

SEKISUI

2009.10 改訂4版

急傾斜下水道システム 技術資料

積水化学工業株式会社

はじめに

豊富な山々に囲まれた我が国。住宅開発が進み、平地における宅地が減少し、住宅は山間部へと広がりを見せています。

従来、山間部での下水道整備は、山あいをぬう車道下に管路を埋設されていたため、管路延長が長く、建設コストが大きな負担となっていました。このことから、急傾斜地での下水道の計画・設計のための適切な整備手法や新たな配管材が必要とされてきました。

弊社が提案する急傾斜下水道システムは

- 1．高速で流下する下水に対し摩耗しにくい
- 2．継手での引抜けがなく、木根の侵入がない
- 3．急傾斜地での人力施工が可能

などの条件を満たす下水道用ポリエチレン管を用いることで、急傾斜地に沿った配管を可能にするシステムです。

本技術資料は、急傾斜下水道システムによって、急傾斜地に管路を布設する際の構成、設計、施工方法を中心に編纂いたしました。下水道の計画・設計にご活用いただけますよう、お願い申し上げます。

CONTENTS

1.急傾斜下水道システムの概要.....	1
2.急傾斜下水道システムの特長.....	2
3.急傾斜下水道システムの適用.....	3
3.1 急傾斜地配管の考え方.....	3
3.2 急傾斜地配管例	4
3.3 ドロップシャフトとの併設	5
4.急傾斜下水道システムの構成.....	6
4.1 下水道用ポリエチレン管	6
4.2 中間マンホール	8
4.3 減勢マンホール	10
4.4 通気管.....	14
5.急傾斜下水道システムの設計.....	15
5.1 計画一般.....	15
5.2 管路の設計	19
5.3 中間マンホールの設計.....	39
5.4 減勢マンホールの設計.....	42
6.急傾斜下水道システムの施工.....	45
6.1 施工の基本事項	45
6.2 下水道用ポリエチレン管の施工	45
6.3 中間マンホールの施工.....	48
6.4 通気管の施工.....	54
6.5 減勢マンホールの施工.....	55
7.急傾斜下水道システムの維持管理	63
7.1 点検	63
7.2 補修方法.....	68
8.急傾斜下水道システムの留意事項	72
9.参考資料.....	73
9.1 急傾斜下水道システムの標準設置図	73
9.2 下水道用ポリエチレン管の埋設強度について.....	74
9.3 減勢マンホールの水理性能	75
9.4 積算と歩掛り	79

1 . 急傾斜下水道システムの概要

急傾斜下水道システムとは、主に山間部等の急傾斜地に下水道を布設するシステムであり、基本的には下水道用ポリエチレン管、中間マンホール、減勢マンホールで構成されます。

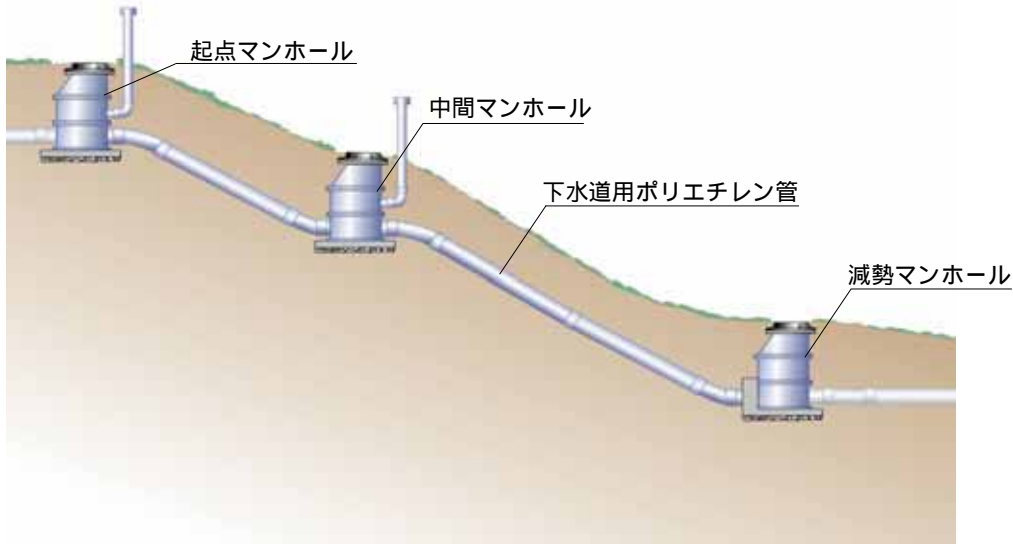
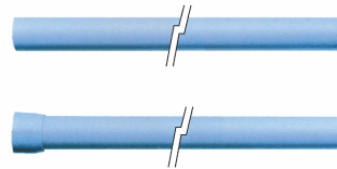


図 1 - 1 急傾斜下水道システムの概略図

急傾斜下水道システムの基本構成

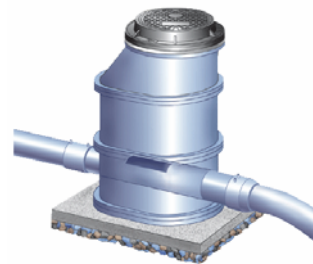
下水道用ポリエチレン管・継手

下水道用ポリエチレン管は耐摩耗性に優れ、管内の流速が3.0m/秒を上回るような管路にも適応可能であり、また、管の接合はEF接合（電気融着接合）を用いており、強固な一体管路を構築し、木根や地下水の浸入を防ぎます。



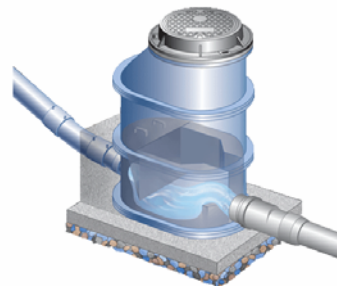
中間マンホール

中間マンホールは管路の維持管理用に設けます。軽量・コンパクトなため、山間部での施工労力を軽減します。



減勢マンホール

減勢マンホールは高速射流となった下水を減勢させます。減勢マンホール内のウォータークッション効果により優れた減勢効果を発揮します。



2 . 急傾斜下水道システムの特長

従来、急傾斜地での下水道計画では、落差工を設けたり、道路に沿って長い管路を布設する必要がありました。急傾斜下水道システムによって、傾斜に沿った配管が可能となり、管路延長を大幅カットし、経済性、施工性に優れた管路構築が可能となります。

工期短縮・コスト縮減

- ・ 管路延長を短くできるため、工期短縮が図れます。
- ・ 人孔が少なく、浅埋設となるため、コスト縮減に大きな効果をもたらします。
- ・ 道路に沿った配管をする必要がないため、交通障害を抑えます。

優れた施工性

- ・ 下水道用ポリエチレン管は可とう性に優れ、生曲げが可能のため、フレキシブルな配管が行なえます。
- ・ 下水道用ポリエチレン管は軽量なため、足場の悪い傾斜地でも容易に施工できます。

優れた維持管理性

- ・ 人孔が少なく、管路が短縮できるため、維持管理にかかる手間を軽減できます。

急傾斜下水道システムを支える管・減勢マンホールの性能

- ・ 下水道用ポリエチレン管の耐摩耗性は塩ビ管の 2 倍以上で 3.0m/秒を超える高速射流にも十分な耐久性があります。
- ・ 管の接合は継手と管を電熱で溶かして接合する EF 接合方式を用い、可とう性に優れたポリエチレン管を強固な一体管路に構築します。
- ・ 高速射流となった下水の流れを抑える減勢マンホールにコンパクトな減勢マンホールを用いることで、省スペースで施工性に優れた管路システムを構築します。

3 . 急傾斜下水道システムの適用

急傾斜下水道システムは管内の流速が 3.0m/s を上回るような急傾斜地でも適応可能なシステムです。そのため、山間部など従来は道路に沿って配管が行われていた場所でも、傾斜に沿った短縮ルートでの配管が可能となります。

3.1 急傾斜地配管の考え方

山岳地帯などの急傾斜地で進入道路下に管を埋設する場合、長距離で幅員が狭く、急曲部も多数あり、交通規制・施工方法にかなりの制約を受ける(段差接合を行うため、多数のマンホール設置と深埋設になる)ことから、工事費が増大し、下水道の計画・設計を困難にしていました。

従来の考え方

従来の自然流下式における下水道の水理設計において、一般に管きよの流速は以下のように定められています。

- ・流速が大きくなると管きよやマンホールを損傷するので最大流速は 3.0m / 秒程度とする。
 - ・流速 3.0m / 秒を越すような場合、適当な間隔に段差を設けて勾配を緩くし流速を抑える。
 - ・急勾配から緩勾配に変化する区間で、減勢マンホールの設置などを考慮する必要がある。
- 「下水道施設設計指針と解説 2001 § 2.1.4」, 「農業集落排水施設設計指針 4.1.3」参照



左記設計資料では、従来の管材で制限されていた高速射流となる急傾斜地配管に「下水道用ポリエチレン管」を適用させる技術内容が記されています。

ここで、急傾斜地での配管材は、次のような条件を満たすものとして扱われています。

(財)下水道新技術推進機構から発刊された「急勾配に布設する下水道用ポリエチレン管設計資料 - 1998年6月 - 」

急傾斜下水道システムの考え方

- ・下水が自由水面を有し、かつ、安定した流況で流下すること。
- ・高速度で流下する下水に対して、摩耗しにくい管材であること。
- ・管材の継手部で引抜けがなく、外部からの木根等の侵入がないこと。
- ・急傾斜面での人力施工が可能であること。

3.2 急傾斜地配管例

従来の自然流下式の配管ではマンホールに副管を設けて、下水の流速が 3.0m/s を上回らないようにする必要がありました。(図3 - 1)

急傾斜下水道システムでは流速 3.0m/s を超える場合も、地形に沿った配管が可能になります。また、道路に沿った迂回ルートから、斜面に沿った短縮ルートでの施工も可能となり、従来より経済的な設計ができます。(図3 - 2、図3 - 3)

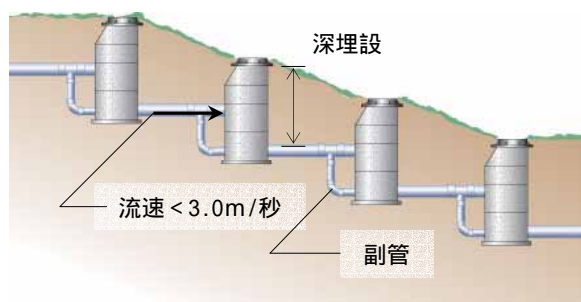


図3 - 1 従来の急傾斜地配管例

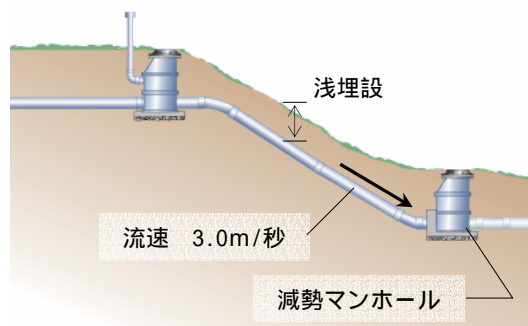


図3 - 2 ポリエチレン管による急傾斜地配管例

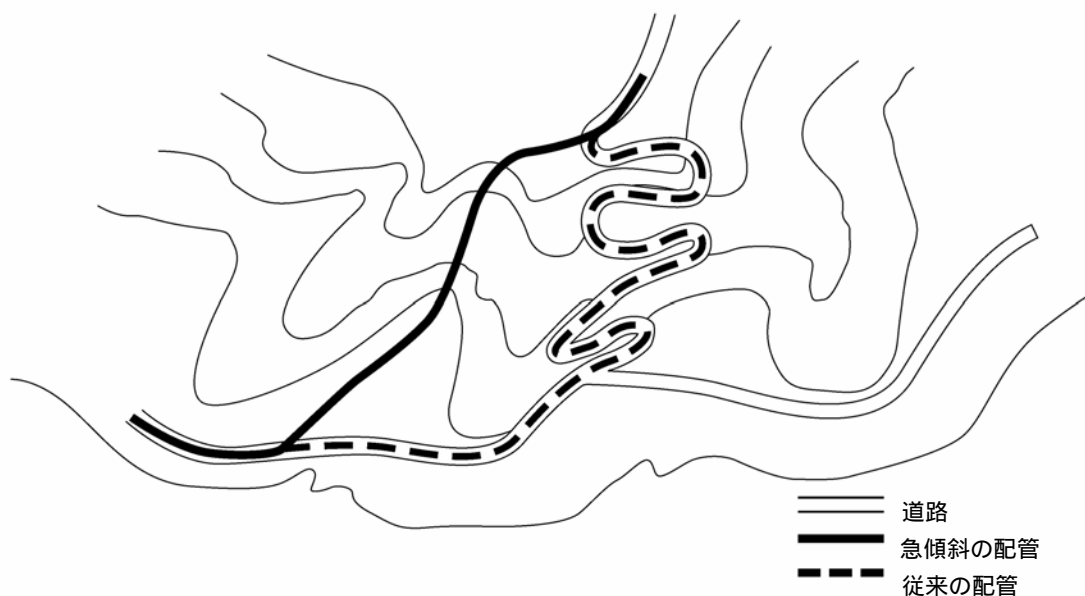


図3 - 3 短縮ルートによる急傾斜地配管の適用例

3.3 ドロップシャフトとの併設

急傾斜下水道システムの管路と幹線管路の接続で高落差が生じる場合、地形・落差規模・施工条件等から経済的な設計を行うことが望ましくなります。地形等の条件によっては急傾斜下水道システムとドロップシャフト（下水道施設設計指針と解説 2001 § 2.5.1）を組合せて対応することも可能です。

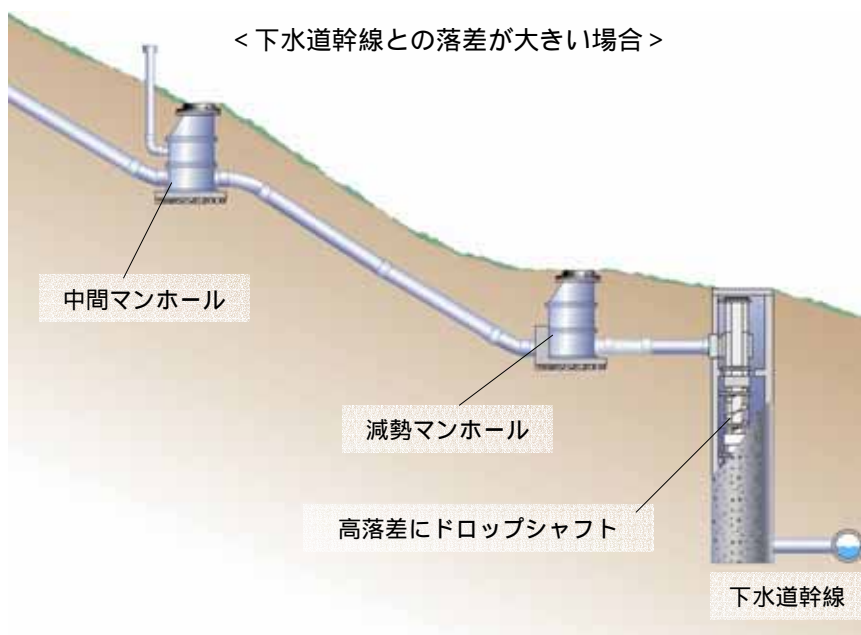


図3 - 4 急傾斜下水道システムとドロップシャフトの組合せ例

らせん案内路式高落差処理システム エスロンドロップシャフト

高落差マンホールの単純化と省面積化を可能にする“ドロップシャフト”

これまで多段式落差工だった高落差マンホールに、下水をらせん状に垂直流下させるドロップシャフトを用いることによって、イニシャルコスト、ランニングコストを合わせたコスト縮減を実現します。



4. 急傾斜下水道システムの構成

4.1 下水道用ポリエチレン管

急傾斜地での下水道布設にあたっては、高速で下水が流下するため耐摩耗性に優れた管路が必要とされます。また、山間部での施工し易さも考慮し、急傾斜下水道システムには軽量性にも優れた下水道用ポリエチレン管を用います。ただし、急傾斜用途に用いる曲管は、掃流性を考慮し、曲率半径を大きくしています。

また、接合方式には EF 接合を基本とします。

4.1.1 種類

表 4-1 下水道用ポリエチレン管の種類

単位：mm

種類	図	管径	外径 D	L (最小)					
				活荷重なし(SDR21)	活荷重あり(SDR13.6)				
直管	ブレーション直管	150	180	—	5000				
		200	250	—	5000				
		250	315	5000	5000				
		300	355	5000	5000				
	EF 片受け直管	150	180	—	5000				
		200	250	—	5000				
		250	315	5000	5000				
		300	355	5000	5000				
曲管	図	有効長 L (参考)			R (参考)	S (最小)	品揃え		
		$\theta=11\ 1/4^\circ$	$\theta=22\ 1/2^\circ$	$\theta=45^\circ$			SDR21	SDR13.6	
		150	1500	2000	2500	2500	250	—	○
		200	1500	2000	3000	3000	300	—	○
	250	2000	2500	4000	4000	400	○	○	
	300	2000	3000	—	4500	500	○	○	
	継手	図	管径		L (最大)				
			150	200	215	265			
250			300	300	350				
300			—	350	—				

※直管に関して、管厚は 2 種類をラインアップし、埋設環境に応じて選択できます。

※SDR とは、管外径を管厚で除した値です。

4.1.2 材料

直管および継手の材料は、エチレン共重合体を主体とした PE100 に準じた下水道用ポリエチレンを標準とします。ただし、EF カラーは、管と同等以上の性能を有する形状、管厚を有すれば PE80 以上のポリエチレンを用いることもあります。

