高い状況を想定したものである。活荷重は、この 2 つに区分して使用する。
- ③ B 活荷重を適用する路線においては、連行荷重の影響を考慮するため T 荷重によって算出した断面力(曲げモーメント、せん断力、反力、たわみ等)に部材の支間長に応じて表 7.10.2 に示す係数を乗じるものとする。ただし、1.5 を超えないものとする。
なお、表 7.10.2 の支間長は、自動車走行方向に平行な部材の支間長を示す。

表 7.10.2 運行荷重の影響を考慮するための割り増し係数

部材の支間長(m)	$L \leq 4$	$L > 4$
係 数	1.0	$\frac{L}{32} + \frac{7}{8}$

出典：道路土工・仮設工

- ④ 覆工板の衝撃係数は、支間が小さく衝撃を直接受けることから、 $i=0.4$ とする。

2) 活荷重の載荷方法

- ① 覆工受桁と自動車走行方向が直角な場合の載荷方法は、自動車走行方向の直角方向には T 荷重は 2 組を限度とし、3 組目からは 1/2 に低減する。荷重配列によって覆工受桁に最大応力が生じるように載荷する。

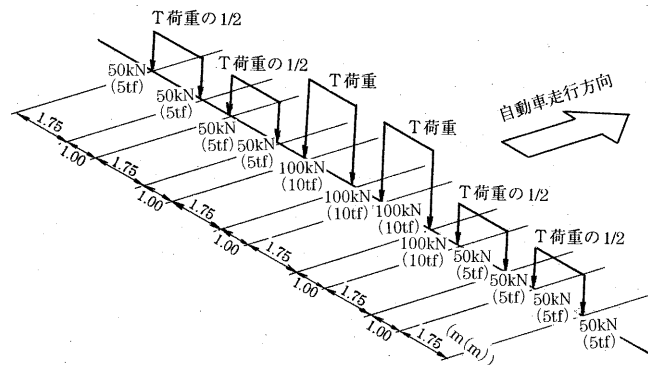


図 7.10.1 T 荷重の載荷配列

出典：道路土工・仮設工

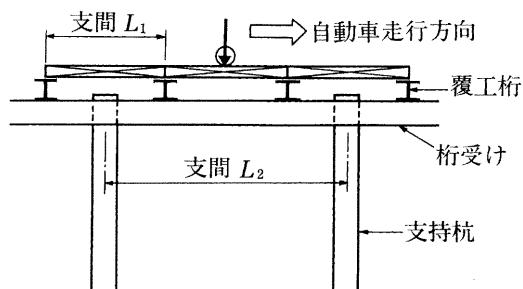


図 7.10.2 覆工受桁と自動車走行方向が直角な場合の部材の支間

出典：道路土工・仮設工

- ② 覆工受桁と自動車走行方向が平行な場合の載荷方法は、T 荷重を覆工板に載荷し、各荷重による覆工受桁への影響を考慮する。作業重機などの載荷を検討する場合には、例えば B 桁に作用する荷重 P は、覆工板 AB 間、BC 間に図 7.10.3 のような影響線を考慮し、次式により求める。この荷重 P を図 7.10.4 に示すように載荷し計算する。

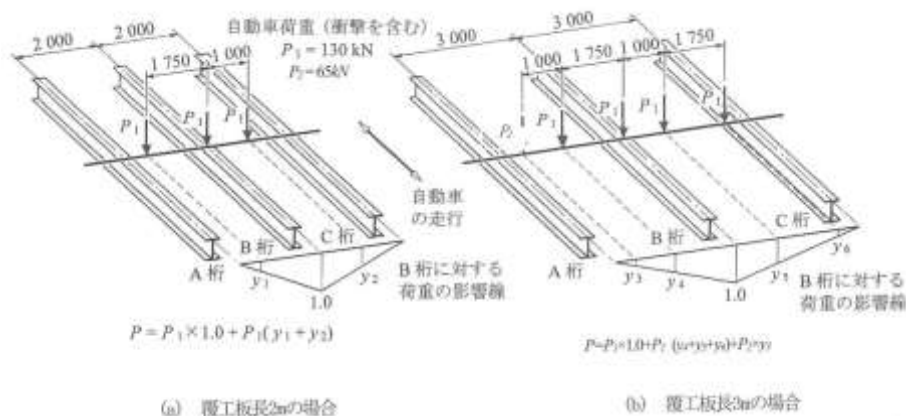


図 7.10.3 覆工受桁と自動車走行方向が平行な場合の載荷方法
出典：トンネル示方書・開削

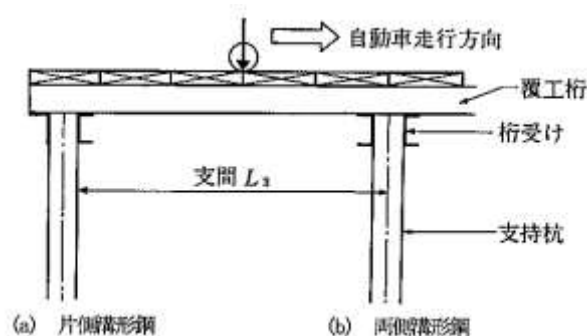


図 7.10.4 覆工受桁と自動車走行方向が平行な場合の部材の支間
出典：トンネル示方書・開削

(3) たわみの計算

覆工受桁の活荷重によるたわみは、 $L/400$ (L は支間) 以下で、かつ 25mm 以下でなければならない。この時活荷重に衝撃は含まない。

覆工受桁に載荷される荷重が 1 個の場合と複数の場合は、次式のうち使い分けて計算する。

$$\text{一個} : \delta = \frac{P_0 L^3}{48EI} \quad \text{式 7.10.1}$$

$$\text{複数} : \delta = \frac{5W_0 L^4}{384EI} \quad \text{式 7.10.2}$$

ここに、

- δ : たわみ(m)
- P_0 : 覆工受桁に作用する衝撃を含まない集中荷重(kN)
- L : 支間長(m)
- E : 使用部材のヤング係数(kN/m²)

I : 使用部材の断面二次モーメント(m⁴)

W₀ : 等値等分布荷重(kN/m)

$$W_0 = \frac{8M_{Lmax}}{L^2} \quad \text{式 7.10.3}$$

M_{Lmax} : 衝撃を含まない活荷重による最大曲げモーメント(kN・m)

7.10.4 覆工桁受け部材の設計

桁受け部材は、覆工受桁反力及び死荷重に対して、十分な強度と剛性を有していなければならない。桁受けは、覆工受桁等、桁の最大反力を集中荷重、又は桁受け自重を分布荷重とし、杭あるいは土留め壁との取付け部を支点とする単純ばりとして設計する。

【解説】

計算に用いる支間長等を下図に示す。

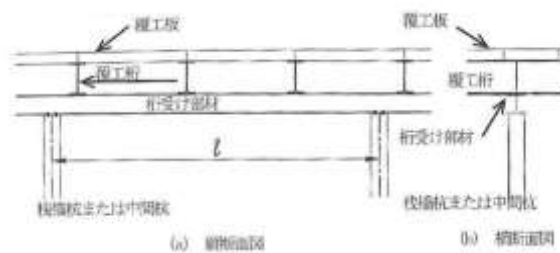


図 7.10.5 桁受け部材の支間（溝形鋼の場合）

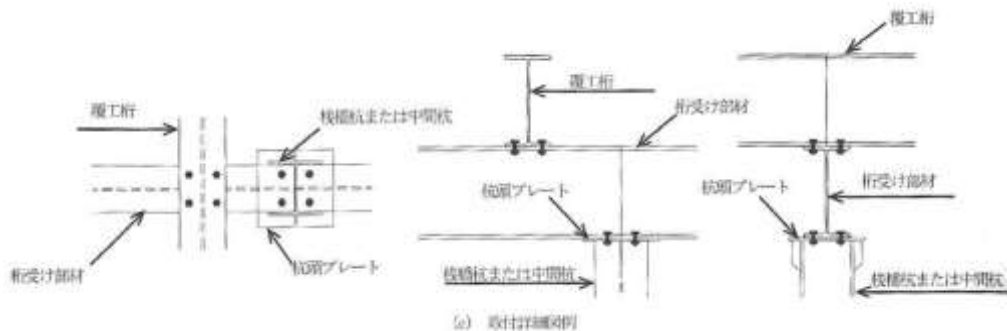


図 7.10.6 桁受け部材の支間（H形鋼の場合）

出典：トンネル示方書・開削

桁受けの支間は、一般的に 2～3m 程度と短く、杭中心と覆工受桁中心が近いのでせん断力が支配的となる。このため桁受けの設計では、たわみの計算は行わなくて良いこととする。ただし、地下埋設物があること等で杭間隔が大きくなる場合、又は桁受け中央付近に覆工受桁が取り付けられる場合は、たわみの計算も行う。このときのたわみの制限値は覆工桁と同様とする。

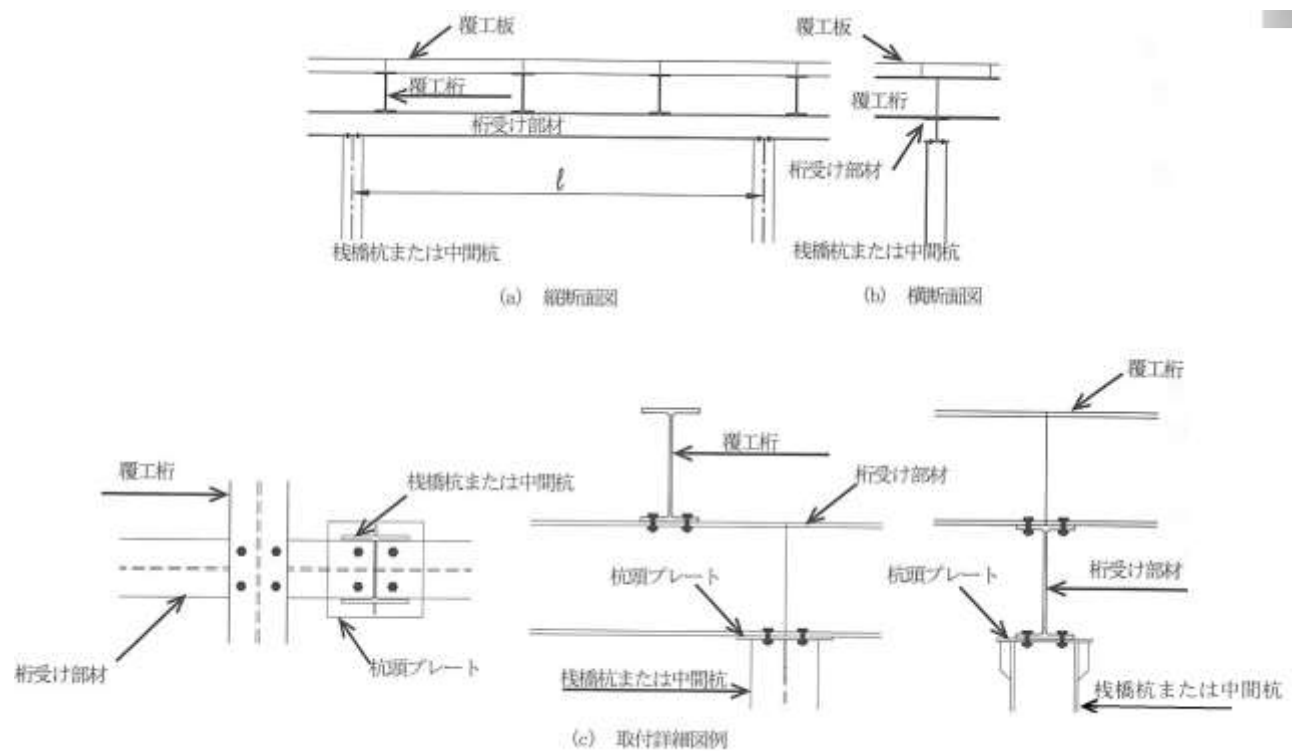


図 7.10.7

7.11 補足事項

仮設材等の残置については、道路管理者など各管理者との協議の上、決定するものとする。

第 8 章 推進工

第8章 推進工

8.1 推進工の概要

推進工法は刃口、掘進機又は先導体に推進管を後続させ、立坑内に設置した推進設備又は推進装置のジャッキの推進力により管を地中に圧入して管きょを布設する工法である。

【解説】

推進工法の種類は多様であるが、使用する推進管の呼び径により分類される。呼び径 800～3,000mm までを「中大口径管推進工法」、呼び径 150～700mm までを「小口径管推進工法」とする。

推進工法の分類を以下の図 8.1.1 に示す。

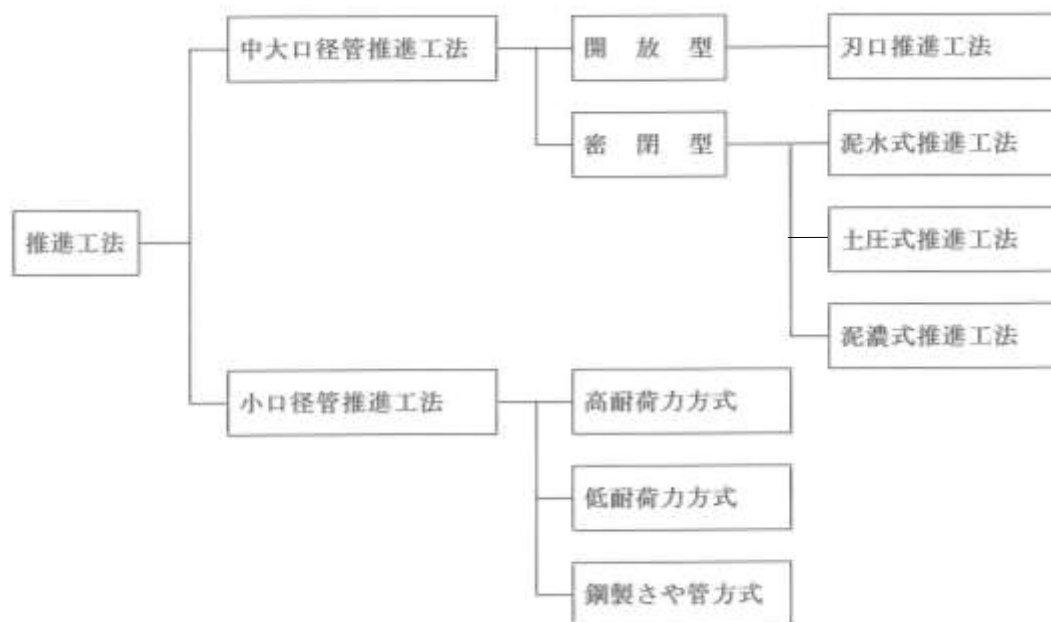


図 8.1.1 推進工法の分類

出典：推進指針

8.2 推進工法の選定

推進工法の選定は、路線の状況、施工区間の延長、土質条件、線形、その他周囲の施工環境、工期等の諸条件を検討し、必要な補助工法、地下埋設物等の移設等も考慮した安全で確実な施工性及び経済性に留意しなければならない。

【解説】

工法選定を行う上で重要な要素として次のものが挙げられる。

- ① 布設する管の呼び径
- ② 1 スパンの推進延長
- ③ 土質と地下水
- ④ 線形
- ⑤ 立坑土砂搬出及び管の搬入等に対する用地形態
- ⑥ 立坑位置の交通状況及び周辺環境
- ⑦ 埋設物その他架空線等の位置

このうちで、特に土質と地下水の関係は、施工の難易を大きく左右するので補助工法との関係も考慮し決定する必要がある。

推進延長は、施工方法、管の耐荷力、反力設備等種々の条件を考慮し検討する。

また、推進機構・方式により推進延長に差異があるので検討のうえ、推進工法の選定を行う必要がある。また、推進力は、推進延長に対して十分な余裕を見込むことが望ましい。

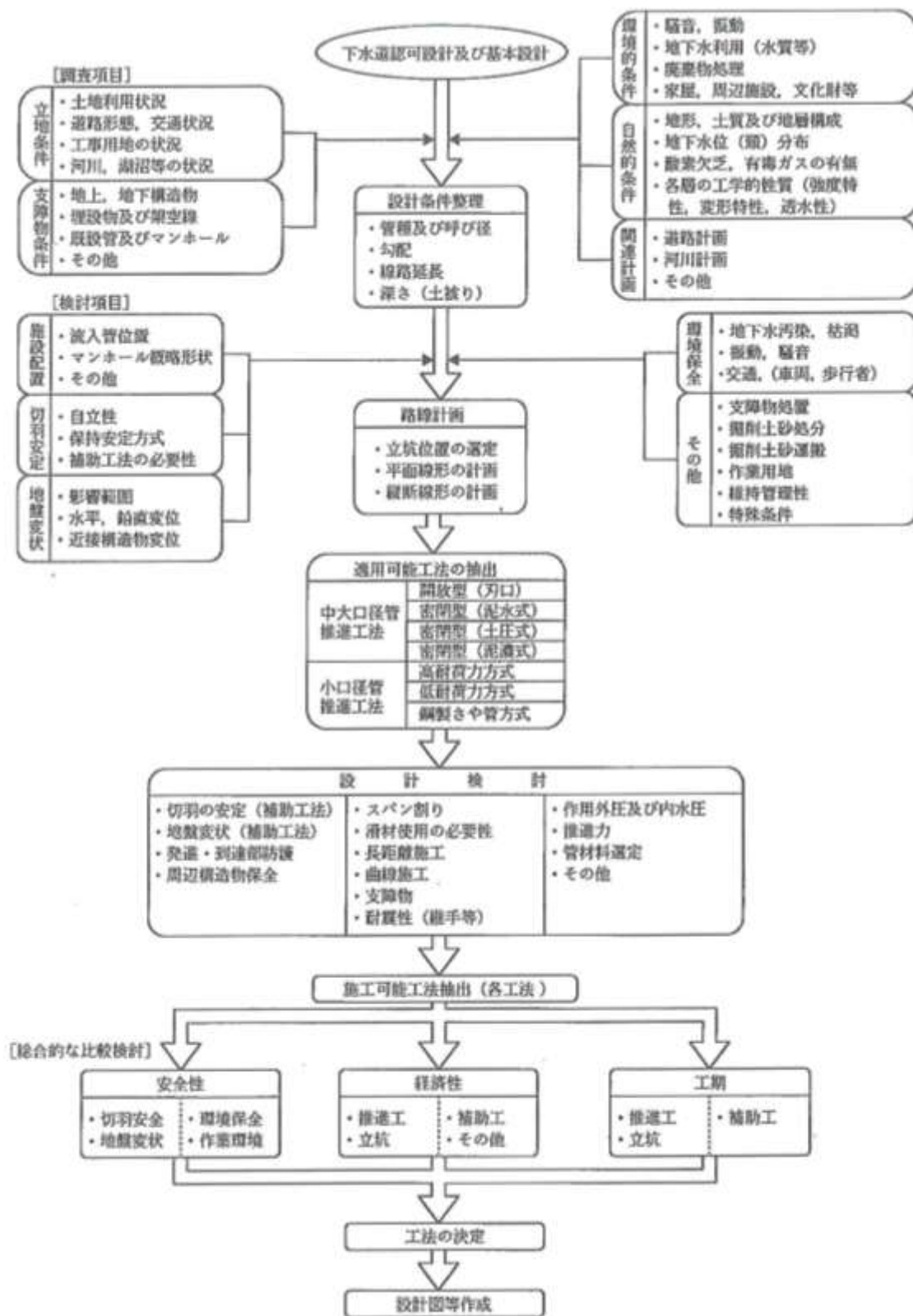


図 8.2.1 推進工法の選定フロー

出典：推進指針

8.3 推進管の鉛直方向の設計

8.3.1 管に作用する外圧荷重

管に作用する外圧荷重の想定が、最も重要である。外圧荷重には次の状態における荷重を

設定し、いずれの状態においても外圧に対して十分安全でなければならない。

- (1) 常時作用する荷重(施工完了後)
- (2) 施工時の荷重
- (3) その他の荷重

【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、断面方向の安定性の検討においては考慮しない。

2) 管に作用する等分布荷重

管にかかる等分布荷重には、活荷重、土圧、地盤反力、地下水压がある。管の断面方向の耐荷力を検討するための土圧については、鉛直土圧のみを考慮することとする。

鉛直土圧については、土被りの大きさにより、直土圧、緩み土圧を使い分けることとする。直土圧式を採用した場合は、鉛直荷重に活荷重を加算するが、緩み土圧式には上載荷重の影響が式中に含まれているため、活荷重を加算することはしない。

なお、直土圧式を採用した場合の等分布荷重は、次式に示すように活荷重を考慮し、鉛直荷重と活荷重の和として表される。

$$q = w + p \quad \text{式 8.3.1}$$

ここに、

q : 管にかかる等分布荷重(kN/m²)

w : 土による鉛直分布荷重(kN/m²)

① 活荷重

活荷重はその布設位置により異なるが、道路下は自動車荷重、鉄道横断は軌道の車両荷重を考慮するものとし、直土圧式を採用した時のみ加算する。求め方は、下図のように地中に分布するものとし、衝撃係数、低減係数を考慮し次式により求める。

後輪荷重は、「道路橋示方書・同解説 I 共通編」に定められた 250kN 自動車荷重の 100kN とする。

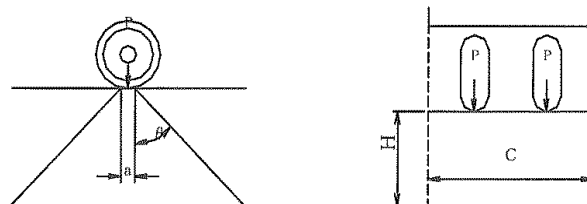


図 8.3.1 輪荷重の分布

出典：推進指針

$$p = \frac{2P(1+i) \times \beta}{C(a+2H \cdot \tan \theta)} \text{ 式 8.3.2}$$

ここに、

- p : 活荷重(kN/m²)
H : 土被り(m)
P : 後輪荷重(=100kN)
a : タイヤの接地長さ(=0.2m)
C : 車両の占有幅(=2.75m)
θ : 荷重の分布角(一般に 45 度)
i : 衝撃係数(表 8.3.1)
β : 低減係数(表 8.3.1)

表 8.3.1 衝撃係数

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

出典：推進指針

表 8.3.2 低減係数

	土被り H≤1m かつ 内径 B≥4m の場合	左記以外の場合
β	1.0	0.9

出典：推進指針

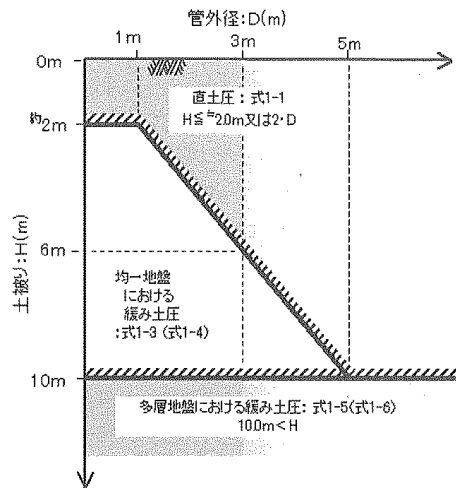
大型車両の乗り入れが無いことが確実な場合は、別途検討する。

② 土圧

管の鉛直方向の耐荷力を検討する場合の土圧は、鉛直土圧のみを考慮する。鉛直土圧の算定は、土被りにより、直土圧と Terzaghi の緩み土圧を使い分ける。

推進管の深さは、一般的に土被りが 2D(D：管外径)程度以下の場合、想定される緩み高さ(1～1.5D)から地表までの土の厚さがあまり無いので、土のアーチング効果は期待しない方が良い。このような場合は直土圧式の採用が安全側である。土被りが推進管外径の 2 倍又は 2m 以上になると土のアーチング効果が比較的信頼できるので、緩み土圧の採用が可能となる。

参考に、鉛直土圧の一般的な使い分けとして、図 8.3.2 に管外径と土被りによる算定式の適用区分を、表 8.3.3 にその適用式ごとの活荷重、土質等の適用区分を示す。



※1 ()内の式は内部摩擦角 $\phi = 0$ の場合を示す。

※2 地表面から 2m 程度は、土質性状が明確でないことを想定している。

図 8.3.2 土圧算定式の適用区分図

出典：推進指針

表 8.3.3 土圧算定式の適用区分(参考)

鉛直土圧	直土圧	均一地盤における緩み土圧	多層地盤における緩み土圧
土圧算定式 ($\phi = 0$ の場合)	式 8.3.1	式 8.3.3 (式)	式 8.3.5 (式)
活荷重	式 8.3.※1	—	—
適用土被り H(m)	$H \leq 2D$ 又は 約 2.0	$2D$ 又は 約 $2.0 < H \leq 10.0$	$10.0 < H$
粘着力 c	—	N 値 < 2 の場合は $C=0$, $2 \leq N$ 値 < 25 の場合は $C/2$ ※3	
地下水压	—	原則として全ての地盤を土水一体とする	
層区分	—	—	1~1.5D ※4

※1 自動車の後輪荷重による活荷重として、式 1-1 に含む (鉄道荷重等は別途考慮する)。

※2 土圧算定式中に、地表面の上載荷重の影響として P_0 (10kN/m²) を考慮する。

※3 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。さらに、N 値 ≥ 25 の基盤層と判断される粘性土地盤以外では、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) で除した値を採用することが望ましい。

※4 層区分における最小の目安は緩み高さが 1D~1.5D (D: 管外径) 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。

出典：推進指針

i. 直土圧

直土圧は、土被りが $2D$ (D : 掘削外径) 以下と比較的浅く、土のアーチング効果の信頼性が低いと判断される場合、緩み高さが土被りより高くなると判断される場合に採用する。

ii. 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される場合に採用する。

緩み土圧は Terzaghi の式が採用され、土被り 10m 程度以内の場合については、均一地盤、それを超える場合は多層地盤として計算する。

活荷重については、緩み土圧を求める式の第二項において考慮しており、改めて加算しない。

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

(留意事項)

・粘着力 c について

緩み土圧の計算で粘着力 c を考慮すると、緩み土圧が非常に小さくなり危険側の設計になる場合がある。したがって N 値 < 2 の軟弱な粘性土地盤等では粘着力を考慮すべきでない。さらに、 $N \geq 25$ の基盤層と判断される粘性土層以外では、土質調査に基づく粘着力をそのまま用いるのではなく、安全率 2 程度で除した値を採用するのが望ましい。

・多層地盤の層区分

十分な工学的な判断のもとで、式を適用することが重要であるが、緩み高さより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、計算結果に差異はないことから層厚を $1D \sim 1.5D$ (D : 管外径) 確保することが望ましい。

a: 均一地盤における緩み土圧の基本式

$$q = \sigma_v = \frac{B1(\gamma - c/B1)}{K_0 \cdot \tan \phi} (1 - e^{-K_0 \cdot \tan \phi \cdot H/B1}) + p_0 \cdot e^{-K_0 \cdot \tan \phi \cdot H/B1} \quad \text{式 8.3.3}$$
$$B1 = R_0 \cdot \cot \left[\frac{45^\circ + \phi/2}{2} \right]$$

ただし、内部摩擦角 $\phi = 0$ の場合は、解が不定となって適用できない。

$\phi = 0$ の場合、緩み土圧の計算は式 8.3.5 を便宜的に適用する。

$$q = \sigma_v = (\gamma - c/B1) \cdot H + P_0 \quad \text{式 8.3.4}$$

ここに、

q : 管にかかる等分布荷重(kN/m^2)

σ_v : Terzaghi の緩み土圧(kN/m^2)

K_0 : 水平土圧と鉛直土圧との比(通常 $K_0 = 1$ としてよい)

ϕ : 土の内部摩擦角(度)

p_0 : 上載荷重($= 10 \text{kN/m}^2$)

γ : 土の単位体積重量(kN/m^3)(通常土水一体としてよい)

c : 土の粘着力(kN/m^2)

R_0 : 土の緩み幅を考慮した掘削半径(m)($D/2 + \text{土の緩み幅}$)
また、 $Bt/2$

D : 管外径(m)

H : 土被り(m)

Bt : 土の緩み幅を考慮した掘削径(m)

土の緩み幅は、一般的に片側 0.04m とされているが、
低耐荷力管では 0.02m を用いる。

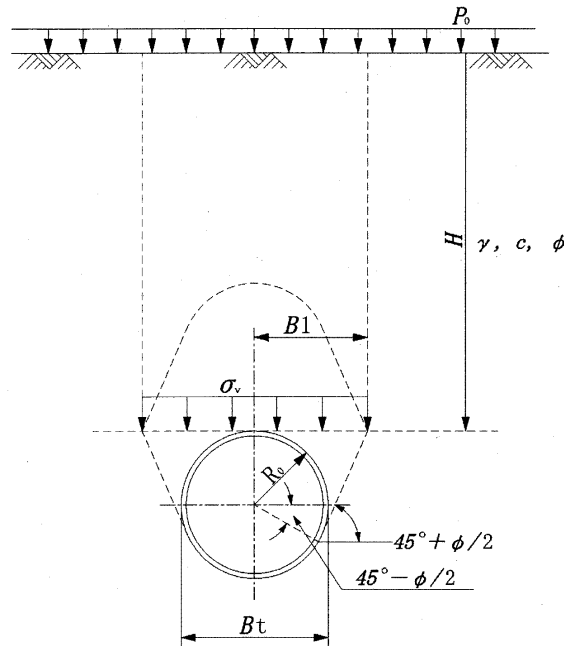


図 8.3.3 均一地盤における緩み土圧

出典：推進指針

b：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、次式により緩み土圧を算出する。

$$\left. \begin{aligned}
 \sigma_{v1} &= \frac{B1(\gamma_1 - c_1/B1)}{K_0 \cdot \tan \phi_1} (1 - e^{-K_0 \cdot \tan \phi_1 \cdot H1/B1}) + p_0 \cdot e^{-K_0 \cdot \tan \phi_1 \cdot H1/B1} \\
 \sigma_{v2} &= \frac{B1(\gamma_2 - c_2/B1)}{K_0 \cdot \tan \phi_2} (1 - e^{-K_0 \cdot \tan \phi_2 \cdot H2/B1}) + \sigma_{v1} \cdot e^{-K_0 \cdot \tan \phi_2 \cdot H2/B1} \\
 \sigma_{vi} &= \frac{B1(\gamma_i - c_i/B1)}{K_0 \cdot \tan \phi_i} (1 - e^{-K_0 \cdot \tan \phi_i \cdot Hi/B1}) + \sigma_{vi-1} \cdot e^{-K_0 \cdot \tan \phi_i \cdot Hi/B1} \\
 q = \sigma_{vn} &= \frac{B1(\gamma_n - c_n/B1)}{K_0 \cdot \tan \phi_n} (1 - e^{-K_0 \cdot \tan \phi_n \cdot Hn/B1}) + \sigma_{vn-1} \cdot e^{-K_0 \cdot \tan \phi_n \cdot Hn/B1}
 \end{aligned} \right\} \text{式 8.3.5}$$

$$B1 = R_0 \cdot \cot \left[\frac{45^\circ + \phi_n/2}{2} \right]$$

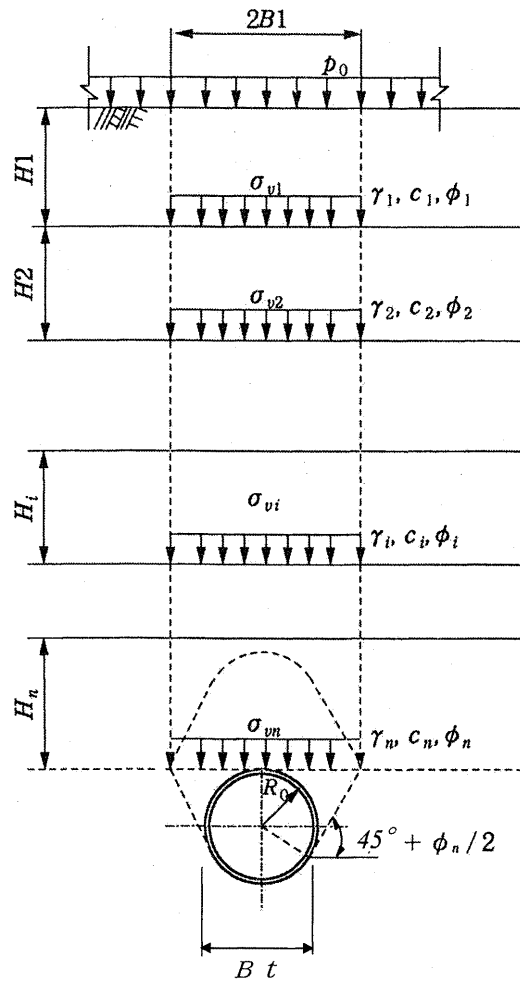


図 8.3.4 多層地盤における緩み土圧

出典：推進指針

緩み土圧の計算式において、内部摩擦角 ϕ が 0 の場合、解が不定となつて適用できない。

$\phi_i = 0$ の場合は、各層の緩み土圧の計算に次式を便宜的に適用する。

i 層における緩み土圧式の一例を示す。

$$\sigma_{vi} = (\gamma_i - c_i/B1)H_i + \sigma_{vi-1} \quad \text{式 8.3.6}$$

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、管頂土圧に釣り合うように支承角 120° の範囲に等分布に地盤反力が発生すると考える。

④ 地下水圧

切羽の安定検討、推進力の計算では地下水圧も考慮するが、管の断面方

向の耐荷力を検討する場合は、地下水圧も加味した土水一体の地盤として、管に作用する土圧を算出する。

(2) 施工時に作用する荷重

1) 仮設荷重

管きょ推進時の仮設備荷重のことであるが、管自重に比べて小さいので考慮しない。

2) 周面抵抗力

推進中に、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。この値は乱さない土の摩擦抵抗角及び付着力よりも一般的に小さくなることに留意する。

また、この抵抗力は、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入抵抗となる。

この場合、切羽水圧は分離して考える。先端抵抗力は、地山の状態と共に掘削機構によっても変化するので留意する。

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えなければならない。

これらの合計が必要推進力の目安となる。

これらの他に、管には滑材及び裏込め注入圧等が作用するが、これらの値は、 $0.1 \sim 0.3 \text{ N/mm}^2$ 程度であり、管の耐荷力検討では考慮しない。

(3) その他の荷重

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が確保できるように、以下の項目を考慮し、推進管並びに継手の検討を行う。

1) 推進路線の地層、土質、地下水位の状態及び地域特性の立地条件

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

3) 内圧荷重

雨水貯留等内圧強さが要求される場合は、内圧管を使用する。管種の検討にあたって、剛性管である鉄筋コンクリート管では、埋設状態で内圧と外圧が同時に作用するので、両者についてそれぞれ検討する必要がある。内圧管には「下水道推進工法用ガラス繊維鉄筋コンクリート管 JSWAS A-8-2009」を参考とする。