PE100 とは、ISO TR 9080 の方法 1 を用い、20 で 50 年外挿下方限界により求めた最小要求強度 10MPa 以上のポリエチレン、また、PE80 とは、同様の方式により求めた最小要求強度 8MPa 以上のポリエチレンのことをいいます。PE100 に準ずるとは、20 で 50 年外挿法により求めた長期静水圧強度 (LTHS) が 9.6MPa 以上のポリエチレンのことをいいます。

4.1.3 品質

「日本下水道協会規格 下水道用ポリエチレン管 JSWAS K - 14」に準じています。

4.1.4 性能

下水道用ポリエチレン管の材質における性能は、「日本下水道協会規格 下水道用ポリエチレン管 JSWAS K - 14」に準じています。

管の主な性能

1) 耐摩耗性

急傾斜地での配管は、高速度で流下する下水に対して十分な耐久性が求められます。急傾斜地に布設する下水道用ポリエチレン管の耐摩耗性は、塩ビ管の 2 倍以上、3.0m/秒を超える高速射流にも抜群の耐久性を誇ります。

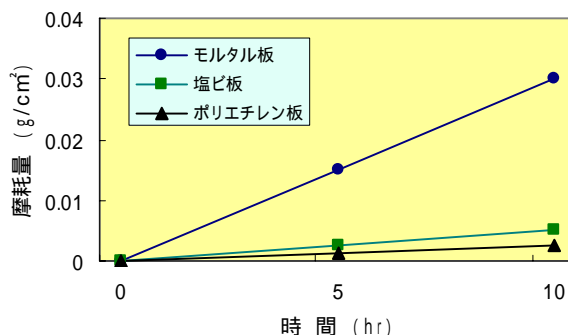


図 4 - 1 ドラム式摩耗試験による比較

2) EF 接合部構造

管の接合は、電熱体によってポリエチレンを溶融させ、相互に融着させる EF 接合を用います。これにより地盤変動やレベル 2 の地震にも耐える強固な一体化管路を構築。また、木根等の侵入も防ぎます。



図 4 - 2 EF 接合断面図

4.2 中間マンホール

管路の維持管理において点検口として用いる中間マンホールは、山間部での施工性を考慮し、プラスチックを主原料としたプラスチックマンホールとしています。主に斜壁部、直壁部、インバート底塊で構成され、また、マンホール組立て高さの微調整または勾配への対応については、マンホール用調整リングを用います。

4.2.1 種類

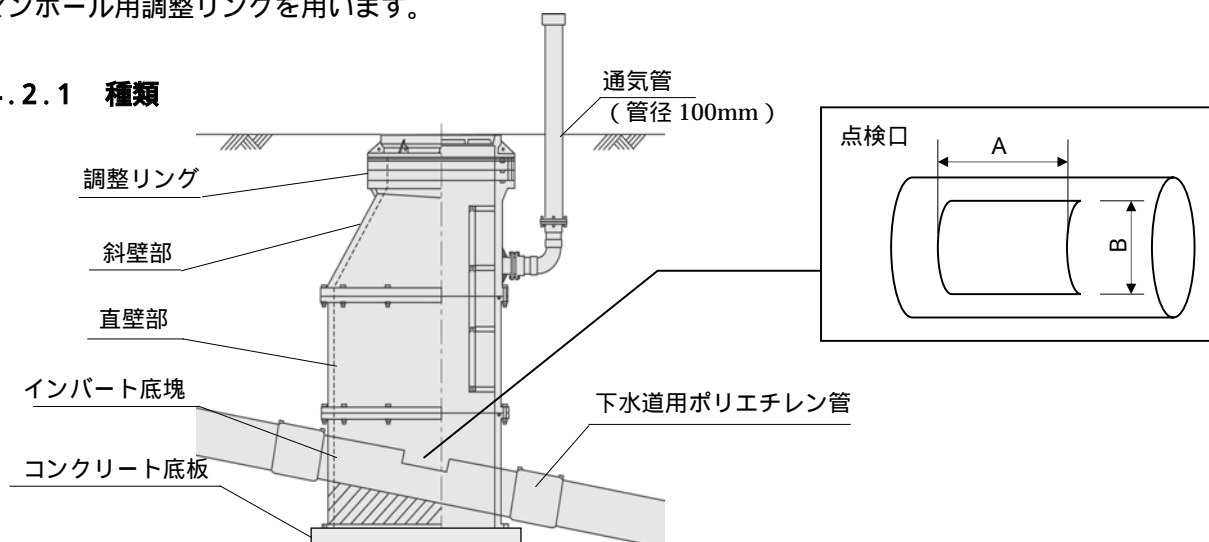


図 4 - 3 中間マンホールの構成図

表 4 - 2 プラスチックマンホールの種類

名称	内寸 (mm)	高さ (mm)
フラット型調整リング	600	10, 30, 50
テーパ型調整リング	600	10×20
斜壁部	600×900	590
直壁部	600×900	150, 300, 590

表 4 - 3 インバート底塊の種類

名称	内寸 (mm)	高さ (mm)	管径	点検口 (mm)	
				A	B
インバート底塊	600×900	590	150	300	150
			200	300	200
			250	300	200
			300	300	200

表 4 - 4 コンクリート底板の種類

名称	外寸 (mm)	高さ (mm)
コンクリート底板	900×1200	100

中間マンホールの組立て方法

- ・ 中間マンホールは、各構成部材を水膨張ゴム、水膨張シーラント及びボルト・ナット（SUS 製）等を用いて組立てます。
- ・ 足掛金物及びはしごなどを取付ける場合、その材料は、JIS A 5317（下水道用マンホール側塊）に規定するものとし、取付け方法は、堅牢、かつ、水密性を有する方法とします。
- ・ 流入受口部とインバート部または直壁部は、融着等の二次加工により接合されています。

4.2.2 材料

中間マンホールの材質は、熱可塑性樹脂を主体とします。

4.2.3 品質

中間マンホールの色は、灰色を標準とし、内外面は使用上有害なせず、割れなどの欠点のないものとし、ます。

4.2.4 性能

中間マンホールの性能は「プラスチック・マスマンホール協会 PMMS 006」に準じています。

4.3 減勢マンホール

減勢マンホールは、急傾斜地の高速で流下する下水を流速 3.0m/s 以下に減勢するため、急傾斜地配管の最下流に設ける構造物です。減勢マンホールは、減勢ブロック、減勢槽、堰^{せき}から構成されます。

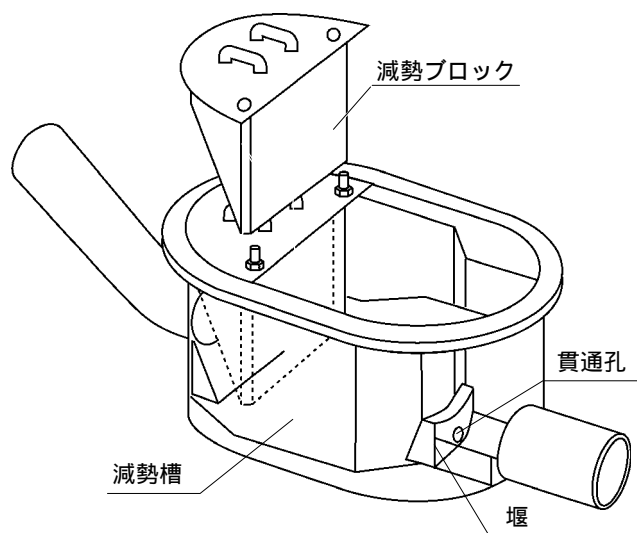


図 4 - 4 減勢マンホール構成図

表 4 - 5 減勢マンホール内部機能

部 位	減勢ブロック	減勢槽	堰
構 造 概 要			
機 能	流入する高速流れを衝突させ左右に分散させる。 取外しが可能でありメンテナンスが容易である。	堰より構成される減勢槽は、ウォータークッションに必要な貯留容量を有する。	汚水が多い場合は堰より越流する。 堰底部に貫通孔を有し、貯留された汚水の滞留を防止する。

4.3.1 種類

急傾斜下水道システムの減勢マンホールには、プラスチックマンホール 600×900 に減勢ユニットがセットされたプラスチック製減勢マンホールとコンクリート製マンホールに設置可能な減勢ユニットがあり、地形条件、設計流量等を考慮して選定を行います。

1) プラスチック製減勢マンホール（セット品）

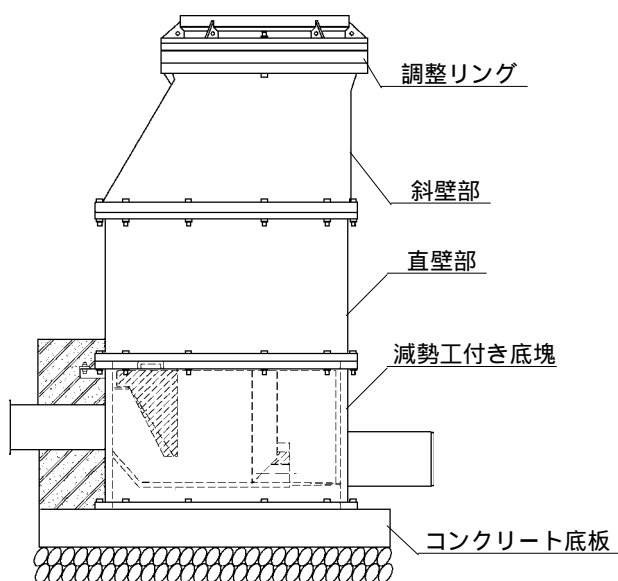
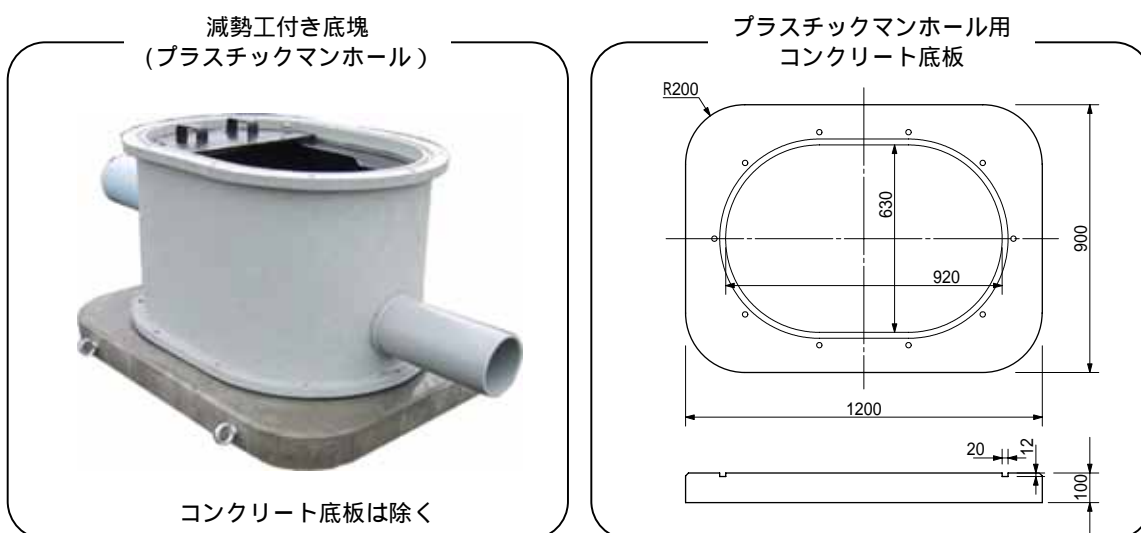


表 4 - 6 減勢工底塊の種類

人孔の種類	プラスチック製減勢マンホール
人孔サイズ	600×900
流入管（PE管）	150、200
流出管（VU管）	150、200、250

図 4 - 5 プラスチック製減勢マンホール



2) コンクリート製減勢マンホール

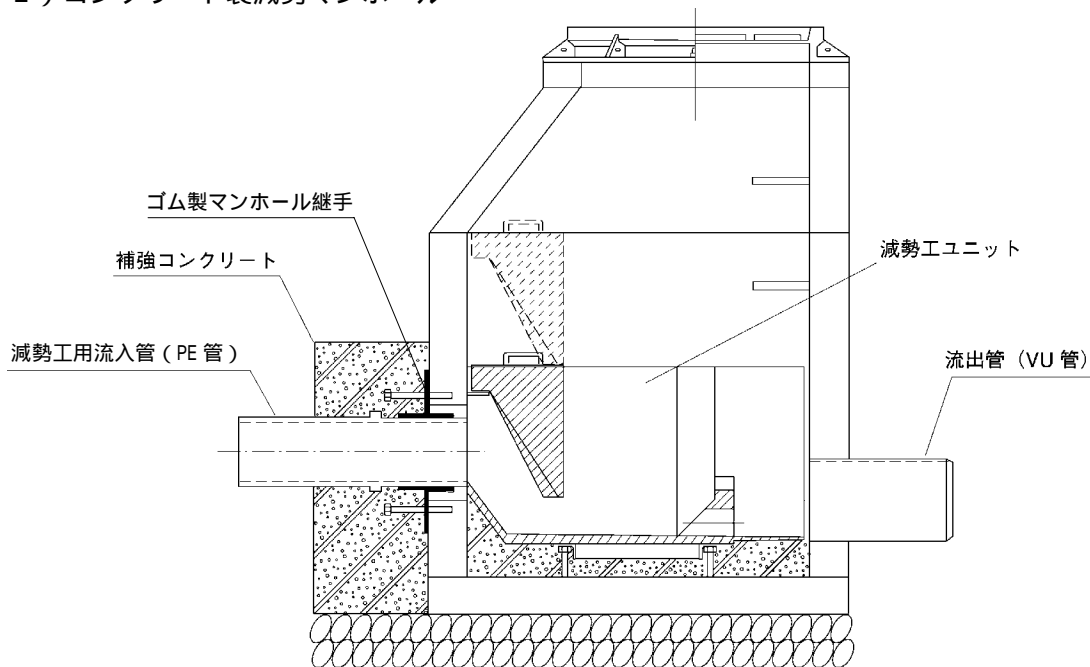


図4-6 コンクリート製減勢マンホール(減勢工ユニット取付図)

減勢工ユニット



表4-7 減勢工ユニットの種類

人孔の種類	1号マンホール	2号マンホール	3号マンホール
人孔サイズ	900	1200	1500
流入管 (PE管)	150、200	150、200 250	150、200 250、300
流出管 (VU管)	150、200 250	150、200 250、300	150、200、250 300、350、400

減勢工用流入管

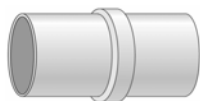
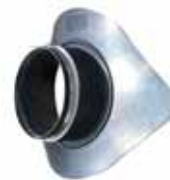


表4-8 減勢工用流入管の種類

管径	有効長
150	650
200	700
250	800
300	900

ゴム製マンホール継手



管径 150、200、250、300

4.3.2 材料

プラスチックマンホールの材質は、熱可塑性樹脂を主体としています。

減勢工ユニットは FRP 成形品を主体としています。また、下水の流れの衝突箇所にはポリエチレン製摩耗防止板を取付けています。

減勢工用流入管の材料は、エチレン共重合体を主体とした PE100 に準じた下水道用ポリエチレンとしています。

4.3.3 品質

プラスチックマンホールおよび減勢工ユニットは、内外面は、使用上有害なきず、割れなどの欠点のないものとします。プラスチックマンホールの品質は「プラスチック・マスマンホール協会 PMMS 006」に準じています。また、減勢工用流入管の品質は「日本下水道協会規格 下水道用ポリエチレン管 JSWAS K - 14」に準じています。

4.3.4 性能

減勢工ユニットは FRP 成形品を主体としています。下水の流れの衝突箇所には、ポリエチレン製摩耗防止板を取付けているため、高速射流となった下水にも優れた耐摩耗性を発揮します。

プラスチックマンホールの性能は「プラスチック・マスマンホール協会 PMMS 006」に準じています。減勢工用流入管の性能は、「日本下水道協会規格 下水道用ポリエチレン管 JSWAS K - 14」に準じています。

4.4 通気管

急傾斜下水道システムでは起点マンホール及び中間マンホールに通気管を設けます。

通気管は大気を管路に導くためのものであるため、雨水や地下水が浸入・滞留しないように布設してください。

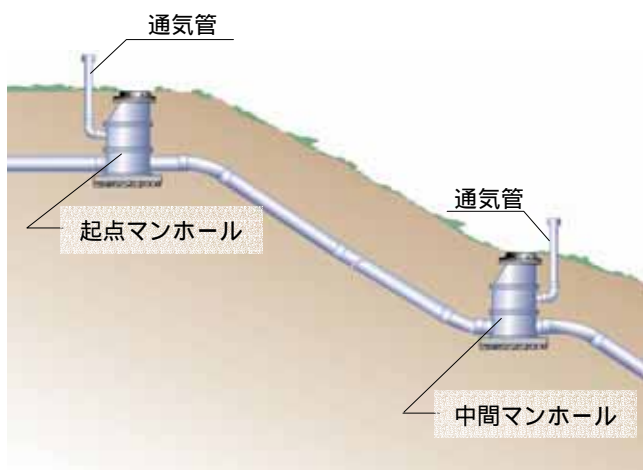


図4 - 7 通気管設置図

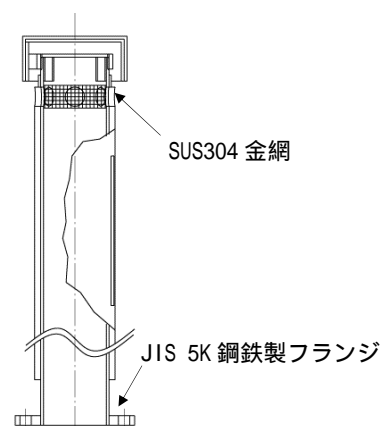


図4 - 8 擬木状通気管構成図

管路の圧力減少の防止に

管路のセルフプライミング現象による圧力減少等により下水本管内が負圧となり、接続される宅内配管に影響を与える可能性があるため、急傾斜地配管の起点マンホール及び中間マンホールには、通気管を設けることを考慮します。近年、合成樹脂製ますの普及により下水道配管の気密性は向上しましたが、下水の流量が多いときには宅地内配管の通気が不十分となり、家庭内のトイレの封水トラップを破る例も報告されています。このため、宅地内に通気管を設ける例が増えてきています。