8.3.2 推進管の選定

8.3.2.1 推進管

推進管には次のものがある。

- (1) 下水道推進工法用鉄筋コンクリート管(JSWAS A-2-1999)
- (2) 下水道小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管(JSWAS A-6-2000)
- (3) 下水道推進工法用ガラス繊維鉄筋コンクリート管(JSWAS A-8-2009)
- (4) 下水道推進工法用ダクトイル鋳鉄管(JSWAS G-2-2010)
- (5) 下水道推進工法用硬質塩化ビニル管(JSWAS K-6-2009)
- (6) 下水道推進工法用レジンコンクリート管(JSWAS K-12-2001)
- (7) その他の推進管

【解説】

(1) 下水道推進工法用鉄筋コンクリート管(呼び径800～3000)JSWAS A-2

下水道推進工法用鉄筋コンクリート管は、中大口径管推進工法に使用される。

推進管は、表 8.3.4 に示すように形状により標準管と中押管に、外圧強さ(ひび割れ荷重)により 1 種と 2 種に、コンクリートの圧縮強度により 50kN/mm²以上と 70kN/mm²に、また継手性能により JA、JB、JC に区分されている。

表 8.3.4 管の種類

種 類				種類の 記 号	呼び径の範囲		
形 状		外圧強さ	圧縮強度			継手性能※	
標 準 管		1種	50	JA JB JC	X51	800～3000	
			70		X71		
		2種	50		X52		
中押管	S	—	—		JA JB JC	XS	1000～3000
	T	1種	50			XT51	
		2種	50			XT52	
※ 継手性能を以下に示す。							
種 類		耐水圧(MPa)		拔出し長(mm)			
JA		0.1		0～30			
JB		0.2		0～40			
JC		0.2		0～60			

出典：推進指針

標準管は、一般的に使用する管を標準管用とし継手部は埋め込みカラー形となる。

中押管は、S と T を組合せて内部に中押ジャッキ等を取付け、前後にスライドして使用する。

(単位：mm)

呼び径	ジャッキ				当輪の厚さ
	推進力 (kN)	ストローク	外径	長さ	
1000～1200	300	300	135	525	70
1350～2200	500		165	550	82
2400～3000	1,000		225	580	94

※ ジャッキの寸法は、メーカーによって多少異なるので、最大のものを示す。

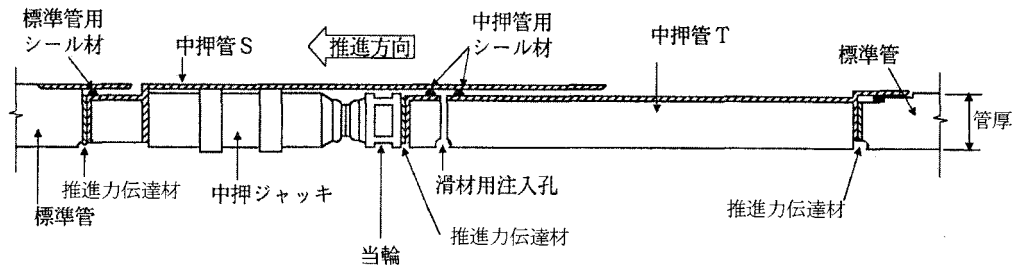


図 8.3.5 中押管及び中押ジャッキの配置例

出典：推進指針

(2) 下水道小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管(呼び径200～700)JSWAS A-6

下水道小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管は、高耐荷力方式の小口径管推進工法で使用される。

推進管は、形状により、標準管と単管 A と単管 B に、外圧強さ(ひび割れ荷重)により 1 種と 2 種に、コンクリート圧縮強度により 50kN/mm² 以上と 70kN/mm² 以上に、継手構造により、SJS、SJA、SJB に大別している。

また、継手構造は、埋め込みカラー形とし材質はステンレス製としている。

表 8.3.5 管の種類

種 類			種類の 記 号	呼び径の範囲	
形 状	外圧強さ	圧縮強度			継手性能※
標 準 管	1種	50	SJS SJA SJB	X51	200～700
		70		X71	
	2種	50		X52	
短 管 A	1種	50		X-A51	
	2種	50		X-A52	
短 管 B	1種	50		X-B51	
	2種	50		X-B52	

※ 継手性能を以下に示す。

種 類	耐水圧(MPa)	抜出し長(mm)
SJS	0.1	0～10
SJA	0.2	0～10
SJB	0.2	0～20

出典：推進指針

(3) 下水道推進工法用ガラス繊維鉄筋コンクリート管(呼び径800～3000)JSWAS A-8

下水道推進工法用ガラス繊維鉄筋コンクリート管は、中大口径管推進工法に使用される。

推進管は、コンクリートをガラス繊維と鉄筋により複合補強されたものである。

規格は、表 8.3.6 に示すように一般的な外圧用として使用される外圧管と、貯留管等に内圧用として使用される内圧管に区別されている。

表 8.3.6 管の種類

種 類						種類の 記 号	呼び径の範囲														
形 状	荷重	外圧強さ	内圧強さ	圧縮強度	継手性能 ^(注1)																
標準管	外圧管	1 種	—	70	GJA GJC	X71	800～3000														
				90		X91															
		2 種		70		X72															
				90		X92															
		3 種		70		X73															
				90		X93															
	内圧管	1 種	2P	70	GJC	2PGJC71															
				90		2PGJC91															
		2 種	4P	70		4PGJC72															
				90		4PGJC92															
		3 種	6P	70		6PGJC73															
				90		6PGJC93															
中押管	S	外圧管	—	—	GJA GJC	XS	1000～3000														
	T					1 種		70	XT71												
								90	XT91												
						2 種		70	XT72												
								90	XT92												
						3 種		70	XT73												
								90	XT93												
						注 継手性能を以下に示す。															
						<table><tr><th>種 類</th><th>耐水圧 (MPa)</th><th>抜出し長 (mm)</th></tr><tr><td>G J A</td><td>0.1</td><td>0～30</td></tr><tr><td>G J C</td><td>0.2</td><td>0～60</td></tr></table>							種 類	耐水圧 (MPa)	抜出し長 (mm)	G J A	0.1	0～30	G J C	0.2	0～60
	種 類					耐水圧 (MPa)		抜出し長 (mm)													
G J A	0.1	0～30																			
G J C	0.2	0～60																			

出典：推進指針

(4) 下水道推進工法用ダクティル鉄管(呼び径250～2600)JSWAS G-2

下水道推進工法用ダクティル鉄管は、圧送管用に使用される。ダクティル鉄管の原管にモルタルライニング又はエポキシ樹脂粉体塗装の内装、推進抵抗を軽減させるためのコンクリート、フランジ及びリブの外装によって構成している。

なお、表 8.3.7 に示すように標準管の接合形式によって、一般管路は T 形、U 形、耐震・軟弱地盤管路は US 形、管路全体を一体化する場合は、UF 形推進管路を使用する。

表 8.3.7 管の種類

種 類	呼び径の範囲
T 形推進管路	250～700
U 形推進管路	800～2600
UF 形推進管路	
US 形推進管路	

(5) 下水道推進工法用硬質塩化ビニル管(呼び径350～450)JSWAS K-6

下水道推進工法用硬質塩化ビニル管は、小口径管推進工法のうち、推進管に周面抵抗力のみが加わる低耐荷力方式の小口径管推進工法に使用される。

表 8.3.8 管の種類

種 類	略号	呼び径範囲	接合方式	参考（管厚区分）
SUSカラー付直管	SUSR	150～450	シール材	VP又はVM
スパイラル継手付直管	SSPS		接 着	VP又はVM
備考1. SUSカラー付直管の接合は、シール材及びカラー内面に滑剤を塗布して、挿入接合する。				
2. スパイラル継手付直管の接合は、継手部に専用接合剤を塗布して、ねじ込み接合する。				

出典：JSWAS K-6

(6) 下水道推進工法用レジンコンクリート管(呼び径200～1500)JSWAS K-12

下水道推進工法用レジンコンクリート管は、骨材(細・粗骨材)、合成樹脂(繊維強化プラスチック用液状不飽和ポリエステル樹脂)充てん材(コンクリートフライアッシュ及び炭酸カルシウム)を主材とし、鉄筋により複合補強したものである。

管種は、管厚の違いによる RS 形(呼び径 200～700)と RT 形(呼び径 250～1650)の 2 種類がある。

(7) その他の推進管

その他の推進管としては、鋼管及び強化プラスチック複合管の材質によるものが存在する。

8.3.2.2 推進管の選定

推進管の選定には、次の事項を考慮しなければならない。

- (1) 外圧
- (2) 推進力
- (3) 内水圧
- (4) 特殊施工条件等

【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、有効長等が異なる。

したがって、管の選定にあたっては、必要呼び径、外圧、推進力、内水圧、流入水質等の確認、施工方法、立坑形状寸法、道路条件や埋設位置で決まる管種別、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する必要がある。

また、耐震対策が必要な場合には、必要に応じて可とう性伸縮継手等の採用を検討する。

(1) 外圧

地中に埋設された管きょには、土圧、地下水圧及び上載荷重等の外圧が負荷されるのでこれらに耐えられる推進管を選定する。立坑の空伏せ部では、推進部よりも大きな土圧が作用するので注意が必要である。

(2) 推進力

一般的に推進で発生する全ての推進力を管材が直接負担して施工する。したがって、推進延長、土質条件のほか、支圧壁や元押しジャッキ等の推進設備能力等も勘案して推進力に耐えられる推進管を選定する。

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を伝達させる機構になっている。

(3) 内水圧

雨水貯留管、伏越し及び圧送管等において管きょ内に内水圧が生じる場合には、内水圧に対応できる推進管及び継手を選定する。

(4) 特殊施工条件等

ますます、厳しさが増す施工環境条件を反映し、推進機の改良や計測技術の開発、滑材に関する技術開発等が相まって1スパンの推進延長は長くなる傾向にある。

このような場合には、これらの条件に適合する推進管を検討して選定する。

また、次のような特殊な条件の中で施工が要求される場合には、標準的な推進管以外の管及び施工方法も検討する。

- ① 小型立坑等の狭いスペースで推進する場合は、短管の採用も検討する。
- ② 長距離施工が要求されるときは、滑材注入方法等も検討して管種を選定する。
- ③ 曲線線形を施工する場合は、施工性や止水性の確保のために、短管の採用や継手形状等を検討する。
- ④ 軟弱地盤の推進では、重量の小さい管種を採用して不等沈下を防止する。
- ⑤ 河川や鉄道の横断施工、地中に支障物の出現が予想される場合には、鋼管さや管等二重管を検討する。
- ⑥ 取付管推進工法を採用する場合には、本管接続方法等を考慮して管種を選定する。

8.3.3 鉛直方向の管の耐荷力

推進管の鉛直方向の耐荷力は、外圧強さより求まる抵抗モーメントと鉛直等分布荷重によって生じる曲げモーメントとの比較によって求められ、安全率 F は 1.2 以上としなければならない。

ここでいう推進管は、鉄筋コンクリート、レジンコンクリート及びガラス繊維コンクリート等の円形管をいう。

【解説】

(1) 外圧強さより求まる管の抵抗モーメント

外圧強さより求まる管の抵抗モーメントは次式のとおりである。

$$Mr = 0.318 \cdot P \cdot r + 0.239 \cdot W \cdot r \quad \text{式 8.3.7}$$

ここに、

Mr : 外圧強さより求まる管の抵抗モーメント ($\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}$)

P : 外圧強さ (kN/m) (外圧強さのひび割れ荷重による。)

W : 管の単位重量 (kN/m)

r : 管厚中心半径 (m)

(2) 鉛直方向の管の耐荷力

鉛直方向の管の耐荷力は、次式のとおりである。

$$qr = \frac{1}{0.275 \times r^2} \times Mr \quad \text{式 8.3.8}$$

ここに、

qr : 鉛直方向の管の耐荷力 (kN/m^2)

Mr : 外圧強さにより求まる管の抵抗モーメント ($\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}$)

r : 管厚中心半径 (m)

※ ($\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}$) は、奥行 1m 当たりのモーメントを示すものである。

(3) 鉛直等分布荷重により管に生じる曲げモーメント

鉛直等分布荷重によって管の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。

$$M = 0.275 \cdot q \cdot r^2 \quad \text{式 8.3.9}$$

ここに、

M : 鉛直等分布荷重により管に生じる曲げモーメント ($\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}$)

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生じるひび割れの安全率(f)は、次式で求められる。安全率は、2点支持荷重(外圧試験荷重)において、0.05mmのひび割れ幅が生じたときと規定している。

$$f = \frac{Mr}{M} = \frac{qr}{q} \geq 1.2 \quad \text{式 8.3.10}$$

ここに、

f : 安全率

Mr : 管の抵抗モーメント(kN・m/m)

M : 管に生じる最大曲げモーメント(kN・m/m)

qr : 鉛直方向の管の耐荷力(kN/m²)

q : 等分布荷重(kN/m²)

8.3.4 低耐荷力管きよの鉛直方向の耐荷力

低耐荷力管きよの鉛直方向の管強度計算は、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、たわみ率を求め、そのいずれもが許容値を満足しなければならない。許容曲げ応力度及び許容たわみ率は JSWAS K-6 に規定されている。

【解説】

(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(kN・m/m) は、120度の自由支承を考慮して次式により求める。

$$M = 0.275 \cdot q \cdot r^2 \quad \text{式 8.3.11}$$

$$\sigma = \frac{M}{Z} \quad \text{式 8.3.12}$$

ここに、

q : 管にかかる等分布荷重(kN/m²)

r : 管厚中心半径(D-t)/2(m)

σ : 管に発生する曲げ応力度(kN/m²)

Z : 管長の単位長当たりの断面係数 = t²/6(kN/m³)

M : 鉛直等分布荷重により直管に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、より安全を見て、「下水道硬質塩化ビニル管道路埋設指針」の中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

土かぶ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。

$$\delta = 0.179 \times \frac{q \cdot r^4}{E \cdot I} \quad \text{式 8.3.13}$$

$$V = \frac{\delta}{2 \cdot r} \times 100 \quad \text{式 8.3.14}$$

ここに、

δ : たわみ量(m)

E : 低耐荷力管きよの弾性係数(kN/m²)

I : 管長の単位長当たりの断面 2 次モーメント = $t^3/12$ (m⁴/m)

V : たわみ率(%)

q : 管にかかる等分布荷重(kN/m²)

r : 管厚中心半径(m)

※ たわみ率は、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

許容値は、表 8.3.9 のとおりである。

表 8.3.9 低耐荷力推進管の許容値

種 類	許容曲げ応力 σ_a (N/mm ²)	許容たわみ率 V_a (%)
SUS カラー付直管 スパイラル継手付直管	17.7	3

※1 許容曲げ応力

許容曲げ応力は、硬質塩化ビニル管の曲げ強さ 88.2N/mm²に対して安全率を 5 とした値である。

※2 許容たわみ率

許容たわみ率については、基礎実験における負圧試験の結果を考慮して定めた。

出典：推進指針

8.4 推進管の推進方向の設計

8.4.1 推進方向の管の耐荷力

推進管の推進方向の検討では、許容圧縮応力度より求まる管の耐荷力が推進装置による推力を上回るようにしなければならない。

ここでいう推進管とは、鉄筋コンクリート、レジンコンクリート及びガラス繊維コンクリート等の円形管を示すが、管材によって許容圧縮強度が異なるため留意が必要である。

【解説】

(1) コンクリートの許容圧縮応力度

$$\sigma_{ca} = \frac{\sigma_c}{f} \quad \text{式 8.4.1}$$

ここに、

σ_{ca} : コンクリートの許容圧縮応力度(N/mm²)

σ_c : コンクリートの圧縮強度(N/mm²)

f : 安全率(=2)

安全率 2 は、 σ_c の設計基準強度の安全率 1/3 に施工時割り増し係数 1.5 を乗じた値である。

(2) コンクリートの圧縮応力と圧縮ひずみの関係

$$\sigma = (3.72 \times 10^5 \varepsilon + 0.611 \times 10^8 \varepsilon^2 - 6.322 \times 10^{10} \varepsilon^3) \times 9.80665 \times 10^{-2}$$

式 8.4.2

※レジンコンクリートの場合

$$\sigma = (3.17 \times 10^5 \varepsilon + 19.4) \times 9.80665 \times 10^{-2}$$

ここに、

σ : コンクリートの圧縮応力度(N/mm²)

ε : コンクリートの圧縮ひずみ

(3) 管体に生じる応力

$$\varepsilon_{\max} = 1.872 \times \varepsilon_{\text{mean}} + 19.1 \times 10^{-6} \quad \text{式 8.4.3}$$

※レジンコンクリートの場合

$$\varepsilon_{\max} = 1.327 \times \varepsilon_{\text{mean}} + 104.2 \times 10^{-6}$$

ここに、

$\varepsilon_{\max}$: 管の断面に生じる最大ひずみ

$\varepsilon_{\text{mean}}$: 管の断面に生じるひずみの平均値

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、実験値から式 8.4.3 で表される。また、式 8.4.3 は、推進力により推進管に生じる最大ひず

みと平均ひずみには一定の比率(ひずみ比：1.872)を示している。

(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 及び 70N/mm^2 を原則としている。

このとき、式に許容圧縮応力度 $\sigma_{ca}=25\text{N/mm}^2$ を代入してひずみを求める。さらにこのひずみを式に代入してひずみの平均値を求め、応力に換算すると許容平均圧縮応力度 13N/mm^2 が得られる。

同様にして σ_c が 70N/mm^2 のとき σ_{ma} は 17.5N/mm^2 が求められる。

$$\sigma_c = 50\text{N/mm}^2 \text{ の場合、 } \sigma_{ma} = 13.0\text{N/mm}^2$$

$$\sigma_c = 70\text{N/mm}^2 \text{ の場合、 } \sigma_{ma} = 17.5\text{N/mm}^2$$

※1 レジンコンクリート管

$$\text{RS 形の場合 } \sigma_{ma} = 25\text{N/mm}^2$$

$$\text{RM 形、RT 形の場合 } \sigma_{ma} = 30\text{N/mm}^2$$

※2 ガラス繊維コンクリート管

$$\sigma_c = 70\text{N/mm}^2 \text{ の場合、 } \sigma_{ma} = 17.5\text{N/mm}^2$$

$$\sigma_c = 90\text{N/mm}^2 \text{ の場合、 } \sigma_{ma} = 22.5\text{N/mm}^2$$

※3 陶 管

$$\sigma_c = 90\text{N/mm}^2 \text{ の場合、 } \sigma_{ma} = 23.5\text{N/mm}^2$$

(5) 管の有効断面積

設計に用いる管の有効断面積 A_e は、ゴム輪用溝部における管(管厚 = $D_1 - D$)の断面積とする。

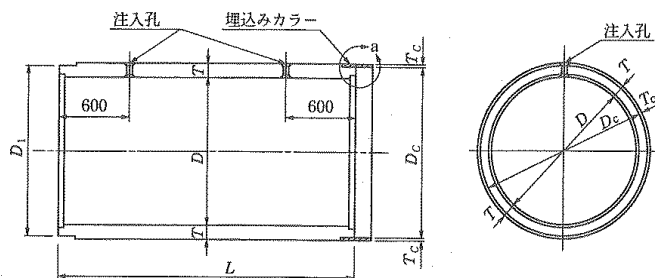


図 8.4.1 標準管の形状

出典：JSWAS A-2

(6) 管の許容耐荷力

管の許容耐荷力は、次式により求める。参考として表 8.4.1～表 8.4.3 に各管種の耐荷力を示す。

$$F_a = 1,000 \cdot \sigma_{ma} \cdot A_e$$

式 8.4.4

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) 下水道推進工法用鉄筋コンクリート管 JSWAS A-2

表 8.4.1 管の耐荷力

呼 び 径	内 径 D (mm)	D_1-3 (mm)	A_e (m^2)	W (kN/m)	Fa (kN)	
					$\sigma_c=$ 50N/ mm^2	$\sigma_c=$ 70N/ mm^2
800	800	930	0.17664	5.31	2,296	3,091
900	900	1,050	0.22973	6.72	2,986	4,020
1000	1,000	1,170	0.28973	8.29	3,767	5,070
1100	1,100	1,280	0.33646	9.54	4,374	5,888
1200	1,200	1,400	0.40841	11.40	5,309	7,147
1350	1,350	1,560	0.47996	13.90	6,239	8,399
1500	1,500	1,740	0.61073	17.31	7,939	10,688
1650	1,650	1,910	0.72696	20.36	9,451	12,722
1800	1,800	2,080	0.85326	23.64	11,092	14,932
2000	2,000	2,310	1.04937	28.70	13,642	18,364
2200	2,200	2,540	1.26575	34.24	16,455	22,151
2400	2,400	2,760	1.45896	40.26	18,966	25,532
2600	2,600	2,990	1.71225	46.78	22,259	29,964
2800	2,800	3,220	1.98580	53.78	25,815	34,752
3000	3,000	3,450	2.27962	61.26	29,635	39,893

※ 表中、 A_e は $\{(D_1-3)^2-D^2\} \pi/4$ で求めた有効断面積、 W は中央断面で求めた重量で $W=\pi (D+T) \cdot T \times 24.0$ で計算した。 Fa の計算に用いた許容平均圧縮応力度 σ_{ma} は、 $\sigma_c=50\text{N}/\text{mm}^2$ については $13.0\text{N}/\text{mm}^2$ 、 $\sigma_c=70\text{N}/\text{mm}^2$ については $17.5\text{N}/\text{mm}^2$ とした。

出典：推進指針

2) 下水道小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管 JSWAS A-6

表 8.4.2 管の耐荷力

呼 び 径	内 径 D (mm)	D_1-2S (mm)	A_e (m^2)	W (kN/m)	Fa (kN)	
					$\sigma_c=$ 50N/ mm^2	$\sigma_c=$ 70N/ mm^2
200	200	295	0.03693	1.15	480	646
250	250	337	0.04011	1.26	521	702
300	300	391	0.04939	1.53	642	864
350	350	447	0.06072	1.85	789	1,063
400	400	503	0.07305	2.20	950	1,278
450	450	561	0.08814	2.61	1,146	1,542
500	500	617	0.10264	3.01	1,334	1,796
600	600	731	0.13694	4.10	1,780	2,396
700	700	851	0.18394	5.36	2,391	3,219

※ 表中、 A_e は $\{(D_1-2S)^2-D^2\} \pi/4$ で求めた有効断面積、 W は中央断面で求めた重量で $W=\pi (D+T) \cdot T \times 24.0$ で計算した。 Fa の計算に用いた許容平均圧縮応力度 σ_{ma} は、 $\sigma_c=50\text{N}/\text{mm}^2$ については $13.0\text{N}/\text{mm}^2$ 、 $\sigma_c=70\text{N}/\text{mm}^2$ については $17.5\text{N}/\text{mm}^2$ とした。

出典：推進指針

3) 下水道推進工法用ガラス繊維鉄筋コンクリート管 JSWAS A-8

表 8.4.3 管の耐荷力

呼び径	内径 D (mm)	D_1-3 (mm)	A_e (mm ²)	W (kN/m)	F_a (kN)	
					$\sigma_c=70\text{N/mm}^2$	$\sigma_c=90\text{N/mm}^2$
800	800	930	0.17664	5.31	3,091	3,974
900	900	1,050	0.22973	6.72	4,020	5,169
1000	1,000	1,170	0.28973	8.29	5,070	6,519
1100	1,100	1,280	0.33646	9.54	5,888	7,570
1200	1,200	1,400	0.40841	11.40	7,147	9,189
1350	1,350	1,560	0.47996	13.90	8,399	10,799
1500	1,500	1,740	0.61073	17.31	10,688	13,741
1650	1,650	1,910	0.72696	20.36	12,722	16,357
1800	1,800	2,080	0.85326	23.64	14,932	19,198
2000	2,000	2,310	1.04937	28.70	18,364	23,611
2200	2,200	2,540	1.26575	34.24	22,151	28,479
2400	2,400	2,760	1.45896	40.26	25,532	32,827
2600	2,600	2,990	1.71225	46.78	29,964	38,526
2800	2,800	3,220	1.98580	53.78	34,752	44,681
3000	3,000	3,450	2.27962	61.26	39,893	51,291

注 表 ※ A_e は $\{(D_1-3)^2-D^2\} \pi/4$ で求めた有効断面積, W は中央断面で求めた重量で $W=\pi (D+T) \cdot T \times 24.0$ で計算した。 F_a の計算に用いた許容平均圧縮応力度 σ_{ma} は, $\sigma_c=70\text{N/mm}^2$ については 17.5N/mm^2 , $\sigma_c=90\text{N/mm}^2$ については 22.5N/mm^2 とした。

出典：推進指針

8.4.2 低耐力管きよの推進方向の耐力

低耐力管きよの推進方向の検討では、直管の許容圧縮強さから求まる許容軸方向耐力が、推進装置による推力より大きくなければならない。

【解説】

(1) 管の許容耐力

管の許容耐力は、次式で求められる。

$$F_a = \sigma_b \cdot A_e$$

式 8.4.5

ここに、

F_a : 直管の許容推進耐力(kN)

σ_b : 直管の許容圧縮強さ(圧縮強さは 64.7N/mm^2 であるが形状因子及び施工上の安全を考慮し、 32.35N/mm^2 とする)

A_e : 直管の有効断面積(mm²)

(2) 直管の有効断面積及び直管の許容推進耐力

表 8.4.4 直管の有効断面積

(単位：mm²)

呼び径	SUS カラー付直管・
-----	-------------

	スパイラル継手付直管
150	0.00193
200	0.00345
250	0.00631
300	0.00996
350	0.01075
400	0.01472
450	0.01944

出典：推進指針

表 8.4.5 直管の許容推進耐荷力

(単位：kN)

呼び径	SUS カラー付直管・ スパイラル継手付直管
150	62.4
200	111.6
250	204.1
300	322.2
350	347.7
400	476.1
450	628.8

出典：推進指針

(3) 安全性の照査

照査は、総推進力 F_1 が推進装置の能力 F_m を超えないことを確認するほか、管の許容管軸方向耐荷力 F_a が許容値を満足することを確認する。

低耐荷力方式は、推進管に周面抵抗のみを負担させる方式のため、一般に $F_{01}=0$ として管の耐荷力との関係を確認することになる。

$$F_1 \leq F_m \quad \text{かつ} \quad F_1 - F_{01} \leq F_a$$

式 8.4.6

ここに、

F_1 : 総推進力(kN)

F_m : 推進装置の能力(kN)

F_a : 管の許容管軸方向耐荷力(kN)

F_{01} : 先導体の先端抵抗(kN)

8.4.3 推進力

推進に必要な推進力は、先導体先端部の地山への貫入あるいは掘削による抵抗と、外周面が地山と接触する際の摩擦や付着力、管の自重による管と土との摩擦の和に見合う力で、進諸抵抗の総和とする。

【解説】

通常、推進抵抗は、次の要素からなる。

- ① 推進に伴う先端抵抗
- ② 管の外周及び掘進機又は先導体外周と土との摩擦抵抗又はせん断抵抗
- ③ 管の自重による管と土との摩擦抵抗
- ④ 管と土との付着力

また、推進工法に適用する推力計算式には、次表に示すものがある。

表 8.4.6 推進力算定式別適用工法

計算式	適用工法	備考(略称)
基本式	下水道協会式の原形	
下水道協会式	刃口推進工法	協会式
泥水・土圧式算定式	中大口径管の泥水式・土圧式推進工法	泥水土圧式
泥濃式算定式	中大口径管の泥濃式推進工法	泥濃式
高耐荷力泥水・泥土圧方式算定式	高耐荷力方式小口径管の密閉型推進工法	高耐荷力式
低耐荷力方式算定式	低耐荷力方式小口径管推進工法	低耐荷力式

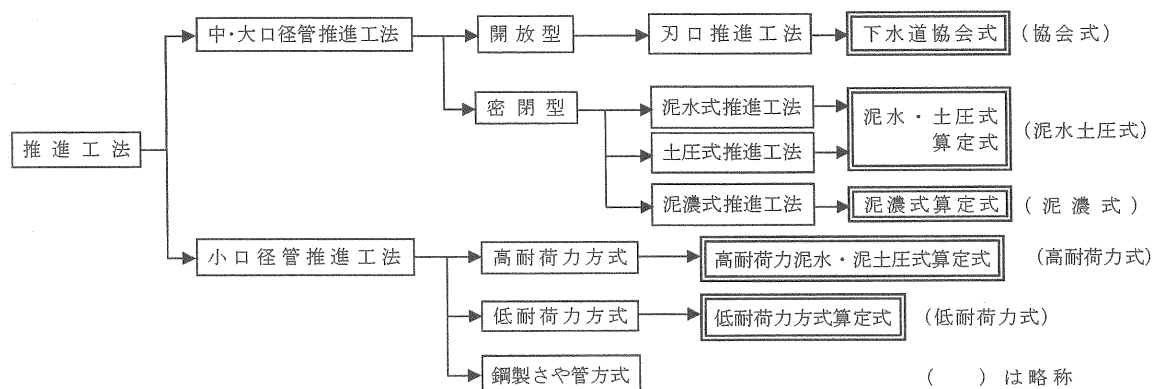


図 8.4.2 算定式の区分

出典：推進指針

なお、曲線施工の場合の推進抵抗については、「下水道推進工法の指針と解説」：曲線推進の設計を参照のこと。

高耐荷力式は、管の耐荷力と推進力の関係を算定式により確定し、主として長距離施工で行える泥水方式、泥土圧方式において管種(50N/mm²、70N/mm²)の使い分けを示すものである。

施工可能延長については、各工法により異なるために目安として、(公社)日本推進技術協会資料等も参考として決定する。

(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、次式に示す推進諸抵抗の総和で表される。

$$F = F_0 + \{(\pi \cdot B_c \cdot q + W) \mu' + \pi \cdot B_c \cdot C'\} L \quad \text{式 8.4.7}$$

ここに、

- F : 総推進力(kN)
- F₀ : 先端抵抗(kN)
- B_c : 管外径(m)
- q : 管にかかる等分布荷重(kN/m²)
- 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/m²)
- L : 推進延長(m)

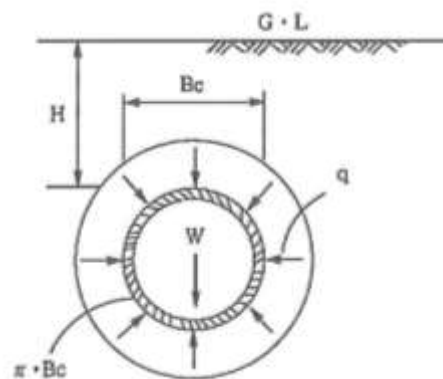


図 8.4.3 推進諸抵抗

出典：推進指針

総推進力(F)は、管の周囲(π · 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(π · 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る N 値で表した次式を用いる。

$$F_0 = 10.0 \times 1.32 \pi \cdot B_c \cdot N \text{ (kN)} \quad \text{式 8.4.8}$$

ここに、

F_0 : 先端抵抗力(kN)

B_e : 管外径(m)

N : 標準貫入試験から求めた N 値

2) 等分布荷重

管にかかる等分布荷重は、8.3.1 管に作用する外圧荷重 (1)常時作用する荷重 2)を参照のこと。

3) 管と土との摩擦係数

管と土との摩擦係数は、次式で表される。

$$\mu' = \tan \delta = \tan(\phi / 2) \quad \text{式 8.4.9}$$

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)

4) 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 $10.0(\text{kN/m}^2)$ 程度と考えて良い。

5) 一般的な土質

一般的な土質の特性値を以下に参考として示す。

表 8.4.7 一般的な土質とその特性値

特性値 土質	ϕ (度)	N	C' (kN/m^2)	$K \cdot \mu$	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

※ 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($=\tan \phi$)、 μ' は管と土との摩擦係数($=\tan \phi / 2$)を示す。

出典：推進指針

(2) 下水道協会式

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。

$$F = F_0 + \alpha \cdot \pi \cdot B_c \cdot t_a \cdot L + W \cdot \mu' \cdot L \quad \text{式 8.4.10}$$

$$t_a = \sigma \cdot \mu' + C'$$

$$\sigma = \beta \cdot q$$

$$\mu' = \tan \delta$$

$$F_0 = 10.0 \times 1.32 \cdot \pi \cdot B_s \cdot N' \text{ (kN)}$$

ここに、

F : 総推進力(kN)

F₀ : 先端抵抗力(kN)

B_s : 刃口外径(m)

B_c : 管外径(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/m²)

q : 管にかかる等分布荷重(kN/m²)

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/m²)

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 δ = φ / 2 と仮定する)

C' : 管と土との付着力(kN/m²)

N' : 切羽芯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) 泥水・土圧式算定式

本式は、中大口径管の泥水・土圧式推進工法に適用する。((公財)日本下水道新技術推進機構と(公社)日本推進技術協会の共同研究により提案されたも

のである。)

$$F = F_0 + f_0 \cdot L$$

式 8.4.11

$$F_0 = (P_w + P_e) \cdot \pi \cdot \left[\frac{B_s}{2} \right]^2$$

$$f_0 = \beta \{ (\pi \cdot B_c \cdot q + W) \mu' + \pi \cdot B_c \cdot C' \}$$

ここに、

F : 総推進力(kN)

F₀ : 先端抵抗力(kN)

f₀ : 周面抵抗力(kN/m)

L : 推進延長(m)

P_w : チャンバ内圧力(kN/m²)

泥水式 P_w=地下水圧+20.0(kN/m²)

土圧式 (砂質土の場合)

P_w=主働土圧+地下水圧+P(P=20~50kN/m²)

(粘性土の場合)

P_w=静止土圧を用いる。

P_e : 切削抵抗(kN/m²)

N 値より、次のとおりとする。

P_e=N 値×10.0(kN/m²)

ただし、N<15 の場合は P_e=150(kN/m²) とする。
N>50 の場合は P_e=500(kN/m²) とする。

B_s : 掘削機外径(m)

B_c : 管外径(m)

q : 管にかかる等分布荷重(kN/m²)

W : 管の単位重量(kN/m)

μ' : 管と土との摩擦係数

μ' = tan(φ/2)

φ : 内部摩擦角

C' : 管と土との付着力(kN/m²)

粘性土(N<10) : C'=8

固結土(N≥10) : C'=5

β : 推進力低減係数

表 8.4.8 土質別の β 標準値(参考)

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

※ 1. β 値は標準値を基本とし、施工条件により ± 0.05 の範囲で採用する。

2. 本表で定義する土質のうち、砂礫土は礫径 20mm 以上で、最大礫径は

掘進機外径の 20% 未満かつ 400mm 以下とする。

出典：推進指針

(4) 高耐荷力泥水・泥土圧方式算定式

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。

$$F = F_0 + F_1 \quad \text{式 8.4.12}$$

$$F_0 = \alpha \cdot \pi (B_s / 2)^2$$

$$F_1 = f_0 \cdot S \cdot L$$

ここに、

F : 総推進力(kN)

F_0 : 先端抵抗力(kN)

α : 先端抵抗力係数(kN/m²)

f_0 : 周面抵抗力係数(kN/m²)

S : 管外周長(m)

B_s : 先導体外径(m)(通常 $B_s = B_c$ としてよい)

B_c : 管外径(m)

L : 推進延長(m)