「急勾配に布設する下水道用ポリエチレン管設計資料」では、「ダム堰施設技術基準(一次案)」キャンベルガイドンの式を参考としています。

5 . 急傾斜下水道システムの設計

5.1 計画一般

下水道用ポリエチレン管路、中間マンホールおよび減勢マンホールは、各々の性能が得られるように地形・地質等の地域特性を十分把握し、全体の施設が総合的に経済的、合理的なものとなるよう計画します。

5.1.1 一般事項

急傾斜下水道システムの計画に当たっては、下水道用ポリエチレン管路、中間マンホール、減勢マンホールの性能が得られるように次の点に留意して計画を行います。

1) 下水道用ポリエチレン管路

地形に応じた合理的な路線選定により管路延長の短縮および浅層埋設化など急傾斜下水道システムの特徴を生かすように考慮して計画します。一般に、管路勾配は 45 度程度を上限として管路施設を計画します。必要に応じて、管路の縦断勾配変化点や平面変化点に曲管の配置または曲げ配管を検討し計画します。

2) 中間マンホール

中間マンホールは管路の維持管理に使用するため、急傾斜地において管路の起点および中間点等に設置します。管路の維持管理上、中間マンホールの最大設置間隔は 100m とします。

3) 減勢マンホール

減勢マンホールは管路内を高速で流下する汚水を減勢させるため、急傾斜地の管路の最下流部（急傾斜から緩傾斜となる最下流部）に設置します。

5.1.2 計画手順

急傾斜下水道システム調査以降の一般的な計画手順は図5 - 1 に示すとおりです。

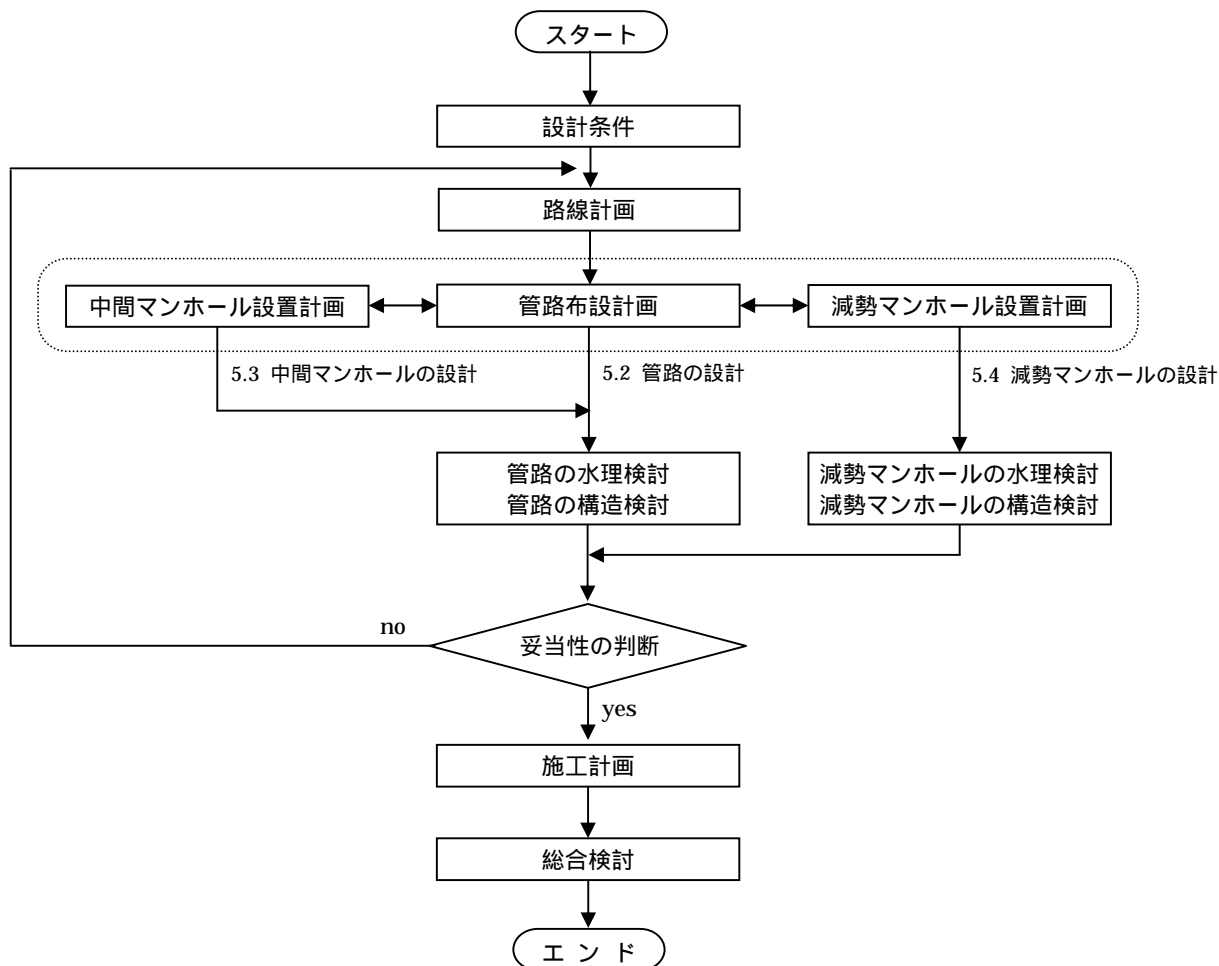


図5 - 1 急傾斜下水道システム計画手順

5.1.3 計画汚水量

急傾斜下水道システムの設計に用いる計画汚水量は時間最大汚水量とします。計画汚水量には、地下水・雨水等の浸入を考慮し余裕を見込むものとします。

5.1.4 管路布設計画

1) 路線選定

急傾斜下水道システムでは、対象地域の地形・地質および地下埋設物の状況等の地域特性を十分把握し、管路延長の短縮および浅層埋設化の検討や施工方法等の検討を行い、土工事費の軽減等を図るように計画します。緩傾斜から急傾斜となる起点部付近に起点マンホールの設置を計画します。次に管路勾配が 45 度程度を上限として管路布設を計画します。必要に応じて、管路の縦断勾配変化点や平面変化点に曲管の配置または曲げ配管を計画します。中間マンホールは管路の維持管理上、最大 100m の間隔で設置を計画します。減勢マンホールは急傾斜から緩傾斜となる最下流部付近に設置を計画します。一般に、道路下に布設する場が多いが、農地、林地、宅地等の民有地に布設することを積極的に検討する必要があります。

2) その他

土留工等の仮設工の規模や施工方法は、地質条件によって大きく影響されるので、計画段階で地質、地下水位等の状況を十分把握しておく必要があります。また、管路の埋設が困難な場合、地上配管（露出配管）について検討します。

5.1.5 中間マンホール設置計画

中間マンホールの設置に当たっては、次の点に留意して計画します。

1) 設置位置

中間マンホールは急傾斜地において管路の起点および中間点等に設け、管路の維持管理を目的として設置を計画します。一般に、道路下に設置するケースが多いが、設置スペース、道路管理上の事情等により宅地等の私有地に設置することも検討します。

2) 設置間隔

管路の維持管理上、中間マンホールの最大設置間隔は 100m とする。

3) 付帯設備

中間マンホールの付帯設備として、管路内の正常な流下機能を維持するため通気を行うことを目的として、通気管の設置を計画します。中間マンホール周辺の道路端に通気管を設置する場合は、交通の妨げにならないように計画します。必要に応じて、近隣の住宅への影響ない設置位置、臭気対策等を検討します。

5.1.6 減勢マンホール設置計画

減勢マンホールの設置に当たっては、次の点に留意して計画します。

1) 設置位置

減勢マンホールは急傾斜から緩傾斜となる管路の最下流部付近に設け、管路内を高速で流下する汚水を減勢させることを目的として設置を計画します。一般に、道路下に設置するケースが多いが、設置スペース、道路管理上の事情等により宅地等の私有地に設置することも検討します。

2) 付帯設備

減勢マンホールの付帯設備として、必要に応じて、通気管の設置を計画します。減勢マンホール周辺の道路端に通気管を設置する場合は、交通の妨げにならないように計画します。必要に応じて、近隣の住宅への影響ない設置位置、臭気対策等を検討します。

5.2 管路の設計

下水道用ポリエチレン管路、中間マンホールおよび減勢マンホールの各施設の調和がとれ、安定した機能を発揮できるとともに、経済的で維持管理が容易に行えることが基本となります。このためには最適なシステム構成と配置を定めることが重要であります。

5.2.1 一般事項

下水道用ポリエチレン管路は、段差接合による自然流下式や真空式、圧力式と機能面や水理計算など設計手法の異なる点があります。このため急傾斜下水道システムのメリットを損なうことがないよう、技術を十分理解したうえで設計する必要があります。

急傾斜下水道システムによる管路設計に当たっては、段差接合による自然流下式の場合と機能性、維持管理性、施工性および経済性などを総合的に比較することが重要であります。急傾斜下水道システムでは、段差接合による自然流下式と比較し、路線の選定により管路延長の大幅な短縮および浅層埋設することが可能で、マンホール設置数を削減できます。これらのメリットを最大限活かすように管路設計を行う必要があります。

5.2.2 設計手順

下水道用ポリエチレン管路の設計手順は図5-2に示すとおりであります。

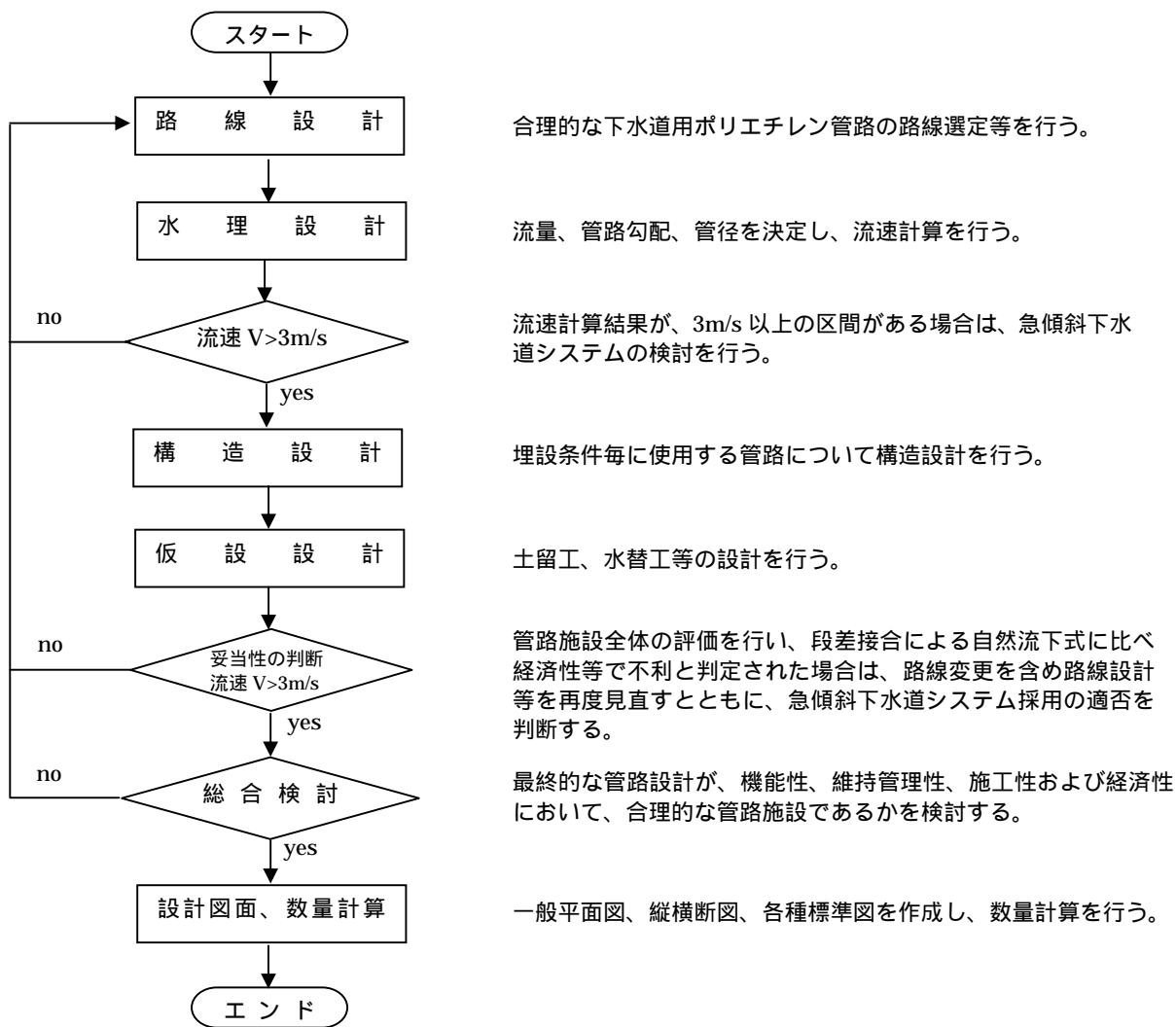


図5-2 下水道用ポリエチレン管路の設計手順

5.2.3 路線設計

路線設計では管路延長の短縮および管路の浅層埋設化などを検討します。路線設計に当たっては、次の点に留意します。

1) 路線選定

地形に応じた合理的な路線選定を行うに当たっては、図5-3に示すように道路下の他に、農地、林地、民有地等への布設を含めた管路延長の短縮および浅層埋設化を十分検討し、最も経済的になるように選定する必要があります。必要に応じて、管路の縦断勾配変化点や平面変化点に曲管の配置または曲げ配管を行います。

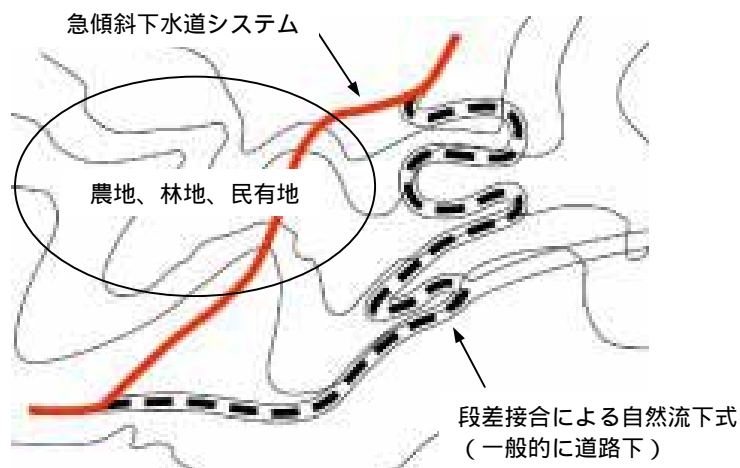


図5-3 路線選定の検討(例)

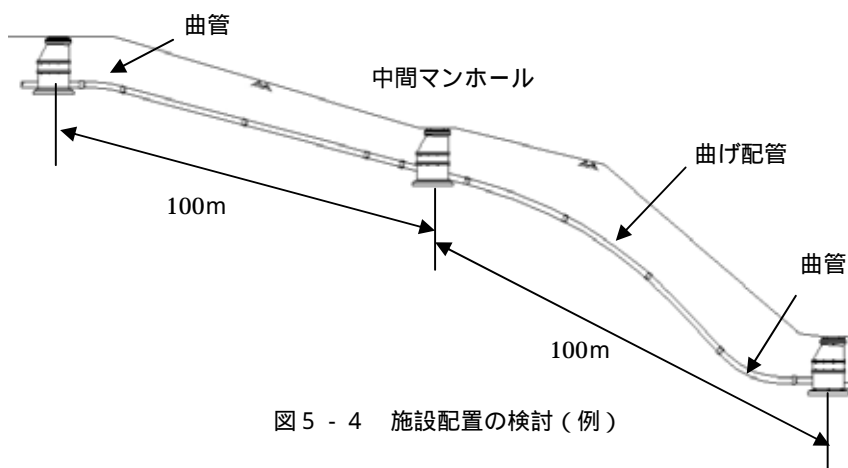


図5-4 施設配置の検討(例)

2) 地下埋設物等

下水道用ポリエチレン管路の工事において道路下に埋設する場合は、道路管理者等と協議して極力浅く管路を布設することを検討します。また水道、ガス、農業用パイプライン、NTTケーブル、あるいは暗渠などの地下埋設物と交差して布設する場合は、回避することが必要であるため、地下埋設物等の事前調査を十分に行う必要があります。

3) 地上配管（露出配管）

下水道用ポリエチレン管路において管路の埋設が困難な場合や地上配管が可能な場合は、地上配管（露出配管）について検討を行います。地上配管に当たっては、配管場所の地形条件等を十分考慮する必要があります。また、配管場所や地域により凍結防止、管路資材の耐候性等について検討を行う必要があります。

5.2.4 水理設計

急傾斜下水道システムでは急傾斜地に管路を布設するため、市街地等に布設される一般的な自然流下式管路施設と異なり、汚水の流速は 3.0m/s を超え高速で流下することとなります。

下水道用ポリエチレン管路の水理設計に当たっては、次の点に留意して設計します。

5.2.4.1 一般事項

下水道用ポリエチレン管路の水理設計においては、管路施設が汚水を支障なく流送できるように、安全性を十分考慮して、管径等を決定します。

1) 計画汚水量

計画汚水量は計画時間最大汚水量とします。計画汚水量には、地下水・雨水等の浸入を考慮し、余裕を見込むものとします(5.1.3 計画汚水量参照)。

2) 管径

急傾斜部の管径

急傾斜部では汚水が高速で流下するため、空気混入現象が発生し水面が上昇します。急傾斜部では、空気混入を考慮した上、管断面の余裕率が 100%以上となるように管径を選定します。故に、流水断面と空気混入断面の和の 2 倍が管断面以下となるように管径を選定します。流水断面は Manning (Manning) 式より、空気混入断面はグメンスキー (Gumensky) 式より算出します。

上流呑口部の管径

管路内で脈動の発生を防止するため、管路の上流呑口部で満管とならないように管径を選定します。上流呑口部の管径に対する流量はオリフィス公式より算出します。

、 の検討に当たって、設計上、急傾斜部の管径は上流呑口部の管径より縮小できません。しかし、管底を合わせた状態で管径を縮小させる管路資材は開発中であり、急傾斜部の管径は縮小できないため、現段階では上流から下流まで同一管径とします。したがって、急傾斜排水管路はオリフィス公式による上流呑口部の管径を用いることとします。この管径は急傾斜部では管断面の余裕率 100%以上を満足する管径となります。

3) 管路屈曲点の水力検討

急な縦断勾配変化点

管路の急な縦断勾配変化点では、流水のはく離を考慮した水力検討を行います。一般に、急傾斜地の起点における急な縦断勾配変化点では、曲率半径が管径の15倍以上の曲管を用います。また、急傾斜地の中間点における急な縦断勾配変化点では、曲率半径が管径の100倍以上の曲げ配管とします。

緩やかな縦断勾配変化点

管路の緩やかな縦断勾配変化点では、汚水による摩耗を考慮した水力・構造検討を行います。一般に、曲率半径が管径の15倍以上の曲管を用います。

管路の平面変化点

管路の平面変化点では、水面の傾きおよび螺旋流等を考慮した水力検討を行います。一般に、曲率半径が管径の15倍以上の曲管を用います。

5.2.4.2 設計手順

下水道用ポリエチレン管路の水力設計手順は図5-5に示すとおりであります。

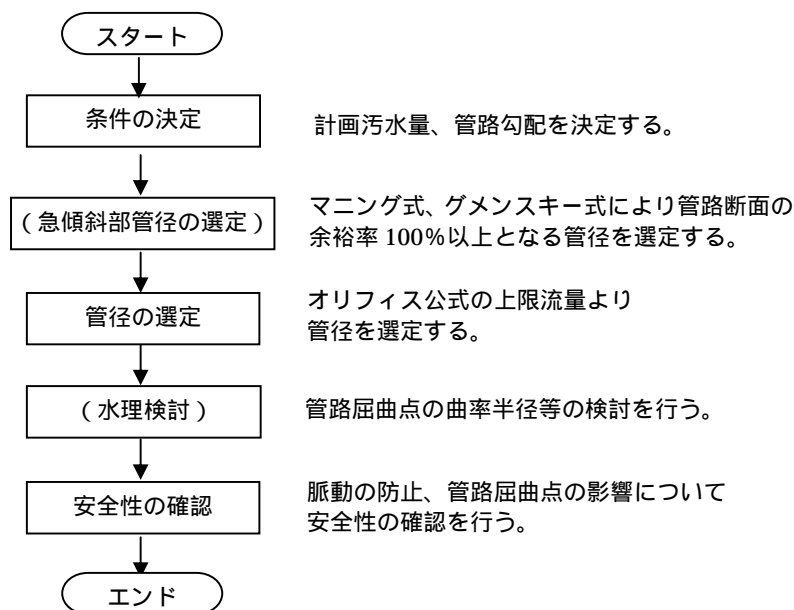


図5-5 下水道用ポリエチレン管路の水力設計手順

5.2.4.3 管径の選定

1) 等流計算

マンニング式の等流計算は(式5 - 1)(式5 - 2)に示すとおりです。管路の縦断勾配の値は、理論的には水面勾配をとらなければならないが、背水等の影響はないものとし、管底勾配を用います。下水道用ポリエチレン管のマンニング式(満管流)による流速・流量表(例)は表5 - 1に示すとおりです。

$$\text{マンニング式} \quad Q = A \cdot V \quad \dots \dots \dots \text{(式5 - 1)}$$

$$V = \frac{I}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad \dots \dots \dots \text{(式5 - 2)}$$

- ここで、
 Q : 流量 (m³/s)
 A : 流水断面積 (m²) ($A = 1/8(\theta - \sin \theta)d^2$)
 d : 近似内径 (m)
 V : 流速 (m/s)
 n : 粗度係数 (下水道用ポリエチレン管 $n = 0.010$)
 R : 径深 (m) ($R = A/P$)
 P : 流水の潤辺長 (m) ($P = 1/2\theta \cdot d$)
 I : 管路の縦断勾配 (分数または少数)

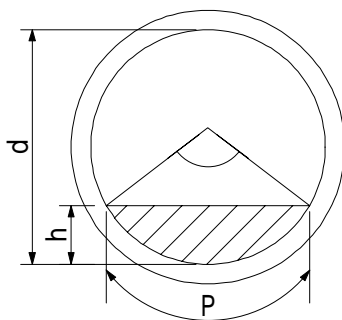


図5 - 6 管路の流水断面

表5 - 1 下水道用ポリエチレン管のマニング式（満管流）による流速・流量

管径 (mm)	150		200		250		300	
近似内径 d (m)	0.152		0.211		0.266		0.300	
断面積 A (m ²)	0.0181		0.0350		0.0556		0.0707	
潤辺長 P (m)	0.478		0.663		0.836		0.942	
径 深 R (m)	0.0380		0.0528		0.0665		0.0750	
勾 配 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)
5	0.799	0.015	0.995	0.035	1.161	0.064	1.258	0.089
10	1.130	0.021	1.407	0.049	1.641	0.091	1.778	0.126
15	1.384	0.025	1.723	0.060	2.010	0.112	2.178	0.154
20	1.598	0.029	1.989	0.070	2.321	0.129	2.515	0.178
25	1.787	0.032	2.224	0.078	2.595	0.144	2.812	0.199
30	1.958	0.036	2.436	0.085	2.843	0.158	3.080	0.218
35	2.115	0.038	2.631	0.092	3.071	0.171	3.327	0.235
40	2.261	0.041	2.813	0.098	3.283	0.182	3.557	0.251
45	2.398	0.044	2.984	0.104	3.482	0.193	3.773	0.267
50	2.527	0.046	3.145	0.110	3.670	0.204	3.977	0.281
55	2.651	0.048	3.299	0.115	3.849	0.214	4.171	0.295
60	2.769	0.050	3.445	0.120	4.021	0.223	4.356	0.308
65	2.882	0.052	3.586	0.125	4.185	0.233	4.534	0.321
70	2.990	0.054	3.721	0.130	4.343	0.241	4.705	0.333
75	3.095	0.056	3.852	0.135	4.495	0.250	4.870	0.344
80	3.197	0.058	3.978	0.139	4.643	0.258	5.030	0.356
85	3.295	0.060	4.101	0.143	4.785	0.266	5.185	0.367
90	3.391	0.062	4.220	0.148	4.924	0.274	5.335	0.377
95	3.484	0.063	4.335	0.152	5.059	0.281	5.482	0.387
100	3.574	0.065	4.448	0.156	5.191	0.288	5.624	0.398
110	3.749	0.068	4.665	0.163	5.444	0.303	5.898	0.417
120	3.915	0.071	4.872	0.170	5.686	0.316	6.161	0.435
130	4.075	0.074	5.071	0.177	5.918	0.329	6.412	0.453
140	4.229	0.077	5.263	0.184	6.142	0.341	6.654	0.470
150	4.378	0.079	5.447	0.190	6.357	0.353	6.888	0.487
160	4.521	0.082	5.626	0.197	6.566	0.365	7.114	0.503
180	4.795	0.087	5.967	0.209	6.964	0.387	7.545	0.533
200	5.055	0.092	6.290	0.220	7.341	0.408	7.953	0.562
220	5.302	0.096	6.597	0.231	7.699	0.428	8.342	0.590
240	5.537	0.100	6.891	0.241	8.041	0.447	8.713	0.616
260	5.763	0.105	7.172	0.251	8.370	0.465	9.068	0.641
280	5.981	0.109	7.443	0.260	8.685	0.483	9.411	0.665
300	6.191	0.112	7.704	0.269	8.990	0.500	9.741	0.689
320	6.394	0.116	7.957	0.278	9.285	0.516	10.060	0.711
340	6.591	0.120	8.201	0.287	9.571	0.532	10.370	0.733
360	6.782	0.123	8.439	0.295	9.848	0.547	10.671	0.754
380	6.968	0.126	8.670	0.303	10.118	0.562	10.963	0.775
400	7.149	0.130	8.896	0.311	10.381	0.577	11.248	0.795
450	7.582	0.138	9.435	0.330	11.011	0.612	11.930	0.843
500	7.992	0.145	9.946	0.348	11.606	0.645	12.576	0.889
600	8.755	0.159	10.895	0.381	12.714	0.707	13.776	0.974
700	9.457	0.172	11.768	0.411	13.733	0.763	14.880	1.052
800	10.110	0.183	12.580	0.440	14.681	0.816	15.907	1.124
900	10.723	0.195	13.343	0.467	15.572	0.865	16.872	1.193
1000	11.303	0.205	14.065	0.492	16.414	0.912	17.784	1.257

5.2.4.4 急傾斜部の管径

急傾斜部では汚水が高速で流下するため、空気混入現象が発生し水面が上昇します。急傾斜部では、空気混入を考慮した上、管断面の余裕率が 100% 以上となるように管径を選定します。故に、流水断面と空気混入断面の和の 2 倍が管路断面以下（式 5 - 5）となるように管径を選定します。空気混入量はグメンスキー（Gumensky）式を用いて算出します（式 5 - 3、式 5 - 4）。

$$\text{グメンスキーの式} \quad m = \frac{l}{200} \cdot \frac{V^2}{g \cdot h} = \frac{l}{200} \cdot Fr^2 \quad \dots \dots \dots \text{(式 5 - 3)}$$

$$Q_A = m \cdot Q \quad \dots \dots \dots \text{(式 5 - 4)}$$

$$\frac{Q + Q_A}{V} \times 2 < \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad \dots \dots \dots \text{(式 5 - 5)}$$

ここで、 m : 混入された空気量と水量との比 ($Q : Q_A = 1 : m$)

Q_A : 空気混入量 (m^3/s)

V : 計画汚水量での流速 (m/s) (マニング式より算出)

h : 水深 (m) (マニング式より $h = d/2 \{1 - \cos(\theta/2)\}$)

d : 近似内径 (m)

g : 重力加速度 (m/s^2) ($g = 9.8\text{m/s}^2$)

Fr : フルード数 ($Fr = V/\sqrt{g \cdot h}$)

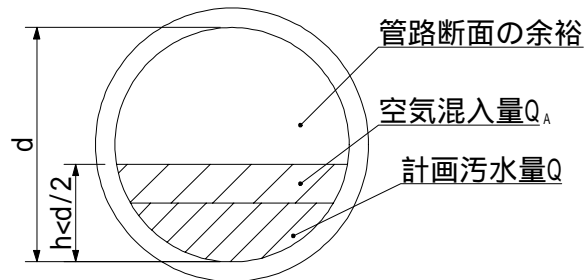


図 5 - 7 下水道用ポリエチレン管路の流水断面

5.2.4.5 上流呑口部の管径

急傾斜下水道システムでは管路内で脈動の発生を防止するため、管路上流の呑口部等で満管とならない水理設計が必要です。オリフィス公式(式5-6)を用いて、呑口部水面までの距離が管路半径より小さい範囲(式5-7)の管径を選定します。オリフィス公式より下水道用ポリエチレン管の上限流量は表5-2に示すとおりです。

オリフィス公式 $Q = C \cdot \pi \cdot r^2 \sqrt{2gH}$ (式5-6)

$H < r$ (式5-7)

- ここで、
 C : 流量係数 ($C = 0.58 \sim 0.60$)
 r : 管の半径 (m) ($r = \text{近似内径} \div 2$)
 H : 管路中心から呑口部水面までの距離 (m)

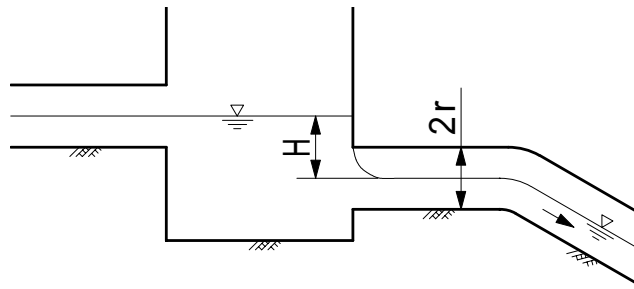


図5-8 管路上流の呑口部

表5-2 下水道用ポリエチレン管の上限流量 (C=0.58)

管径 (mm)	150	200	250	300
近似内径 (m)	0.152	0.211	0.266	0.300
上限流量 (m ³ /s)	0.0128	0.0292	0.0520	0.0703

(注) 計画汚水量が上限流量以下となるように管径を選定する。

[参考] 上限流量における下水道用ポリエチレン管の管路余裕率

オリフィス公式による下水道用ポリエチレン管の上限流量における管路余裕率は表5 - 3 ~ 表5 - 6に示すとおりです。下水道用ポリエチレン管の上限流量では管路余裕率100%以上となります。

表5 - 3 上限流量における下水道用ポリエチレン管 150mm (管路断面 0.0181m²) の管路余裕率

勾配		流速	流量	流水断面	空気混入量	空気混入断面	余裕率
(度)	(‰)	V(m/s)	Q(m ³ /s)	Q/V(m ²)	Q _A (m ³ /s)	Q _A /V(m ²)	(%)
5	87	2.650	0.0128	0.0048	0.0010	0.0004	249%
10	176	3.405	0.0128	0.0038	0.0019	0.0006	320%
15	268	3.951	0.0128	0.0032	0.0029	0.0007	358%
20	364	4.404	0.0128	0.0029	0.0038	0.0009	380%
25	466	4.807	0.0128	0.0027	0.0049	0.0010	394%
30	577	5.184	0.0128	0.0025	0.0060	0.0011	401%
35	700	5.549	0.0128	0.0023	0.0072	0.0013	404%
40	839	5.914	0.0128	0.0022	0.0085	0.0014	404%
45	1000	6.291	0.0128	0.0020	0.0100	0.0016	400%

表5 - 4 上限流量における下水道用ポリエチレン管 200mm (管路断面 0.0350m²) の管路余裕率

勾配		流速	流量	流水断面	空気混入量	空気混入断面	余裕率
(度)	(‰)	V(m/s)	Q(m ³ /s)	Q/V(m ²)	Q _A (m ³ /s)	Q _A /V(m ²)	(%)
5	87	3.252	0.0292	0.0090	0.0025	0.0008	259%
10	176	4.176	0.0292	0.0070	0.0048	0.0012	329%
15	268	4.846	0.0292	0.0060	0.0072	0.0015	365%
20	364	5.401	0.0292	0.0054	0.0097	0.0018	385%
25	466	5.895	0.0292	0.0050	0.0123	0.0021	397%
30	577	6.357	0.0292	0.0046	0.0151	0.0024	402%
35	700	6.804	0.0292	0.0043	0.0181	0.0027	403%
40	839	7.252	0.0292	0.0040	0.0215	0.0030	400%
45	1000	7.714	0.0292	0.0038	0.0254	0.0033	394%

表5 - 5 上限流量における下水道用ポリエチレン管 250mm (管路断面 0.0556m²) の管路余裕率

勾配		流速	流量	流水断面	空気混入量	空気混入断面	余裕率
(度)	(‰)	V(m/s)	Q(m ³ /s)	Q/V(m ²)	Q _A (m ³ /s)	Q _A /V(m ²)	(%)
5	87	3.751	0.0520	0.0139	0.0047	0.0013	268%
10	176	4.817	0.0520	0.0108	0.0093	0.0019	337%
15	268	5.588	0.0520	0.0093	0.0139	0.0025	371%
20	364	6.228	0.0520	0.0083	0.0186	0.0030	390%
25	466	6.798	0.0520	0.0076	0.0236	0.0035	400%
30	577	7.330	0.0520	0.0071	0.0289	0.0039	403%
35	700	7.846	0.0520	0.0066	0.0347	0.0044	403%
40	839	8.362	0.0520	0.0062	0.0412	0.0049	398%
45	1000	8.894	0.0520	0.0058	0.0487	0.0055	391%

表 5 - 6 上限流量における下水道用ポリエチレン管 300mm (管路断面 0.0707m²) の管路余裕率

勾配		流速	流量	流水断面	空気混入量	空気混入断面	余裕率
(度)	(‰)	V(m/s)	Q(m ³ /s)	Q/V(m ²)	Q _A (m ³ /s)	Q _A /V(m ²)	(%)
5	87	4.042	0.0703	0.0174	0.0066	0.0016	271%
10	176	5.190	0.0703	0.0135	0.0131	0.0025	340%
15	268	6.021	0.0703	0.0117	0.0195	0.0032	374%
20	364	6.710	0.0703	0.0105	0.0262	0.0039	392%
25	466	7.324	0.0703	0.0096	0.0331	0.0045	400%
30	577	7.897	0.0703	0.0089	0.0406	0.0051	403%
35	700	8.453	0.0703	0.0083	0.0488	0.0058	402%
40	839	9.008	0.0703	0.0078	0.0579	0.0064	397%
45	1000	9.582	0.0703	0.0073	0.0684	0.0071	388%