表 8.4.9 土質別 α 、 f_0 値(参考)

(単位 :

kN/m²)

土質	普 通 土	砂 礫 土	硬 質 土
先端抵抗			
先端抵抗力係数 α (kN/m ²)	1,200	1,750	1,500
周面抵抗力係数 f_0 (kN/m ²)	3.0	4.5	2.5

出典：推進指針

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) 低耐荷力方式算定式

本式は、低耐荷力方式小口径管推進工法に適用する。

式 8.4.13 は圧入方式、オーガ方式、泥水方式、泥土圧方式に適用する。

式 8.4.14 は圧入方式のみに適用する。

本式は式 8.4.13 より求めた管体推進時の総推進力(F1)又は式 8.4.14 より求めた誘導管の最大圧入抵抗(F2)と、推進装置の能力との比較を行う。

$$F1 = F_{01} + F_1 \quad \text{式 8.4.13}$$

$$F_{01} = \alpha \cdot \pi \cdot (B_s / 2)^2$$

$$F_1 = f_{01} \cdot S_1 \cdot L$$

ここに、

F1 : 管体推進時の総推進力(kN)

F₀₁ : 先導体の先端抵抗(kN)

α : 先導体の先端抵抗係数(kN/m²)

f₀₁ : 管材の周面抵抗係数(kN/m²)

S₁ : 管外周長(m)

B_s : 先導体外径(m) (通常 B_s=B_c としてよい)

B_c : 管外径(m)

L : 推進延長(m)

表 8.4.10 管体推進時の先端抵抗係数 α 及び周面抵抗係数 f₀₁ (参考)

先端抵抗	土 質	粘 性 土	砂 質 土
先導体の先端抵抗係数 α (kN/m ²)		1,000	1,000
管体の周面抵抗係数 f ₀ (kN/m ²)		2.0	2.5

出典：推進指針

$$F2 = F_{02} + F_2 \quad \text{式 8.4.14}$$

$$F_{02} = \beta \cdot N \cdot \pi \cdot (b_c / 2)^2$$

$$F_2 = f_{02} \cdot S_2 \cdot L$$

ここに、

F2 : 誘導管の最大圧入抵抗(kN)

F₀₂ : 誘導管の先端抵抗(kN)

β : 誘導管の先端抵抗係数(kN/m²)

f₀₂ : 誘導管の周面抵抗係数(kN/m²)

N : N 値

S_2 : 誘導管外周長(m)

b_c : 誘導管先導体直径(m)

L : 推進延長(m)

表 8.4.11 誘導管圧入時の先端抵抗係数 β 及び周面抵抗係数 f_{02} (参考)

先端抵抗 / 土 質	粘 性 土	砂 質 土
誘導管の先端抵抗係数 β (kN/m ²)	800	900
誘導管の周面抵抗係数 f_{02} (kN/m ²)	3.0	6.0

出典：推進指針

管体及び誘導管の周面抵抗係数(kN/m²)は、管材料、土質によって異なるが、一般的には表 8.4.10 及び表 8.4.11 に示すとおりである。

(6) 泥濃式算定式

本式は、泥濃式推進工法に適用する。

((公社)日本推進技術協会により提案されたものである。)

$$F = F_0 + f_0 \cdot S \cdot L \quad \text{式 8.4.15}$$

$$F_0 = (P_e + P_w) \cdot \pi \cdot (B_s/2)^2$$

$$f_0 = 2 + 3 \cdot (G/100)^2 + 27 \cdot (G/100) \cdot M^2$$

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)

P_e : 切羽単位面積あたり推力(kN/m²)

$$P_e = 4.0 \times N \text{ 値}$$

P_w : チャンバ内泥水圧力(kN/m²)

$$P_w = (\text{地下水圧} + 20.0) \text{ kN/m}^2$$

B_s : 掘削機外径(m)

f_0 : 周面抵抗力(kN/m)

G : 礫率(%)

M : 最大礫長径/管外径

なお、曲線推進においては、一般の推進工法と同様に、直線推進における推進抵抗の他に、管後方からの曲線外側方向への分力による管外周面と土との摩擦抵抗力が負荷されるので、その分推進力は増加する。

8.4.4 許容推進延長

許容推進延長は、管の推進方向耐荷力、推進設備の推力及び推進反力のいずれもが、許容値を満足するものであり、式 8.4.16 より求めるものとする。

【解説】

$$L_a = (F_r - F_o) / f_o \quad \text{式 8.4.16}$$

ここに、

- L_a : 許容推進延長
- F_r : F_a と F_m 及び R (推進反力)を比較し小さい値(kN)
- F_m : 元押しジャッキ推力(kN)
- F_a : 推進管許容耐荷力(kN)
- R : 推進反力(kN)
- F_o : 先端抵抗力(kN)
- f_o : 周面抵抗力(kN/m)

(1) 推進方向の推進管許容耐荷力(F_a)

$$F_a = 1,000 \cdot \sigma_{ma} \cdot A_e \quad \text{式 8.4.17}$$

ここに、

- σ_{ma} : コンクリートの許容平均圧縮応力度(N/mm²)
- A_e : 管の有効断面積(m²)

(2) 元押し工法の推進設備

推進設備の標準配置台数を参考にする。

(3) 推進反力

$$R = \alpha \cdot B \left(\gamma \cdot H_o^2 \cdot K_p / 2 + 2C \cdot H_o \sqrt{K_p} + \gamma \cdot h \cdot H_o \cdot K_p \right)$$

式 8.4.18

ここに、

- R : 推進反力(地山の耐力)(kN)
- B : 支圧壁幅(m)
- γ : 土の単位体積重量(kN/m³)
- K_p : 受働土圧係数 $[\tan^2(45^\circ + \phi/2)]$
- ϕ : 土の内部摩擦角(度)
- C : 土の粘着力(kN/m²)
- α : 係数(= 1.5～2.5)
- H_o : 支圧壁の高さ(m)

h : 地表よりの深さ(m)

(4) 推進延長 L との比較

$L_a \geq L$ の場合は、元押しジャッキ設備のみで推進可能である。

$L_a < L$ の場合は、中押工法又はスパンの分割を検討する。

8.4.5 推進力の軽減

推進力を軽減するには、推進抵抗力を低減させる方法を検討する必要がある。軽減方法については、次の方法がある。

(1) 推進力の分割

(2) 管外周面への滑材注入

【解説】

(1) 推進力の分割

推進距離により元押設備能力で、支圧壁の耐力を上回る推進力が必要となる場合は、管体間に中押設備を設けることにより能力不足を補う方法である。

中押工法は、理論上推進距離は無限となるが、施工性、安全性等で限界がある。

(2) 管外周面への滑材注入

推進抵抗は、管外周面の土との摩擦力、付着力によって生じる。抵抗を減少させるには滑材を注入するのが効果的である。

滑材の注入は、推進中の推進管と地山との摩擦抵抗を減じるとともに、あわせて地山のゆるみを防ぎ、かつ、止水を目的とするものである。ただし、滑材注入による低減効果は定性的にはあるが、定量的には明確になっていない。

滑材注入は、推進管の注入孔より行う方法と、注入装置を先導体又は掘進機の後部に設置して管周囲に注入する方法があり、各方法を併用する場合もある。

8.4.6 推進力の分割

長距離推進において、総推進力が推進設備の推力及び推進管、支圧壁の耐力を上回る場合は、元押推進力、中押推進力に分割し推進設備、推進管及び支圧壁にかかる負担を軽減する。

ただし、中押推進の適用管径は、呼び径 1,000～3,000mm とする。中押推進力は、推進方向の耐力、中押ジャッキ設備の推力を比較して、小さい値を中押許容最大推力とする。

【解説】

推進方向の推進管の耐力、中押ジャッキ設備の推進力を比較して小さい値を中押許容最大推進力とする。

(1) 推進方向の耐力

中押部の推進方向耐力(F_a)は元押工法と同様である。

(2) 中押工法の推進設備

推進設備の標準配置台数を参考にする。

(3) 中押を用いた場合の元押許容推進延長(L_m)

$$L_m = F_r / f_o$$

式 8.4.19

ここに、

F_r : F_m と F_a 及び R を比較し小さい値(kN)

F_m : 元押ジャッキ推力(kN)

R : 支圧壁反力(kN)

f_o : 周面抵抗力(kN/m)

(4) 先頭中押(第1段)の許容推進延長(L_{an1})

$$L_{an1} = (F_{na} - F_o) / f_o$$

式 8.4.20

ここに、

F_{na} : 中押ジャッキ推力と、管の耐荷力を比較し、小さい方の値(kN)

F_o : 先端抵抗力(kN)

(5) 中間中押(第2段以降)の許容推進延長(L_{an2})

$$L_{an2} = F_{na} / f_o$$

式 8.4.21

(6) 中押段数(M)

$$M = \{ (L - (L_m + L_{an1})) / L_{an2} \} + 1$$

式 8.4.22

8.5 空伏せの設計

空伏せは、立坑部のマンホールと土留壁の間の部分を示すが、管種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。

【解説】

- ① 基礎工、埋戻し工及び土留工引き抜きにあたっては、管きよ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。
- ② 管種は、管の継手を考慮して推進管と同一のものを採用する。
- ③ 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。
- ④ 管きよとマンホール等の構造物との接続部は、地震時におのおの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、接続部に可とう性を持たせるために次に示す措置が必要となるので、管きよの深さ及び地盤条件、構造条件等を十分考慮して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
- ⑤ 基礎工の不備による不等沈下、埋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、管きよ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。

8.6 立坑の底盤

立坑の底盤部には基礎工を計上するものとして、基礎コンクリートは $t=15\text{cm}$、 碎石基礎は $t=20\text{cm}$ とする。
--

【解説】

底盤部が硬質地盤、又は高圧噴射攪拌工法により底盤改良工を実施する場合は、基礎コンクリートのみ計上する。

立坑での作業が簡易で地下水の影響がない場合、基礎は計上しない。

第 9 章 シールド工

第9章 シールド工

9.1 シールド工の概要

シールド工法とは、切羽の安定を図りながらシールドを掘進させ、覆工を組み立てて地山を保持し、トンネルを構築する工法である。

切羽の安定方法により、密閉型及び開放型に大別される。

【解説】

シールド工法の分類を以下の図 9.1.1 に示す。

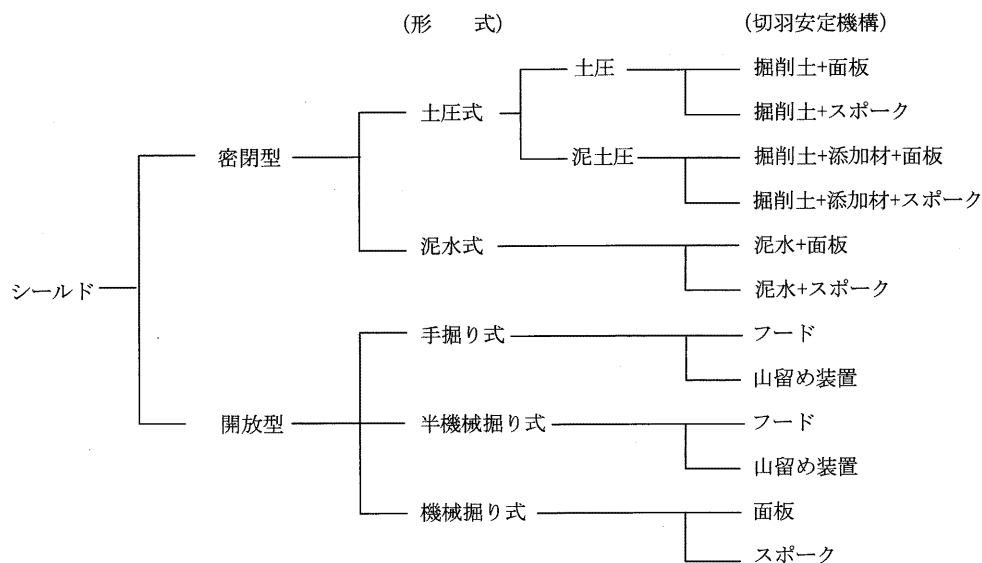


図 9.1.1 推進工法の分類

出典：トンネル示方書・シールド

(1) 密閉型シールド

隔壁を有し、切羽と隔壁間のチャンバ内を、土砂あるいは泥水で満たし、その土砂あるいは泥水に十分な圧力を保持させ、切羽の安定を図る構造の機械掘り式シールドをいう。

(2) 開放型シールド

全断面開放型シールドは、切羽面の全部又は大部分が開放されているシールドをいい、切羽の自立が前提となる。自立しない切羽については、補助工法により、自立条件を満足させる必要がある。

9.2 シールド工法の選定

シールド工法の選定に当たっては施工区間の地山の条件、地表の状況、断面寸法、施工延長、トンネルの線形、工期等の諸条件はもちろん、掘削や覆工等の施工を考慮して、安全で経済的に施工できる形式を決めなければならない。

【解説】

シールド工法の選定を行う上では、図 9.2.1 形式選定フロー図に基づき選定を行う。

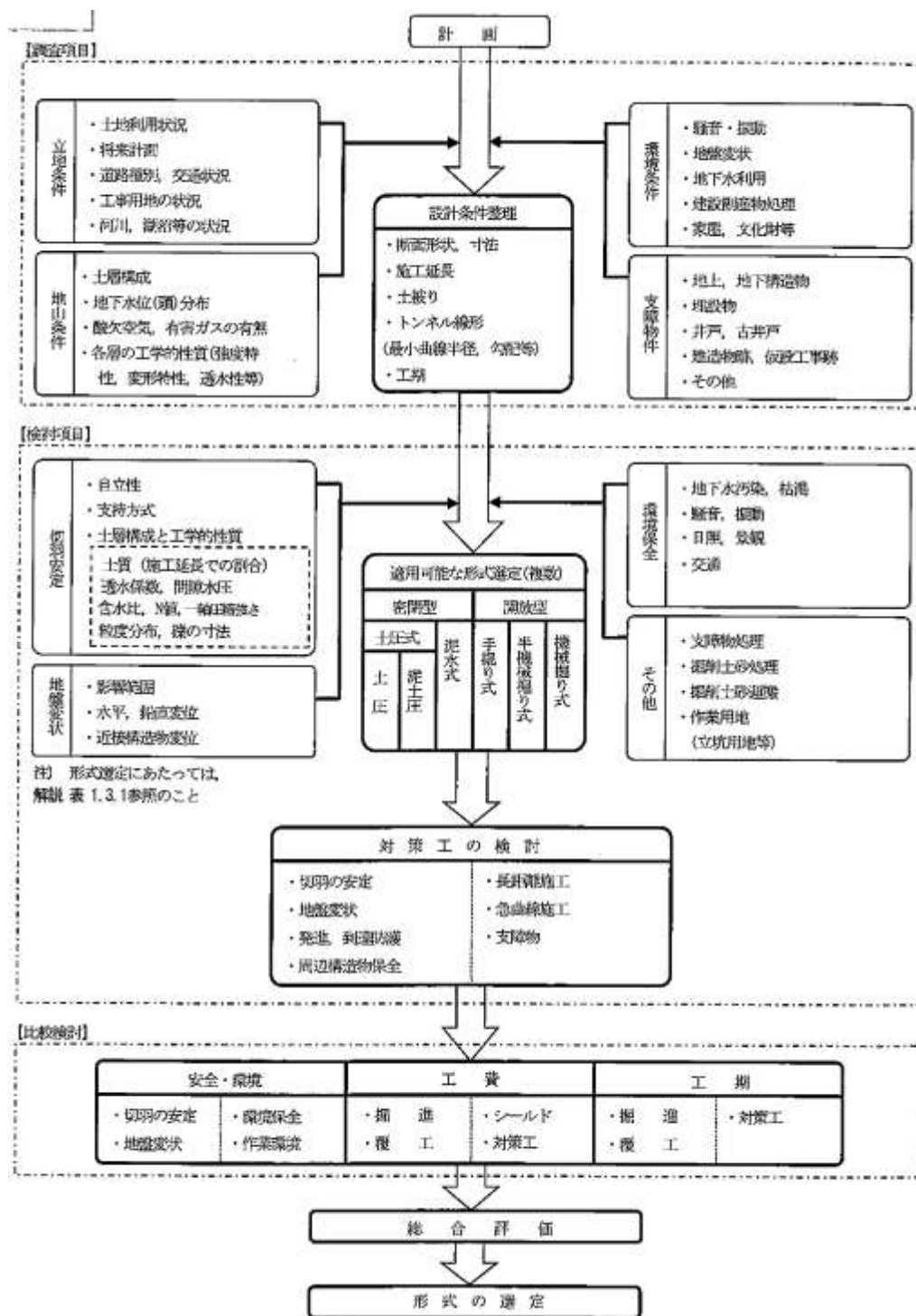


図 9.2.1 形式選定フロー図例

出典：トンネル示方書・シールド

9.3 覆工

覆工は、トンネルの使用目的、地山の条件及び施工法等に適合する構造としなければならない。

【解説】

覆工は周辺地山の土圧と水圧を受け、トンネル内空を確保するための構造体であり、一次覆工と二次覆工からなる。一般に、一次覆工はセグメントを用いたプレハブ構造からなる。二次覆工は一次覆工の内側に打設されるコンクリート構造からなる。主に力学的機能を一次覆工に、耐久的な機能を二次覆工に受け持たせる。

最近は施工技術が向上したため、経済性の向上や工期短縮を目的として、一次覆工に二次覆工の機能を受け持たせたり、代替措置を施したりすることで二次覆工の省略を図ることができる。

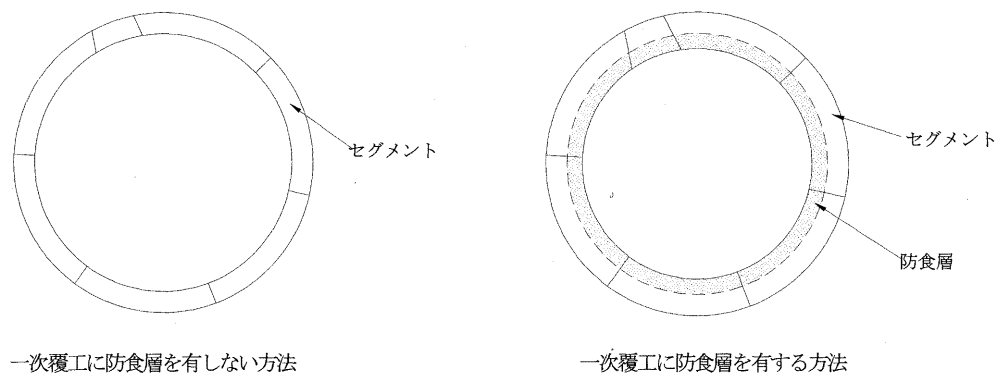


図 9.3.1 下水道トンネル断面図例

出典：トンネル示方書・シールド

9.4 二次覆工の省略

二次覆工を省略する場合には、二次覆工の機能を一次覆工に受け持たせる必要があり、トンネルの使用目的、トンネルを構築する周辺地盤の性状、トンネルに作用する荷重状況、維持管理等を考慮し、一次覆工に対して主体構造としての役割に加え、二次覆工が担うべき機能を兼ね備えることが可能か検討しなければならない。

【解説】

二次覆工を省略して使用に供しているシールドトンネルの歴史が浅いことから、二次覆工省略の決定に際しては慎重に検討する必要がある。

二次覆工の要求性能と検討フローは表 9.4.1、図 9.4.1 を参考とする。

表 9.4.1 トンネルの用途別二次覆工の要求機能(参考)

機 能 \ 用 途	下水道 (汚水)	下水道 (雨水)	下水道 (合流)	電 力	通 信	ガ ス	共同溝	地下河川	鉄 道	道 路
① セグメントの防食	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
② トンネルの防水	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
③ 線 形 確 保	◎	◎	◎					◎		
④ 平 滑 性 の 確 保	◎	◎	◎					◎		
⑤ セグメントの補強	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⑥ 浮 上 防 止	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⑦ 内部施設設置				◎	◎	◎	◎		◎	◎
⑧ 隔 壁	○	○	○	○	○	○	○		○	○
⑨ 摩 耗 対 策	○	◎	◎					◎		
⑩ 防振・防音(参考)									◎	
⑪ 耐 火(参考)										◎

※ ◎は主目的である要求機能。○は付可的あるいは特殊な場合の要求機能。

出典：JSWAS A-3、4

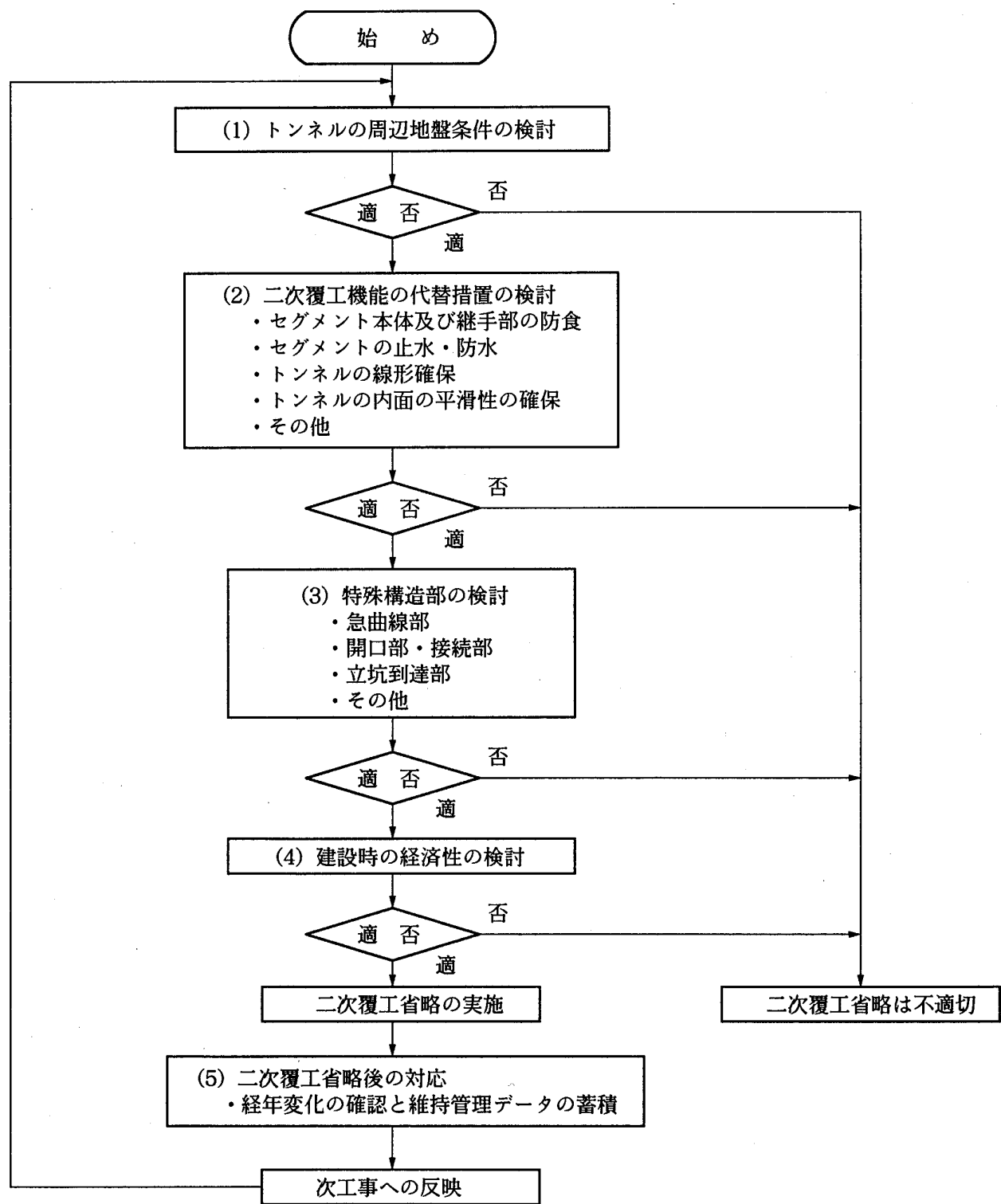


図 9.4.1 二次覆工省略の検討フロー

出典：JSWAS A-3、4

第 10 章 管きよの改築及び修繕

第10章 管きよの改築及び修繕

10.1 管きよ改築及び修繕の概要

10.1.1 概要

改築は、老朽化、劣化が著しく流下能力等の確保が困難な管きよに、長寿命化と耐用年数の延伸を目的に実施される。方法としては、開削による布設替えと非開削によるものがあるが開削が困難な道路事情や、近年の技術革新から非開削工法が多く用いられている。

修繕は、対象施設の劣化箇所等の箇所のみを部分的に補強・止水あるいは取替えを行うものである。施設の残存年数の延伸にはならない。

【解説】

- ① 管きよの改築・修繕を的確に行うためには、現在保有する施設について正確かつ機能的に整理された情報が必要である。また供用中の施設を対象とするため、実施する規模と範囲及び管きよの劣化、流下能力、浸入水、破損、クラック、目地ずれ、腐食、たるみ等の状況や施工条件に対して最適の方法を選定していくことが重要である。
- ② 改築事業の課題として、実施する区域は、既に下水道が利用されていることから新たな下水道工事について、地域住民の理解や協力が得られにくいことが多い。このため、日常から改築事業の必要性や、工事の内容について十分な PR を行っていくことが重要である。
- ③ 下水道管きよの改築は、従来、開削工法による布設替工法が多く採用されてきた。しかし、市街地での施工は、住民生活、道路交通事情、他企業の埋設物等から種々の制約を受け、年々困難になりつつあり、近年、開削工法に変わる施工方法として非開削工法が発展を遂げてきている。

10.1.2 用語の分類と定義

改築等で使用する用語の分類と定義について、以下に示す。

【解説】

(1) 用語の分類

下水道法では、広義の管理を「設置」、「改築」、「修繕」、「維持」、「その他の管理」

に分類しているが、さらに改築を「更新」と「長寿命化対策」に分類する。

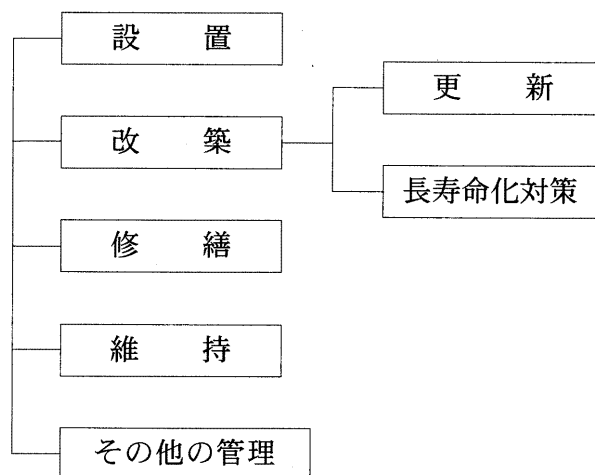


図 10.1.1 下水道の管理にかかわる用語

出典：設計指針

(2) 各用語の定義は以下のとおりである。

1) 設置

施設を新たに建設(増築や機能の拡充を伴う再建設を含む)すること。

2) 改築

排水区域の拡張等に起因しない「対象施設」の全部又は一部の再建設あるいは取替えを行うこと。

① 更新

改築のうち、「対象施設」の全部の再建設あるいは取替えを行うこと。

② 長寿命化対策

改築のうち、「対象施設」の一部の再建設あるいは取り替えを行うこと。

3) 修繕

「対象施設」の一部の再建設あるいは取り替えを行うこと。(ただし、長寿命化対策に該当するものを除く)

4) 維持

処理施設等の運転、下水道施設の保守・点検、清掃など下水道の機能を保持するための事実行為で工事を伴わないもの。

5) その他の管理

公権力の行使に関係のある事務。

10.1.3 管きよの改築・修繕の分類

管きよの改築・修繕は、改築として更生工法および布設替工法に区分される。さらに更生工法は、構造形式により自立管、複合管、二層構造管の3種類に分けられる。

また、それぞれの施工方法から反転工法、形成工法、製管工法等に分類されている。

一方、修繕は、止水工法、内面補強工法、ライニング工法等に分類されている。

【解説】

改築工法及び修繕工法の分類を以下に示す。

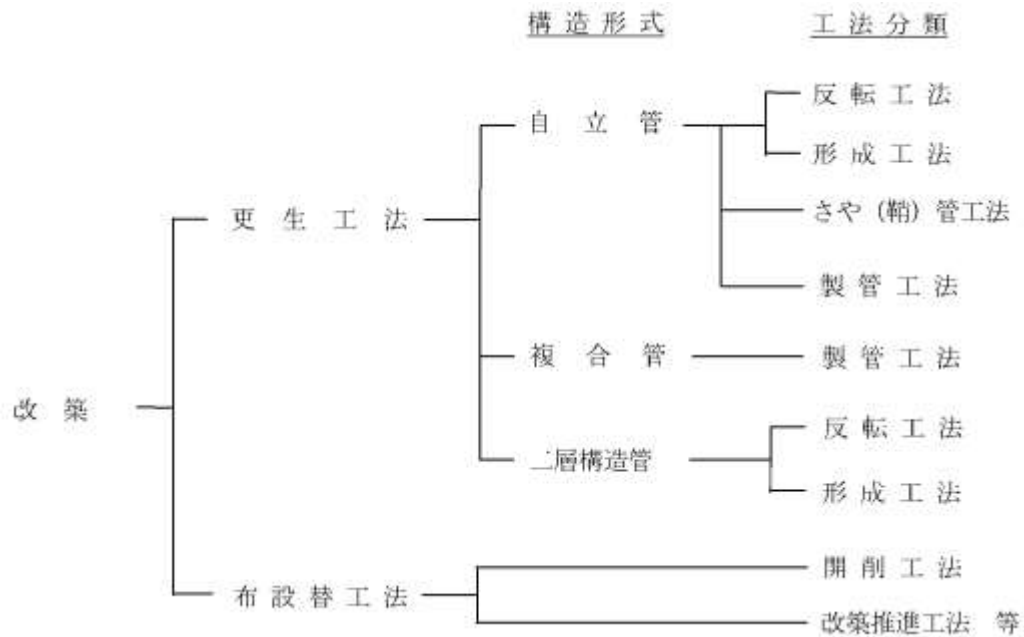


図 10.1.2 改築工法の分類

出典：設計指針

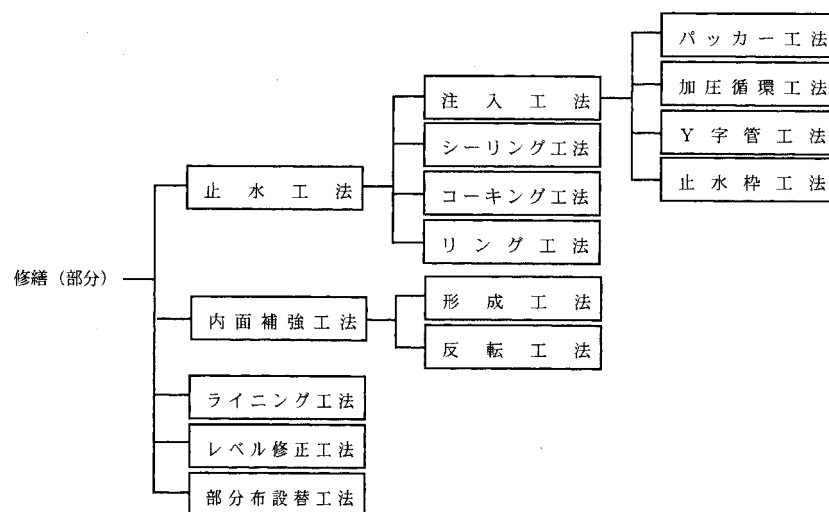


図 10.1.3 修繕工法の分類

出典：設計指針

10.2 管きょ更生工法の設計

10.2.1 更生工法の概要

更生工法は、既設管内に新管又は既設管と一体になって、所定の外力に抵抗する構造の管を構築するもので、基本的に道路の掘削を伴わず施工できることから種々の利点がある。

一方、本管と取付管の接続不良箇所が多い路線や、本管の劣化が著しく原形断面が維持されていないような路線では、更生工法の適用は困難となるので、十分な調査と工法の検討が必要である。

【解説】

更生工法は、既設管の状況から構造形式の分類をまず行って、その次に具体的な工法分類に着手することになる。以下に構造形式と各工法の概要を示す。

なお、活荷重（T-14,T-24）の使用区分については、「5.5 マンホールふた（1）」による。

(1) 構造形式

構造形式では、自立管、複合管、二層構造管に区分される。自立管及び複合管は、構造計算方法等が確立されており、一般的に多く使用されている。

二層構造管は、強度を有する既設管きょの残存強度を期待できる場合に適用するが、残存強度の評価に課題がある。

1) 自立管

自立管は、更生材単独で自立できるだけの強度を発揮させ、新設管と同等以上の耐荷能力及び耐久性を有するものである。施工法上の分類として、工場又は現場で樹脂等を配合し、既設管きょの内面に密着し硬化させる反転工法、形成工法がある。（図 10.2.1 参照）

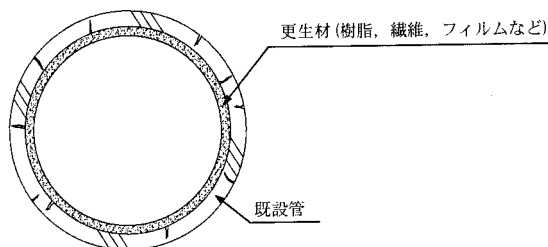
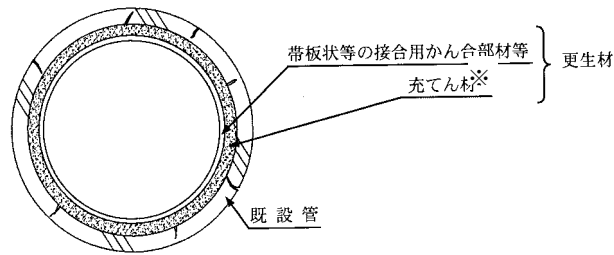


図 10.2.1 自立管の概念

出典：設計指針

2) 複合管

複合管は、既設管きょと更生材が構造的に一体となって、新設管と同等以上の耐荷能力及び耐久性を有するものである。これには、製管材を既設管きょ内面で製管し、既設管きょとの間げき(隙)にモルタルなどの充てん材を注入する製管工法がある。（図 10.2.2 参照）



※製管工法で既設管内面と製管されたパイプ外面の空げき部に充てんする材料。

図 10.2.2 複合管の概念

出典：設計指針

3) 二層構造管

二層構造管は、残存強度を有する既設管きょとその内側の樹脂等で二重構造を構築するものであり、施工法上の分類として、工場又は現場で樹脂等を配合し、既設管きょ内面に密着し硬化させる反転工法、形成工法がある。(図 10.2.3 参照)

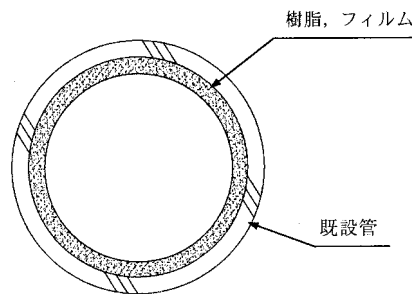


図 10.2.3 二層構造管の概念

出典：設計指針

(2) 工法の分類

更生工法は、反転工法、形成工法、製管工法、さや管工法等に分類される。各工法の概要は次のとおりである。

1) 反転工法

反転工法は、熱又は光等で硬化する樹脂を含浸させた材料を、既設のマンホールから既設管内に反転加圧させながら挿入し、既設管内で加圧状態のまま樹脂が硬化することで管を構築するものである。反転挿入には、水压又は空気圧等によるものがあり、硬化方法も温水、蒸気、温水と蒸気の併用、光等がある。

管の閉塞がない場合に限り、破損およびクラック状況は、管の原形を損なっているとしても更生できる。不陸、蛇行は管外周部にシワができるが対応可能である。

目地ずれ、たるみなどはそれを更生させるのではなく、あくまでも既設管の形状を維持する断面を更生することとなる。

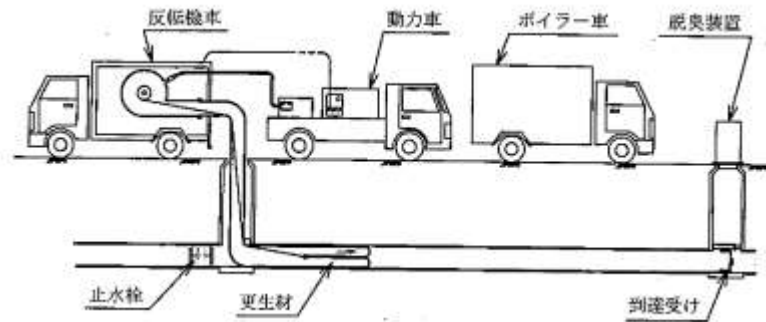


図 10.2.4 反転工法の概要図

出典：管きょ更生工法ガイドライン

2) 形成工法

形成工法は、樹脂を含浸させたライナーや硬化性の連続パイプを既設管内に引き込み、水圧又は空気圧等で拡張・圧着させた後に硬化することで管を構築するものである。形成工法は、更生材を管内径まで加圧拡張したまま温水、蒸気、光等で既設管に圧着硬化又は加圧拡張したまま冷却硬化する工法があり、不陸、蛇行があっても既設管の形状に沿った形で挿入される。したがって、出来形も既設管の内面どおりに形成される。

目地ずれ、たるみなどはそれを更生させるのではなく、あくまでも既設管の形状を維持する断面を更生することとなる。

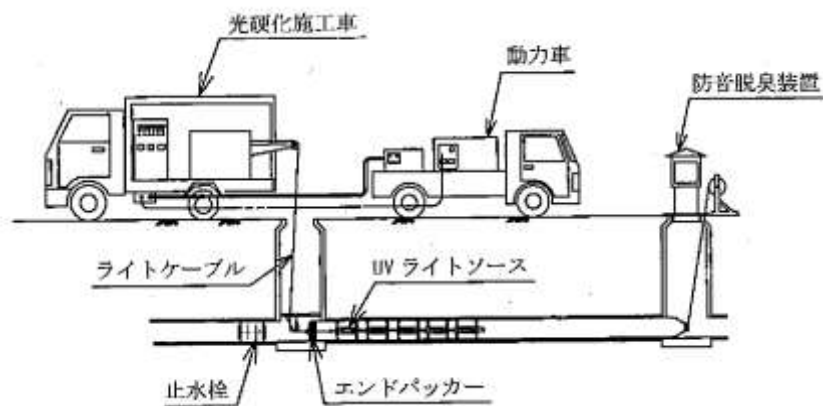


図 10.2.5 形成工法（光硬化タイプ）の概要図

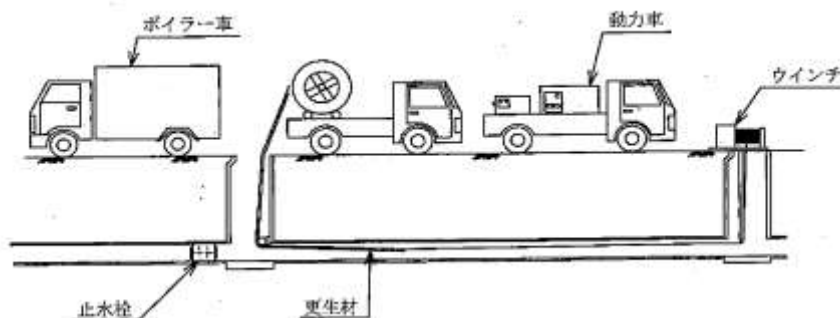


図 10.2.6 形成工法（熱形成タイプ）の概要図

出典：管きょ更生工法ガイドライン

3) 製管工法

製管工法は、既設管内に硬質塩化ビニル材等を嵌合させながら製管し、既設管との間隙にモルタル等を充填することで管を構築するものである。

断面形状が維持できていて、破損、閉塞していない限り施工は可能である。不陸、蛇行がある場合、基本的に既設管の形状どおりに更生させ、多少のカーブがある場合でも、それに対応して製管できる。少量の下水であれば流下させながら施工が可能である。

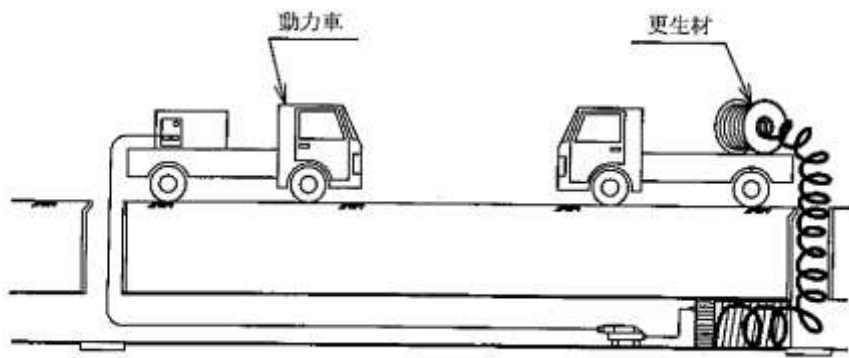


図 10.2.7 製管工法の概要図

出典：管きょ更生工法ガイドライン

4) 鞘管工法

鞘管工法は、管更生の分類に含まれるが、工場で製作した二次製品を更生材に使用する工法であり、既存の日本工業規格等の基準が定められているので、本手引きの適用対象外とする。なお、鞘管工法の定義は、次のとおりとする。

鞘管工法は、既設管より小さな管径で製作された管きょ（新管）を牽引挿入し、間隙に充填材を注入することで管を構築するものである。更生管が工場製品であり、仕上がり後の信頼性が高い。

断面形状が維持されており、物理的に管きょが挿入できる程度の破損であれば施工可能である。

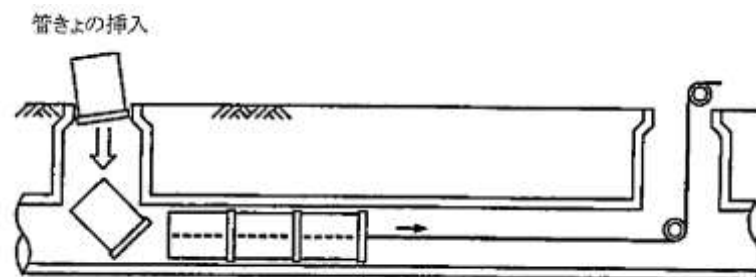


図 10.2.8 鞘管工法の概要図

出典：管きょ更生工法ガイドライン

10.2.2 更生工法の設計手順

更生工法の設計は、現地の施工条件等を十分考慮し、「管きょ更生工法の調査・設計・管理ガイドライン(案)」に従い、適切に進めなければならない。

【解説】

更生工法の調査・設計・施工管理フローを以下に参考として示す。

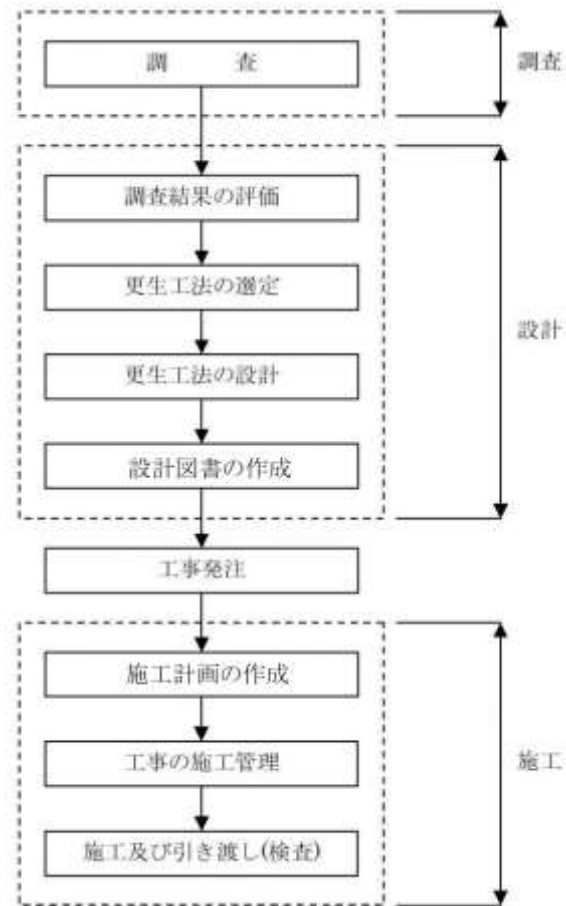
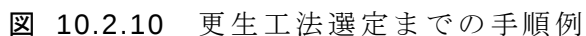


図 10.2.9 管きょ更生工法の調査・設計・施工手順

出典：管きょ更生ガイドライン

更生工法の選定手順は、施工可能な条件、耐荷能力、耐震性能、更生後の流下能力等の確認を行い、適用可能な更生工法の経済性等を考慮しながら最適な工法を選定しなければならない。

「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン(案)」より、更生工法選定までの手順例を以下に示す。



10-9

10.3 布設替え工法の設計

布設替え工法の設計は、開削工法と改築推進工法に区分される。道路上に支障がない場合は、開削工法とし、開削工法の設計基準に従い設計を行うこととする。

一方、改築推進工法は、開削工法では困難な場合に採用されている工法である。

【解説】

改築推進工法は、管きよの推進工法の応用で、既設管を破砕して新管を推進挿入する一工程式と、既設管より一回り大きいサイズの管きよを、外側に抱え込む状態で推進し、内側の既設管を破砕、除去する鞘管方式がある。

いずれにしても、実績があり、信頼性の高い工法を選定し設計を進めなければならない。

10.4 修繕工法の設計

修繕工法の設計は、「下水道施設計画・設計指針と解説」及び「下水道管きよ改築等の工法選定の手引き(案)」等に準拠して進めることとする。

【解説】

修繕工法は、現実には下水が流下している施設を対象とすることから、その施工には種々の制約を受けるものである。したがって設計にあたっては、施設の状況を的確に把握し、修繕が必要な原因、緊急度、施工条件等を十分検討の上、最適な工法を選定し設計することとする。

第 11 章 補助工法

第11章 補助工法

11.1 補助工法の概要

11.1.1 補助工法の基本事項

下水道管きょ工事では、土質条件によって施工の難易度が大きく左右される。特に地山が不安定な場合は、周辺環境に工事による影響を与えてしまうので、地盤の安定等を目的に検討する際は、施工性、経済性等を考慮して最適な補助工法を選定しなければならない。

【解説】

補助工法には、種々の工法があり、それぞれの特徴があるので、単独もしくは併用による検討を行って安全でかつ経済的な方法で、地山の安定を図るものである。

地山の安定の具体的な効果として以下のものが挙げられる。

- ① 止水
- ② ヒービング防止
- ③ 沈下防止
- ④ 支持力の増強
- ⑤ 漏気防止
- ⑥ 土圧の軽減
- ⑦ 推進工法やシールド工法の切羽の安定

11.1.2 補助工法の種類

補助工法には、一般的に使用されているものとして、以下の方法がある。

- (1) 地盤改良工法
 - 1) 薬液注入工法
 - 2) 高圧噴射攪拌工法
 - 3) 機械攪拌工法
- (2) 地下水位低下工法
- (3) その他の工法

【解説】

以下に補助工法の種類を示し、各工法の概要を述べる。

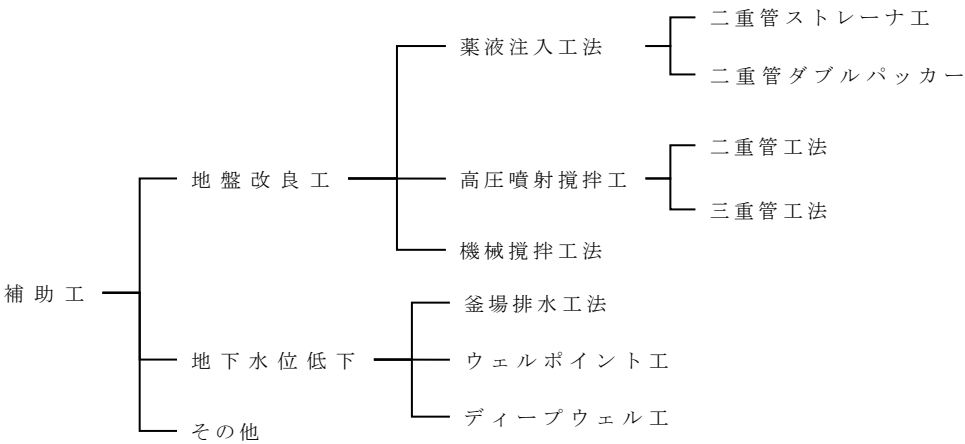


図 11.1.1 補助工法の種類

(1) 地盤改良工法

地盤改良工法は、地盤の工学的性質を改善して安定性を増大させる方法である。

注入材による土の性質を改良するものと、置換・攪拌による補強等の2つの方法がある。

1) 薬液注入工法

薬液注入工法は、地盤中に注入材料を圧入し、空気、水などを排除して固結させることによって、地盤の止水性(透水性)、地盤強化、変状防止等の効果を期待しようとするものである。

このことから、注入の目的、地盤の条件によってそれぞれ適した材料、注入方法、注入範囲、注入率を定めるものである。理論と経験の両面から検討して計画をたてる必要がある。

2) 高圧噴射攪拌工法

高圧噴射攪拌工法は、超高圧ジェットの動的エネルギーにより地盤を切削破砕してその切削土砂と置換あるいは混合する形で、硬化剤を充填しパイル状の固結体を造成するものである。土層構成や土の性状による影響を比較的うけにくく、必要箇所に必要量のグラウト材を計画的に注入できる。

3) 機械攪拌工法

高圧噴射攪拌工法が、空気、水、グラウト材の単体又は複合体で地盤を切削混合するのに対し、機械式オーガー先端の攪拌翼で粉体又はグラウト材を混合攪拌する工法である。

下水道管きょ工事に用いられることは、一般的に少ない。

(2) 地下水位低下工法

地下水位低下工法は、地下水位をポンプ等で強制的に低下させて地山の安定を図るものである。具体的には、地盤中の地下水位を低下させることにより、水圧の軽減、土砂の流動防止による土留め壁面の安定、土砂の含水率低下による掘削作業の能率の向上等を図るものである。

なお、地盤改良工の施工が、周辺の地盤隆起や、井戸水枯渇等周辺環境にも影響を与える場合があるので、事前に十分な土質調査、環境調査等が必要である。

(3) 関連法規

関連する主な法規類は表 1.4.1 に示す。

また、地盤改良工に係る以下に示す通達について、設計・施工にあたって注意が必要である。

- ①「セメント及びセメント系固化材の地盤改良への使用及び改良土の再利用に関する当面の措置について」(建設省技調発第48号、平成12年3月24日)
- ②「セメント及びセメント系固化材の地盤改良への使用及び改良土の再利用に関する当面の措置について」の運用について(建設省技調発第49号、建設省営建発第10号、平成12年3月24日)
- ③「セメント及びセメント系固化材を使用した改良土の六価クロム溶出試験要領(案)」の一部変更について(国官技第16号、国営建第1号、平成13年4月20日)
- ④「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針」について(建設省官技発第160号、昭和49年7月10日)
- ⑤「薬液注入工法の管理について」(建設省官技発第157号、昭和52年4月)

- 21 日)
- ⑥ 「薬液注入工事に係る施工管理等について」(建設省官技発第 188 号、平成 2 年 9 月 18 日)

11.1.3 補助工法の選定

補助工法の検討を進めるにあたっては、改良目的や設計条件等を明確にして、施工性、安全性、経済性等総合的に勘案して最適な工法を選定しなければならない。

【解説】

工法選定の手順を参考に示す。

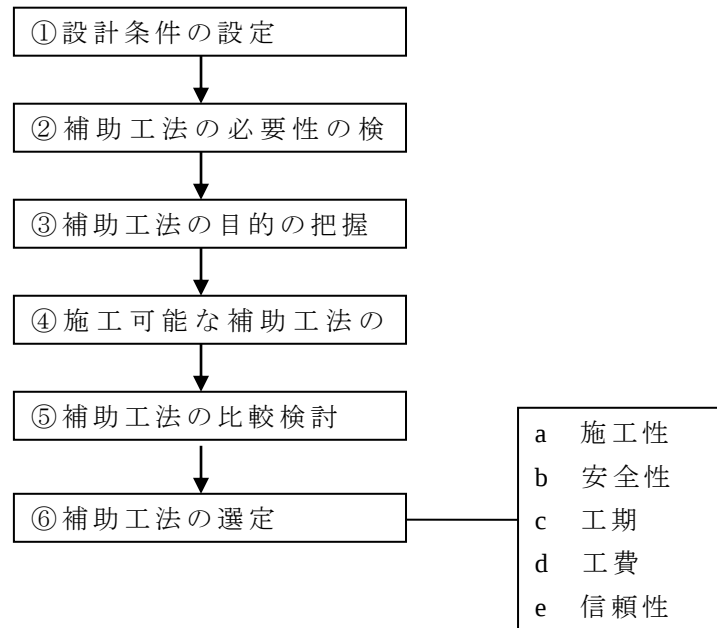


図 11.1.2 補助工法の選定手順

11.2 薬液注入工の設計

11.2.1 薬液注入工法の基本事項

薬液注入工の設計では、改良目的、改良範囲を明確にして、その目的に合致した信頼性の高い最適な注入工法を選定しなければならない。その上で注入材料、注入方式等を決定することとする。

【解説】

改良目的に、止水性と地盤強化の両者を求めるケースのときもあるが、注入工法により、両者を満足できる注入工法もある。注入工法選定では、十分考慮する。

11.2.2 注入材料の分類と選定

薬液注入工法に使用する薬液は、暫定指針により水ガラス系薬液で、劇物又は弗素化合物を含まないものに限定されている。

これらの薬液は、工事目的対象地盤の土質により使い分けなければならない。止水を目的とする場合、砂質シルト等においては溶液型薬液を選定する。

【解説】

水ガラス系注入材の分類及び土質条件等による注入材料選定の目安を以下に示す。注入材料選定は、その使用目的や薬注規模及び経済性を考慮して判断する。

(1) 主な材料

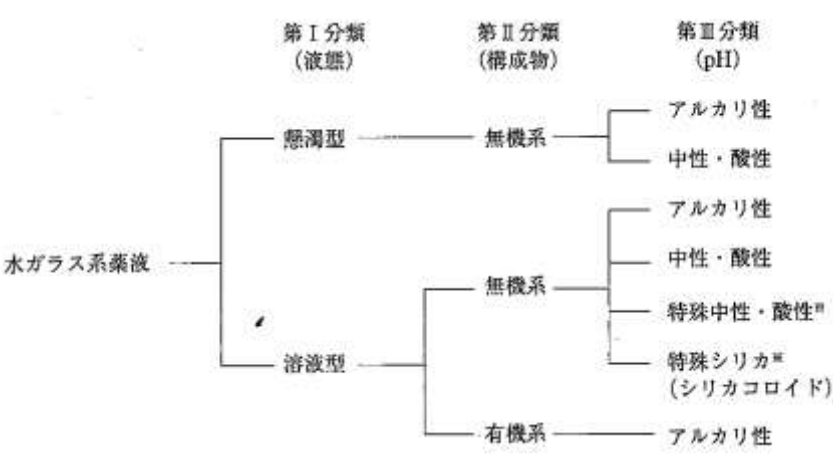


図 11.2.1 現在使用されている主な材料

出典：薬液注入

(2) 注入材料の選定目安

1) 特に重要な選定

表 11.2.1 特に重要な材料の区分

対 象 土 層	区 分	注入形態	固 化 状 況
砂質土、砂礫土 礫質土	溶 液 型	浸透注入	土粒子の間隙を埋め、土と一体化
粘性土 礫質土の大きな間隙	懸 濁 型	割裂注入	土中に割裂脈を形成 大間隙への填充

※ 砂質土と粘性土の互層地盤の場合は、「互層地盤における対応」に準じて行う。

出典：薬液注入

2) その他の選定

表 11.2.2 その他の選定

区 分	選 定 の 目 安	
反応時の pH	アルカリ系 中性・酸性系	特になし，どちらでも可 ○中性・酸性系が優位といわれるケースは，公共用水域に近接した注入の場合である。
硬化材	無機系 有機系	特になし，どちらでも可 ○有機系は反応率が良く，無機系より安定性があり，サンドゲルの圧縮強度も高い。 ○有機系では，水質調査項目として過マンガン酸カリウム消費量もしくは，TOC（全有機炭素）測定が必要である。

出典：薬液注入

(3) 土質分類による溶液型と懸濁型の選定

粒度分析がある場合は、下図に従って選定する。

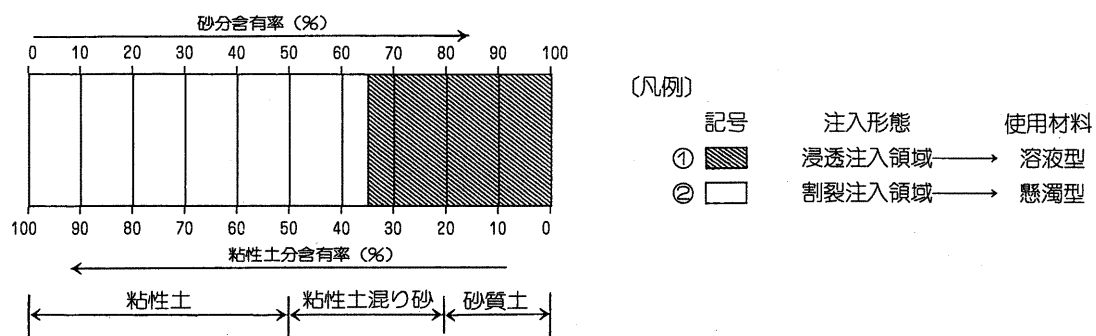


図 11.2.2 粒度と注入形態と材料

出典：薬液注入

11.2.3 注入工法の選定

注入工法は、注入目的に応じ各種の工法が開発されており、注入管の設置方法、注入材の混合法によるもので以下の分類がなされている。したがって、改良目的、地盤条件、施工条件及び注入工法の特徴を十分考慮して選定しなければならない。

【解説】

信頼性のある一般的な注入工法は、以下のものに区分される。

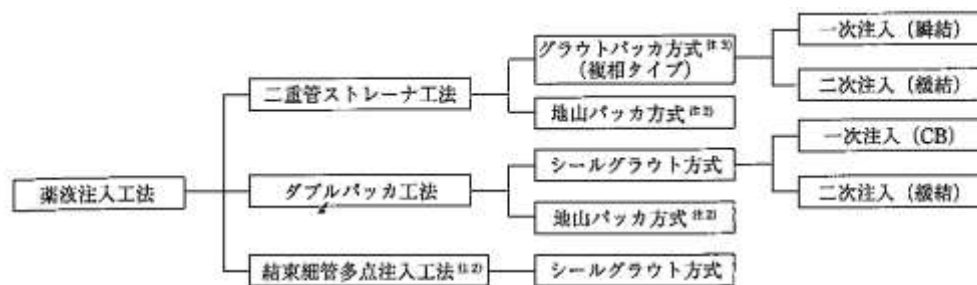


図 2-5 現在使用されている注入工法の分類

注 1) ゲルタイムが中結と呼ばれているものは緩結の範囲に含まれる。

注 2) 「耐久グラウト注入」に多く用いられる。

注 3) 瞬結+瞬結の場合，単相式に相当する。

図 11.2.3 注入工法一覧

出典：薬液注入

上記の注入工法について、その概要と特徴を以下に示す。

(1) 二重管ストレーナ工法(地山パッカ方式)

浸透注入を目的とし特殊パッカを装着したモニターを使用する工法。削孔終了後、注入作業に移る前に特殊パッカを膨張させる事で注入材がロッド周辺よりリークする事を防ぎ、注入材が地盤と接触する面積を大きくし、単位面積当たりの注入速度が小さくなることにより、浸透性を向上した注入方式。

近年液状化対策工事等に用いられている。

(2) ダブルパッカ工法(シールグラウト方式)

ケーシングで所定の深度まで削孔し、スリーブ付の注入管(外管)を建込み、ケーシングと外管の間にシール材を充てんしてケーシングを引抜き、シール材の硬化後、ダブルパッカを装着した注入内管を挿入して、1ショットで注入する工法をいう。

(3) ダブルパッカ工法(地山パッカ方式)

浸透注入を目的とし、従来のダブルパッカ工法のシールグラウトを実施しないで注入外管に布パッカ等を装着しパッカ内にセメントベントナイト液等を注入することで地山にパッカをする工法。注入材が地盤と接触する面積を大きくし、単位面積当たりの注入速度が小さくなることにより、浸透性を向上した注入方式。

近年液状化対策工事等に用いられている。

(4) 細束細管多点注入工法 (シールグラウト方式)

広範囲な浸透注入を目的とし、注入速度を小さくし、浸透性を向上させた注入工法。注入管は細い管を用い、ケーシング削孔した内部にシール材を充填後、その注入管を注入深度毎に束にして設置する。注入作業は吐出量が少ないため、複数個所を同時に注入することにより、効率的な注入を行うものであり、近年液状化対策工事等に用いられている。

11.2.4 注入工の設計

改良強度、改良最小範囲、注入率 α 等については、原則として「薬液注入工 設計資料」(一社)日本グラウト協会の設計基準に準拠して設計を進めるものとする。

11.3 高圧噴射攪拌工の設計

11.3.1 高圧噴射攪拌工法の基本事項

高圧噴射攪拌工法は、空気と液体の力で地盤を切削し、改良体を造成する工法である。

11.3.2 高圧噴射攪拌工法の分類と選定

高圧噴射攪拌工法は、切削方法と使用ロッドにより主に2つの工法に分類される。工法及び硬化材の選定にあたっては、改良目的、地盤条件、施工条件、経済性等を総合的に勘案して決定しなければならない。

(1) 二重管工法

(2) 三重管工法

【解説】

(1) 二重管工法

二重管を使用し、切削を硬化剤とエアで行い、回転しながら二重管ロッドを引き上げることにより改良地盤を造成する工法である。

(2) 三重管工法

三重管を使用し、切削は水とエアを噴射・回転しながら三重管ロッドを引き上げることにより行い、下端から硬化剤を充填することにより改良地盤を造成する工法である。

表 11.3.1 高圧噴射攪拌工法の分類

	JSG工法	コラムジェットグラウト工法
切削方法	超高压硬化材液と空気	超高压水と空気
攪拌ロッド	二重管	三重管
工法概要	回転する二重管ロッドから空気を伴った超高压硬化材液を横方向に噴射することで地盤を切削し、スライムを地表に排出させると同時に円柱状の改良体を造成する工法。	回転する三重管ロッドから空気を伴った超高压水を横方向に噴射することで地盤を切削するとともに硬化材を充填し、スライムを地表に排出させると同時に円柱状の改良体を造成する工法。
概略図	スライムビット バキューム車 削孔径 φ 65 mm 以上 スライム 二重管 φ 60.5 mm 圧縮空気 0.7 MPa 超高压硬化材 20 MPa 羽根ビット φ 65 mm 以上	スライムビット バキューム車 ガイドホール φ 140 mm 以上 スライム 三重管 φ 90 mm 圧縮空気 0.7 MPa 超高压水 40 MPa 硬化材 2~5 MPa
諸元	切削圧力 : 20 MPa 硬化材噴射吐出量 : 60 ℓ/分	切削圧力 : 40 MPa 水噴射吐出量 : 70 ℓ/分 硬化材吐出量 : 140, 180 ℓ/分

出典：JETGROUT

高圧噴射攪拌工法として、最も一般的に用いられている工法が、二重管工法のJSG工法と三重管工法のコラムジェット工法である。したがって、JSG工法とコラムジェット工法を標準とし、比較検討して決定する。

11.3.3 高圧噴射攪拌工の設計

改良体の強度、改良径、改良範囲、改良体の配置等については、原則として、「ジェットグラウト工法(JSG・コラムジェット)技術資料」(一社)日本ジェットグラウト協会の設計基準に準拠するものとする。

11.4 地下水位低下工の設計

11.4.1 地下水位低下工の基本事項

地下水位低下工法は、掘削面の崩壊、陥没等を防止し、掘削坑内をドライにして安全性・効率性を高めるとともに施工精度を保持するために実施する。

本工法を設計するにあたっての留意点は次のとおりである。

【解説】

採用にあたっての留意点を以下に示す。

- ① 土の性状(透水係数等)、工事規模、排水量、所要地下水位、工期、排水先の条件等を十分調査検討しなければならない。
- ② 掘削基面又は掘削過程に支障とならない地下水位、水量の検討、水位低下時間と掘削工程の調整。
- ③ 掘削基面又は掘削過程における底面の安定性の検討
- ④ 排水に伴う地盤沈下に対する検討

11.4.2 地下水位低下工法の種類と適用範囲

地盤の土質条件(粒度分布)と地下水位低下工法の適用性は、一般的に下図に示されるとおりである。砂質土から砂礫に至る透水係数 $10^{-2} \sim 10^{-2} \text{cm/s}$ では、重力排水、シルト質の砂から砂層に至る透水係数 $10^{-2} \sim 10^{-4} \text{cm/s}$ では真空排水で対応することができる。

【解説】

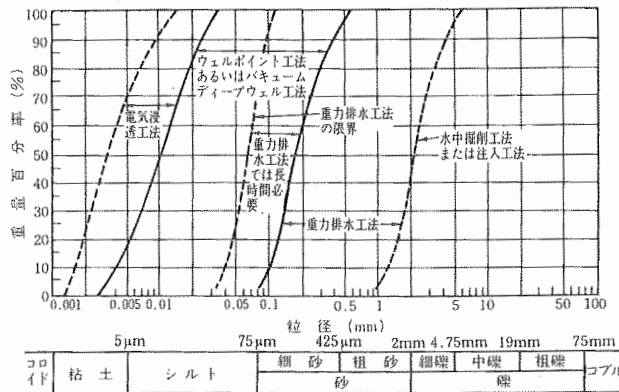


図 11.4.1 各種土質に適用される地下水位低下工法

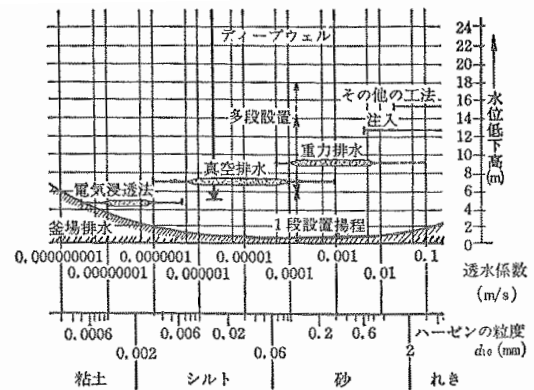


図 11.4.2 各土質に対する排水法

出典：根切り工事

出典：ウェルポイント工法

以下に、地下水位低下工法の概要と適用性について示す。

(1) 釜場排水工法

掘削部へ浸透してきた水を掘削底面よりやや深い集水場所に自然流下させ、水中ポンプなどで外部に排出するものである。この方法は設備が簡単で費用が安く、操作も他の工法と比較して容易であるが、湧水量が多く自立性に欠ける地盤に対しては浸透水流の解析検討を必要とする。

土砂が釜場の中に沈殿してポンプの機能を阻害すること、表流水が直接流れ込むので濁水処理の必要があること、掘削の進行に伴ってたびたび掘り下げる必要があることなどについて留意しなければならない。

(2) ウェルポイント工法

地盤中にライザーパイプを挿入し、ヘッダーパイプにより相互に連結した真空ポンプで地盤中の間隙水などを強制的に排水する方法をいう。

真空ポンプを利用した強制排水であるため比較的透水係数の低い地盤からも排水可能である。

理論的な揚水可能水頭は 10.3m であるが、各種の損失水頭等のため、実用上は 6.0m 前後である。したがって、さらに水位を低下させる場合には、ウェルポイントを段階的に設置し多段式ウェルポイント工法を採用しなければならない。

工法の特長としては、

- ① 地下水位を低下することにより掘削坑内はドライワークで施工可能となる。
- ② ボイリングの防止
- ③ 土圧の減少、土の圧密強化が促進される。

しかし、地下水位低下工法を採用することにより地盤の圧密による地盤沈下、周辺井戸、池沼などが枯渇する危険がある。このため施工性、経済性のみの利点で採用するのではなく、現場や周囲の状況を十分配慮して採用することが必要である。

なお、本工法の採用が可能な土質は概略的に述べれば、粗砂～細砂、無機質の粗類シルト、粘土質砂等である。透水係数でいえば、

$K = \alpha \times (10^{-1} \sim 10^{-4}) \text{ cm/秒}$ ($\alpha = 1 \sim 9$) 程度が適当な範囲である。

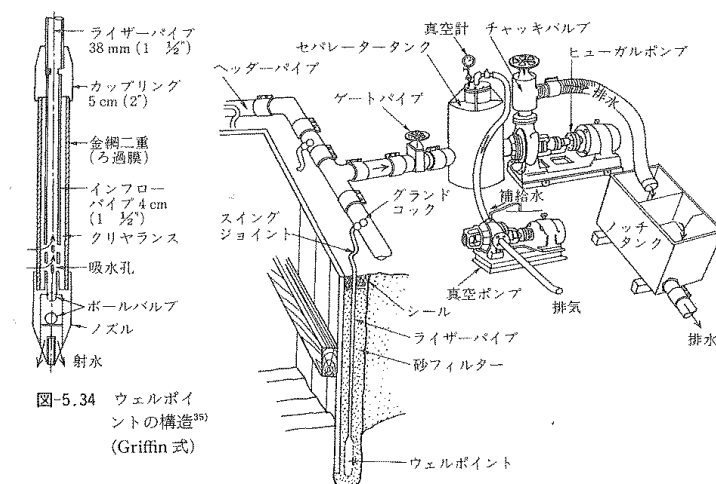


図 11.4.3 ウェルポイント工法設置概要図

出典：根切り工事

(3) ディープウェル工法

削孔機を用いて地盤を削孔後、孔内にケーシングパイプを挿入し、ケーシングパイプ先端にポンプを据え付け排水する方法をいう。

掘削深度が深く、また、地下水位が低く層状土質で、透水性の良い層が適度に介在している場合に適する。

地下水を低下させようとする区域に直径 500～1,000mm 程度の井戸を何本か設けて、各井戸にそれぞれポンプ(深さ 10m 程度までサクションプンプ・10m 程度以上は深井戸用ポンプ)を入れて揚水し、掘削に先立って地下水を低下させる工法である。