5.2.4.6 管路屈曲点の水力検討

下水道用ポリエチレン管路の管路屈曲点では流水のはく離、摩耗性、水面の傾き等を考慮して、曲率半径を選定します。管路屈曲点における曲率半径は表 5 - 7 に示すとおりです。管路屈曲点の配管(例)は図 5 - 9 に示すとおりです。

表 5 - 7 管路屈曲点の曲率半径

管路 屈曲点	縦断勾配変化点			平面変化点
	緩勾配 急勾配		急勾配 緩勾配	
	起点	中間点	中間点・終点	
曲率半径	管径の 15 倍以上 (曲管)	管径の 100 倍以上 (曲げ配管)	管径の 15 倍以上 (曲管)	管径の 15 倍以上 (曲管)

(注) 急傾斜地の中間点における急な縦断勾配変化点では曲げ配管を標準とするが、地形条件或使用条件により、はく離が生じない場合、曲管の使用が可能です(表 5 - 8 参照)。

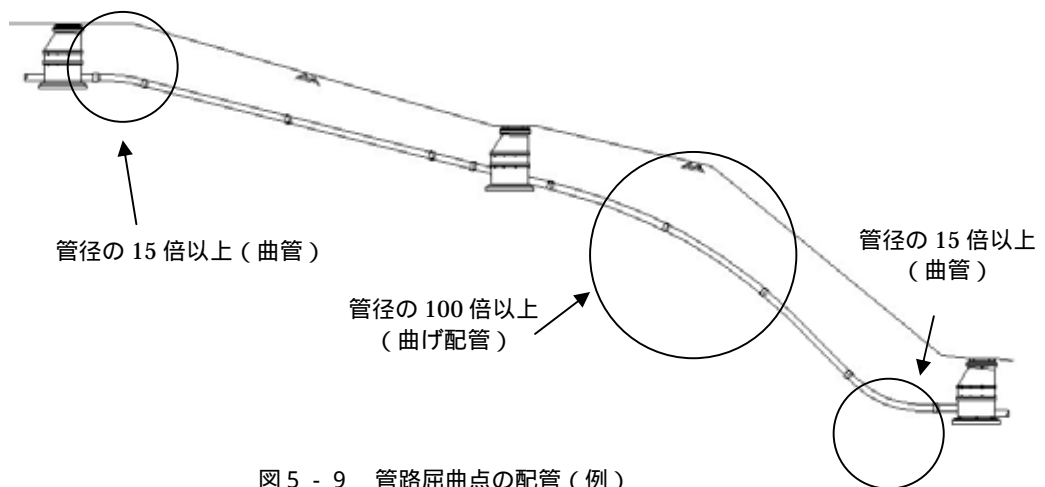


図 5 - 9 管路屈曲点の配管(例)

1) 管路の急な縦断勾配変化点

管路の急な縦断勾配変化点では、流水のはく離が生じないことが望ましくなります。一般に、急傾斜地の起点の急な縦断勾配変化点では、曲率半径が管径の 15 倍以上の曲管を用いることが望ましくなります。また、急傾斜地の中間点の急な縦断勾配変化点では、曲率半径が管径の 100 倍以上の曲げ配管とすることが望ましくなります。

2) 管路の緩やかな縦断勾配変化点

管路の緩やかな縦断勾配変化点では、直線部と比較して管路の摩耗が大きくなります。そのため、摩耗を考慮した管の構造設計が必要です(5.2.5 構造設計参照)。一般に、曲率半径が管径の 15 倍以上の曲管を用いることが望ましくなります。

3) 管路の平面変化点

管路の平面変化点では、必要に応じて、水面の傾きや螺旋流の発生を考慮した水理検討を行います。一般に、曲率半径が管径の 15 倍以上の曲管を用いることが望ましくなります。水面傾きや、螺旋流は、管路の使用上支障はないが、中間マンホールでは点検口から汚水の飛散が生じないように設置位置を考慮する必要があります。

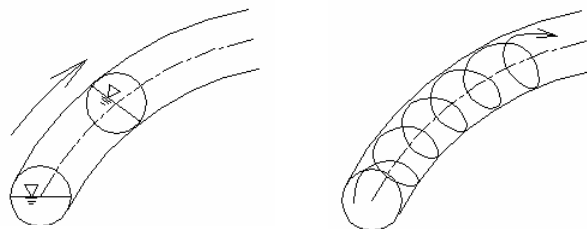


図 5 - 1 0 水面傾きと螺旋流の発生(例)

[参考] 管路の急な縦断勾配変化点の水理検討 (例)

下水道用ポリエチレン管路の水理設計において、本検討は不要となるが、管路の急な縦断勾配変化点における流水の自由放物体の運動軌道は以下に示すとおりです。管路の曲率半径は、流水の自由放物体の運動軌道に由来する曲線より緩くなることが望ましくなります。流水の自由放物体の運動軌道に由来する曲線は (式 5 - 8) ~ (式 5 - 10) に示すとおりです。

$$y = x \cdot \tan \theta + \frac{k \cdot x^2}{4h_v \cdot \cos^2 \cdot \theta} \quad \dots \dots \dots \text{(式 5 - 8)}$$

$$i = dy / dx = \tan \theta + \frac{k \cdot x}{2h_v \cdot \cos^2 \theta} \quad \dots \dots \dots \text{(式 5 - 9)}$$

$$2x = (i_2 - i_1) \cdot 2h_v \cdot \cos^2 \theta \cdot \frac{1}{k} \quad \dots \dots \dots \text{(式 5 - 10)}$$

- ここで、
- θ : 放射流部始点における水路の傾斜角 (rad)
 - x, y : 放射流部底面上任意点の横距および縦距 (原点は放射流部始点) (m)
 - i : 任意点 p における底面の縦断勾配
 - h_v : 始点での流速水頭 (m) ($h_v = V^2 / 2g$)
 - k : 重力の加速度が作用する比率 (一般に、0.5 又はそれ以下の値)
 - i_1 : 上流管路の縦断勾配
 - i_2 : 下流管路の縦断勾配

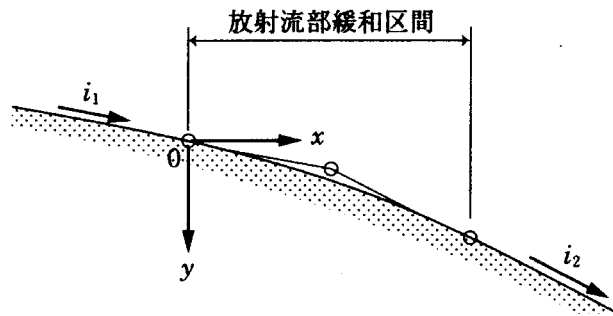


図 5 - 11 緩和曲線縦断図

管路の急な縦断勾配変化点における、下水道用ポリエチレン管の上限流量における曲管（曲率半径が管径の 15 倍）と曲げ配管（曲率半径が管径の 100 倍以上）の使用範囲（例）は表 5 - 8 に示すとおりです。

表 5 - 8 下水道用ポリエチレン曲管と曲げ配管の使用範囲（例）

上流勾配 i_1 (‰)	下流勾配 i_2 (‰)	管径 (mm)			
		150	200	250	300
80 以下	1000	曲管 (管径の 15 倍)	曲管 (管径の 15 倍)	曲管 (管径の 15 倍)	曲管 (管径の 15 倍)
90	1000				
100	1000				
110	1000	曲げ配管 (管径の 100 倍以上)	曲げ配管 (管径の 100 倍以上)	曲げ配管 (管径の 100 倍以上)	曲げ配管 (管径の 100 倍以上)
120	1000				
130	1000				
130 ~ 1000	1000				

(注 1) 流量は下水道用ポリエチレン管の上限流量とする。

(注 2) 流速は等流計算（マンニング式）より算出する。

[参考]

参考に、急傾斜地の起点における管路の急な縦断勾配変化点の水力計算（例）は以下に示すとおりです。

1) 計算条件

管路の急な縦断勾配変化点の水力検討の計算条件（例）は表 5 - 9 に示すとおりです。

表 5 - 9 計算条件（例）

	条件 1 (曲管)
管径	150mm
管路の曲率半径	2.25m (管径の 15 倍)
上流管路の縦断勾配 i_1	6.3 度 (110‰)
下流管路の縦断勾配 i_2	45 度 (1000‰)
重力の加速度が作用する比率 k	0.5
流量 Q	0.0128m ³ /s (上限流量)
流速 V	2.877m/s (マニング式)

2) 計算結果

曲率半径が管径の 15 倍の曲管底面と自由放物体の運動軌道の計算結果は図 5 - 1 2 に示すとおりです。

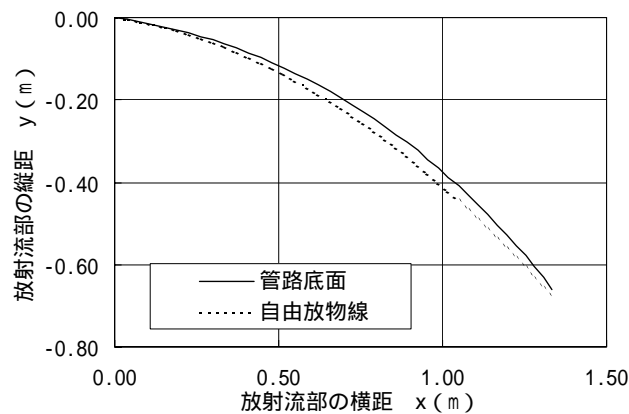


図 5 - 1 2 曲管底面と水流の自由放物線の比較（例）

3) 検討結果

本条件では、曲率半径が管径の 15 倍の曲管を用いることで、はく離は生じない。

[参考]

参考に、急傾斜地の中間点における管路の急な縦断勾配変化点の水理計算（例）は以下に示すとおりです。

1) 計算条件

管路の急な縦断勾配変化点の水理検討の計算条件（例）は表 5 - 1 0 に示すとおりです。

表 5 - 1 0 計算条件（例）

	条件 1 (曲管)	条件 2 (曲げ配管)
管径	150mm	
管路の曲率半径	2.25m (管径の 15 倍)	15.0m (管径の 100 倍)
上流管路の縦断勾配 i_1	40 度 (839‰)	
下流管路の縦断勾配 i_2	45 度 (1000‰)	
重力の加速度が作用する比率 k	0.5	
流量 Q	0.0128m ³ /s (上限流量)	
流速 V	5.914m/s (マニング式)	

2) 計算結果

曲管半径が管径の 15 倍である曲管底面と自由放物体の運動軌道の計算結果、曲率半径が管径の 100 倍である曲げ配管の底面と自由放物体の運動軌道の計算結果は図 5 - 1 3、図 5 - 1 4 に示すとおりです。

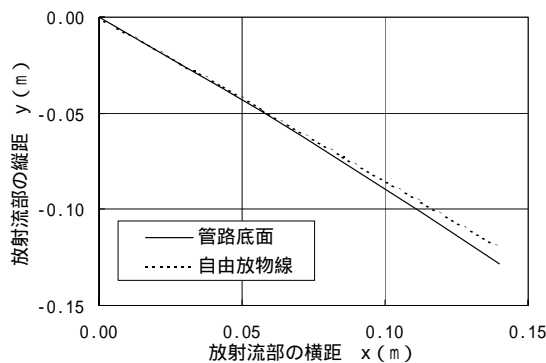


図 5 - 1 3 曲管底面と水流の自由放物線の比較（例）

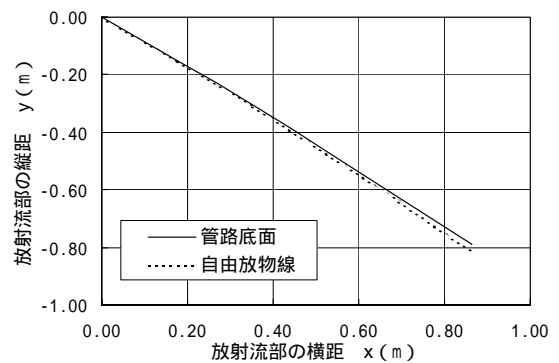


図 5 - 1 4 曲げ配管底面と水流の自由放物線の比較（例）

3) 検討結果

本条件では、曲率半径が管径の 100 倍以上の曲げ配管を行うことで、はく離は生じない。

5.2.5 構造設計

5.2.5.1 管の強度設計

地中に埋設する下水道用ポリエチレン管の設計は埋設土および活荷重が作用する荷重を計算し、管に発生する発生応力および発生たわみが許容値を上回らないことを確認します。

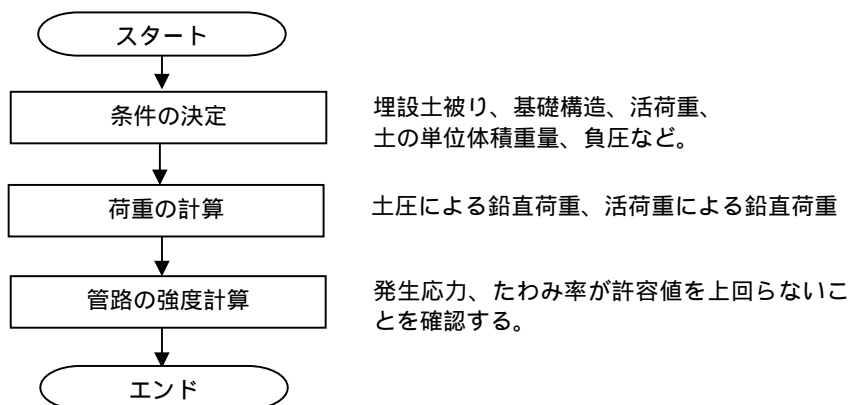


図5 - 15 管の強度設計手順

1) 埋設管に加わる荷重

「日本下水道協会規格 下水道用ポリエチレン管 J S W A S K - 1 4 埋設管に加わる荷重」に準じます。

2) 強度計算

「日本下水道協会規格 下水道用ポリエチレン管 J S W A S K - 1 4 強度計算」に準じます。管径250, 300の薄肉管(SDR21)の計算結果は参考資料をご参照ください。

3) 発生応力と発生たわみ率の許容値

「日本下水道協会規格 下水道用ポリエチレン管 J S W A S K - 1 4 発生応力とたわみ率の許容値」に準じます。

5.2.5.2 斜面すべりに対する管路の安定検討

急傾斜地での下水道用ポリエチレン管路の布設に当っては、傾斜によって管路がズリ下がらないよう、管路安定化の検討が必要です。急傾斜地における管路の斜面すべり安定計算の考え方は以下に示すとおりです。

1) 管路の滑動に対する安全率の検討

管路の滑動に対する安全率は 1.5 以上とする。管路の活動に対する安全率は(式 5 - 1 1) に示すとおりです。

$$F_s = \frac{\text{滑動に対する抵抗力}}{\text{滑動力}} = \frac{P_N \cdot \mu + c \cdot A}{P_T} \geq 1.5 \quad \dots \dots \dots \text{(式 5 - 1 1)}$$

ここで、 F_s : 滑動に対する安全率 (1.5 以上)

P_N : 全重量 W の垂直成分 (kgf) ($P_N = \sum W \cdot \cos i$)

P_T : 全重量 W の接線成分 (kgf) ($P_T = \sum W \cdot \sin i$)

μ : 底面と基礎地盤の間の摩擦係数

(基礎地盤が土の場合、 μ の値は 0.6 を超えないものとする。)

C : 底面と基礎地盤の間の粘着力 (kgf/m²)

(通常は $C=0$ とし、粘着力が確実に見込める場合のみ C を考慮する。)

A : 底面積 (m²)

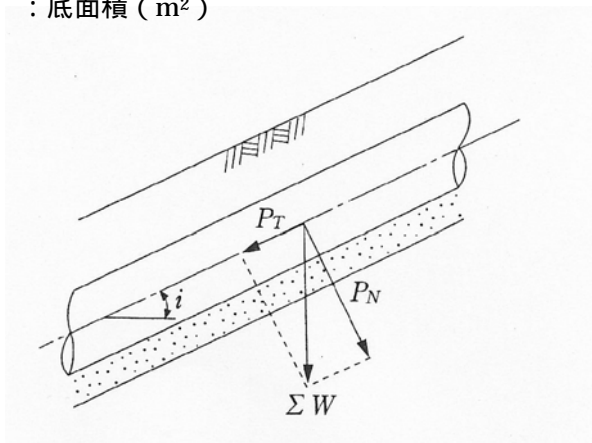


図 5 - 1 6 急傾斜地における管路滑動の考え方

2) 管路縦断勾配の上限

急傾斜地における管路の安定は、一般に、管と基礎との摩擦抵抗によって維持されます。下水道用ポリエチレン管と基礎との摩擦係数および管路縦断勾配の上限は表5-11に示すとおりです。

表5-11 基礎による下水道用ポリエチレン管の上限縦断勾配

基礎の種類	摩擦係数 μ	上限縦断勾配 i
砂・土基礎	0.30	$0.30/1.5=0.20$ (200‰ = 11°)
コンクリート基礎	$\tan 25^\circ = 0.47$	$0.47/1.5 = 0.31$ (310‰ = 17°)

(注1) コンクリートと土の摩擦係数は $\mu = \tan$ とする (は摩擦角)

(注2) 現場打ちコンクリートの摩擦角 = とする (は内部摩擦角 25~30°)

[参考] 斜面すべりに対する管路の安定方法(例)

下水道用ポリエチレン管路の縦断勾配が上限値を超える場合、必要に応じて、管路の斜面への固定を行います。簡易的な斜面すべり安定工法として、下水道用ポリエチレン管継手部での斜面固定(例)は図5-17に示すとおりです。下水道用ポリエチレン管の安定工法(例)は表5-12に示すとおりです。