水中モーターポンプ等で揚水する方式であるため、かなりの深度まで地下

水位を低下させることが可能であるが、その影響が、広範囲に及ぶため、井戸の設置間隔は、土質と必要地下水位低下量および1本当りの揚水量等を検討のうえ慎重に決定しなければならない。

11.4.3 ウェルポイントの設計

ウェルポイント工法は、よく用いられている地下水位低下工法であるが、設計にあたっては以下の点に留意する必要がある。

(1) ウェルポイントの最高深さは、5.5m を標準とする。これを超える場合は、多段ウェルポイントで行い、1 段につき 5.0m を標準とする。

(2) q (1 本当り揚水量(L/min))は、地盤の透水係数、真空度、地下水位の深さ等により変化する。設計では 20L/min を標準とする。

(3) ウェルポイントの間隔(a)を 2m 以上にすると大きな井戸としてのカーテン機能がなくなるので、ウェルポイントの間隔は 2.0m とする。ただし、 $a=2.0$ m 以下にするときは、土質条件等考慮して別途検討する。

(4) ウェルポイントのポンプの標準適用延長の目安は、 $\phi 50$ mm では 100m、 $\phi 65$ mm では 150m である。

【解説】

以下に具体的な計算式等を示す。

1) 揚水量の算定

揚水量の算定は、一般的に用いられている Thiem(ティーム)の式により求める。井戸の形式には井底が不透水層まで達する貫入井戸と、井底が不透水層に達しない不貫入井戸があるが、一般的に安全側となる貫入井戸とし、自由地下水の場合を(式 11.4.1)、被圧地下水の場合を(式 11.4.2)に示す。

$$\text{自由水： } Q = \pi k \frac{h_o^2 - h_w^2}{2.3 \log_{10} \left(\frac{R}{r_w} \right)} \quad \text{式 11.4.1}$$

$$\text{被圧水： } Q = 2\pi k D \frac{h_o - h_w}{2.3 \log_{10} \left(\frac{R}{r_w} \right)} \quad \text{式 11.4.2}$$

ここに、

Q : 総揚水量 (m^3/min)

k : 滯水層の透水係数 (m/min)

h_o : 自然水位 (m)

h_w : 井戸の水位 (m)

R : 影響半径 (m)

r_w : 仮想井戸の半径 (m)

D : 滞水層の厚さ (m)

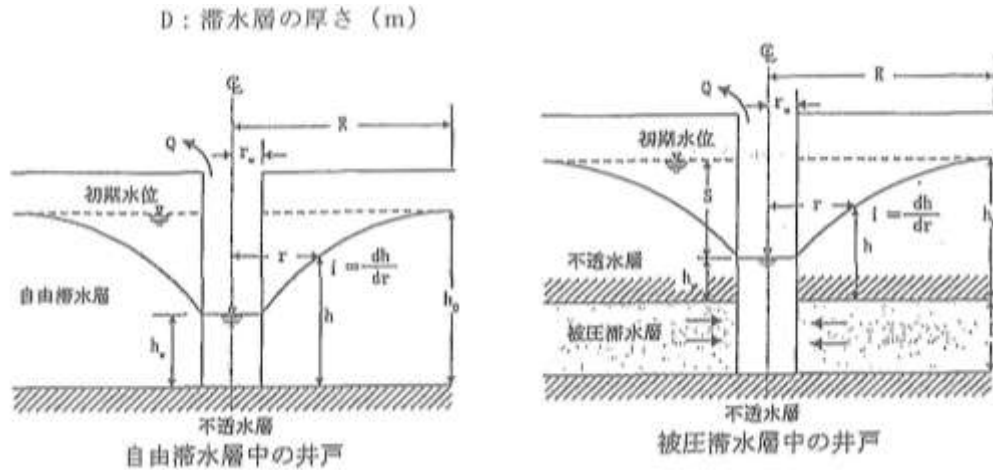


図 11.4.4 滞水条件による井戸

出典：根切り工事

2) 影響半径

影響半径は、地形、地盤の透水係数、揚水量、経過時間などにより変化する。一般的な目安を表 11.4.1 に示す。また、地盤の透水係数などから求める式としては、Sichardt(シーハルト)の式がある。

$$R=3000 \cdot S\sqrt{k}$$

式 11.4.3

ここに、

R : 影響半径(m)

S : 水位低下量(m)

k : 透水係数(m/sec)

表 11.4.1 影響圏の半径

土質分類		影響圏半径 (m)
区分	粒径 (mm)	
粗れき	>10	>1,500
れき	2~10	500~1,500
粗砂	1~2	400~500
粗砂	0.5~1	200~400
粗砂	0.25~0.5	100~200
細砂	0.10~0.25	50~100
細砂	0.05~0.10	10~50
シルト	0.025~0.05	5~10

出典：根切り工事

3) 仮想井戸の半径

仮想井戸の仮定方法には、次の 2 つがある。通常は①の方法で行うが、長辺と短辺の比が大きくなる場合は②の方法で行う。

① 地下水位低下範囲と同面積の井戸と仮定

$$r_w = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad \text{式 11.4.4}$$

ここに、

A : 地下水位低下範囲の面積(m²)

② 地下水位低下範囲と同周長の井戸と仮定

$$r_w = \frac{a+b}{\pi} \quad \text{式 11.4.5}$$

ここに、

a, b : 地下水低下範囲の長辺と短辺(m)

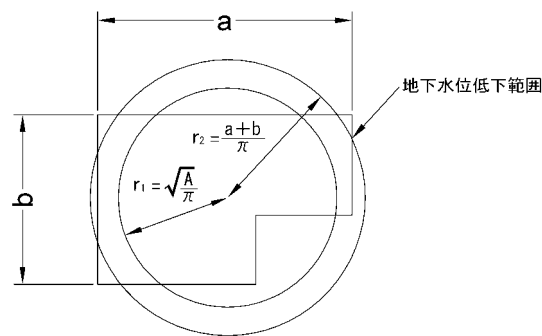


図 11.4.5 仮想井戸の半径

出典：根切り工事

4) ウェルポイントの本数、間隔

ウェルポイントの必要本数および間隔は、(式 11.4.6)および(式 11.4.7)により求める。

$$n = \frac{Q}{q} \quad \text{式 11.4.6}$$

ここに、

n : ウェルポイントの本数(本)

Q : 揚水量(m³/sec)

q : ウェルポイント 1 本あたりの揚水量(m³/sec)

ただし、 $q=20\ell/\min$ を標準とする。

$$a = \frac{L}{n} \quad \text{式 11.4.7}$$

ここに、

- a : ウェルポイントの間隔(m)
ただし、 $a > 2.00\text{m}$ のとき $a = 2.00\text{m}$
 $1.00 \leq a \leq 2.00$ のとき $a = a$
- L : ヘッダーパイプ延長(m)
- n : ウェルポイントの本数(本)

5) ウェルポイントポンプの決定

ポンプの台数は(式 11.4.8)による。

$$N = \frac{Q}{\eta \times E} \quad \text{式 11.4.8}$$

ここに、

- N : ポンプ台数(台)
- Q : 揚水量(m^3/min)
- E : ヒューガルポンプ排水量(m^3/min)
- η : ポンプ効率(= 0.7)

第 12 章 耐震設計

第12章 耐震設計

12.1 耐震設計の基本的な考え方

下水道施設の耐震設計においては、地域特性、地盤特性及び施設の特性、重要度や規模並びに類似施設の被災事例を考慮し、個々の下水道施設及び下水道システム全体として必要な耐震性を有するように配慮しなければならない。

【解説】

- ① 管路施設の耐震対策の基本的な考え方は、施設の重要度区分ごとに求められる構造体の耐震性能の確保を目指すものである。
また、海岸浜周辺等で発生した大規模な液状化現象に伴う管きよの浮き上がりや蛇行による閉塞等から、液状化対策を十分に考慮して設計を進めることが必要である。
- ② 管路施設が被災した場合にも下水道が果たすべき機能が確保できるよう、システム的な対応により耐震性能を確保するとともに、下水道施設の被災による二次災害の防止を図らなければならない。特に緊急輸送路等の重要道路でのマンホール浮上や沈下は、避けなければならない。
- ③ 津波の影響を受ける施設については、必要に応じて吐口の逆流防止対策等を講じるなど耐津波対策等を考慮することとする。

12.2 耐震設計の基本事項

12.2.1 設計基準等の適用

耐震設計は、「下水道施設の耐震対策指針と解説」（日本下水道協会）、「下水道施設耐震計算例」（日本下水道協会）、及び「千葉県地域防災計画」に準拠して行うこととする。

【解説】

「下水道施設の耐震対策指針と解説」は、東北地方太平洋沖地震等の被災状況等、様々な観点から改定がなされており、これらの内容を耐震設計に反映させることとする。

管路施設では、差し込み継手管きよにおいて、周面せん断力の考えを取り入れ、埋戻し土の液状化対策等を明示した。

12.2.2 地震動レベル

施設の供用期間内に 1～2 度発生する確率を有する地震動レベル 1 と、供用期間内に発生する確率は低いが大きな強度をもつ地震動レベル 2 の 2 段階の地震動を考慮する。

【解説】

対象とするレベル 1 地震動は、施設の供用期間内に 1～2 度発生する確率を有する地震動を、レベル 2 地震動は、プレート境界型地震や直下型地震動のように供用期間内に発生する確率は低いが大きな強度をもつ地震動を示す。

12.2.3 施設の重要度

管路施設については、その重要度に応じて、「重要な幹線等」と「その他の管路」に区分する。なお、重要な幹線の定義を補完するものとして、最新の地震対策関連計画を参考とする。

【解説】

管路施設は、大きな排水量をもつ幹線や各家庭からの排水を受け持つ枝線まで、重要度や設置条件等様々である。

従って、「重要な幹線等」と「その他の管路」に区分して、それぞれに要求される耐震性能を考慮して耐震設計を行う。

表 12.2.1 管路区分

区 分	定 義
「重要な幹線等」	下水道施設として影響の大きい幹線 管路
「その他の管路」	「重要な幹線等」を除く施設

以下に「重要な幹線等」の定義を示す。

- ① 流域幹線の管路
 - ② ポンプ場・処理場に直結する幹線管路
 - ③ 河川・軌道等を横断する管路で地震被害によって二次災害を誘発するおそれのあるもの及び復旧が極めて困難と予想される幹線管路等
 - ④ 被災時に重要な交通機能への障害を及ぼすおそれのある緊急輸送路等に埋設されている管路
 - ⑤ 相当広範囲の排水区を受け持つ吐き口に直結する幹線管路
 - ⑥ 防災拠点や避難所、又は地域防災対策上必要と定めた施設等からの排水をうける管路
 - ⑦ その他、下水を流下収集させる機能面から見てシステムとしての重要な管路
- ※ システムとしての重要な管路とは、下水道法上の「主要な管きょ」を指す。

12.2.4 保持すべき耐震性能

新設及び既設管路に求められる耐震性能は、設計地震動のレベルや下水道施設の重要度に応じて次のように設定するものとする。

・「重要な幹線等」はレベル 1 地震動に対して、設計流下能力を確保するとともに

レベル 2 地震動に対しては流下機能を確保する。

・「その他の管路」は、レベル 1 地震動に対して設計流下能力を確保する。

・「重要な幹線等」のうち、軌道や緊急輸送路下の埋設管路は、レベル 2 地震動に対し

て流下機能と交通機能を阻害しない性能を確保する。

【解説】

上記の内容を以下に整理する。

表 12.2.2 管路施設の耐震性能

耐震性能 1		耐震性能 2	
レベル 1 地震動		レベル 2 地震動	
重要な幹線等 及び その他の管路	設計流下能力を 確保できる性能	重要な幹線等	流下機能を確保できる性能
		軌道や緊急輸送路 等下の埋設管路	流下機能を確保できる性能 交通機能を阻害しない性能

出典：耐震指針

① 「設計流下能力の確保」とは、流量計算書に記載された当該管きよの流下能力の確保をいい、具体的には当該管きよの拔出しを防ぐとともに、管きよ断面に発生する応力が許容応力度以内の状態を示す。

② 「流下機能の確保」とは、地震によって本管部のクラックや沈下等の被害が生じ、設計流下能力の確保が困難となっても補修や布設替等の対策を講じるまでの間は、管路として下水を上流から下流に流せる状態をいい、具体的には土砂の流入を防ぐとともに管きよ断面がひび割れを起こしているが破壊しない状態(終局限界状態)を指す。

12.2.5 耐震設計方法

管路施設は、原則として応答変位法を用いて次に示す方法により耐震設計を行う。

(1) 「重要な幹線等」は、レベル 1 地震動に対して許容応力度法あるいは使用限界状態設計法 によって耐震設計を行い、レベル 2 地震動に対して終局限界状態設計法により照査する。

(2) 「その他の管路」は、レベル 1 地震動に対して許容応力度法あるいは使用限界状態設計法 によって耐震設計を行う。

(3) 液状化の判定は、「重要な幹線等」はレベル 2 地震動に対して行い、「その他の管路」はレベル 1 地震動に対して行う。

(4) 小口径管の耐震設計は、一定の地盤条件等を満足すれば耐震計算は省略することができる。

【解説】

埋設管路の耐震計算は、応答変位法によることを原則とし、計算される管体発生応力、ひずみ等により安全性を照査する。

その理由は、管路は一般に断面の外周の長さに比べて管軸方向の長さが長く、かつ見かけの単位体積重量も周辺地盤と比較して相対的に軽いために、地震時に独自の振動をすることはなく、周辺地盤の動きに支配されると考えられるからである。

(1) 重要な幹線等

- 1) レベル1の許容応力度法は、構造物の各部材に発生する応力を弾性理論により求めて、これに対して、部材の安全を確認するための設計基準強度から定められた許容応力度とを比べることにより計算を進める方法である。
- 2) レベル2の終局限界状態設計法は、構造物又は部材が破壊したり、転倒、座屈、大変形等を起こし、安定や機能を失う状態か否かで安全性を照査する。

(2) その他の管路

レベル1の使用限界状態設計法は、構造物又は部材が過度のひび割れ、変位、変形、振動をを起こし、正常な使用ができなくなったり、耐久性を損なったりする状態か否かで安全性を照査する。

- (3) 液状化は、管きょ流下機能に大きな影響を与えるものであるため、「重要な幹線等」については、地震動の大きいレベル2地震動に対して行い、「その他の管路」はレベル1地震動に対して行う。

- (4) 小口径管(内径700mm以下)の差し込み継手の場合について、以下の①～⑦の条件を満足する場合は、原則として耐震計算を省略できる。これらの条件に当てはまらない場合は、耐震計算を行い耐震性能を確認する必要がある。

- ①管径φ700mm以下の差し込み継手管きょであること。
- ②管きょの埋設線形がほぼ直線であること。急曲線は含めない。
- ③管路周辺の表層地盤が均一とみなせる地盤であること。
- ④極端な軟弱地盤あるいは特殊な地盤でないこと。
- ⑤推進工法においては、地盤に硬軟の急変化部がないこと。
- ⑥土質、土被り、基盤深さ等の地盤条件が急変していないこと。
- ⑦液状化しない地盤もしくは地盤改良等により液状化しない地盤と見なせること。

なお、詳細については、監督員等と協議して方針を決定する。

12.3 耐震設計

12.3.1 耐震設計の手順

耐震設計は、管路施設条件、地盤条件、さらに地震動レベル等重要な設計条件を設定したのち、施設の重要度に応じレベル 1、レベル 2 の 2 段階の耐震設計を実施する。

【解説】

設計の全体的な手順と、各構造体の設計手順を以下に示す。

(1) 全体としての設計手順

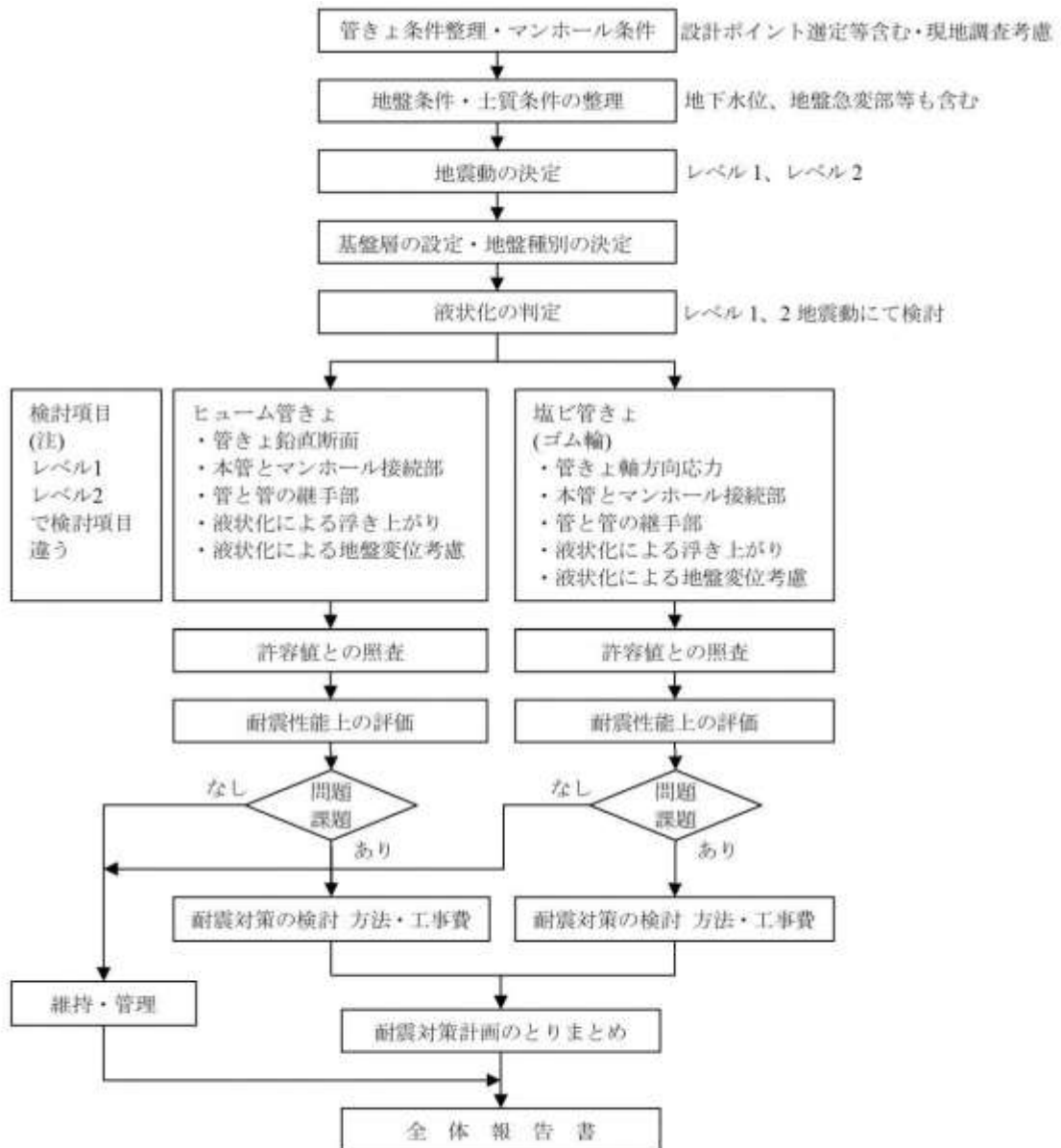


図 12.3.1 耐震設計作業手順(全体的な作業手順)

(2) 自然流下管

1) ヒューム管

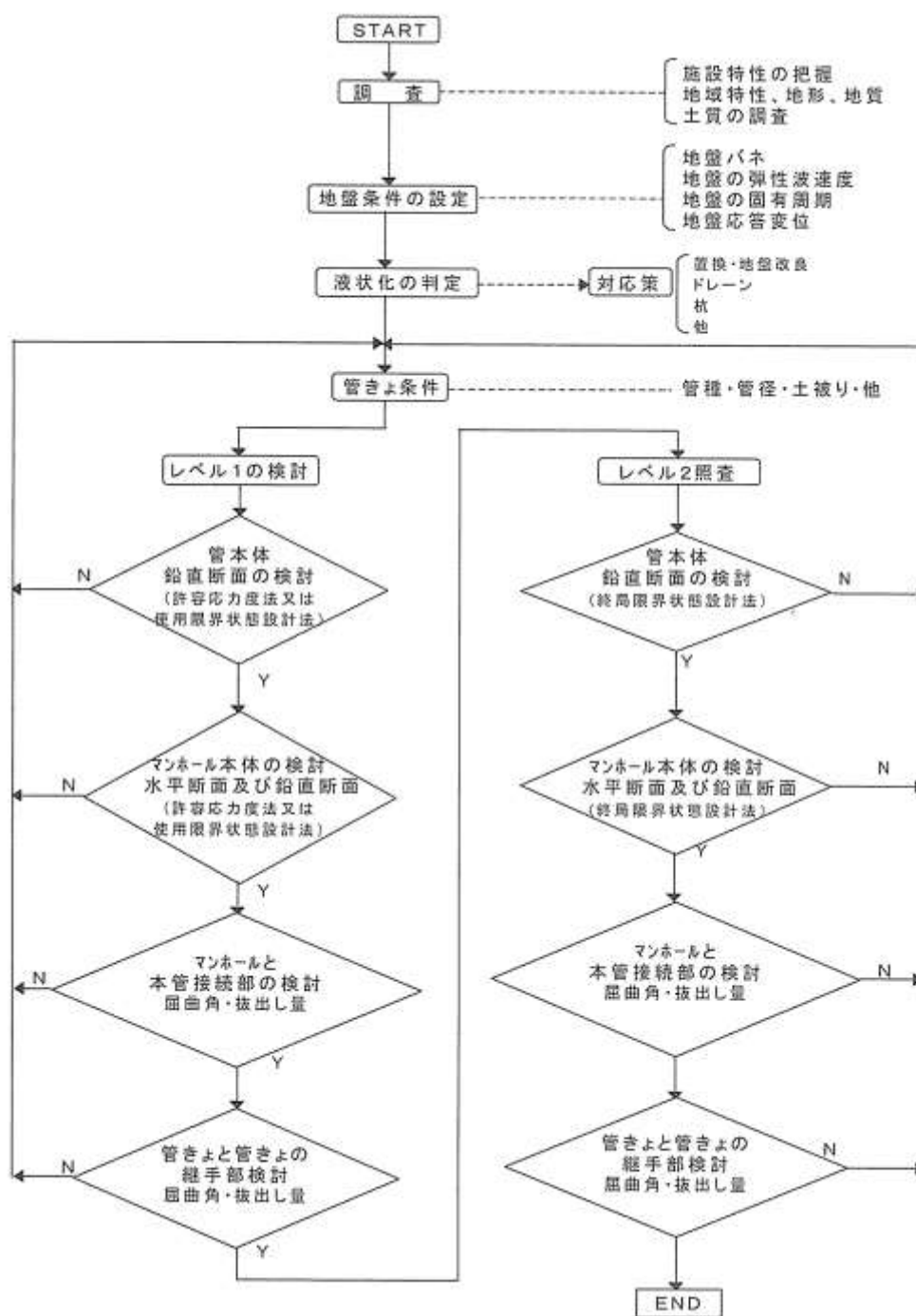


図 12.3.2 差込継ぎ手構造の円形管きょ

出典：耐震計算例(前)

2) 塩ビ管

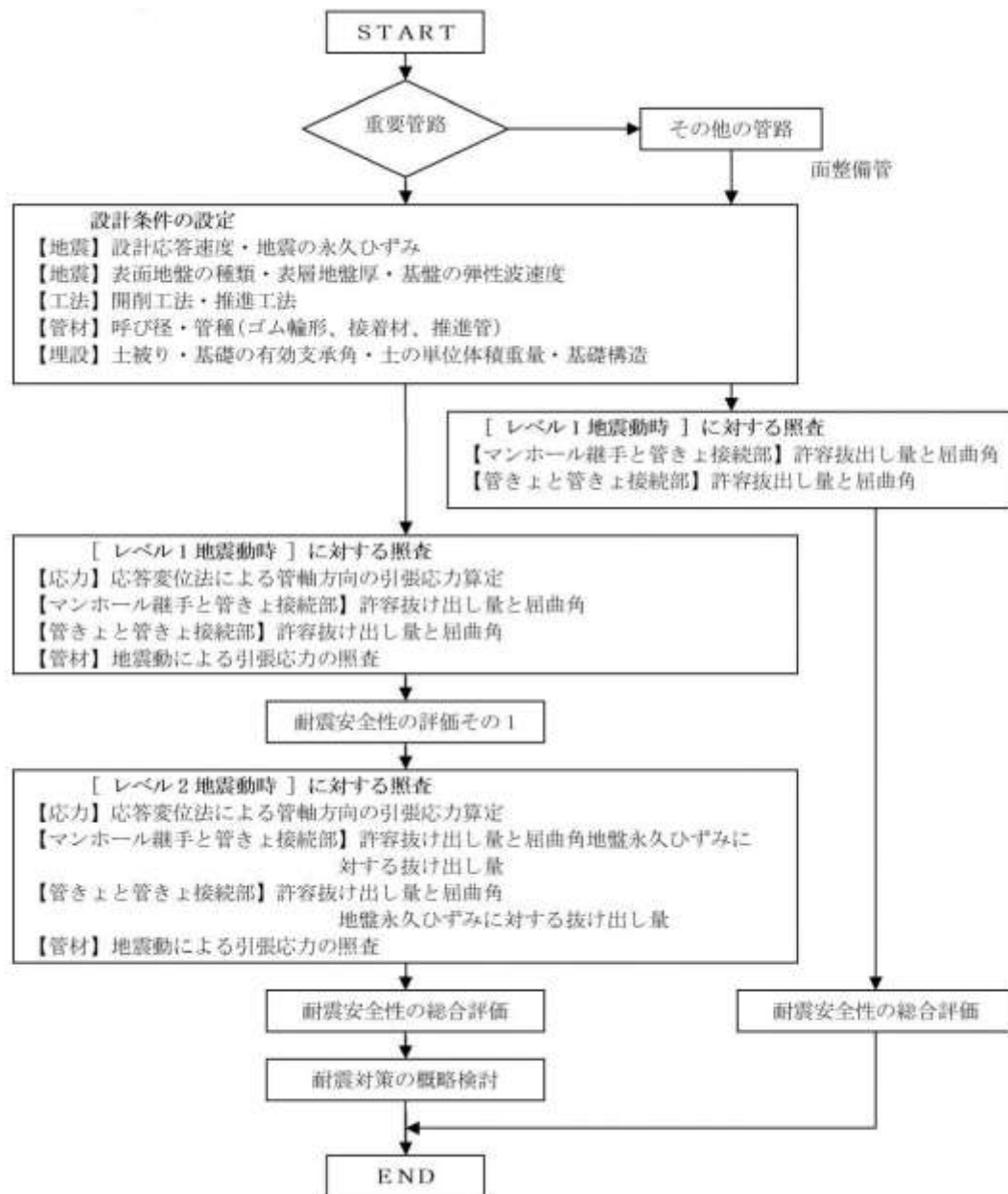


図 12.3.3 塩ビ管の耐震設計フロー

出典：耐震計算例(前)

(3) 組立マンホール

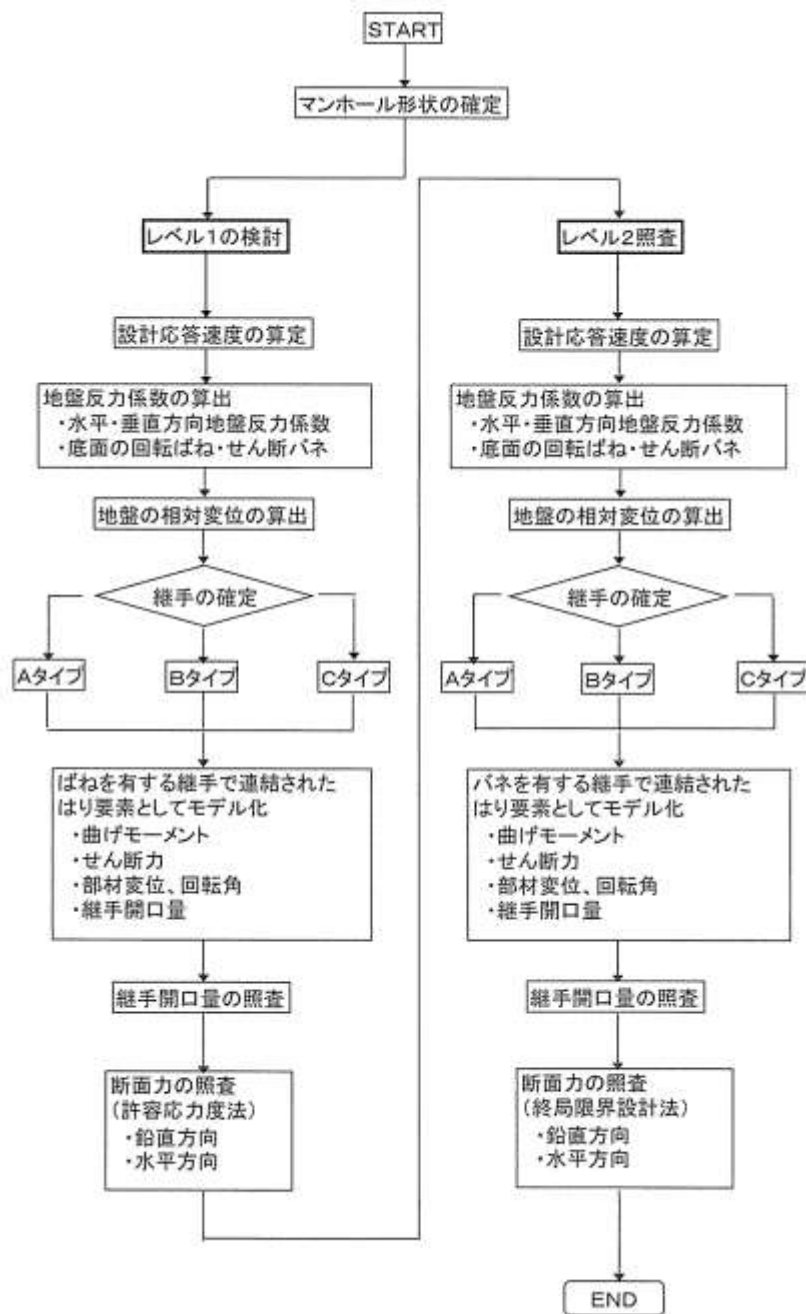


図 12.3.4 組立式マンホールの耐震設計フロー

出典：耐震計算例(後)

12.3.2 耐震マトリックス

管きよ及びマンホールをその特性から分類し、それぞれの耐震検討項目を以下のマトリックスに整理する。また、必要検討項目と参考文献の関係も示す。

検討項目	表 12.3.1 耐震計算マトリックス表(1) (「重要な幹線等」の場合)										h. 液状化地盤の場合 (F _L ≤ 1.0)	
	(地震動による)					(地盤変動による)					急曲線等 の判定 (F _L 値)	状況 の判定 (F _L 値)
	屈曲角	拔出し量	屈曲角	拔出し量	耐力	耐力	管体ひずみ	応力度	拔出し量	急曲線等 の判定 (F _L 値)		
管路施設												
① 遠心力鉄筋コンクリート管(開削用)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	—	—	L2	L12(+)	L2	L2
② 遠心力鉄筋コンクリート管(推進用)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	—	—	L2	L12(+)	L2	L2
③ 陶管(開削用)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	—	—	L2	L12(+)	L2	L2
④ 硬質塩化ビニル管(ゴム輪接合管路)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	—	L12(+)	L2	L12(+)	L2	L2
⑤ 強化プラスチック複合管	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	—	L12(+)	L2	L12(+)	L2	L2
⑥ ダクタイル鉄管(JSWAS G-1・G-2 のII種(自然流下用))	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	—	L12(+)	L2	L12(+)	L2	L2
⑦ 現場打ちボックスカルバート	L12	L12	—	L12	—	L12	—	L12	—	L12(+)	L2	L2
⑧ 二次製品ボックスカルバート	L12	L12	—	L12	—	L12	—	L12	—	L12(+)	L2	L2
⑨ 開きよ	L12	L12	—	L12	—	L12	—	L12	—	L12(+)	L2	L2
⑩ 鋼製セグメント	L12	L12	—	L12	—	L12	—	L12	—	L12(+)	L2	L2
⑪ コンクリート系セグメント	L12	L12	—	L12	—	L12	—	L12	—	L12(+)	L2	L2
⑫ 硬質塩化ビニル管(接着接合管路)	L12	L12	—	L12	—	L12	—	L12	—	L12(+)	L2	L2
⑬ ダクタイル鉄管(JSWAS G-1・G-2 のI種(圧送用))	—	—	L12	L12	—	L12	—	L12	—	L12(+)	L2	L2
⑭ 鋼管	—	—	L12	L12	—	L12	—	L12	—	L12(+)	L2	L2
⑮ ポリエチレン管	—	—	—	—	—	L12	—	L12	—	L12(+)	L2	L2

【凡例および注意点】

L12: レベル1・レベル2共に検討する項目

L2: レベル2を検討する項目

—: 耐震検討を必要としない項目

※: 検討方法を十分確立されていないため、必要に応じて動的解析法など他の方法を用いることが望ましい。

+ : 条件により耐震計算を簡略化できるもの(第4章4.2.1を参照)。
* : 地盤の硬軟急変部等、計算不要の場合もあるもので本文解説を参照する。

△: 埋戻し土や液状化対策の状況等により必要に応じて計算を行う。

既設の現場打ちの特殊マンホールやボックスカルバート等は
処理場・ポンプ場施設の耐震性相照査を参照すること。

検討項目	1. 鉛直断面		3. 水平断面	k. 液状化 の判定 (F _L 値)	g. 浮き上 がり
	開口量	応力度			
管路施設					
⑩ 現場打ち式(円形マンホール)	—	L12	L12	L2	L2 (△)
⑪ 現場打ち式(矩形マンホール)	—	L12	L12	L2	L2 (△)
⑬ 組立式(二次製品)	L12	L12	L12	L2	L2 (△)

出典：耐震指針

表 12.3.3.2 耐震計算マトリックス表 (2) (「その他の管路」の場合)

管 路 施 設	検 討 項 目	a. マンホールと 管きよの接続部 (地震動による)		b. 管きよと管きよ の継手部 (地震動による)		c. 鉛直断面の強度		d. 管軸方向の強度		e. 傾斜地 (傾斜地型) (永久ひず みによる)		f. 地盤の緩 急変化、 急曲線等 (永久ひず みによる)		g. 液状化 の判定 (F1値)		h. 液状化地盤の場合 (F1値≦1.0)	
		屈曲角	接出し量	屈曲角	接出し量	耐荷力	応力度	管体ひずみ	応力度	接出し量	接出し量	接出し量	接出し量	接出し量	接出し量	接出し量	接出し量
差し込み 継手 管 きよ	① 遠心力鉄筋コンクリート管 (開削用)	L1(+)	L1(+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(+)	-	-	-
	② 遠心力鉄筋コンクリート管 (推進用)	L1(+)	L1(+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(+)	-	-	-
	③ 陶 管 (開削用)	L1(+)	L1(+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(+)	-	-	-
	④ 硬質塩化ビニル管 (ゴム輪接合管路)	L1(+)	L1(+)	L1(+)	L1(+)	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(+)	-	-	-
	⑤ 強化プラスチック複合管	L1(+)	L1(+)	L1(+)	L1(+)	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(+)	-	-	-
	⑥ ダクタイル鉄管 (JISWAS G-1・G-2 のⅡ類 (自然流下用))	L1(+)	L1(+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(+)	-	-	-
短 管 きよ	⑦ 現場打ちボックスカルバート	L1	L1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(+)	-	-	-
	⑧ 二次製品ボックスカルバート	L1	L1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(+)	-	-	-
	⑨ 開きよ	L1	L1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(+)	-	-	-
シ ー ド 管 きよ	⑩ 鋼製セグメント	L1	L1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(+)	-	-	-
	⑪ コンクリート系セグメント	L1	L1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(+)	-	-	-
	⑫ 硬質塩化ビニル管 (接着接合管路)	L1	L1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(+)	-	-	-
	⑬ ダクタイル鉄管 (JISWAS G-1・G-2 のⅠ類 (圧送用))	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(+)	-	-	-
	⑭ 鋼 管	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(+)	-	-	-
	⑮ ポリエチレン管	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(+)	-	-	-

【凡例および注意点】

- L1：レベル1を検討する項目
 -：耐震検討を必要としない項目
 +：条件により耐震計算を簡略化できるもの (第4章4.2.1を参照)。
 #：「g. 液状化の判定」の結果、液状化が発生すると判定される場合は、必要に応じて屈曲角及び接出し量の計算を行う。

管 路 施 設	検 討 項 目	1. 鉛直断面		3. 水平 断面		k. 液状化 の判定 (F1値)		0. 滑き上 がり
		開口量	応力度	開口量	応力度	開口量	応力度	
マン ホー ル	⑯ 現場打ち式 (円形マンホール)	-	L1	L1	L1	L1(+)	-	-
	⑰ 現場打ち式 (矩形マンホール)	-	L1	L1	L1	L1(+)	-	-
	⑱ 組立式 (二次製品)	L1	L1	L1	L1	L1(+)	-	-

表 12.3.3 更生工法耐震検討項目一覧表(自立管)

検討項目	構造形式	変位・力・変形				変位・力・変形			
		変位	力	変形	変位	力	変形	変位	力
重要な検討等	a.マンホールと管との接続部	見掛け	△	△	見掛け	△	△	見掛け	△
		抜出し量	△	△	抜出し量	△	△	抜出し量	△
	b.管と土管との継手部	見掛け			見掛け			見掛け	
		抜出し量			抜出し量			抜出し量	
	c.鉛直断面の強度	耐力			耐力			耐力	
		変形能力			変形能力			変形能力	
	d.管軸方向の強度	耐力	○	○	耐力	○	○	耐力	○
		変形能力			変形能力			変形能力	
	e.管端部(継手部)	見掛け	△	△	見掛け	△	△	見掛け	△
		抜出し量			抜出し量			抜出し量	
その他の箇所	f.管端部の縦断変化・急曲線等	見掛け			見掛け			見掛け	
		抜出し量			抜出し量			抜出し量	
	g.終端部の強度(円形)	耐力	○	○	耐力	○	○	耐力	○
		変形能力			変形能力			変形能力	
	h.液状化地盤の場合(γ _L 値≤1.0)	見掛け			見掛け			見掛け	
		抜出し量			抜出し量			抜出し量	
		耐力	△	△	耐力	△	△	耐力	△
		変形能力			変形能力			変形能力	
	i.マンホールと管との接続部	見掛け	△	△	見掛け	△	△	見掛け	△
		抜出し量			抜出し量			抜出し量	
その他の箇所	j.管と土管との継手部	見掛け			見掛け			見掛け	
		抜出し量			抜出し量			抜出し量	
	k.鉛直断面の強度	耐力			耐力			耐力	
		変形能力			変形能力			変形能力	
	l.管軸方向の強度	耐力			耐力			耐力	
		変形能力			変形能力			変形能力	
	m.管端部(継手部)	見掛け	△	△	見掛け	△	△	見掛け	△
		抜出し量			抜出し量			抜出し量	
	n.管端部の縦断変化・急曲線等	見掛け			見掛け			見掛け	
		抜出し量			抜出し量			抜出し量	

【凡例】

○：強度計算により安全性を確保

◇：条件に応じて検討を要す

△：フレキシブルな構造等により安全性を確保

※ 鉛直断面をフレキシブルな構造等とする、塑性シール材の活用等による対応も可能

【例】

- ※1 製造計画により安全性を確保
- ○ 条件に応じて個別に異別
- △ △ フレキシブルな構造等により安全性を確保

レベル1：地盤動に対する照査値（説明図解）のうち、照査角、振出量は新設定数等で確認され、公的審査証明期間による技術審査証明等が必要とされていない

※2 松根部をフレキシブルな構造等とする、粘性シール材の活用等による対応も可也

※3 旧工場で施工された既設管の場合は、断頭部が埋立時に直接はたいているため、原則として地盤の横載変位の検査は省略

※4 旧工場で急傾斜の掘削の掘削のため、原則として急傾斜の掘削の検査は省略

※5 新設管が急傾斜に掘削され、必要に応じて動的解析手法や土性状の調査等、他の方法や評価値を用いる。

管光より更生工法ガイドライン

表 12.3.5 耐震設計の必要検討項目と参照文献

[illegible]

12.3.3 耐震性向上の具体的対策法

耐震性向上の具体的対策法を耐震対策指針より参考として以下に示す。

表 12.3.6 管路の耐震性向上の具体的対策

項 目		「重要な幹線等(含むマンホール)」の対策	「その他の管路(含むマンホール)」の対策
地震動・地盤変位に対して	マンホールと管きよの接続部等の対策	- 可とう継手を用いる等の採用を検討し、耐震性能の向上を図る。 - 取付管のますや管きよへの接続箇所においても、特に重要と判断される場合は、可とう継手等を採用する。	- 可とう継手を用いる等の採用を検討し、耐震性能の向上を図る。 - 取付管のますや管きよへの接続箇所においても、特に重要と判断される場合は、可とう継手等を採用する。
	管きよと管きよの継手部の対策	- 抜け出しと円周方向クラックを防止するために、差し込み長さを長くするとともに、曲げが可能な水密構造の継手とする。 - 地盤の緩軟急変化部では、地盤改良や可とう性継手の採用により耐震性の向上を図る。 - 液状化のおそれのある地盤、あるいは地盤の急変する箇所でシールド管きよを採用する場合は、可とうセグメント等の採用を検討する。 - 圧送管は、継手に伸縮、屈曲、離隔防止等の耐震性のあるものを用いる。	-
	管きよ本体の対策	- 管軸方向クラックを防止するため管種あるいは基礎構造等を検討する。 - 液状化のおそれのある地盤、あるいは地盤の急変する箇所でシールド管きよを採用する場合は、継手ボルトの強度増加、弾性ワッシャーの採用、桁高の検討、二次掘削の有無化等を検討する。 - 地盤の緩軟急変化部では、大きな応力度変化に抵抗できる管材を選定する。	-
	マンホール本体の対策	- マンホール本体がずれないあるいは多少のずれを許容する構造とする。 - マンホール浮上防止対策を行う。	-
	液状化の判定	- 周辺地盤の液状化判定を行う。 - 埋戻し土については、周辺地盤の地下水位・強度、並びに管きよの埋設深さから埋戻し土の液状化被害の可能性を判断する^(イ)。	- 少なくとも既存資料や地形条件等に基づく周辺地盤の液状化判定を行う。 - 埋戻し土については、周辺地盤の地下水位・強度、並びに管きよの埋設深さから埋戻し土の液状化被害の可能性を判断する^(イ)。
液状化に対して	周辺地盤の分類		
	液状化のおそれのある地盤	基礎地盤	必要に応じて地盤改良等の対策を行う。(管材や管基礎等での対応も検討する)。
	液状化のおそれのない地盤	埋戻し	開削工法では、液状化被害のおそれのない埋戻し^(ロ)を行う。
			開削工法で、地下水位が高く、かつ土被りが深く、周辺地盤が脆弱な場合は、液状化による被害のおそれのない埋戻し^(ロ)を行う。

注) 表中の(一)欄は、レベル1地震動に対して重大な被害の生じるおそれがないため、特別な対策を講ずる必要がないことを示す。

(※) については、本章4.8.3 埋戻し土の液状化対策を参照するほか、道路管理者と協議のうえ選定する。

(+) については、具体的な判定条件は、本章4.8.1 管路施設における液状化対策の基本方針を参照する。

出典：耐震指針

12.4 液状化対策

管路施設の周辺地盤や開削工法による埋戻し土が液状化するおそれがある場合は、次の検討を行う。

- (1) 液状化の判定
- (2) 液状化対策

【解説】

管きよの液状化による被害は、管きよ自体の閉塞等の問題のほかに、管路施設浮上や陥没の現象から道路交通に多大な影響を与えるため、二次的な被害防止が課題であることが明らかになっている。

これらの状況を踏まえて、管路施設の耐震設計では、周辺地盤の液状化及び埋戻し土の液状化について検討する。

(1) 液状化の判定

1) 周辺地盤の液状化の判定

「重要な幹線等」と「その他の管路」に分けて液状化判定を行うこととする。

- ① 「重要な幹線等」は、当該路線の土質調査や地下水位調査に基づきデータを整理して実施する。
- ② 「その他の管路」は、対象地区周辺の既存資料から液状化の可能性を判定する。

2) 埋戻し土の液状化の判定

軟弱粘性土地盤、泥炭地盤等、周辺地盤が非液状化地盤であっても、埋戻し部の地下水位が高くなる場合、液状化が生じるおそれがある。そのため、埋戻し土の液状化の可能性についても判定する必要がある。次の条件すべてに該当する場合に発生する可能性が高い。

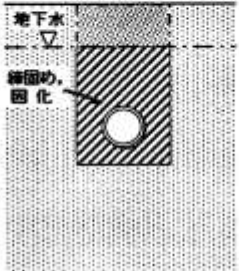
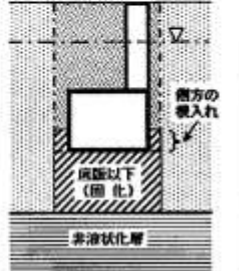
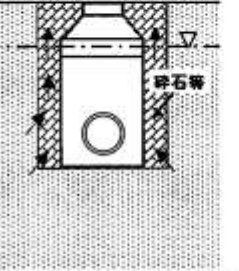
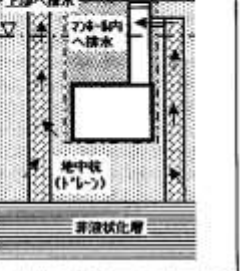
- ① 地下水位が高い場合(GL-3.0m 以浅)
- ② 埋設深度が深い場合(管きよの土被りが GL-2m 以深、かつ地下水位以下)
- ③ 周辺地盤が軟弱な場合(緩い砂地盤(概ね N 値 ≤ 15)、軟弱粘性土地盤(概ね N 値 ≤ 7)等)
- ④ 砂など液状化しやすい埋戻し材料を使用する場合

(2) 液状化対策

1) 周辺地盤の液状化対策

液状化発生防止方策と液状化被害軽減方策の事例を以下の表に示す。

表 12.4.1 周辺地盤の液状化対策工法一覧(その 1)

分類	液状化発生防止対策			
	締固め・固化		過剰間隙水圧の発生抑制	
適用施設・部位	小規模の管きよ 小規模のマンホール	大規模の管きよ 大規模のマンホール	小規模の管きよ 小規模のマンホール	大規模の管きよ 大規模のマンホール
方法・概要図	地下水以下を締固め・固化等により埋戻し、液状化の発生を防止する。 	施設の底版下あるいは側方の周辺地盤をセメント・石灰等の固化剤で改良し、土のせん断強度を増加させて液状化の発生を防止する。 	掘削断面内を透水性の高い材料(砕石等)で地下水位より上方まで埋戻し、地震時の過剰間隙水圧の発生を抑制する。 	周辺に砕石ドレーンによる地中杭等を構築し、間隙水を地下水位の上あるいはマンホール内へ排水させ、地震時の過剰間隙水圧の発生を抑制する。 
対策効果	埋戻し部の液状化を防止し、かつ周辺地盤の液状化に対しては重量で抵抗するため、浮上り防止効果が高い対策である。 地盤の緩軟急変部、マンホールと管きよの接続部での抜出し防止・応力緩和にも効果がある。	周辺地盤を非液状化層に変化させるため、効果は大きい。 液状化対策の地、地盤の急変部、マンホールと本管の接続部での抜出し防止・応力緩和にも効果がある。	周辺地盤と埋戻し部の地震時の過剰間隙水圧の発生を抑制するため、浮上り防止効果が高い対策である。	周辺地盤と埋戻し部の地震時の過剰間隙水圧の発生を抑制するため、浮上り防止効果が高い対策である。
設計・施工上の問題点	液状化被害防止と所収率を考慮した強度を確保する。 締固め・固化ともに液状化が発生しない材料ならびに施工管理を行う。	地盤の液状化防止、かつ施設の浮上り防止のための改良範囲を十分検討する。底版直下の改良の場合、構造物を1m程度掘入れすることが望ましい。対象層が深い場合は、改良範囲も増大し、大規模な工事となる。	埋戻しには、排水効果が確認されている材料(砕石等)を用いる。 排水先として、マンホールに圧力弁を設け、マンホール内へ排水する方法もある。 砕石の日詰まり等の透水性維持について検討の必要がある。	砕石の日詰まり等の透水性維持の問題があるため、ドレーンの規模・設置長さ等、適切な構造を考える。 管きよでは、枝管・取付け管を避けたドレーン配置を検討する。 ドレーンをマンホールへ接続し、マンホール内へ排水する方法もある。
下水管路施設への適用性	比較的小規模の管路施設に適する。	埋戻し部だけの対策では対応できない大規模な管路施設に適する。	比較的小規模の管路施設に適する。	比較的大規模の管路施設に適する。
環境上の問題点等	他企業等の工事や舗装への影響等から、再掘削が可能な頻度に抑える必要がある。	規模が大きくなると、周辺構造物への影響が懸念される。	排水先が道路面や舗装内になる場合は、関係機関との調整が必要である。	排水先が道路面や舗装内になる場合は、関係機関との調整が必要である。

出典：耐震指針

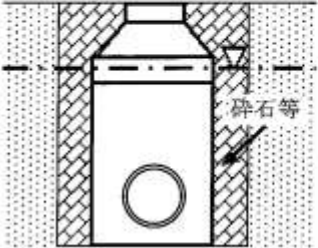
表 12.4.2 周辺地盤の液状化対策工法一覧(その 2)

分類	履手	重量化	土の移動防止	杭	アンカー	遮断壁
適用施設・部位	マンホールと管さの接続部 管さ上の踏手部	マンホールと管さの接続部 管さ上の踏手部	マンホールと管さの接続部 管さ上の踏手部	マンホールと管さの接続部 管さ上の踏手部	マンホールと管さの接続部 管さ上の踏手部	マンホールと管さの接続部 管さ上の踏手部
方法・概要図	可とう履手を設置することにより、液状化による浮上がり・沈下・側方流動等によって本体に生ずる応力を低減する。	可とう履手を設置することにより、液状化による浮上がり・沈下・側方流動等によって本体に生ずる応力を低減する。	可とう履手を設置することにより、液状化による浮上がり・沈下・側方流動等によって本体に生ずる応力を低減する。	可とう履手を設置することにより、液状化による浮上がり・沈下・側方流動等によって本体に生ずる応力を低減する。	可とう履手を設置することにより、液状化による浮上がり・沈下・側方流動等によって本体に生ずる応力を低減する。	可とう履手を設置することにより、液状化による浮上がり・沈下・側方流動等によって本体に生ずる応力を低減する。
対策効果	可とう履手の変位により地盤エネルギーを消耗させる。 浮上がり等の変位に対しては可とう履手の許容範囲内で対応可能である。 本体の応力緩和にも効果が有り、地盤の液状化対策の増強としても有効である。	可とう履手の変位により地盤エネルギーを消耗させる。 浮上がり等の変位に対しては可とう履手の許容範囲内で対応可能である。 本体の応力緩和にも効果が有り、地盤の液状化対策の増強としても有効である。	可とう履手の変位により地盤エネルギーを消耗させる。 浮上がり等の変位に対しては可とう履手の許容範囲内で対応可能である。 本体の応力緩和にも効果が有り、地盤の液状化対策の増強としても有効である。	可とう履手の変位により地盤エネルギーを消耗させる。 浮上がり等の変位に対しては可とう履手の許容範囲内で対応可能である。 本体の応力緩和にも効果が有り、地盤の液状化対策の増強としても有効である。	可とう履手の変位により地盤エネルギーを消耗させる。 浮上がり等の変位に対しては可とう履手の許容範囲内で対応可能である。 本体の応力緩和にも効果が有り、地盤の液状化対策の増強としても有効である。	可とう履手の変位により地盤エネルギーを消耗させる。 浮上がり等の変位に対しては可とう履手の許容範囲内で対応可能である。 本体の応力緩和にも効果が有り、地盤の液状化対策の増強としても有効である。
設計・施工上の問題点	液状化による変位量を推定し、対応する可とう履手を適正にする。ただし、高層建物が隣接する場合は変位量の予測が難しい。 変位量が大きい場合は、液下機能が必要であるか否かのチェックが必要である。	液状化による変位量を推定し、対応する可とう履手を適正にする。ただし、高層建物が隣接する場合は変位量の予測が難しい。 変位量が大きい場合は、液下機能が必要であるか否かのチェックが必要である。	液状化による変位量を推定し、対応する可とう履手を適正にする。ただし、高層建物が隣接する場合は変位量の予測が難しい。 変位量が大きい場合は、液下機能が必要であるか否かのチェックが必要である。	液状化による変位量を推定し、対応する可とう履手を適正にする。ただし、高層建物が隣接する場合は変位量の予測が難しい。 変位量が大きい場合は、液下機能が必要であるか否かのチェックが必要である。	液状化による変位量を推定し、対応する可とう履手を適正にする。ただし、高層建物が隣接する場合は変位量の予測が難しい。 変位量が大きい場合は、液下機能が必要であるか否かのチェックが必要である。	液状化による変位量を推定し、対応する可とう履手を適正にする。ただし、高層建物が隣接する場合は変位量の予測が難しい。 変位量が大きい場合は、液下機能が必要であるか否かのチェックが必要である。
下水管施設への適用性	液状化による変位が比較的小さい場合に適用する。 たわみ後に設計・液下能力・潮流力の低下が懸念される可能性があるため、事前検討が必要である。	液状化による変位が比較的小さい場合に適用する。 たわみ後に設計・液下能力・潮流力の低下が懸念される可能性があるため、事前検討が必要である。	液状化による変位が比較的小さい場合に適用する。 たわみ後に設計・液下能力・潮流力の低下が懸念される可能性があるため、事前検討が必要である。	液状化による変位が比較的小さい場合に適用する。 たわみ後に設計・液下能力・潮流力の低下が懸念される可能性があるため、事前検討が必要である。	液状化による変位が比較的小さい場合に適用する。 たわみ後に設計・液下能力・潮流力の低下が懸念される可能性があるため、事前検討が必要である。	液状化による変位が比較的小さい場合に適用する。 たわみ後に設計・液下能力・潮流力の低下が懸念される可能性があるため、事前検討が必要である。
隣接上の問題点等	占有範囲が外側に広がる場合は、関係機関との調整が必要である。	占有範囲が外側に広がる場合は、関係機関との調整が必要である。	占有範囲が外側に広がる場合は、関係機関との調整が必要である。	占有範囲が外側に広がる場合は、関係機関との調整が必要である。	占有範囲が外側に広がる場合は、関係機関との調整が必要である。	占有範囲が外側に広がる場合は、関係機関との調整が必要である。

2) 埋戻し土の液状化対策

埋め戻し土の対策には、「埋戻し土の固化」、「砕石等による埋戻し」「埋戻し土の締固め」の3工法がある。いずれについても、適切な施工管理、品質管理が求められるため、十分検討して工法を選定する。

表 12.4.4 埋戻し部の液状化対策と概念図

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あることから、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。

「下水道地震対策技術検討委員会報告書」³²⁾に加筆
注 埋戻しは、道路管理者等の埋戻し基準にも従う。

出典：耐震指針

なお、これらの埋戻し部における液状化対策の決定にあたっては、道路管理者等と協議の上で決定する。

第 13 章 マンホールポンプ施設

第13章 マンホールポンプ施設

13.1 適用

マンホールポンプ場の維持管理を行うにあたり、適切な施設機能を確保するために必要な事項を定めるものである。

【解説】

詳細については、マンホールポンプ場移管マニュアル(千葉市建設局)(参考資料-4)を参照のこと。

なお、必要に応じて、施設管理者(中央浄化センター又は南部浄化センター)と協議すること。

参 考 資 料

参考資料-1 流量表（様式）

排水区

[illegible]

[illegible]

参考資料-2

管きよ流量表(マニング式)

管径D	150	200	250	300	350					
WA	0.01767	0.03142	0.04490	0.07069	0.09621					
WP	0.071	0.628	0.795	0.942	1.100					
R	0.038	0.050	0.053	0.075	0.087					
1 (‰)	V(m/s)	Q (m³/s)	V(m/s)	Q (m³/s)	V(m/s)	Q (m³/s)	V(m/s)	Q (m³/s)	V(m/s)	Q (m³/s)
1.0	0.357	0.006	0.429	0.013	0.501	0.025	0.562	0.640	0.621	0.060
1.1	0.375	0.007	0.450	0.014	0.525	0.026	0.590	0.647	0.651	0.063
1.2	0.392	0.008	0.470	0.015	0.546	0.027	0.618	0.644	0.680	0.066
1.3	0.408	0.009	0.489	0.015	0.571	0.028	0.643	0.645	0.708	0.068
1.4	0.423	0.009	0.508	0.016	0.592	0.029	0.665	0.647	0.735	0.071
1.5	0.436	0.010	0.525	0.017	0.613	0.030	0.686	0.649	0.760	0.073
1.6	0.449	0.010	0.543	0.017	0.633	0.031	0.711	0.650	0.785	0.076
1.7	0.461	0.010	0.560	0.018	0.653	0.032	0.733	0.652	0.810	0.078
1.8	0.470	0.010	0.575	0.018	0.672	0.033	0.755	0.653	0.833	0.080
1.9	0.479	0.010	0.590	0.019	0.690	0.034	0.775	0.655	0.856	0.082
2.0	0.505	0.010	0.607	0.019	0.708	0.035	0.795	0.656	0.878	0.084
2.2	0.530	0.010	0.637	0.020	0.743	0.036	0.834	0.659	0.921	0.088
2.4	0.554	0.010	0.665	0.021	0.776	0.038	0.871	0.662	0.962	0.093
2.6	0.576	0.010	0.692	0.022	0.807	0.040	0.907	0.664	1.001	0.096
2.8	0.598	0.011	0.718	0.023	0.838	0.041	0.943	0.667	1.039	0.100
3.0	0.619	0.011	0.743	0.023	0.867	0.043	0.974	0.669	1.075	0.103
3.2	0.639	0.011	0.768	0.024	0.896	0.044	1.006	0.671	1.111	0.107
3.4	0.659	0.011	0.791	0.025	0.923	0.045	1.037	0.673	1.145	0.110
3.6	0.678	0.011	0.814	0.026	0.950	0.047	1.067	0.675	1.178	0.113
3.8	0.697	0.012	0.837	0.026	0.976	0.048	1.096	0.677	1.210	0.116
4.0	0.715	0.012	0.858	0.027	1.001	0.049	1.125	0.680	1.242	0.119
4.2	0.733	0.012	0.880	0.028	1.026	0.050	1.153	0.681	1.277	0.122
4.4	0.750	0.012	0.900	0.028	1.050	0.052	1.180	0.683	1.302	0.125
4.6	0.767	0.012	0.921	0.029	1.074	0.053	1.206	0.685	1.327	0.128
4.8	0.783	0.012	0.940	0.030	1.097	0.054	1.232	0.687	1.350	0.131
5.0	0.799	0.012	0.960	0.030	1.120	0.055	1.258	0.689	1.388	0.134
5.2	0.815	0.012	0.979	0.031	1.142	0.056	1.282	0.691	1.416	0.138
5.4	0.831	0.012	0.997	0.031	1.163	0.057	1.307	0.692	1.443	0.139
5.6	0.846	0.012	1.015	0.032	1.185	0.058	1.331	0.694	1.469	0.141
5.8	0.861	0.012	1.034	0.032	1.206	0.059	1.354	0.696	1.495	0.144
6.0	0.876	0.012	1.051	0.033	1.228	0.060	1.378	0.697	1.521	0.146
6.5	0.911	0.013	1.094	0.034	1.276	0.063	1.434	0.701	1.583	0.152
7.0	0.946	0.013	1.136	0.036	1.325	0.065	1.488	0.705	1.643	0.158
7.5	0.979	0.013	1.175	0.037	1.371	0.067	1.540	0.709	1.700	0.164
8.0	1.013	0.013	1.214	0.038	1.418	0.070	1.591	0.712	1.756	0.169
8.5	1.047	0.013	1.251	0.039	1.465	0.072	1.640	0.715	1.810	0.174
9.0	1.077	0.013	1.288	0.040	1.502	0.074	1.687	0.719	1.863	0.179
9.5	1.107	0.013	1.323	0.042	1.543	0.076	1.733	0.723	1.914	0.184
10.0	1.138	0.013	1.357	0.043	1.583	0.078	1.778	0.726	1.963	0.189
10.5	1.168	0.013	1.391	0.044	1.622	0.080	1.822	0.729	2.012	0.194
11.0	1.198	0.013	1.423	0.045	1.661	0.082	1.865	0.732	2.059	0.198
12.0	1.258	0.013	1.487	0.047	1.734	0.085	1.948	0.738	2.151	0.207
13.0	1.289	0.013	1.547	0.049	1.805	0.089	2.028	0.743	2.239	0.215
14.0	1.331	0.013	1.606	0.050	1.873	0.092	2.104	0.749	2.323	0.224
15.0	1.384	0.013	1.662	0.052	1.938	0.095	2.178	0.754	2.405	0.231
16.0	1.430	0.013	1.717	0.054	2.003	0.098	2.250	0.759	2.484	0.239
17.0	1.474	0.013	1.770	0.056	2.064	0.101	2.319	0.764	2.560	0.246
18.0	1.516	0.013	1.821	0.057	2.124	0.104	2.386	0.769	2.634	0.253
19.0	1.558	0.013	1.871	0.059	2.182	0.107	2.451	0.773	2.706	0.260
20.0	1.598	0.013	1.919	0.060	2.238	0.110	2.515	0.778	2.777	0.267
22.0	1.676	0.013	2.013	0.063	2.348	0.115	2.638	0.785	2.912	0.282
24.0	1.751	0.013	2.103	0.066	2.453	0.120	2.755	0.790	3.042	0.293
26.0	1.823	0.013	2.188	0.069	2.553	0.125	2.868	0.795	3.166	0.305
28.0	1.891	0.013	2.271	0.071	2.649	0.130	2.976	0.799	3.285	0.316
30.0	1.958	0.013	2.351	0.074	2.742	0.135	3.080	0.803	3.401	0.327
32.0	2.022	0.013	2.428	0.076	2.832	0.139	3.181	0.807	3.512	0.339
34.0	2.084	0.013	2.503	0.079	2.919	0.143	3.279	0.812	3.620	0.349
36.0	2.145	0.013	2.575	0.081	3.004	0.147	3.374	0.816	3.725	0.359
38.0	2.203	0.013	2.646	0.083	3.088	0.152	3.467	0.820	3.827	0.368
40.0	2.261	0.013	2.714	0.085	3.167	0.155	3.557	0.824	3.927	0.378
45.0	2.398	0.013	2.879	0.090	3.359	0.165	3.773	0.837	4.165	0.401
50.0	2.527	0.013	3.035	0.095	3.540	0.174	3.977	0.849	4.390	0.422
55.0	2.651	0.013	3.183	0.100	3.713	0.182	4.171	0.860	4.605	0.443
60.0	2.769	0.013	3.328	0.104	3.878	0.190	4.356	0.870	4.809	0.463
65.0	2.882	0.013	3.460	0.109	4.037	0.198	4.534	0.879	5.006	0.482
70.0	2.990	0.013	3.591	0.113	4.188	0.206	4.705	0.888	5.195	0.500
75.0	3.095	0.013	3.717	0.117	4.336	0.213	4.870	0.896	5.377	0.517
80.0	3.197	0.013	3.839	0.121	4.478	0.220	5.030	0.904	5.553	0.534
85.0	3.296	0.013	3.957	0.124	4.616	0.227	5.185	0.912	5.724	0.551
90.0	3.391	0.013	4.072	0.128	4.750	0.233	5.335	0.919	5.890	0.567
95.0	3.484	0.013	4.183	0.131	4.880	0.240	5.482	0.927	6.052	0.582
100.0	3.574	0.013	4.290	0.135	5.007	0.246	5.624	0.934	6.209	0.597
105.0	3.663	0.013	4.398	0.138	5.130	0.252	5.763	0.940	6.362	0.612
110.0	3.749	0.013	4.501	0.141	5.251	0.258	5.898	0.947	6.512	0.627
115.0	3.833	0.013	4.603	0.145	5.369	0.264	6.033	0.953	6.658	0.641
120.0	3.915	0.013	4.702	0.148	5.485	0.269	6.161	0.959	6.801	0.654
125.0	3.996	0.013	4.798	0.151	5.598	0.275	6.288	0.964	6.942	0.668
130.0	4.075	0.013	4.893	0.154	5.709	0.280	6.412	0.969	7.079	0.681
135.0	4.153	0.013	4.987	0.157	5.817	0.286	6.534	0.974	7.214	0.694
140.0	4.229	0.013	5.078	0.160	5.924	0.291	6.654	0.979	7.346	0.707

マニング公式

$n=0.010$

呼び径	400		450		500		600	
WA	0.12566		0.15904		0.19635		0.28274	
WP	1.257		1.414		1.571		1.885	
R	0.100		0.112		0.125		0.150	
I (%)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
1.0	0.681	0.086	0.735	0.117	0.791	0.155	0.893	0.252
1.1	0.715	0.090	0.771	0.123	0.829	0.163	0.936	0.265
1.2	0.746	0.094	0.805	0.128	0.866	0.170	0.978	0.277
1.3	0.777	0.098	0.838	0.133	0.901	0.177	1.018	0.288
1.4	0.806	0.101	0.869	0.138	0.935	0.184	1.056	0.299
1.5	0.834	0.105	0.900	0.143	0.968	0.190	1.093	0.309
1.6	0.862	0.108	0.929	0.148	1.000	0.196	1.129	0.319
1.7	0.888	0.112	0.958	0.152	1.031	0.202	1.164	0.329
1.8	0.914	0.115	0.986	0.157	1.061	0.208	1.198	0.339
1.9	0.939	0.118	1.013	0.161	1.090	0.214	1.231	0.348
2.0	0.963	0.121	1.039	0.165	1.118	0.220	1.263	0.357
2.2	1.011	0.127	1.090	0.173	1.173	0.230	1.324	0.374
2.4	1.055	0.133	1.138	0.181	1.225	0.241	1.383	0.391
2.6	1.099	0.138	1.185	0.188	1.275	0.250	1.440	0.407
2.8	1.140	0.143	1.229	0.195	1.323	0.260	1.494	0.422
3.0	1.180	0.148	1.273	0.202	1.369	0.269	1.546	0.437
3.2	1.219	0.153	1.314	0.209	1.414	0.278	1.597	0.452
3.4	1.256	0.158	1.355	0.215	1.458	0.286	1.646	0.465
3.6	1.293	0.162	1.394	0.222	1.500	0.295	1.694	0.479
3.8	1.328	0.167	1.432	0.228	1.541	0.303	1.740	0.492
4.0	1.363	0.171	1.470	0.234	1.581	0.310	1.785	0.505
4.2	1.396	0.175	1.506	0.240	1.620	0.318	1.830	0.517
4.4	1.429	0.180	1.541	0.245	1.658	0.326	1.873	0.530
4.6	1.461	0.184	1.576	0.251	1.696	0.333	1.915	0.541
4.8	1.493	0.188	1.610	0.256	1.732	0.340	1.956	0.553
5.0	1.523	0.191	1.643	0.261	1.768	0.347	1.996	0.564
5.2	1.554	0.195	1.676	0.267	1.803	0.354	2.036	0.576
5.4	1.583	0.199	1.707	0.271	1.837	0.361	2.075	0.587
5.6	1.612	0.203	1.739	0.277	1.871	0.367	2.113	0.597
5.8	1.641	0.206	1.770	0.282	1.904	0.374	2.150	0.608
6.0	1.669	0.210	1.800	0.286	1.936	0.380	2.187	0.618
6.5	1.737	0.218	1.873	0.298	2.016	0.396	2.276	0.644
7.0	1.803	0.227	1.944	0.309	2.092	0.411	2.362	0.668
7.5	1.866	0.234	2.012	0.320	2.165	0.425	2.445	0.691
8.0	1.927	0.242	2.078	0.330	2.236	0.439	2.525	0.714
8.5	1.986	0.250	2.142	0.341	2.305	0.453	2.603	0.736
9.0	2.044	0.257	2.204	0.351	2.372	0.466	2.678	0.757
9.5	2.100	0.264	2.265	0.360	2.437	0.479	2.752	0.778
10.0	2.154	0.271	2.324	0.370	2.500	0.491	2.823	0.798
10.5	2.208	0.277	2.381	0.379	2.562	0.503	2.893	0.818
11.0	2.260	0.284	2.437	0.388	2.622	0.515	2.961	0.837
12.0	2.360	0.297	2.545	0.405	2.739	0.538	3.093	0.875
13.0	2.456	0.309	2.649	0.421	2.850	0.560	3.219	0.910
14.0	2.549	0.320	2.749	0.437	2.958	0.581	3.340	0.944
15.0	2.639	0.332	2.846	0.453	3.062	0.601	3.458	0.978
16.0	2.725	0.342	2.939	0.467	3.162	0.621	3.571	1.010
17.0	2.809	0.353	3.029	0.482	3.260	0.640	3.681	1.041
18.0	2.890	0.363	3.117	0.496	3.354	0.659	3.788	1.071
19.0	2.970	0.373	3.203	0.509	3.446	0.677	3.891	1.100
20.0	3.047	0.383	3.286	0.523	3.536	0.694	3.992	1.129
22.0	3.196	0.402	3.446	0.548	3.708	0.728	4.187	1.184
24.0	3.338	0.419	3.600	0.573	3.873	0.760	4.374	1.237
26.0	3.474	0.437	3.747	0.596	4.031	0.791	4.552	1.287
28.0	3.605	0.453	3.888	0.618	4.183	0.821	4.724	1.336
30.0	3.732	0.469	4.024	0.640	4.330	0.850	4.890	1.383
32.0	3.854	0.484	4.156	0.661	4.472	0.878	5.050	1.428
34.0	3.973	0.499	4.284	0.681	4.610	0.905	5.206	1.472
36.0	4.088	0.514	4.409	0.701	4.743	0.931	5.356	1.514
38.0	4.200	0.528	4.529	0.720	4.873	0.957	5.503	1.556
40.0	4.309	0.541	4.647	0.739	5.000	0.982	5.646	1.596
45.0	4.570	0.574	4.929	0.784	5.303	1.041	5.989	1.693
50.0	4.817	0.605	5.196	0.826	5.590	1.098	6.313	1.785
55.0	5.053	0.635	5.449	0.867	5.863	1.151	6.621	1.872
60.0	5.277	0.663	5.691	0.905	6.124	1.202	6.915	1.955
65.0	5.493	0.690	5.924	0.942	6.374	1.252	7.198	2.035
70.0	5.700	0.716	6.147	0.978	6.614	1.299	7.469	2.112
75.0	5.900	0.741	6.363	1.012	6.847	1.344	7.731	2.186
80.0	6.094	0.766	6.572	1.045	7.071	1.388	7.985	2.258
85.0	6.281	0.789	6.774	1.077	7.289	1.431	8.231	2.327
90.0	6.463	0.812	6.971	1.109	7.500	1.473	8.469	2.395
95.0	6.640	0.834	7.162	1.139	7.706	1.513	8.701	2.460
100.0	6.813	0.856	7.348	1.169	7.906	1.552	8.927	2.524
105.0	6.981	0.877	7.529	1.197	8.101	1.591	9.148	2.587
110.0	7.145	0.898	7.706	1.226	8.292	1.628	9.363	2.647
115.0	7.306	0.918	7.879	1.253	8.478	1.665	9.574	2.707
120.0	7.463	0.938	8.049	1.280	8.660	1.700	9.780	2.765
125.0	7.617	0.957	8.215	1.307	8.839	1.736	9.981	2.822
130.0	7.768	0.976	8.378	1.332	9.014	1.770	10.179	2.878
135.0	7.916	0.995	8.537	1.358	9.186	1.804	10.373	2.933
140.0	8.061	1.013	8.694	1.383	9.354	1.837	10.563	2.987