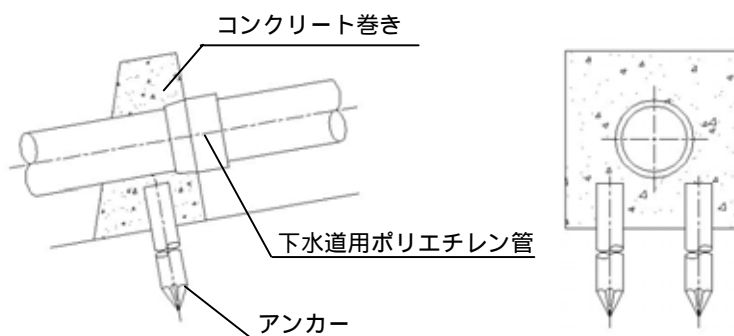


図5-17 下水道用ポリエチレン管の斜面固定(例)

表5-12 下水道用ポリエチレン管の管路安定工法(例)

管路勾配	管路安定工法
11度(200‰)以下	特に必要なし
11~17度	コンクリート基礎
17度(310‰)以上	アンカーとコンクリート巻き

(注) 管路延長10m(管2本)で1箇所固定を想定する。

5.3 中間マンホールの設計

5.3.1 一般事項

中間マンホールは、急傾斜地において管路の起点および中間点等に設け、管路の維持管理を目的とした施設です。管路の維持管理および地形条件等を考慮して設置位置、設置間隔等を定めます。

中間マンホールの設計に当たっては、設置位置、水理検討、構造検討、付帯設備の検討を行います。

5.3.2 設計手順

中間マンホールの設計手順は図5 - 18に示すとおりです。

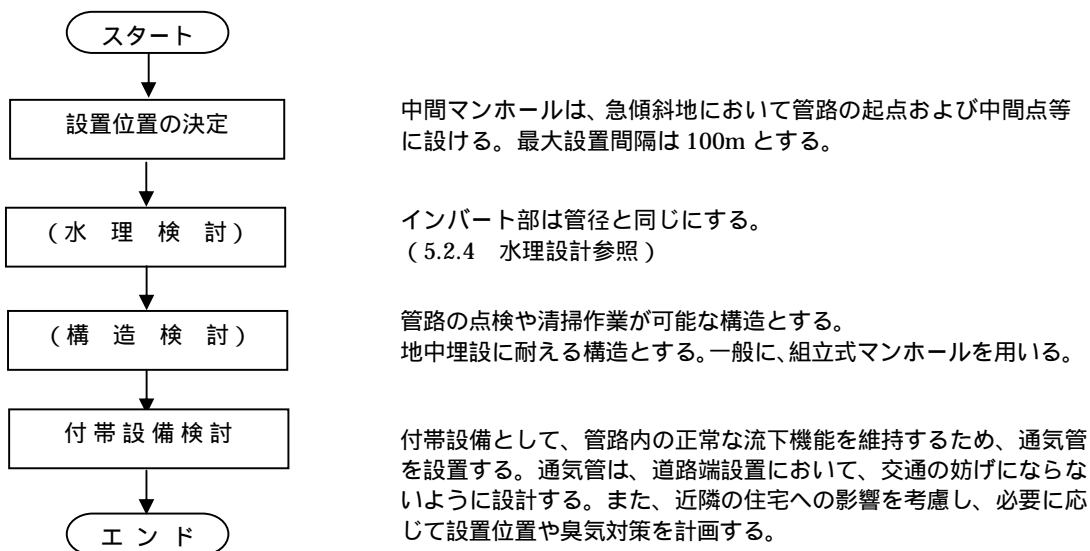


図5 - 18 中間マンホールの設計手順

5.3.3 設置位置

中間マンホールの設置位置に当たっては、次の点に留意して決定します。

1) 設置位置

中間マンホールは急傾斜地において管路起点および中間点等に設置します。一般に、道路下に設置するケースが多いが、宅地等の私有地に設置することも検討します。

2) 設置間隔

管路の維持管理性を考慮し、中間マンホールの最大設置間隔は100mとします。

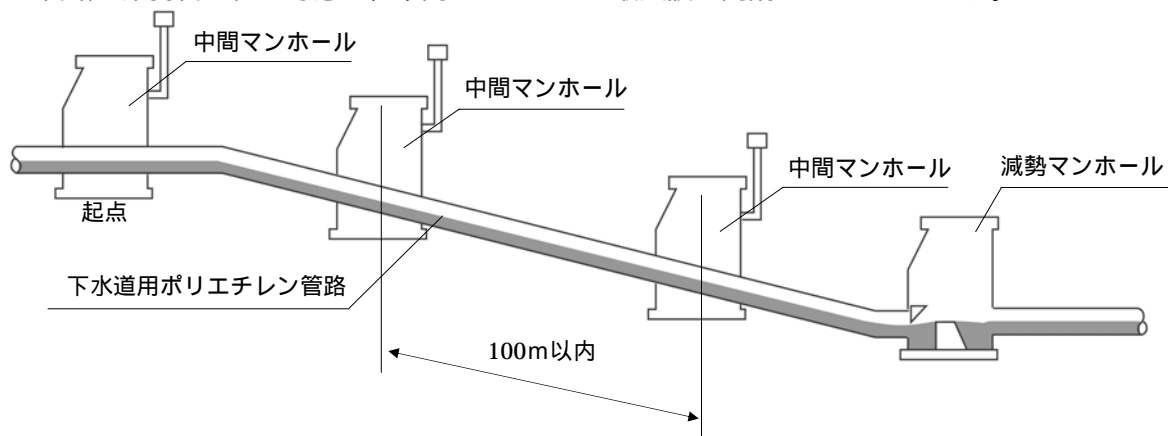


図5 - 19 中間マンホールの設置(例)

5.3.4 勾配設計

管径により中間マンホール最大勾配の範囲内で勾配設計を行います。

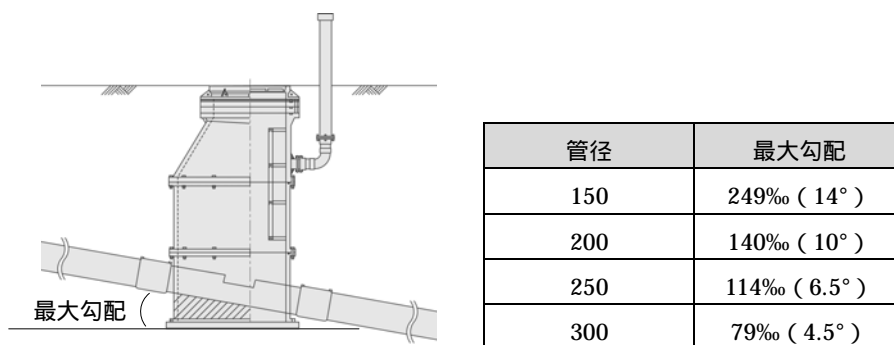


図5 - 20 中間マンホールの最大勾配

中間マンホール最大勾配以上の勾配では、曲管および曲げ配管で対応可能となります。

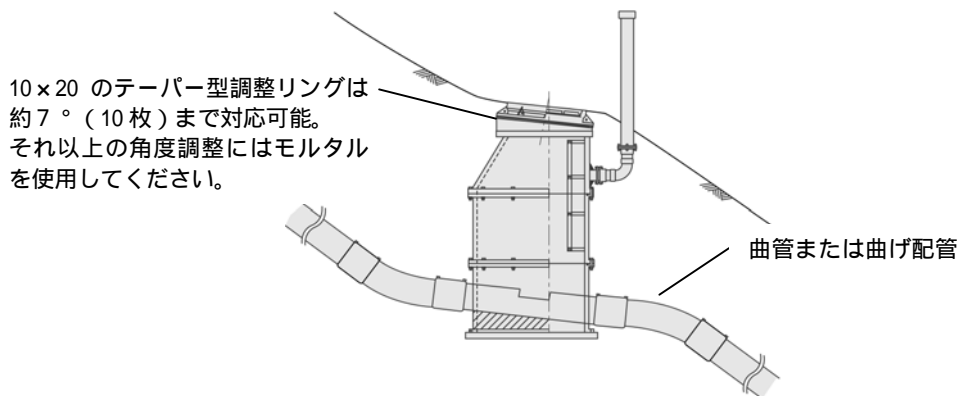


図5 - 2 1 曲管および曲げ配管による勾配対応

5.3.5 付帯設備の設計

付帯設備の設計に当たっては、高速で流下する汚水により管路内の空気の流れが発生するため、管路内の空気の流れを円滑に行うことを目的として通気管を設置します。一般に、通気管の管径は100mmとし中間マンホールから5m以内に設置します。現地状況等により通気管の設置が中間マンホールから5m以上となる場合、管径の拡大等を検討します。通気管は中間マンホール周辺の道路端設置において、交通等の妨げにならない場所となるように設計します。また、通気管から管路内の空気が出入りするため、必要に応じて、近隣の住宅へ影響がない設置位置や臭気対策等を検討します。

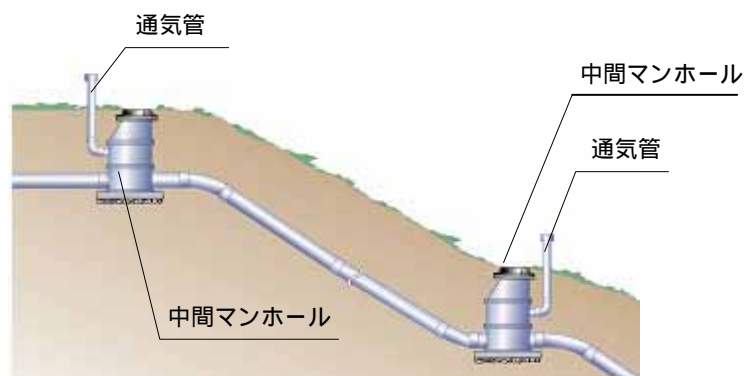


図5 - 2 2 通気管の設置（例）

5.4 減勢マンホールの設計

5.4.1 一般事項

減勢マンホールは、管路内を高速で流下する汚水を減勢させることを目的とした施設であり、急傾斜地における管路の最下流点に設置します。地形条件や管路条件（管径、勾配、流量等）を考慮し、合理的な減勢マンホールを設計する必要があります。

減勢マンホールの設計に当たっては、所定の減勢性能が得られるよう、水理検討により形状、構造、諸元等を決定します。

5.4.2 設計手順

減勢マンホールの設計手順は図5 - 23に示すとおりです。

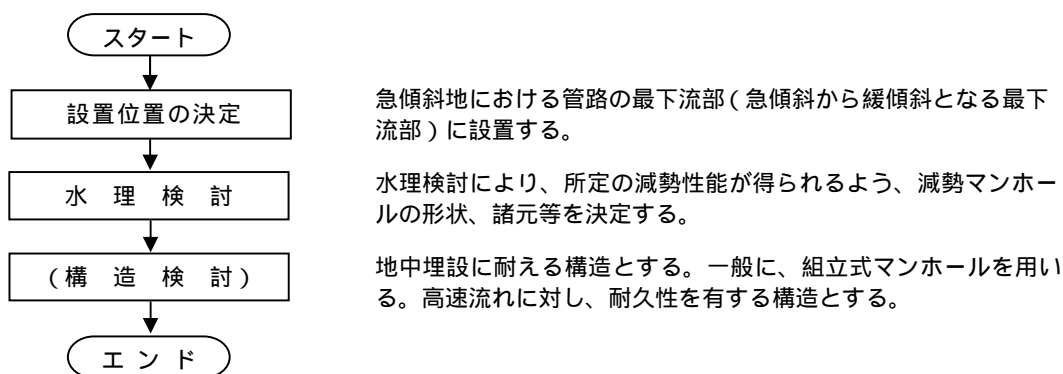


図5 - 23 減勢マンホールの設計手順

5.4.3 水理検討

5.4.3.1 一般事項

減勢マンホールの水理検討では所定の減勢効果が得られるよう、減勢マンホール構造と大きさ、流出管口径を定めます。

減勢マンホールの水理検討に当たっては、次の点に留意して行います。

1) 計画汚水量

計画汚水量は計画時間最大汚水量とします。計画汚水量には、地下水・雨水等の浸入を考慮し、余裕を見込むものとします。

2) 流入管径

流入管の管径は下水道用ポリエチレン管路と同じにします。

3) 減勢マンホール構造と大きさ

減勢マンホール構造と大きさは、所定の減勢性能が得られるように水理検討を行います。

4) 流出管径

流出管の管径は所定の性能が得られるように水理検討を行います。

5.4.3.2 水理検討手順

減勢マンホールの水理検討手順は図5 - 24に示すとおりです。

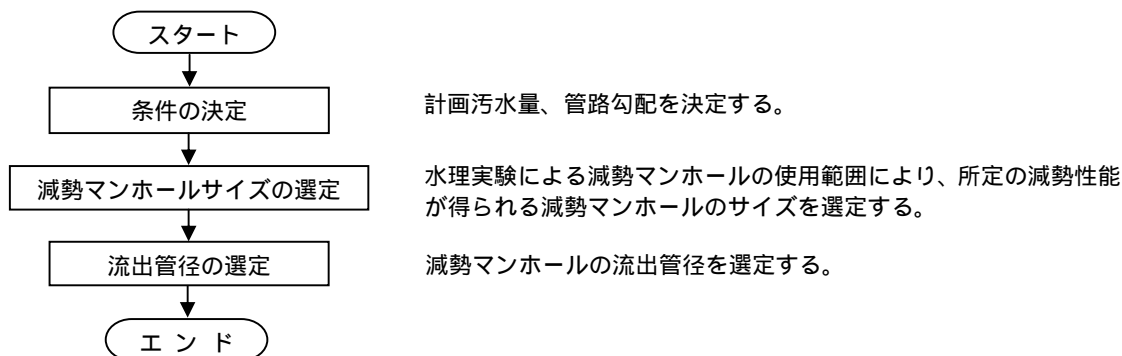
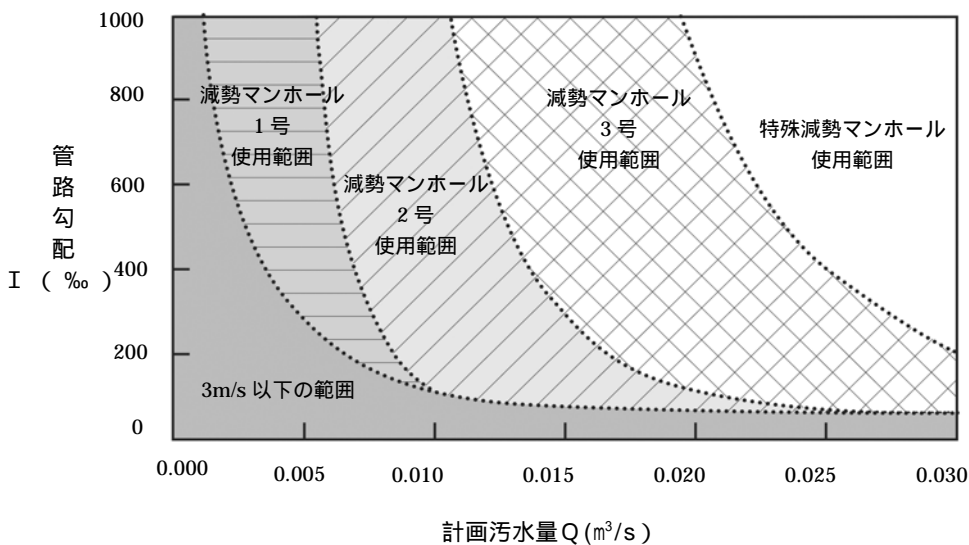


図5 - 24 減勢マンホールの水理検討手順

5.4.3.3 減勢マンホールサイズの選定

計画汚水量と管路勾配より減勢マンホールのサイズ選定を行います。減勢マンホールの使用範囲は所定の減勢性能が得られるように水理実験等により定めます。減勢マンホールの使用範囲は図5 - 25に示すとおりです。



種類	躯体	躯体の内寸 (mm)
減勢マンホール 1号	プラスチックマンホール	600 × 900
	コンクリート製 1号マンホール	900
減勢マンホール 2号	コンクリート製 2号マンホール	1200
減勢マンホール 3号	コンクリート製 3号マンホール	1500

(注) 減勢マンホール 3号の使用範囲以上の特殊減勢マンホールは開発中です。

図5 - 25 減勢マンホールの使用範囲

5.4.3.4 減勢マンホールの最小高さ

減勢マンホールの流入部の減勢ブロックは、維持管理を考え、取外し可能な構造となっています。そのため、マンホール直壁の最小高さは減勢ブロックの取外しを考慮し、表5 - 13のとおりとなっています。