管径D	150	200	250	300	350					
WA	0.01767	0.03142	0.04969	0.07008	0.09621					
WP	0.471	0.628	0.785	0.942	1.100					
H	0.038	0.050	0.063	0.075	0.087					
I (%)	V(m/s)	Q (m³/s)	V(m/s)	Q (m³/s)	V(m/s)	Q (m³/s)				
1.0	0.275	0.005	0.330	0.010	0.365	0.019	0.433	0.031	0.478	0.046
1.1	0.288	0.005	0.346	0.011	0.404	0.020	0.454	0.032	0.501	0.048
1.2	0.301	0.005	0.362	0.011	0.422	0.021	0.474	0.033	0.523	0.050
1.3	0.313	0.006	0.376	0.012	0.439	0.022	0.493	0.035	0.545	0.052
1.4	0.325	0.006	0.391	0.012	0.456	0.022	0.512	0.036	0.565	0.054
1.5	0.337	0.006	0.404	0.013	0.472	0.023	0.530	0.037	0.585	0.056
1.6	0.348	0.006	0.418	0.013	0.487	0.024	0.547	0.039	0.604	0.058
1.7	0.358	0.006	0.430	0.014	0.502	0.025	0.564	0.040	0.623	0.060
1.8	0.369	0.007	0.443	0.014	0.517	0.026	0.580	0.041	0.641	0.062
1.9	0.379	0.007	0.455	0.014	0.531	0.026	0.596	0.042	0.658	0.063
2.0	0.389	0.007	0.467	0.015	0.545	0.027	0.612	0.043	0.675	0.065
2.2	0.408	0.007	0.490	0.015	0.571	0.028	0.640	0.045	0.708	0.068
2.4	0.426	0.008	0.511	0.016	0.597	0.029	0.670	0.047	0.740	0.071
2.6	0.443	0.008	0.532	0.017	0.621	0.030	0.698	0.049	0.770	0.074
2.8	0.460	0.008	0.552	0.017	0.644	0.032	0.724	0.051	0.799	0.077
3.0	0.476	0.008	0.572	0.018	0.667	0.033	0.749	0.053	0.827	0.080
3.2	0.492	0.009	0.591	0.019	0.689	0.034	0.774	0.055	0.854	0.082
3.4	0.507	0.009	0.609	0.019	0.710	0.035	0.798	0.056	0.881	0.085
3.6	0.522	0.009	0.626	0.020	0.731	0.036	0.821	0.058	0.906	0.087
3.8	0.536	0.009	0.644	0.020	0.751	0.037	0.843	0.060	0.931	0.090
4.0	0.550	0.010	0.660	0.021	0.770	0.038	0.865	0.061	0.955	0.092
4.2	0.563	0.010	0.677	0.021	0.789	0.039	0.887	0.063	0.979	0.094
4.4	0.577	0.010	0.693	0.022	0.808	0.040	0.907	0.064	1.002	0.096
4.6	0.590	0.010	0.708	0.022	0.826	0.041	0.926	0.066	1.024	0.098
4.8	0.603	0.011	0.723	0.023	0.844	0.041	0.948	0.067	1.046	0.101
5.0	0.616	0.011	0.738	0.023	0.861	0.042	0.967	0.068	1.068	0.103
5.2	0.629	0.011	0.753	0.024	0.878	0.043	0.987	0.070	1.089	0.105
5.4	0.642	0.011	0.767	0.024	0.895	0.044	1.005	0.071	1.110	0.107
5.6	0.655	0.011	0.781	0.025	0.911	0.045	1.024	0.072	1.130	0.109
5.8	0.668	0.012	0.795	0.025	0.928	0.046	1.042	0.074	1.150	0.111
6.0	0.681	0.012	0.809	0.025	0.943	0.046	1.060	0.075	1.170	0.113
6.5	0.701	0.012	0.842	0.026	0.982	0.048	1.103	0.078	1.218	0.117
7.0	0.727	0.013	0.873	0.027	1.019	0.050	1.145	0.081	1.254	0.122
7.5	0.753	0.013	0.904	0.028	1.055	0.052	1.185	0.084	1.300	0.126
8.0	0.778	0.014	0.934	0.029	1.089	0.053	1.224	0.086	1.351	0.130
8.5	0.802	0.014	0.963	0.030	1.123	0.055	1.261	0.089	1.392	0.134
9.0	0.825	0.015	0.990	0.031	1.155	0.057	1.298	0.092	1.433	0.138
9.5	0.847	0.015	1.018	0.032	1.187	0.058	1.333	0.094	1.472	0.142
10.0	0.869	0.015	1.044	0.033	1.218	0.060	1.368	0.097	1.510	0.145
10.5	0.891	0.016	1.070	0.034	1.248	0.061	1.402	0.099	1.548	0.148
11.0	0.912	0.016	1.095	0.034	1.277	0.063	1.435	0.101	1.584	0.152
12.0	0.952	0.017	1.144	0.036	1.334	0.065	1.499	0.106	1.634	0.159
13.0	0.991	0.018	1.190	0.037	1.389	0.068	1.560	0.110	1.722	0.166
14.0	1.029	0.019	1.235	0.039	1.441	0.071	1.619	0.114	1.787	0.172
15.0	1.066	0.019	1.279	0.040	1.492	0.073	1.675	0.118	1.850	0.176
16.0	1.100	0.020	1.321	0.041	1.541	0.076	1.730	0.122	1.910	0.180
17.0	1.134	0.020	1.361	0.043	1.586	0.078	1.783	0.126	1.969	0.184
18.0	1.166	0.021	1.401	0.044	1.634	0.080	1.835	0.130	2.026	0.188
19.0	1.198	0.021	1.439	0.045	1.679	0.082	1.886	0.133	2.082	0.192
20.0	1.230	0.022	1.476	0.046	1.722	0.085	1.935	0.137	2.136	0.196
22.0	1.290	0.023	1.549	0.049	1.806	0.089	2.029	0.143	2.240	0.216
24.0	1.347	0.024	1.617	0.051	1.887	0.093	2.119	0.150	2.340	0.225
26.0	1.402	0.025	1.683	0.053	1.964	0.096	2.206	0.156	2.435	0.234
28.0	1.455	0.026	1.747	0.055	2.038	0.100	2.289	0.162	2.527	0.243
30.0	1.506	0.027	1.808	0.057	2.109	0.104	2.370	0.167	2.615	0.252
32.0	1.556	0.027	1.868	0.059	2.179	0.107	2.447	0.173	2.702	0.260
34.0	1.605	0.028	1.925	0.060	2.248	0.110	2.523	0.178	2.785	0.268
36.0	1.650	0.029	1.981	0.062	2.311	0.113	2.596	0.183	2.865	0.276
38.0	1.695	0.030	2.035	0.064	2.374	0.117	2.667	0.189	2.944	0.283
40.0	1.739	0.031	2.088	0.066	2.436	0.120	2.736	0.193	3.021	0.291
45.0	1.844	0.033	2.215	0.070	2.584	0.127	2.902	0.205	3.204	0.308
50.0	1.944	0.034	2.334	0.073	2.723	0.134	3.059	0.216	3.377	0.325
55.0	2.039	0.035	2.448	0.077	2.856	0.140	3.208	0.227	3.542	0.341
60.0	2.130	0.036	2.557	0.080	2.983	0.146	3.351	0.237	3.700	0.356
65.0	2.217	0.039	2.662	0.084	3.105	0.152	3.488	0.247	3.851	0.370
70.0	2.300	0.041	2.762	0.087	3.222	0.158	3.619	0.256	3.996	0.384
75.0	2.381	0.042	2.859	0.090	3.335	0.164	3.747	0.265	4.135	0.398
80.0	2.459	0.043	2.953	0.093	3.445	0.169	3.869	0.274	4.272	0.411
85.0	2.535	0.043	3.044	0.096	3.551	0.174	3.986	0.282	4.403	0.424
90.0	2.608	0.045	3.132	0.098	3.654	0.179	4.101	0.290	4.531	0.436
95.0	2.680	0.047	3.218	0.101	3.754	0.184	4.217	0.298	4.655	0.448
100.0	2.749	0.049	3.301	0.104	3.851	0.189	4.326	0.306	4.775	0.460
105.0	2.817	0.050	3.383	0.106	3.946	0.194	4.433	0.313	4.894	0.471
110.0	2.884	0.051	3.463	0.109	4.039	0.198	4.537	0.321	5.009	0.482
115.0	2.946	0.052	3.540	0.111	4.130	0.203	4.638	0.328	5.122	0.493
120.0	3.012	0.053	3.617	0.114	4.219	0.207	4.739	0.335	5.232	0.503
125.0	3.074	0.054	3.691	0.116	4.306	0.211	4.837	0.342	5.340	0.514
130.0	3.135	0.055	3.764	0.118	4.391	0.216	4.933	0.349	5.446	0.524
135.0	3.195	0.056	3.836	0.121	4.475	0.220	5.026	0.355	5.549	0.534
140.0	3.253	0.057	3.906	0.123	4.557	0.224	5.119	0.362	5.651	0.544

マニング公式

$n=0.013$

呼び径	400		450		500		600	
WA	0.12566		0.15904		0.19635		0.28274	
WP	1.257		1.414		1.571		1.885	
R	0.100		0.112		0.125		0.150	
I (%)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
1.0	0.524	0.066	0.565	0.090	0.608	0.119	0.687	0.194
1.1	0.550	0.069	0.593	0.094	0.638	0.125	0.720	0.204
1.2	0.574	0.072	0.619	0.098	0.666	0.131	0.752	0.213
1.3	0.598	0.075	0.644	0.102	0.693	0.136	0.783	0.221
1.4	0.620	0.078	0.669	0.106	0.720	0.141	0.813	0.230
1.5	0.642	0.081	0.692	0.110	0.745	0.146	0.841	0.238
1.6	0.663	0.083	0.715	0.114	0.769	0.151	0.869	0.246
1.7	0.683	0.086	0.737	0.117	0.793	0.156	0.895	0.253
1.8	0.703	0.088	0.758	0.121	0.816	0.160	0.921	0.260
1.9	0.722	0.091	0.779	0.124	0.838	0.165	0.947	0.268
2.0	0.741	0.093	0.799	0.127	0.860	0.169	0.971	0.275
2.2	0.777	0.098	0.838	0.133	0.902	0.177	1.019	0.288
2.4	0.812	0.102	0.876	0.139	0.942	0.185	1.064	0.301
2.6	0.845	0.106	0.911	0.145	0.981	0.193	1.107	0.313
2.8	0.877	0.110	0.946	0.150	1.018	0.200	1.149	0.325
3.0	0.908	0.114	0.979	0.156	1.053	0.207	1.189	0.336
3.2	0.937	0.118	1.011	0.161	1.088	0.214	1.228	0.347
3.4	0.966	0.121	1.042	0.166	1.121	0.220	1.266	0.358
3.6	0.994	0.125	1.072	0.170	1.154	0.227	1.303	0.368
3.8	1.022	0.128	1.102	0.175	1.185	0.233	1.339	0.379
4.0	1.048	0.132	1.130	0.180	1.216	0.239	1.373	0.388
4.2	1.074	0.135	1.158	0.184	1.246	0.245	1.407	0.398
4.4	1.099	0.138	1.186	0.189	1.276	0.251	1.440	0.407
4.6	1.124	0.141	1.212	0.193	1.304	0.256	1.473	0.416
4.8	1.148	0.144	1.238	0.197	1.332	0.262	1.505	0.426
5.0	1.172	0.147	1.264	0.201	1.360	0.267	1.536	0.434
5.2	1.195	0.150	1.289	0.205	1.387	0.272	1.566	0.443
5.4	1.218	0.153	1.313	0.209	1.413	0.277	1.596	0.451
5.6	1.240	0.156	1.338	0.213	1.439	0.283	1.625	0.459
5.8	1.262	0.159	1.361	0.216	1.465	0.288	1.654	0.468
6.0	1.284	0.161	1.384	0.220	1.490	0.293	1.682	0.476
6.5	1.336	0.168	1.441	0.229	1.550	0.304	1.751	0.495
7.0	1.387	0.174	1.495	0.238	1.609	0.316	1.817	0.514
7.5	1.435	0.180	1.548	0.246	1.665	0.327	1.881	0.532
8.0	1.482	0.186	1.599	0.254	1.720	0.338	1.942	0.549
8.5	1.528	0.192	1.648	0.262	1.773	0.348	2.002	0.566
9.0	1.572	0.198	1.696	0.270	1.824	0.358	2.060	0.582
9.5	1.615	0.203	1.742	0.277	1.874	0.368	2.117	0.599
10.0	1.657	0.208	1.787	0.284	1.923	0.378	2.172	0.614
10.5	1.698	0.213	1.831	0.291	1.971	0.387	2.225	0.629
11.0	1.738	0.218	1.875	0.298	2.017	0.396	2.278	0.644
12.0	1.815	0.228	1.958	0.311	2.107	0.414	2.379	0.673
13.0	1.890	0.237	2.038	0.324	2.193	0.431	2.476	0.700
14.0	1.961	0.246	2.115	0.336	2.275	0.447	2.569	0.726
15.0	2.030	0.255	2.189	0.348	2.355	0.462	2.660	0.752
16.0	2.096	0.263	2.261	0.360	2.433	0.478	2.747	0.777
17.0	2.161	0.272	2.330	0.371	2.507	0.492	2.831	0.800
18.0	2.223	0.279	2.398	0.381	2.580	0.507	2.914	0.824
19.0	2.284	0.287	2.464	0.392	2.651	0.521	2.993	0.846
20.0	2.344	0.295	2.528	0.402	2.720	0.534	3.071	0.868
22.0	2.458	0.309	2.651	0.422	2.852	0.560	3.221	0.911
24.0	2.567	0.323	2.769	0.440	2.979	0.585	3.364	0.951
26.0	2.672	0.336	2.882	0.458	3.101	0.609	3.502	0.990
28.0	2.773	0.348	2.991	0.476	3.218	0.632	3.634	1.027
30.0	2.870	0.361	3.096	0.492	3.331	0.654	3.761	1.063
32.0	2.965	0.373	3.197	0.508	3.440	0.675	3.885	1.098
34.0	3.056	0.384	3.296	0.524	3.546	0.696	4.004	1.132
36.0	3.144	0.395	3.391	0.539	3.649	0.716	4.120	1.165
38.0	3.231	0.406	3.484	0.554	3.749	0.736	4.233	1.197
40.0	3.315	0.417	3.575	0.569	3.846	0.755	4.343	1.228
45.0	3.516	0.442	3.791	0.603	4.079	0.801	4.607	1.303
50.0	3.706	0.466	3.997	0.636	4.300	0.844	4.856	1.373
55.0	3.887	0.488	4.192	0.667	4.510	0.886	5.093	1.440
60.0	4.059	0.510	4.378	0.696	4.711	0.925	5.319	1.504
65.0	4.225	0.531	4.557	0.725	4.903	0.963	5.537	1.566
70.0	4.385	0.551	4.729	0.752	5.088	0.999	5.746	1.625
75.0	4.539	0.570	4.895	0.779	5.267	1.034	5.947	1.681
80.0	4.687	0.589	5.055	0.804	5.439	1.068	6.142	1.737
85.0	4.832	0.607	5.211	0.829	5.607	1.101	6.331	1.790
90.0	4.972	0.625	5.362	0.853	5.769	1.133	6.515	1.842
95.0	5.108	0.642	5.509	0.876	5.927	1.164	6.693	1.892
100.0	5.241	0.659	5.652	0.899	6.081	1.194	6.867	1.942
105.0	5.370	0.675	5.792	0.921	6.231	1.223	7.037	1.990
110.0	5.497	0.691	5.928	0.943	6.378	1.252	7.202	2.036
115.0	5.620	0.706	6.061	0.964	6.521	1.280	7.364	2.082
120.0	5.741	0.721	6.191	0.985	6.662	1.308	7.523	2.127
125.0	5.859	0.736	6.319	1.005	6.799	1.335	7.678	2.171
130.0	5.975	0.751	6.444	1.025	6.934	1.361	7.830	2.214
135.0	6.089	0.765	6.567	1.044	7.066	1.387	7.979	2.256
140.0	6.201	0.779	6.688	1.064	7.195	1.413	8.125	2.297

マニング公式

$n=0.013$

呼び径	700		800		900		1000	
WA	0.38485		0.50265		0.63617		0.78540	
WP	2.199		2.513		2.827		3.142	
R	0.175		0.200		0.225		0.250	
I(‰)	V(m/s)	Q(m ³ /s)	V(m/s)	Q(m ³ /s)	V(m/s)	Q(m ³ /s)	V(m/s)	Q(m ³ /s)
1.0	0.761	0.293	0.832	0.418	0.900	0.573	0.965	0.758
1.1	0.798	0.307	0.873	0.439	0.944	0.601	1.012	0.795
1.2	0.834	0.321	0.911	0.458	0.986	0.627	1.057	0.830
1.3	0.868	0.334	0.949	0.477	1.026	0.653	1.101	0.865
1.4	0.900	0.346	0.984	0.495	1.065	0.678	1.142	0.897
1.5	0.932	0.359	1.019	0.512	1.102	0.701	1.182	0.928
1.6	0.963	0.371	1.052	0.529	1.138	0.724	1.221	0.959
1.7	0.992	0.382	1.085	0.545	1.173	0.746	1.259	0.989
1.8	1.021	0.393	1.116	0.561	1.207	0.768	1.295	1.017
1.9	1.049	0.404	1.147	0.577	1.240	0.789	1.331	1.045
2.0	1.076	0.414	1.176	0.591	1.273	0.810	1.365	1.072
2.2	1.129	0.434	1.234	0.620	1.335	0.849	1.432	1.125
2.4	1.179	0.454	1.289	0.648	1.394	0.887	1.496	1.175
2.6	1.227	0.472	1.341	0.674	1.451	0.923	1.557	1.223
2.8	1.273	0.490	1.392	0.700	1.506	0.958	1.615	1.268
3.0	1.318	0.507	1.441	0.724	1.559	0.992	1.672	1.313
3.2	1.361	0.524	1.488	0.748	1.610	1.024	1.727	1.356
3.4	1.403	0.540	1.534	0.771	1.659	1.055	1.780	1.398
3.6	1.444	0.556	1.578	0.793	1.707	1.086	1.832	1.439
3.8	1.484	0.571	1.622	0.815	1.754	1.116	1.882	1.478
4.0	1.522	0.586	1.664	0.836	1.800	1.145	1.931	1.517
4.2	1.560	0.600	1.705	0.857	1.844	1.173	1.978	1.554
4.4	1.596	0.614	1.745	0.877	1.888	1.201	2.025	1.590
4.6	1.632	0.628	1.784	0.897	1.930	1.228	2.070	1.626
4.8	1.667	0.642	1.823	0.916	1.972	1.255	2.115	1.661
5.0	1.702	0.655	1.860	0.935	2.012	1.280	2.159	1.696
5.2	1.735	0.668	1.897	0.954	2.052	1.305	2.201	1.729
5.4	1.769	0.681	1.933	0.972	2.091	1.330	2.243	1.762
5.6	1.801	0.693	1.969	0.990	2.129	1.354	2.284	1.794
5.8	1.833	0.705	2.004	1.007	2.167	1.379	2.325	1.826
6.0	1.864	0.717	2.038	1.024	2.204	1.402	2.365	1.857
6.5	1.940	0.747	2.121	1.066	2.294	1.459	2.461	1.933
7.0	2.014	0.775	2.201	1.106	2.381	1.515	2.554	2.006
7.5	2.084	0.802	2.278	1.145	2.464	1.568	2.644	2.077
8.0	2.153	0.829	2.353	1.183	2.545	1.619	2.730	2.144
8.5	2.219	0.854	2.425	1.219	2.624	1.669	2.814	2.210
9.0	2.283	0.879	2.496	1.255	2.700	1.718	2.896	2.275
9.5	2.346	0.903	2.564	1.289	2.774	1.765	2.975	2.337
10.0	2.407	0.926	2.631	1.322	2.846	1.811	3.053	2.398
10.5	2.466	0.949	2.696	1.355	2.916	1.855	3.128	2.457
11.0	2.524	0.971	2.759	1.387	2.985	1.899	3.202	2.515
12.0	2.636	1.014	2.882	1.449	3.117	1.983	3.344	2.626
13.0	2.744	1.056	2.999	1.507	3.245	2.064	3.481	2.734
14.0	2.848	1.096	3.113	1.565	3.367	2.142	3.612	2.837
15.0	2.948	1.135	3.222	1.620	3.485	2.217	3.739	2.937
16.0	3.044	1.171	3.328	1.673	3.599	2.290	3.861	3.032
17.0	3.138	1.208	3.430	1.724	3.710	2.360	3.980	3.126
18.0	3.229	1.243	3.529	1.774	3.818	2.429	4.096	3.217
19.0	3.317	1.277	3.626	1.823	3.922	2.495	4.208	3.305
20.0	3.404	1.310	3.720	1.870	4.024	2.560	4.317	3.391
22.0	3.570	1.374	3.902	1.961	4.221	2.685	4.528	3.556
24.0	3.728	1.435	4.076	2.049	4.408	2.804	4.729	3.714
26.0	3.881	1.494	4.242	2.132	4.588	2.919	4.922	3.866
28.0	4.027	1.550	4.402	2.213	4.762	3.029	5.108	4.012
30.0	4.168	1.604	4.557	2.291	4.929	3.136	5.287	4.152
32.0	4.305	1.657	4.706	2.365	5.090	3.238	5.461	4.289
34.0	4.438	1.708	4.851	2.438	5.247	3.338	5.629	4.421
36.0	4.566	1.757	4.991	2.509	5.399	3.435	5.792	4.549
38.0	4.691	1.805	5.128	2.578	5.547	3.529	5.951	4.674
40.0	4.813	1.852	5.261	2.644	5.691	3.620	6.105	4.795
45.0	5.105	1.965	5.581	2.805	6.036	3.840	6.476	5.086
50.0	5.381	2.071	5.882	2.957	6.363	4.048	6.826	5.361
55.0	5.644	2.172	6.170	3.101	6.674	4.246	7.159	5.623
60.0	5.895	2.269	6.444	3.239	6.970	4.434	7.478	5.873
65.0	6.136	2.361	6.707	3.371	7.255	4.615	7.783	6.113
70.0	6.367	2.450	6.960	3.498	7.529	4.790	8.077	6.344
75.0	6.591	2.537	7.205	3.622	7.793	4.958	8.360	6.566
80.0	6.807	2.620	7.441	3.740	8.049	5.121	8.634	6.781
85.0	7.017	2.700	7.670	3.855	8.296	5.278	8.900	6.990
90.0	7.220	2.779	7.892	3.967	8.537	5.431	9.158	7.193
95.0	7.418	2.855	8.108	4.075	8.771	5.580	9.409	7.390
100.0	7.611	2.929	8.319	4.182	8.999	5.725	9.653	7.581
105.0	7.798	3.001	8.525	4.285	9.221	5.866	9.892	7.769
110.0	7.982	3.072	8.725	4.386	9.438	6.004	10.125	7.952
115.0	8.161	3.141	8.921	4.484	9.650	6.139	10.352	8.130
120.0	8.337	3.208	9.113	4.581	9.858	6.271	10.575	8.306
125.0	8.509	3.275	9.301	4.675	10.061	6.401	10.793	8.477
130.0	8.677	3.339	9.485	4.768	10.260	6.527	11.007	8.645
135.0	8.843	3.403	9.666	4.859	10.456	6.652	11.216	8.809
140.0	9.005	3.466	9.843	4.948	10.647	6.773	11.422	8.971

マニング公式

$n=0.013$

呼び径	1100		1200		1350		1500	
WA	0.95033		1.13097		1.43139		1.76715	
WP	3.456		3.770		4.241		4.712	
R	0.275		0.300		0.338		0.375	
I (%)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
1.0	1.029	0.978	1.090	1.233	1.180	1.689	1.265	2.235
1.1	1.079	1.025	1.143	1.293	1.238	1.772	1.327	2.345
1.2	1.127	1.071	1.194	1.350	1.293	1.851	1.386	2.449
1.3	1.173	1.115	1.243	1.406	1.346	1.927	1.442	2.548
1.4	1.217	1.157	1.290	1.459	1.397	2.000	1.497	2.645
1.5	1.260	1.197	1.335	1.510	1.446	2.070	1.549	2.737
1.6	1.301	1.236	1.379	1.560	1.493	2.137	1.600	2.827
1.7	1.341	1.274	1.421	1.607	1.539	2.203	1.649	2.914
1.8	1.380	1.311	1.463	1.655	1.584	2.267	1.697	2.999
1.9	1.418	1.348	1.503	1.700	1.627	2.329	1.744	3.082
2.0	1.455	1.383	1.542	1.744	1.669	2.389	1.789	3.161
2.2	1.526	1.450	1.617	1.829	1.751	2.506	1.876	3.315
2.4	1.594	1.515	1.689	1.910	1.829	2.618	1.960	3.464
2.6	1.659	1.577	1.758	1.988	1.903	2.724	2.040	3.605
2.8	1.721	1.636	1.824	2.063	1.975	2.827	2.117	3.741
3.0	1.782	1.693	1.888	2.135	2.044	2.926	2.191	3.872
3.2	1.840	1.749	1.950	2.205	2.111	3.022	2.263	3.999
3.4	1.897	1.803	2.010	2.273	2.176	3.115	2.332	4.121
3.6	1.952	1.855	2.068	2.339	2.240	3.206	2.400	4.241
3.8	2.005	1.905	2.125	2.403	2.301	3.294	2.466	4.358
4.0	2.057	1.955	2.180	2.466	2.361	3.380	2.530	4.471
4.2	2.108	2.003	2.234	2.527	2.419	3.463	2.592	4.580
4.4	2.158	2.051	2.287	2.587	2.476	3.544	2.653	4.688
4.6	2.206	2.096	2.338	2.644	2.532	3.624	2.713	4.794
4.8	2.254	2.142	2.388	2.701	2.586	3.702	2.771	4.897
5.0	2.300	2.186	2.438	2.757	2.639	3.777	2.829	4.999
5.2	2.346	2.229	2.486	2.812	2.692	3.853	2.885	5.098
5.4	2.390	2.271	2.533	2.865	2.743	3.926	2.940	5.195
5.6	2.434	2.313	2.580	2.918	2.793	3.998	2.993	5.289
5.8	2.477	2.354	2.625	2.969	2.843	4.069	3.046	5.383
6.0	2.520	2.395	2.670	3.020	2.891	4.138	3.099	5.476
6.5	2.623	2.493	2.779	3.143	3.009	4.307	3.225	5.699
7.0	2.722	2.587	2.884	3.262	3.123	4.470	3.347	5.915
7.5	2.817	2.677	2.985	3.376	3.232	4.626	3.464	6.121
8.0	2.910	2.765	3.083	3.487	3.338	4.778	3.578	6.323
8.5	2.999	2.850	3.178	3.594	3.441	4.925	3.688	6.517
9.0	3.086	2.933	3.270	3.698	3.541	5.069	3.795	6.706
9.5	3.171	3.013	3.360	3.800	3.638	5.207	3.899	6.890
10.0	3.253	3.091	3.447	3.898	3.733	5.343	4.000	7.069
10.5	3.333	3.167	3.532	3.995	3.825	5.475	4.099	7.244
11.0	3.412	3.243	3.615	4.088	3.915	5.604	4.195	7.413
12.0	3.563	3.386	3.776	4.271	4.089	5.853	4.382	7.744
13.0	3.709	3.525	3.930	4.445	4.256	6.092	4.561	8.060
14.0	3.849	3.658	4.079	4.613	4.416	6.321	4.733	8.364
15.0	3.984	3.786	4.222	4.775	4.571	6.543	4.899	8.657
16.0	4.115	3.911	4.360	4.931	4.721	6.758	5.060	8.942
17.0	4.241	4.030	4.495	5.084	4.867	6.967	5.216	9.217
18.0	4.364	4.147	4.625	5.231	5.008	7.168	5.367	9.484
19.0	4.484	4.261	4.752	5.374	5.145	7.365	5.514	9.744
20.0	4.600	4.372	4.875	5.513	5.279	7.556	5.657	9.997
22.0	4.825	4.585	5.113	5.783	5.536	7.924	5.933	10.485
24.0	5.039	4.789	5.340	6.039	5.782	8.276	6.197	10.951
26.0	5.245	4.984	5.558	6.286	6.018	8.614	6.450	11.398
28.0	5.443	5.173	5.768	6.523	6.246	8.940	6.694	11.829
30.0	5.634	5.354	5.971	6.753	6.465	9.254	6.928	12.243
32.0	5.819	5.530	6.167	6.975	6.677	9.557	7.156	12.646
34.0	5.998	5.700	6.356	7.188	6.882	9.851	7.376	13.034
36.0	6.172	5.865	6.541	7.398	7.082	10.137	7.590	13.413
38.0	6.341	6.026	6.720	7.600	7.276	10.415	7.798	13.780
40.0	6.506	6.183	6.894	7.797	7.465	10.685	8.000	14.137
45.0	6.901	6.558	7.313	8.271	7.918	11.334	8.486	14.996
50.0	7.274	6.913	7.708	8.718	8.346	11.946	8.945	15.807
55.0	7.629	7.250	8.084	9.143	8.754	12.530	9.381	16.578
60.0	7.968	7.572	8.444	9.550	9.143	13.087	9.798	17.315
65.0	8.293	7.881	8.789	9.940	9.516	13.621	10.198	18.021
70.0	8.607	8.179	9.121	10.316	9.875	14.135	10.583	18.702
75.0	8.909	8.466	9.441	10.677	10.222	14.632	10.955	19.359
80.0	9.201	8.744	9.750	11.027	10.557	15.111	11.314	19.994
85.0	9.484	9.013	10.050	11.366	10.882	15.576	11.662	20.609
90.0	9.759	9.274	10.342	11.696	11.198	16.029	12.000	21.206
95.0	10.026	9.528	10.625	12.017	11.504	16.467	12.329	21.787
100.0	10.287	9.776	10.901	12.329	11.803	16.895	12.650	22.354
105.0	10.541	10.017	11.170	12.633	12.095	17.313	12.962	22.906
110.0	10.789	10.253	11.433	12.930	12.379	17.719	13.267	23.445
115.0	11.031	10.483	11.690	13.221	12.658	18.119	13.565	23.971
120.0	11.269	10.709	11.942	13.506	12.930	18.508	13.857	24.487
125.0	11.501	10.930	12.188	13.784	13.196	18.889	14.143	24.993
130.0	11.729	11.146	12.429	14.057	13.458	19.264	14.423	25.488
135.0	11.952	11.358	12.666	14.325	13.714	19.630	14.698	25.974
140.0	12.171	11.566	12.898	14.587	13.966	19.991	14.967	26.449