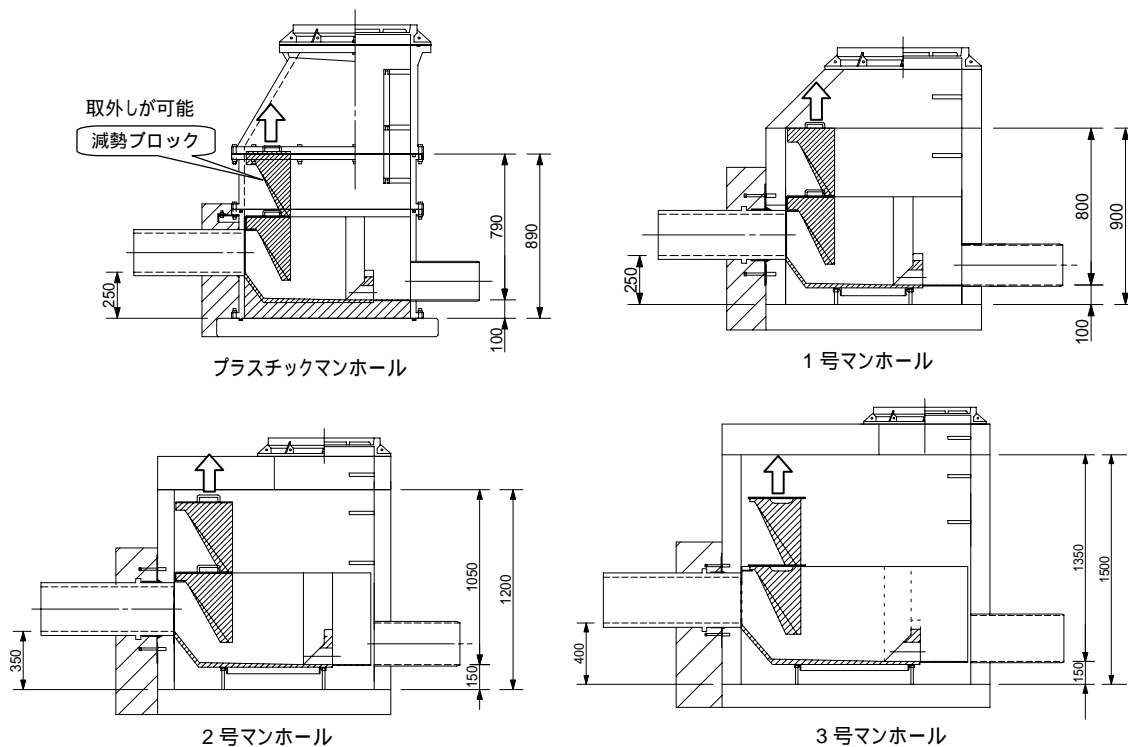


図5 - 26 減勢ブロック取外しによるマンホール直壁最小高さ

表5 - 13 1号マンホール直壁の最小高さ

	プラスチックマンホール	1号マンホール	2号マンホール	3号マンホール
人孔サイズ	600×900	900	1200	1500
直壁の最小管底高さ	790mm	800mm	1050mm	1350mm
人孔直壁の最小高さ	890mm	900mm	1200mm	1500mm

5.4.3.5 減勢マンホールの流出管の選定

減勢マンホールでは計画汚水量が許容流量を超えない範囲で流出管を選定します。減勢マンホールの流出管許容流量は表5 - 14に示すとおりです。

表5 - 14 減勢マンホール流出管の許容流量（硬質塩化ビニル管の場合）

管径 (mm)	近似内径 (mm)	許容流量 (m ³ /s)
150	154.0	0.0075
200	202.0	0.0148
250	250.2	0.0252
300	298.2	0.0391

(注) 減勢マンホールの流出管の許容流量は水理実験により求めた値である。
流出管の許容流量は、安全を考慮して、流出部が閉塞する流量の半分とする。

6 . 急傾斜下水道システムの施工

6.1 施工の基本事項

急傾斜下水道システムの施工に当たっては、所定の機能が確保できるように、適切な施工管理を行います。基本的な検討事項は次に示すとおりです。

- 管路の測量および設計時期
- 管路の施工順位および施工時期
- 中間マンホールの設置位置および施工時期
- 減勢マンホールの設置位置および施工時期
- 関連工事の施工計画との調整（道路、水路、その他埋設物等）
- 関係機関との協議および施工通知

6.2 下水道用ポリエチレン管の施工

下水道用ポリエチレン管の施工に当たっては、施工条件を考慮し、所定の汚水収集機能を確保できるよう十分留意します。

管の施工はE F 接合を採用しており、以下の2種類があります。

- 片受け直管を接続する方式
- ブレーションエンド直管をカラーで接合する方式

基本的な下水道用ポリエチレン管の施工フローは図6 - 1 に示すとおりです。作業の詳細につきましては「日本下水道協会規格 下水道用ポリエチレン管 JSWAS K - 14 参考資料3 施工標準」をご参照ください。

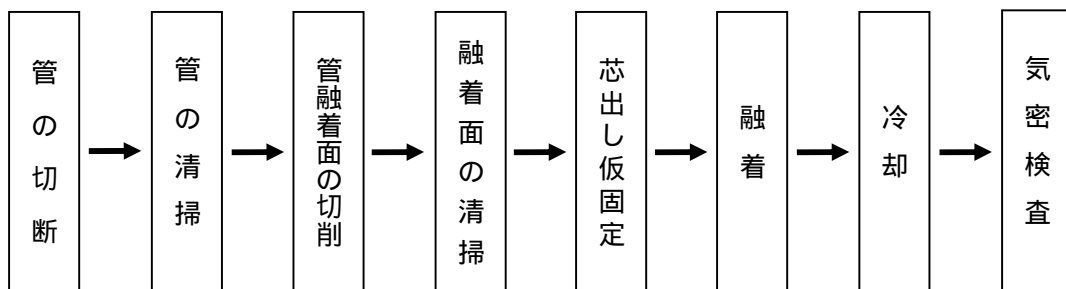


図6 - 1 下水道用ポリエチレン管の施工フロー

作業手順

1) 管の切断

必要な長さの寸法を正確に測定し、切断標線を記入の後、標線に沿って切断します。

2) 管融着面の切削（スクレープ）

スクレーパーにより融着部管外表面を切削し、表面が酸化した箇所を削除します。

3) 融着面の清掃

アセトンをしみ込ませたペーパータオルを用いて管表面および継手内面を清掃し、油脂等の汚れを完全に除去します。

4) 芯出しおよび仮固定

芯出しを行い、クランプにより管を仮固定します。

5) 融着

コントローラーを用いて通電し融着を行います。融着終了後、インジケーターが隆起していることを確認します。

6) 冷却

融着終了後は、クランプを装着したまま、規定時間放置冷却します。

7) 気密検査および埋戻し

埋戻し前に真空試験を行い、問題がなければ埋戻しを開始します。また、急傾斜地における管の埋戻しに際しては、土砂の流出および管の抜けなどを防止する措置を講じる必要があります。

[参考] 管の埋戻し土の安定

埋戻し土の安定は、土の摩擦抵抗力および粘着力によって安定していること、埋戻し土の表面が雨水等によって浸食されないことを満たす必要があります。土の摩擦抵抗による安定は管体安定と同じ摩擦係数を使用すれば埋戻し土も安定します。また、埋戻し土は土と接触する部分もあり粘着力も見ることができます。雨水による埋戻し土表面の侵食については、水みちになりやすい凹地を避け尾根に路線を設定すること、埋戻し土が落ちつくまでの間、必要に応じてネット工、竹シガラ工、植生工等で保護すること等の配慮が必要です。

埋戻し方法（例）には次のようなものがあります。

1) 土のう工法

埋戻し土を土のう袋に詰めた状態で埋戻す方法であります。柵工を併用してすべり防止が行われます。地山の安定や景観を考慮して、表層部に植生土のうが使用されることが多い。

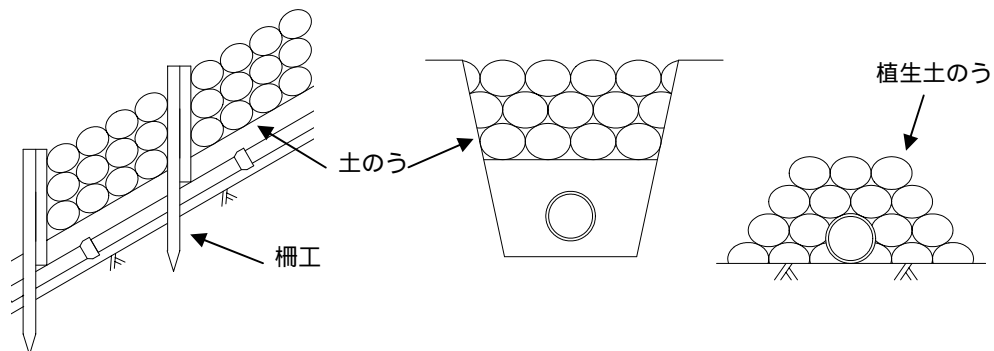


図6 - 2 土のう工法(例)

2) ジオテキスタイル工法

ポリエステル等の合成高分子材料を原料とした繊維を埋戻し土に混入させることで、埋戻し土のみかけの粘着力を増大させる方法であります。

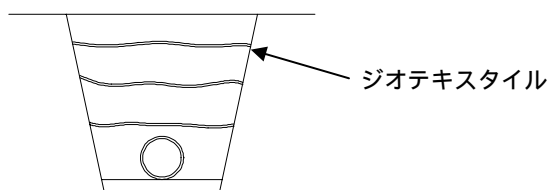


図6 - 3 ジオテキスタイル工法(例)

3) ソイルセメント処理工法、コンクリート処理工法

基礎材、埋戻し材にソイルセメント(5~10%のセメント混合)やコンクリートを使用し、全周巻き立て地表まで埋戻す方法であります。

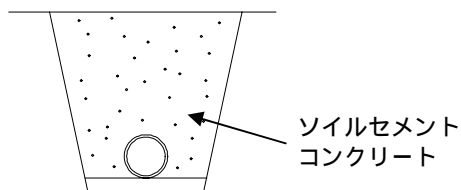


図6 - 4 ソイルセメント処理工法(例)、コンクリート処理工法(例)

6.3 中間マンホールの施工

中間マンホールの施工は、所定の機能を確保するため、次の点に留意して適切に行います。

1) 不明水の侵入防止

雨水や地下水等、過大な不明水が中間マンホールへ侵入すると、下水道用ポリエチレン管路や減勢マンホール等の能力不足や汚水処理機能への悪影響も懸念されます。このため、中間マンホールの施工に当たっては、継ぎ目や管の接続部等の水密性を安全にするよう特に注意する必要があります。また、中間マンホールの蓋は、雨水が浸入し難い形状とするとともに、道路下に設置する場合、道路のくぼみに位置して蓋上に雨水を集めてしまうことのないよう地表面のレベルに十分注意しなければなりません。

2) 沈下・浮上対策

地耐力の小さい軟弱地盤に中間マンホールを設置する場合は、コンクリート基礎を設けるなどして沈下防止対策を施す必要があります。また、地下水位の高い場所では浮力による浮き上がり等が考えられるため、中間マンホールをコンクリート基礎に金具で固定するなど浮上防止対策を講じる必要があります。軽量なプラスチック製の中間マンホールでは、特にこの対策が重要であります。

3) 通気管の施工

通気管は、管路内の通気を可能とするものであることから、雨水や地下水が侵入しないよう配慮するとともに、万一雨水等が流入しても管を塞ぐことのないように中間マンホールに向かって1%以上の下り勾配となるように布設します。

4) 中間マンホールの点検・調整

中間マンホールは、施工完了後あるいは供用開始前に、内部を清掃し、砂利、小石、モルタル片、工事残材等を除去しておく必要があります。

中間マンホールの設置に際しては以下の施工フローに従い行います。

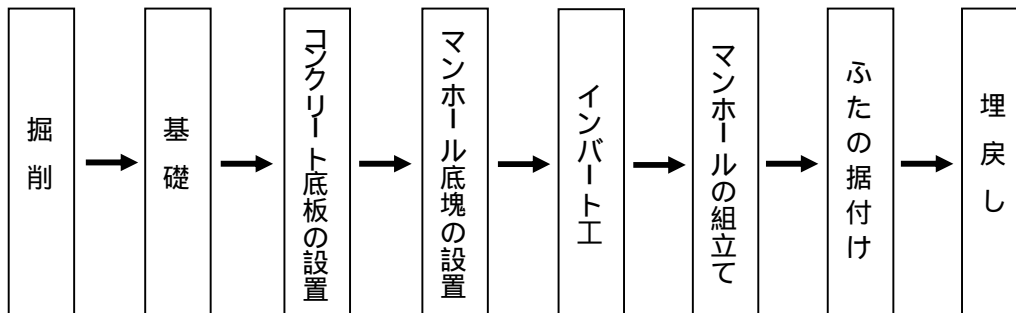


図 6 - 5 中間マンホールの施工フロー

作業手順

1) 掘削

中間マンホール設置部分の掘削幅は、幅 1.2m × 長さ 1.5m を目安とします。ただし、土留めを必要とする場合は腹起こし材等の幅を見込みます。掘削深さはマンホール組立て高さ + 10cm + 基礎厚さとします。なお、掘削は凹凸のないよう平坦に行い、基礎になる地盤を不必要に乱さないよう注意します。また、床仕上げは適切な締め固め機（タンパー、ランマー、木ダコなど）で溝幅全体を十分締め固めてください。

2) 基礎

マンホールの基礎は砕石（C-40）とし、十分に転圧を行ってください。

また、基礎工が終わったら、水準器等で水平を確認し、コンクリート基礎の上面がマンホール組立て高さより 10cm 下がった高さになっていることを確認してください。

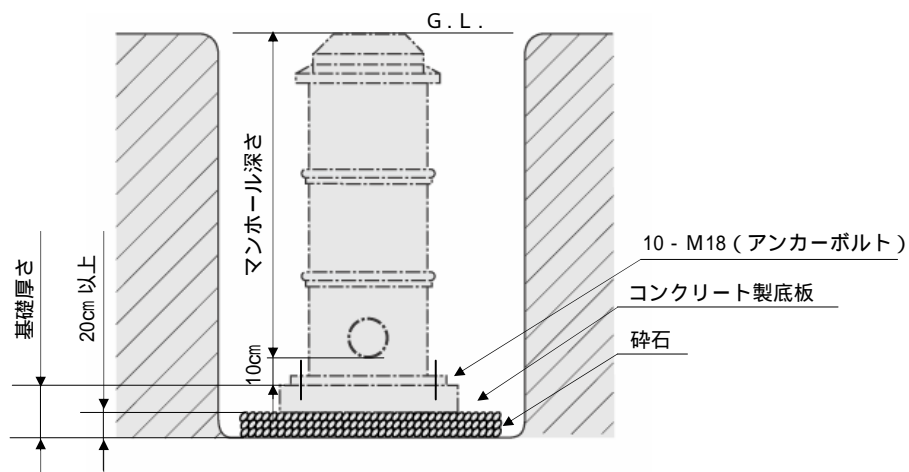


図 6 - 6 基礎工

3) マンホールの据付け

マンホールを水平に設置し、本管の軸心、マンホール深さを確認します。

4) インバート工

インバート工は底塊内部にコンクリートを打設し、インバート部を作成します。ただし、プラスチックマンホールには、開口部を設けた下水道用ポリエチレン管が溶接取付してあります。溶接部分を損傷しないよう注意してください。

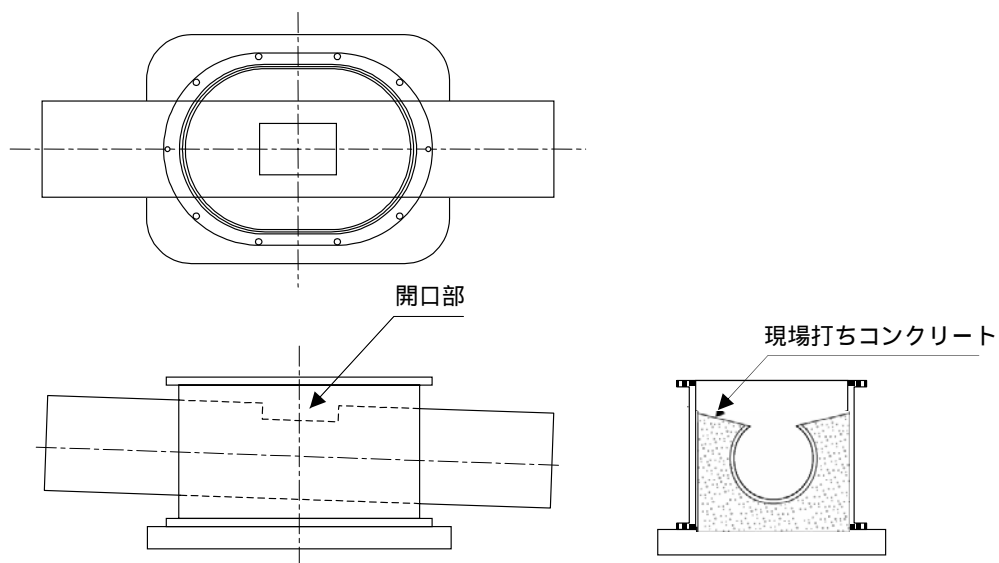


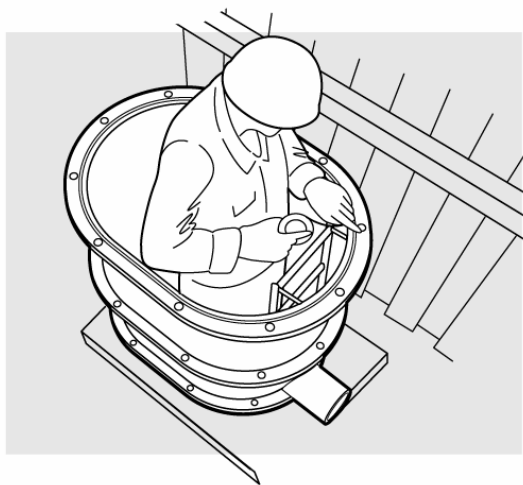
図 6 - 7 インバート構造図

5) マンホールの組立て

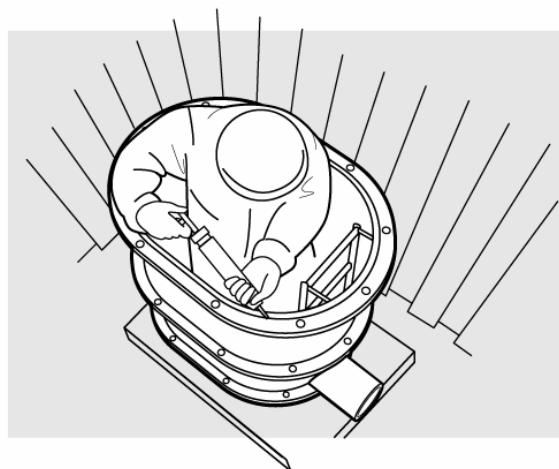
マンホール高さが 2m 以上の場合は 2 分割して納入されています。下記の手順で組立てを行います (図 6 - 8)。