マニング公式

$n=0.013$

呼び径	1650		1800		2000	
WA	2.13825		2.54469		3.14159	
WP	5.184		5.655		6.283	
R	0.412		0.450		0.500	
I (%)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
1.0	1.347	2.880	1.428	3.634	1.532	4.813
1.1	1.413	3.021	1.498	3.812	1.607	5.049
1.2	1.475	3.154	1.565	3.982	1.679	5.275
1.3	1.536	3.284	1.629	4.145	1.747	5.488
1.4	1.594	3.408	1.690	4.301	1.813	5.696
1.5	1.650	3.528	1.749	4.451	1.877	5.897
1.6	1.704	3.644	1.807	4.598	1.938	6.088
1.7	1.756	3.755	1.862	4.738	1.998	6.277
1.8	1.807	3.864	1.916	4.876	2.056	6.459
1.9	1.857	3.971	1.969	5.010	2.112	6.635
2.0	1.905	4.073	2.020	5.140	2.167	6.808
2.2	1.998	4.272	2.119	5.392	2.273	7.141
2.4	2.087	4.463	2.213	5.631	2.374	7.458
2.6	2.172	4.644	2.303	5.860	2.471	7.763
2.8	2.254	4.820	2.390	6.082	2.564	8.055
3.0	2.333	4.989	2.474	6.296	2.654	8.338
3.2	2.409	5.151	2.555	6.502	2.741	8.611
3.4	2.483	5.309	2.634	6.703	2.826	8.878
3.6	2.555	5.463	2.710	6.896	2.908	9.136
3.8	2.626	5.615	2.785	7.087	2.987	9.384
4.0	2.694	5.760	2.857	7.270	3.065	9.629
4.2	2.760	5.902	2.927	7.448	3.140	9.865
4.4	2.825	6.041	2.996	7.624	3.214	10.097
4.6	2.889	6.177	3.064	7.797	3.287	10.326
4.8	2.951	6.310	3.130	7.965	3.357	10.546
5.0	3.012	6.440	3.194	8.128	3.427	10.766
5.2	3.071	6.567	3.257	8.288	3.494	10.977
5.4	3.130	6.693	3.319	8.446	3.561	11.187
5.6	3.187	6.815	3.380	8.601	3.626	11.391
5.8	3.244	6.936	3.440	8.754	3.690	11.592
6.0	3.299	7.054	3.499	8.904	3.754	11.794
6.5	3.434	7.343	3.642	9.268	3.907	12.274
7.0	3.563	7.619	3.779	9.616	4.054	12.736
7.5	3.689	7.888	3.912	9.955	4.197	13.185
8.0	3.809	8.145	4.040	10.281	4.334	13.616
8.5	3.927	8.397	4.165	10.599	4.468	14.037
9.0	4.041	8.641	4.285	10.904	4.597	14.442
9.5	4.151	8.876	4.403	11.204	4.723	14.838
10.0	4.259	9.107	4.517	11.494	4.846	15.224
10.5	4.364	9.331	4.629	11.779	4.966	15.601
11.0	4.467	9.552	4.738	12.057	5.082	15.966
12.0	4.666	9.977	4.948	12.591	5.308	16.676
13.0	4.856	10.383	5.150	13.105	5.525	17.357
14.0	5.039	10.775	5.345	13.601	5.734	18.014
15.0	5.216	11.153	5.532	14.077	5.935	18.645
16.0	5.387	11.519	5.714	14.540	6.130	19.258
17.0	5.553	11.874	5.890	14.988	6.318	19.849
18.0	5.714	12.218	6.060	15.421	6.501	20.423
19.0	5.871	12.554	6.226	15.843	6.680	20.986
20.0	6.023	12.879	6.388	16.255	6.853	21.529
22.0	6.317	13.507	6.700	17.049	7.188	22.582
24.0	6.598	14.108	6.998	17.808	7.507	23.584
26.0	6.868	14.686	7.284	18.536	7.814	24.548
28.0	7.127	15.239	7.559	19.235	8.109	25.475
30.0	7.377	15.774	7.824	19.910	8.393	26.367
32.0	7.619	16.291	8.081	20.564	8.669	27.234
34.0	7.853	16.792	8.329	21.195	8.935	28.070
36.0	8.081	17.279	8.571	21.811	9.194	28.884
38.0	8.303	17.754	8.806	22.409	9.446	29.675
40.0	8.518	18.214	9.034	22.989	9.692	30.448
45.0	9.035	19.319	9.582	24.383	10.280	32.296
50.0	9.524	20.365	10.101	25.704	10.836	34.042
55.0	9.989	21.359	10.594	26.958	11.365	35.704
60.0	10.433	22.308	11.065	28.157	11.870	37.291
65.0	10.859	23.219	11.517	29.307	12.355	38.814
70.0	11.269	24.096	11.951	30.412	12.821	40.278
75.0	11.664	24.941	12.371	31.480	13.271	41.692
80.0	12.047	25.759	12.776	32.511	13.706	43.059
85.0	12.417	26.551	13.170	33.514	14.128	44.384
90.0	12.777	27.320	13.551	34.483	14.538	45.672
95.0	13.128	28.071	13.923	35.430	14.936	46.923
100.0	13.469	28.800	14.284	36.348	15.324	48.142
105.0	13.801	29.510	14.637	37.247	15.702	49.329
110.0	14.126	30.205	14.982	38.125	16.072	50.492
115.0	14.443	30.883	15.318	38.980	16.433	51.626
120.0	14.754	31.548	15.648	39.819	16.787	52.738
125.0	15.058	32.198	15.971	40.641	17.133	53.825
130.0	15.357	32.837	16.287	41.445	17.472	54.890
135.0	15.649	33.461	16.597	42.234	17.805	55.936
140.0	15.936	34.075	16.902	43.010	18.132	56.963

参考資料-3

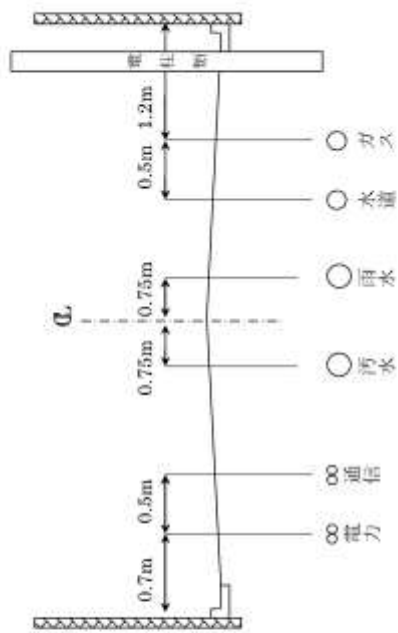
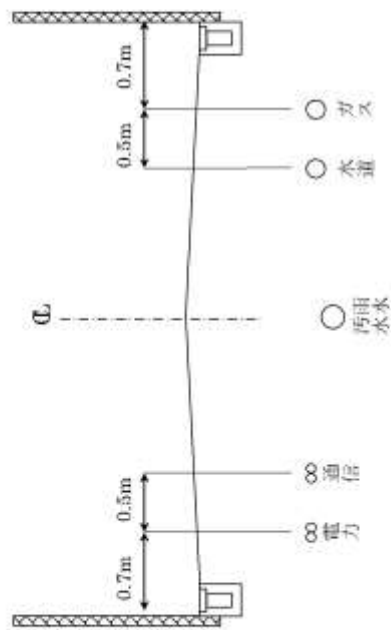
地下埋設物占用位置標準図

地下埋設物占用位置標準図

(個別基準 別図-1)

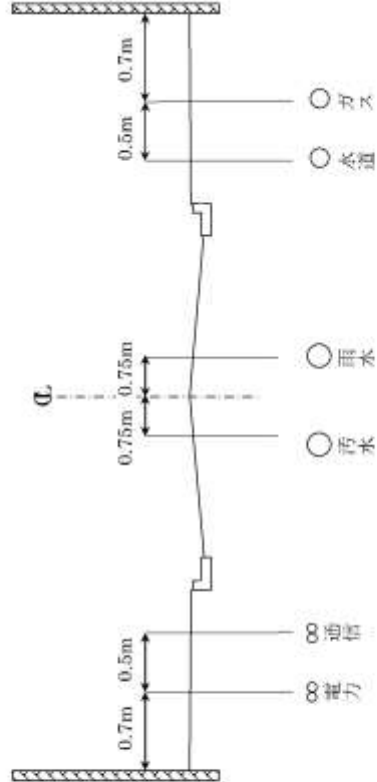
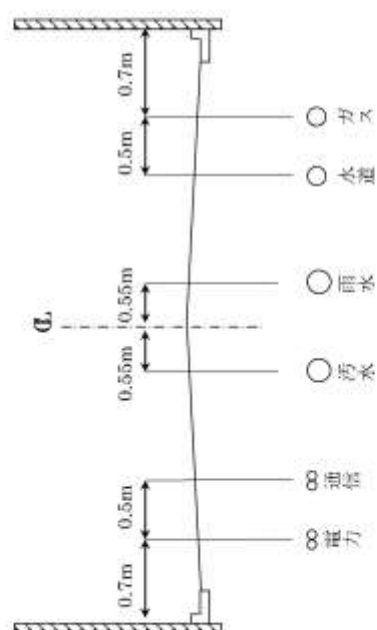
幅員 4.50m 以上 6.50m 以下(その 1)

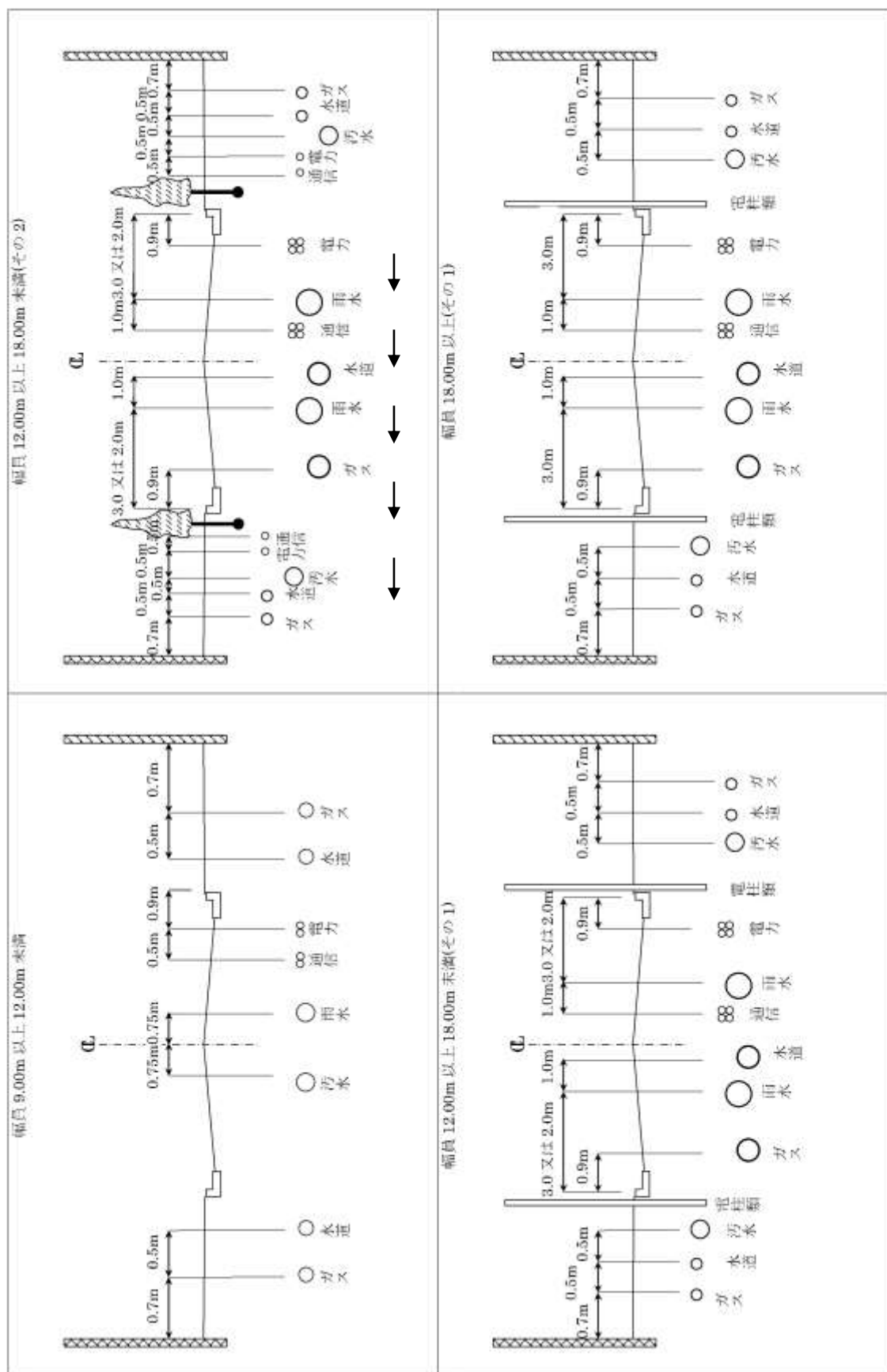
幅員 6.50m を超え 9.00m 未満(その 1)



幅員 4.50m 以上 6.50m 以下(その 2)

幅員 6.50m を超え 9.00m 未満(その 2)





参考資料-4

マンホールポンプ場移管マニュアル

マンホールポンプ場
移管マニュアル

平成26年 4月

千葉県建設局

1 目 的

このマニュアルは、公共下水道の普及に伴い、年々増加するマンホールポンプ場の維持管理を行うにあたり、適切な施設機能を確保するために必要な事項を定めるものである。

なお、グライNDERポンプを使用する施設については、本マニュアルより除くものとする。

2 施設移管を伴うポンプ場建設に係る基本的な条件

財団法人下水道新技術推進機構作成（1997年6月）「下水道マンホールポンプ施設技術マニュアル」を準拠すると共に、以下の事項も含めるものとする。

（1） 設置場所

- 1) ポンプ場は、境界杭を設置した専用用地に設置すると共に、周囲にフェンスを設けることを原則とし、出入口扉の鍵は既存施設と統一する。（別図1）
- 2) 専用用地の確保が不可能なポンプ場については、歩道あるいは道路側端等交通に支障がなく、また、迅速な点検管理が可能で、作業に支障とならない場所に設置し、操作盤の周囲には車止め柵等を設ける。
- 3) 雨水の溢水等によって運転不能とならないよう雨水排除対策が十分になされている場所に設置すること。

（2） ポンプ槽

- 1) 予旋回槽方式を標準とする。
- 2) 事故等の対応のため、ポンプ槽の槽内貯留時間はHHWL面より30分以上の容量を確保するものとする。また、遠隔地の場合は現地到着までの所要時間を考慮した容量とする。
- 3) 流入管は、飛散防止対策を施すと共に、流入管止水プラグが装着可能な構造とする。（別図2）
- 4) 3号人孔以上の人孔蓋は親子蓋で、子蓋のロックは共通の開閉器具で解除できるものとする。また、転落防止用梯子を設けること。
- 5) ポンプ槽の深さが5m以上の場合は、人孔内必要箇所に中間スラブを設けること。また、3号人孔以上では、弁類、水位計等の維持管理を考慮し、点検架台を設けること。
- 6) 流入区域内の最低地盤高位置を、プレート（SUS304）によりマーキングを施すこと。（別図2）

(3) 機械設備

- 1) ポンプ槽内での使用部品・材料（鉄部）の材質は SUS304 又は、同等以上を標準とする。（ただし、ポンプ本体及び着脱ベントは除く。）
- 2) 配管の規格は Sch20s、フランジ規格は JIS10K を標準とし、集合管は反吐出側端末にフランジ蓋を設置する。
- 3) ポンプ設備
 - ① ポンプは予旋回槽用着脱式水中とし、着脱面は傾斜型を標準とする。
 - ② ポンプ口径は 80 mm 以下とし複数台を可能とする。
 - ③ ポンプ異物通過可能に優れた無閉塞型水中ポンプを原則とする。
 - ④ ポンプ吊上げ用チェーンには 3 m 毎に、丸輪を設けること。
 - ⑤ ポンプ銘板を本体と操作盤内の 2 か所に設置すること。
 - ⑥ 機器塗装は、エポキシ樹脂系の高耐食性塗料を使用すること。
 - ⑦ ポンプが直接槽外に吊上げられない場合は、補助フックを設置すること。
- 4) 弁類は、ボールチャッキ弁、フルボア型ボール弁（JIS10K 標準規格）を使用すること。
- 5) 吐出管には、圧力計、空気抜き用配管を設けるものとする。設置する圧力計は、耐振性に優れたグリセリン入り隔膜式連成計とし、取り出し配管は PT3/8 とする。また、空気抜き用配管については、吐出管口径の 25 % 程度で最低 25A とし、ボール弁を設置すること。
- 6) 圧送管の材質は、ダクタイル鋳鉄管を標準とし、人孔との接続部には不等沈下の対策を施すものとする。また、吐出部は吐出人孔の流れを妨げない構造とし、人孔内部は硫化水素対策に配慮すること。

(4) 電気設備

1) 電気ケーブル類

- ① ポンプ槽と操作盤間での中間接続は行わないこととし、必要に応じ中継ボックスを設けること。
- ② 配管は設置ポンプ個々に動力・制御ケーブルに分けること。
- ③ 配管の必要内径はケーブル占積率を計算し、それ以上の管を選定すること。

2) 操作盤

- ① 屋外型自立盤もしくは屋外装柱型とし、材質は SUS304 を標準とする。
- ② 盤の設置位置は、ポンプ槽より原則 5 m 以内で直視できる位置とする。
- ③ 前扉は操作スイッチを別納した二重構造とし、扉鍵は既存施設に統一する。
- ④ ポンプ運転方式は、原則として並列交互運転を標準とする。

- ⑤ 表示ランプは高輝度 LED とする。
- ⑥ 盤側面に移動式発電機接続コネクター（屋外仕様）を設置のこと。
- ⑦ 設置ポンプ個々に電流計、運転時間計、度数計を設置すること。
- ⑧ 盤内に照明、換気扇、ヒーターをブレーカと共に設置すること。
- 3) 水位計は、投げ込み式等の指示値の安定した機器を使用し、バックアップ用に管理容易なレベルスイッチ（フリクト）を併せて設置すること。
なお、投げ込み式水位計には防波管を設け、レベルスイッチを共吊しないこと。
- 4) 電話通報設備は、他施設の規格との統一を図る。また、回線はダイヤル回線を使用し、屋内配線は敷設しておくこと。

(5) 付属品等

- 1) メーカー標準予備品・付属品。

(6) 協 議

このマニュアルに記載された事項で、建設に際し適合することが困難な事項については、下水道管理部、下水道建設部相互で別途協議とする。

3 施設移管に関する図書類一覧

(1) 完成図書（3部）

- 1) 完成図（図面は、A1を標準とし、図面表示はTPとする）
- 2) 機器取扱説明書
- 3) 試験成績書
- 4) メーカーリスト（故障時の連絡先）
- 5) 予備品・付属品リスト
- 6) 運転操作説明書
- 7) 管渠施設平面図（流入管・圧送管系統図）
- 8) 区画割平面図
- 9) 流量計算書
- 10) 管渠完成図（流入管・圧送管の構造図、縦断図等）
- 11) 流入区域内で最低地盤位置の地盤高と位置図
- 12) 停電、故障時等ポンプ運転不可能時の槽内貯留可能時間
- 13) 設計計算書
- 14) 供用開始依頼の写し
- 15) 固定資産整理表の写し

(2) 現場用見開き図面 (A3 3部)

(3) 第二原図 (1部)

- 1) 完成図 (図面は、A3を標準とする)
- 2) 占用許可の継続申請に係る図面 (図面は、A3を標準とする)

(4) 土地、工作物等に関するもの (1部)

- 1) 売買契約書の写し
- 2) 登記簿謄本の写し
- 3) 公園、求積図の写し
- 4) 占用許可書 (正本) 及び占用協議書の写し
- 5) 移管書 (土地)
- 6) 引渡書 (写し)

(5) 官公庁等届出書類 (1部)

- 1) 電気主任技術者選任届 (発電機設置の場合 経済産業省)
- 2) 保安規定届書 (発電機設置の場合 経済産業省)
- 3) 自家用電気使用申込書 (東京電力株式会社)
- 4) 電話回線使用申込書 (NTT)

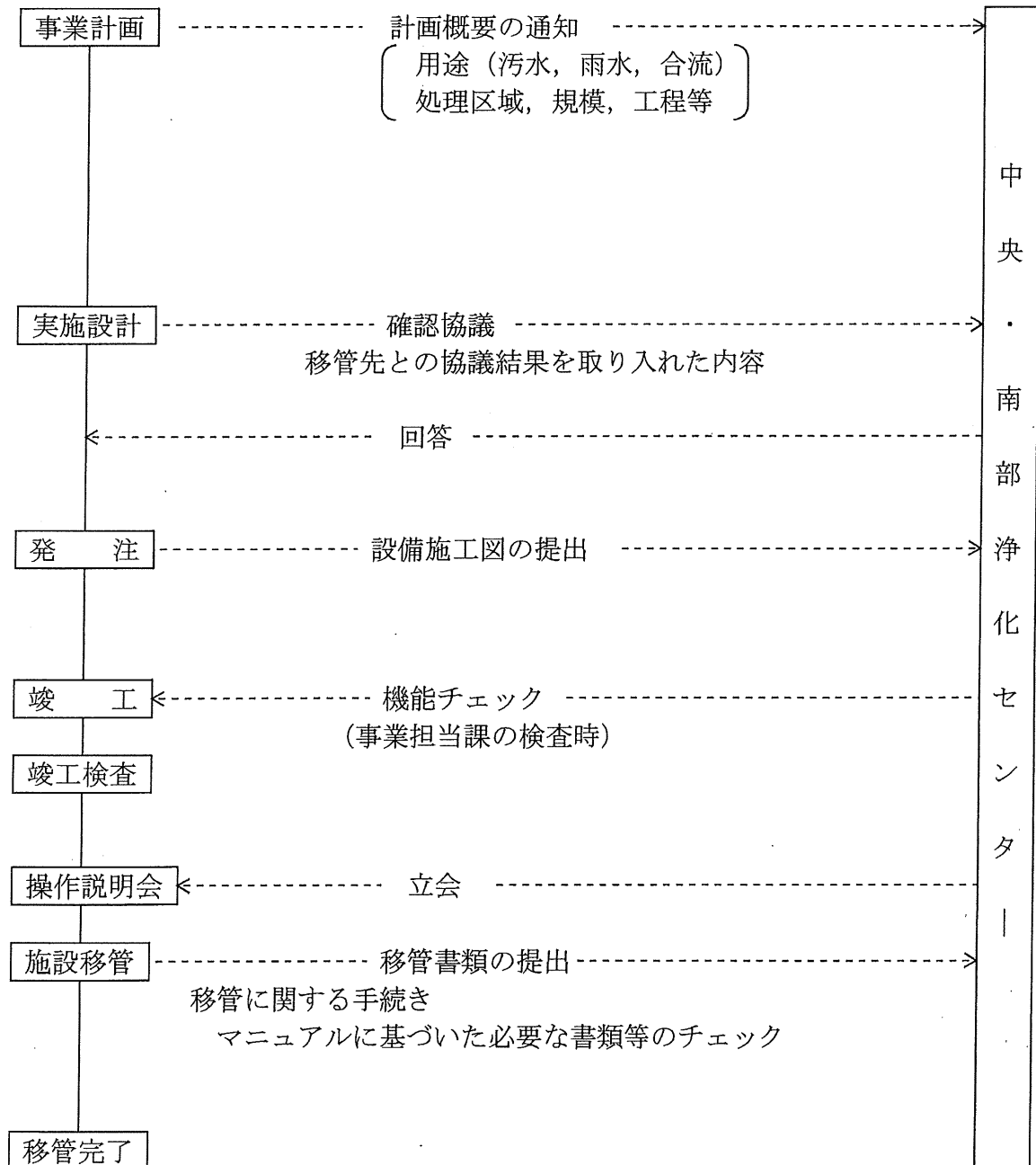
4 施設移管までの流れ

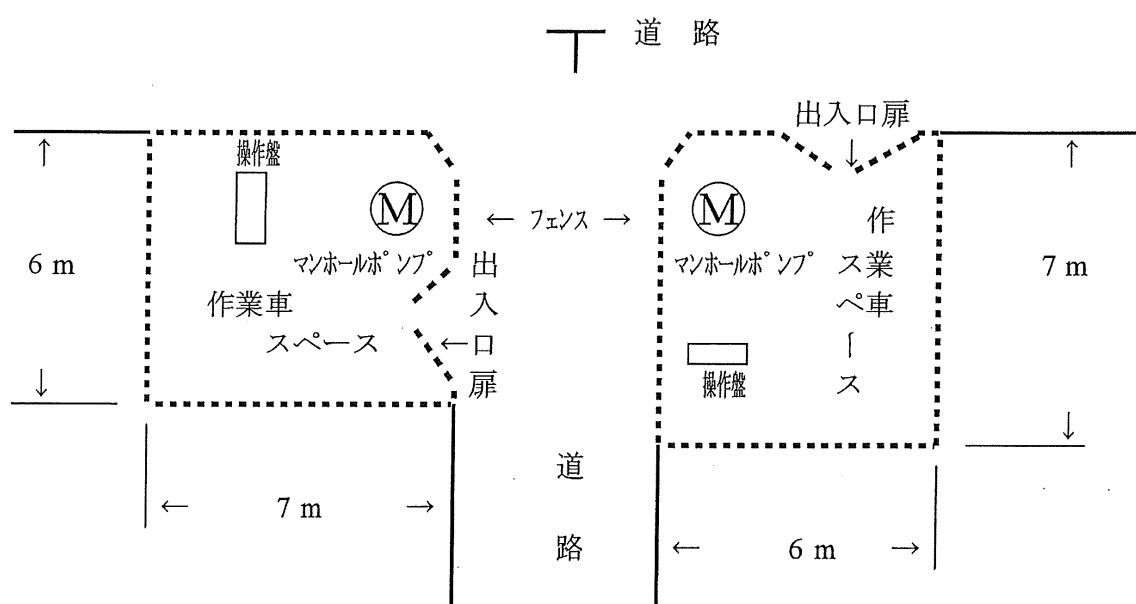
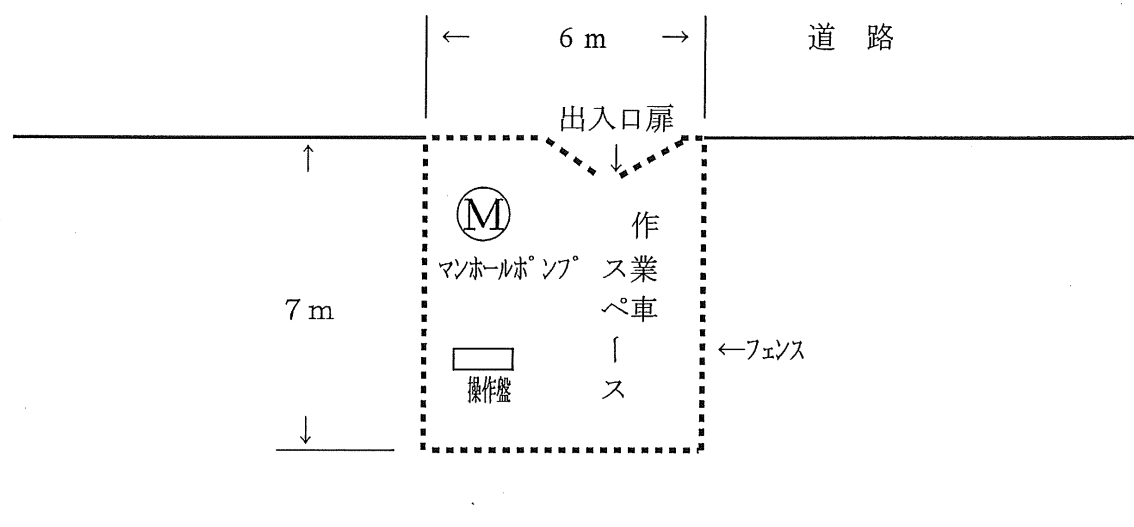
別紙1のとおり

附則 このマニュアルは平成26年 4月 1日から適用する。

事業担当課

浄化センター





ポンプ場用地

外周：縁石（境界杭含む）及びフェンス

用地内：全面透水性アスファルト舗装

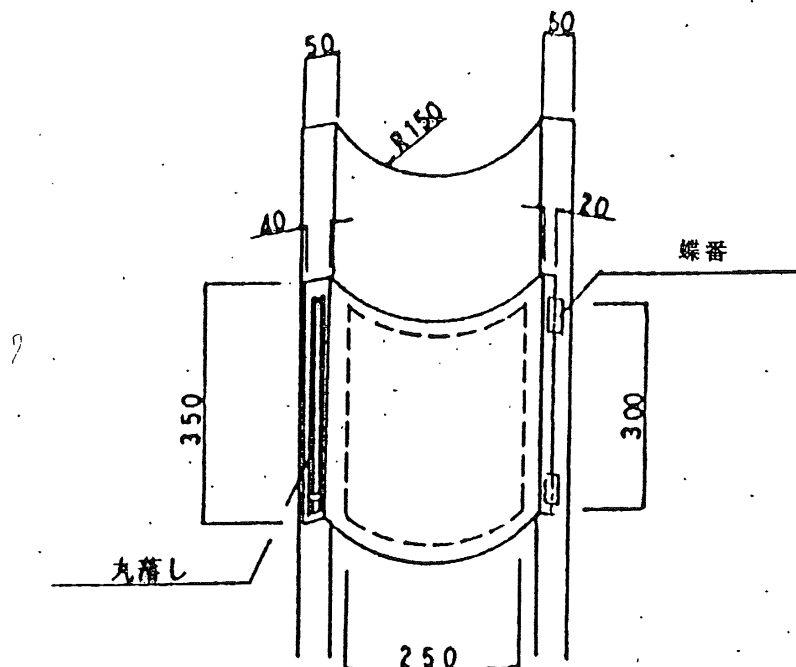
フェンス

高さ：1.8 m 規格：メッシュ

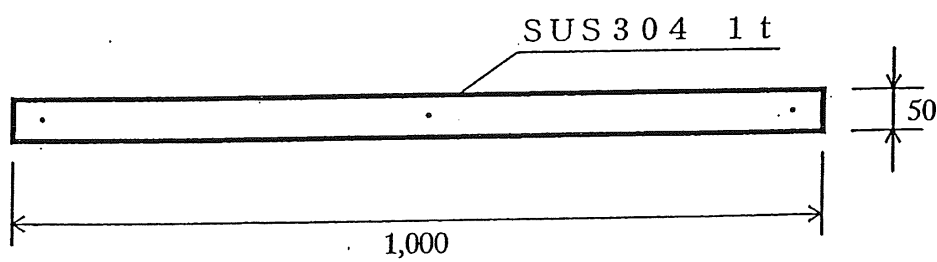
出入口扉幅：3.5 m（両開き）

バツフル板点検口参考図

材質：SUS304



区域内最低地盤高表示プレート参考図



- ※1 プレートの上部を最低地盤高に合わせること。
- ※2 表面には、目立つ色彩のテープ等を張り付けておくこと。

參考資料-5

污水槽設置基準

汚水枡設置基準

第1 汚水枡の設置箇所数

汚水枡は、原則として一宅地につき1箇所1汚水枡を設置する。ただし、次に掲げる場合は、この限りでない。

- (1) 土地の形状により必要な排水勾配がとれない場合、既存の建築物の状況・構造等により1箇所では宅内汚水を排除できない場合など、市が調査し必要と認めたとき。
- (2) 一宅地に建築物が2棟以上あり、受益者負担金(分担金を含む。以下同じ。)納入者が異なる場合で、市が調査し必要と認めたとき。

第2 汚水枡の設置位置

- 1 汚水枡は、原則として道路(私有道路を含む。以下同じ。)境界線から1メートル以内の宅地内に設置する。ただし、次に掲げる場合は、道路に設置するものとする。
 - (1) 宅地内に汚水枡の設置場所がないなど、市がやむを得ないと認めた場合
 - (2) 道路と宅地面との高低差が1メートル以上ある場合
- 2 汚水枡の設置位置は、土地所有者及び家屋所有者が提出するものとする汚水枡設置位置承諾書(様式第1号)により決定するものとする。

第3 汚水枡の種類

設置する汚水枡は、次の各号に掲げる場合に依り、それぞれ当該各号に掲げる汚水枡とする。

- (1) 宅地内に設置する場合
塩ビ製汚水枡(φ200)
- (2) 道路に設置する場合(次号に掲げる道路を除く。)
コンクリート製汚水枡B型(φ400)又は防護ハット(T-14用)を用いた塩ビ製汚水枡(φ200)
- (3) 交通量の多い道路、重車両が頻繁に通行する道路等に設置する場合
防護ハット(T-20用)を用いた塩ビ製汚水枡(φ200)
- (4) 宅内汚水の量が多く150mm取付管で排除できない場合
人孔兼用枡

第4 補足

1 公共下水道供用開始時に土地利用が確定しなかった土地が、その後確定した場合においては、申請者(受益者負担金に係る受益者の申告をした者、又は受益者負担金を納入している者に限る。)が汚水枡設置申請書(様式第2号)により申請したときに

汚水枡を設置するものとし、その設置時期は原則として申請時から6ヶ月以内に行うものとする。

2 次の各号に該当する場合の汚水枡の設置に要する費用は、受益者が負担するも

のとする。ただし、市長が公益上特に必要と認める場合は、この限りではない。

- (1) コミュニティプラントの処理区域内において設置する場合（市に移管されたものに限る）
- (2) 公共下水道供用開始時に汚水枳を設置した土地が、その後分筆により汚水枳が設置されていない土地に新たに汚水枳を設置する場合
- (3) 受益者の自己都合により汚水枳を設置する場合

第5 経過措置

1 改正後の汚水枳設置基準の規定は、平成26年6月1日以後の申請について適用し、同日前の申請については、なお従前の例による。

昭和48年 8 月 28 日 決 裁

昭和54年 8 月 7 日 改 正

昭和63年 8 月 28 日 一部改正

平成 8 年 4 月 1 日 一部改正

平成 8 年 10 月 1 日 一部改正

平成26年 6 月 1 日 一部改正

参考資料-6

道路上に設置されている公共ますの移設について

道路上に設置されている公共樹の移設について（通知）

現在、「千葉市下水道設計指針」では、公共樹は原則として道路境界線から 1.0 m 以内の宅内敷地に設置することと定められていますが、古くに道路上へ設置された、既設公共樹（以下「路上樹」という。）が存在する状況が見受けられます。

道路上に設置されている路上樹には、宅内排水設備（以下「個人取付管」という。）が接続されており、個人が占用許可を受けるとともに、管理義務が生じています。

しかしながら、個人では取付管の定期点検等も適切に実施されない状況が想定され、実際に取付管の破損により、道路陥没等が発生している状況を踏まえ、個人賠償責任等管理者としてのリスクを負っている事を認識してもらうとともに、道路の安全を確保するため、下記のとおり対応するよう周知徹底願います。

記

1 公共下水道事業における路上樹の移設について

下水道本管から路上樹までの取付管を布設替えする際は、個人取付管も布設替えが必要であることが想定されるため、下水道管理者が個人取付管と併せ路上樹移設の協議を実施することとし、移設の有無にかかわらず、協議録を作成し道路占用許可申請書に添付すること。

2 事業者等への路上樹移設の指導について

事業者による宅地開発事業、家屋の新築改築等の事前相談・申請時に、既存路上樹が確認された場合、個人取付管所有者には、道路占用により生じる将来的な責任を説明した上で、路上樹の移設について検討するよう道路管理者と連携して適切に指導すること。

3 その他

公共樹設置の際、宅内敷地に設置することが困難（千葉市汚水樹設置基準 H26. 6. 1 一部改正より）であると認められる場合は、事前に土木事務所と協議し、設置位置について了承を得て、協議録を作成し提出すること。

千葉市下水道設計指針 (管きよ編)

平成元年 4 月 初版発行
平成 8 年 4 月 改定版発行
平成 14 年 4 月 改定版発行
平成 18 年 4 月 改定版発行
平成 26 年 4 月 改定版発行
令和 4 年 4 月 改訂版発行

発行者 千葉市建設局

本市に無断で転載及び複写を禁じます。