インバート低塊あるいは直壁部の接合部 (凹部) に水膨張ゴム及び水膨張シーラントを装填します。

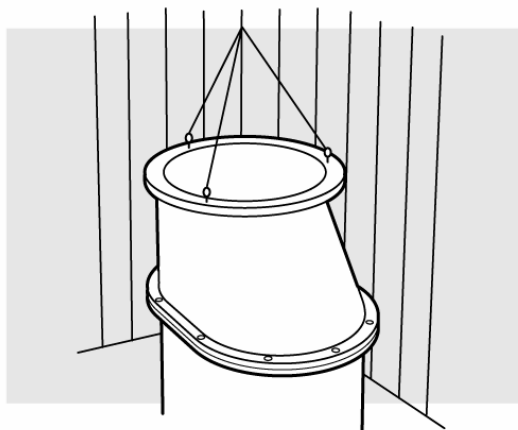
分割されたマンホールの上部を吊り降ろし、ボルト・ナットにて組立てます。



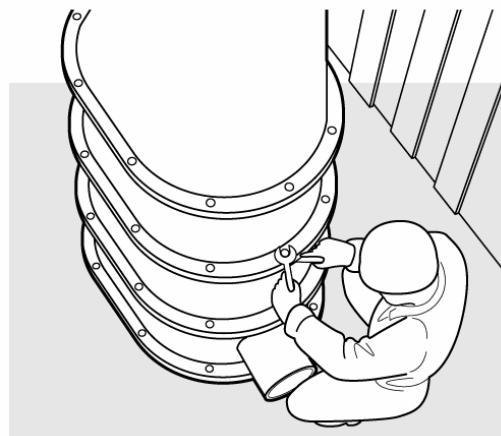
水膨張ゴムの装填



水膨張シーラントの充填



マンホール上部の吊り降ろし



ボルト、ナットによる組立て

図 6 - 8 本体の組立て

6) ふたの据付け

斜壁部（又は調整リング）の接続部（凹部）に水膨張ゴムを装填し、鋳鉄製ふた（日本下水道規格 JSWAS G-4）を据付けてボルトで固定します。（図6 - 9）

調整リングが必要な場合は、斜壁部の接続部（凹部）に水膨張ゴムを装填し、調整リングを据付けます。（図6 - 10、6 - 11）

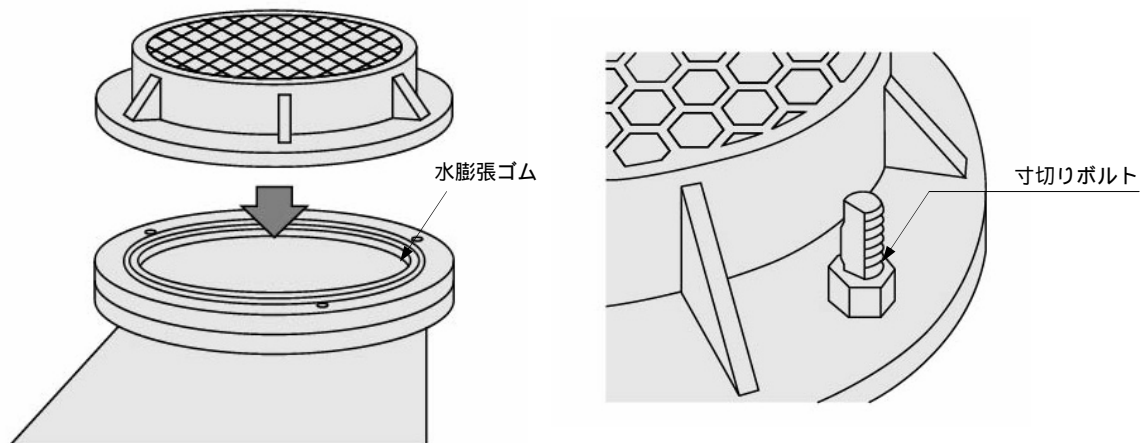


図6 - 9 ふたの据付け

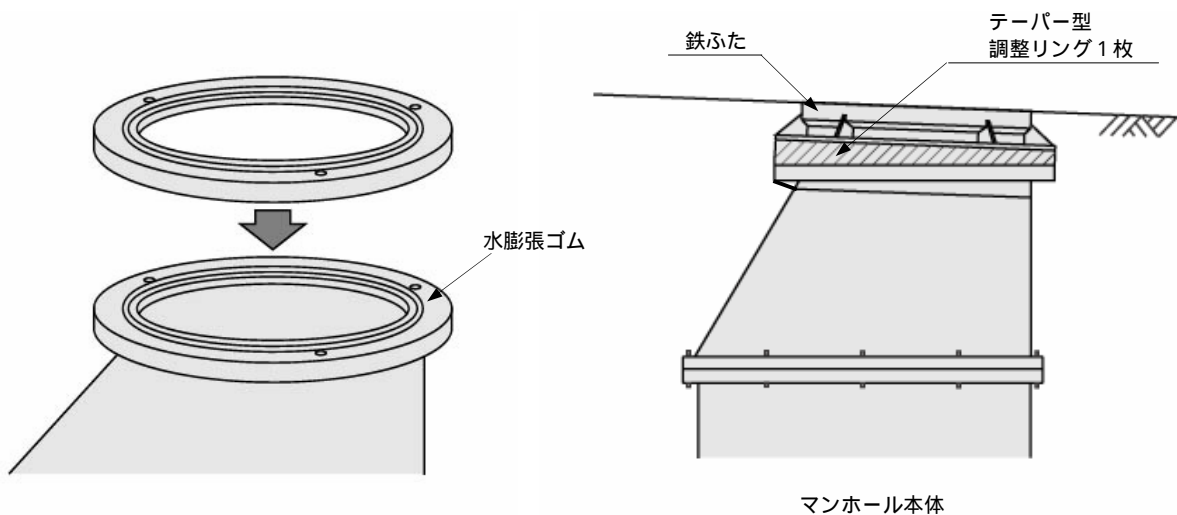


図6 - 10 調整リングの据付け

図6 - 11 テーパー型調整リングの据付け

7) 通気管

通気管は大気を管路に導くものであるため、雨水や地下水が浸入・滞留しないように布設します。また、通気管のフランジ接続部周辺につきましては、補強のため、コンクリート巻きを施してください。

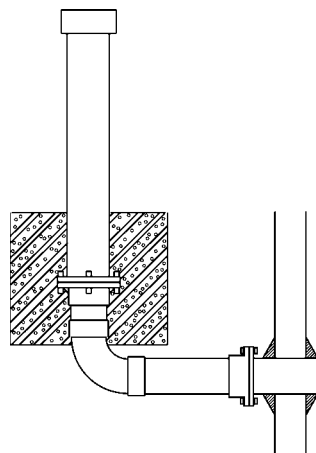


図 6 - 12 通気管設置

8) 埋戻し

埋戻しは砂や良質土を用い、周辺を均等にランマーなどで何層かに分け、よく突き固めます。なお、機械が使用できない箇所は木ダコまたは足踏みなどで十分締め固めてください。

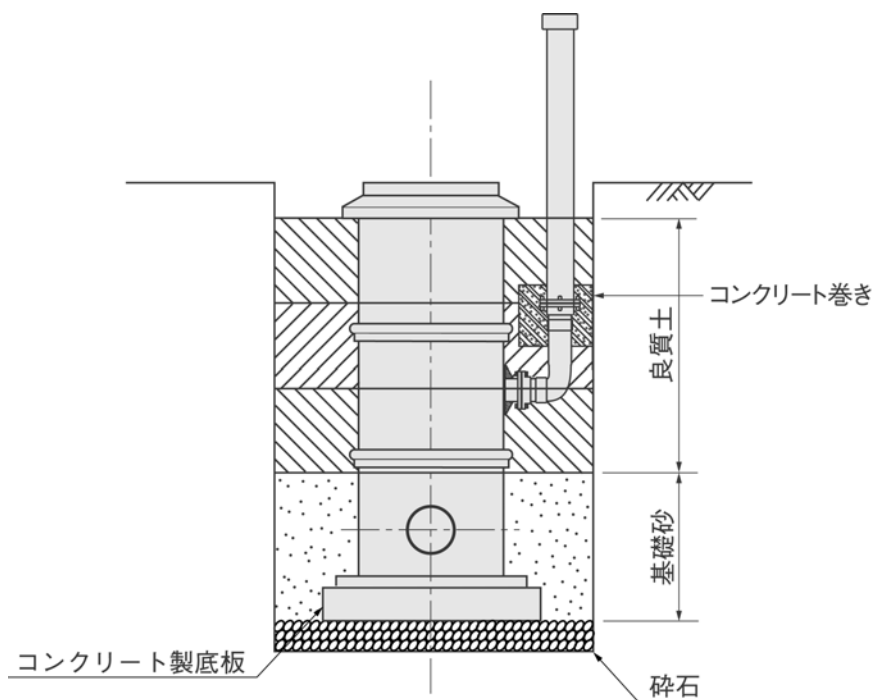


図 6 - 13 埋戻し方法

6.4 通気管の施工

通気管は以下のことに留意して接続してください。

1) 通気管の布設

通気管は大気を管路に導くためのものであるため、雨水や地下水が浸入・滞留しないように布設してください。

2) 立上り管（擬木状通気管）の接続

擬木状通気管は、基礎の部分でフランジ接合により塩ビ管と接合します。

3) 横管の勾配

埋設部は万一の浸入水が滞留しないように 10%以上の下り勾配で配管します。

4) マンホールの接続

コンクリート製マンホールには、塩ビ用マンホール継手（砂付き）にて接続します。プラスチック製マンホールには、フランジを用いて接続します。

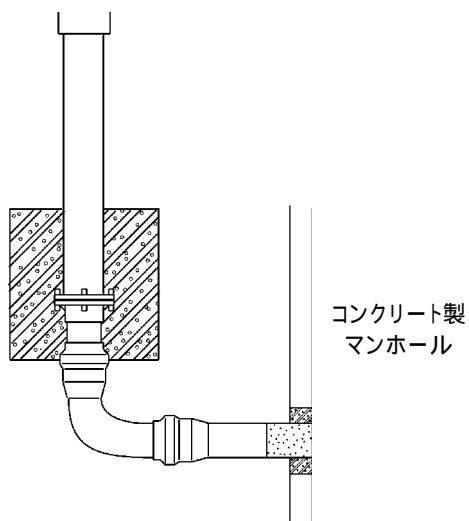


図6 - 14 通気管設置標準図
(コンクリート製マンホール)

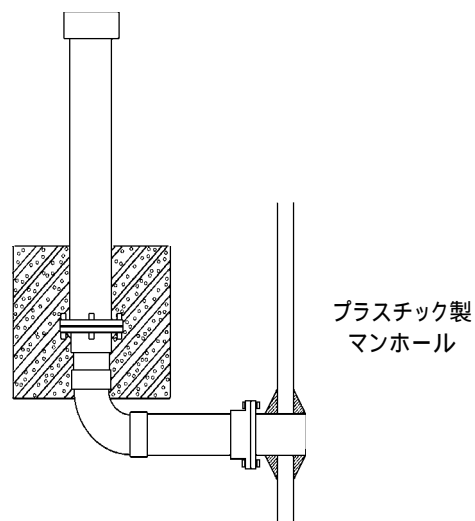


図6 - 15 通気管設置標準図
(プラスチック製マンホール)

6.5 減勢マンホールの施工

6.5.1 プラスチック製減勢マンホール

プラスチック製減勢マンホールの設置に際しては以下の施工フローに従い行います。

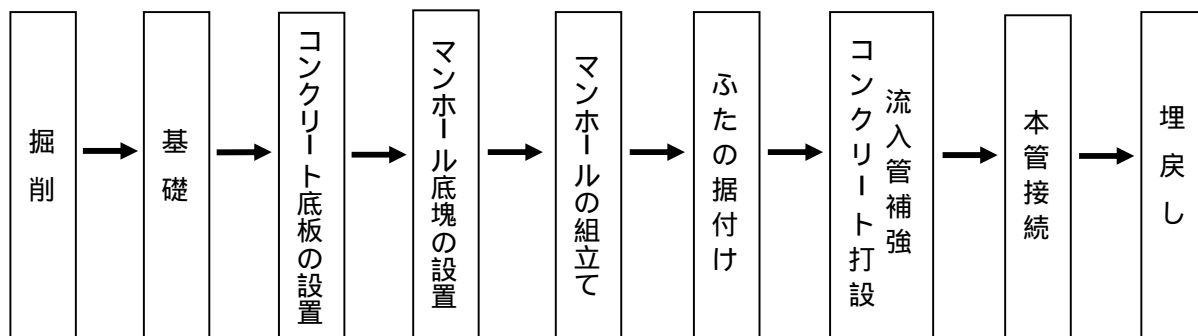


図6 - 16 プラスチック製減勢マンホールの施工フロー

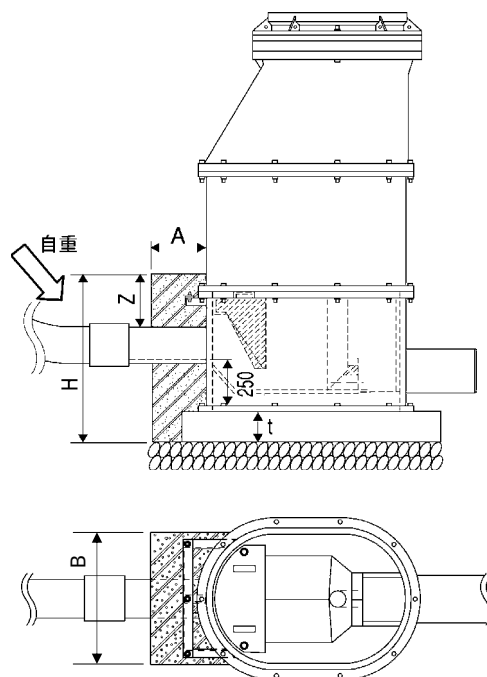
作業手順

1) 掘削～ふたの据付け

上記の作業フローにおいて、掘削からふたの据付けまでの工程においては、中間マンホールの作業手順に従い行います。

2) 流入管補強コンクリート打設

急傾斜地配管の自重や土圧による破損防止のため、減勢マンホールの流入管には、コンクリート補強を施します。補強コンクリートは1日以上養生してから埋戻しを行ってください。



	A	B	H	Z
PE150	200	600	720	204
PE200	200	600	720	140

図6 - 17 流入管のコンクリート補強

3) 本管接続、埋戻し

減勢マンホールと本管を接続した後、中間マンホールの施工手順に従い、埋戻しを行ってください。

6.5.2 コンクリート製減勢マンホール（減勢ユニットの設置）

減勢ユニットの設置に際しては以下の施工フローに従い行います。また、減勢ユニット設置後のマンホール組立てに関しては、各コンクリートマンホールの製品説明書を参照ください。

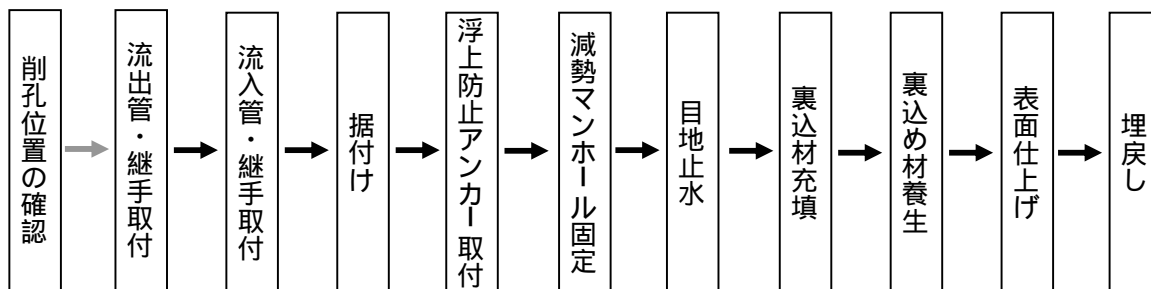


図6 - 1 8 減勢ユニットの施工手順

作業手順

1) 削孔位置の確認

コンクリート製マンホールにはあらかじめ、流入管、流出管の計画位置を確認の上、削孔を行ってください。

表6 - 1 1号マンホール（ 900 ）における削孔位置

管径	流入側（PE管）		流出側（VU管）	
	中心高さ A	標準削孔径 D1	中心高さ B	標準削孔径 D2
150 - 150	326	252	177	206
150 - 200	326	252	201	252
150 - 250	326	252	225	304
200 - 200	356	304	201	252
200 - 250	356	304	225	304

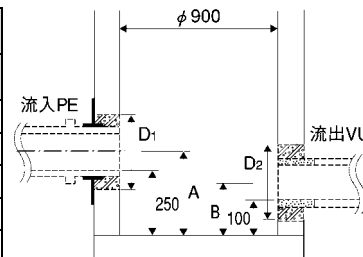


表6 - 2 2号マンホール（ 1200 ）における削孔位置

管径	流入側（PE管）		流出側（VU管）	
	中心高さ A	標準削孔径 D1	中心高さ B	標準削孔径 D2
150 - 150	426	252	227	206
150 - 200	426	252	251	252
150 - 250	426	252	275	304
150 - 300	426	252	299	356
200 - 200	456	304	251	252
200 - 250	456	304	275	304
200 - 300	456	304	299	356
250 - 250	483	356	275	304
250 - 300	483	356	299	356

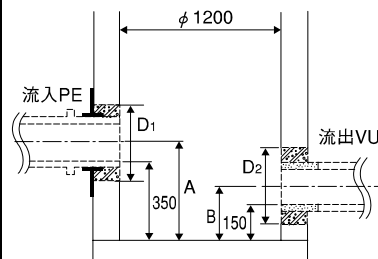
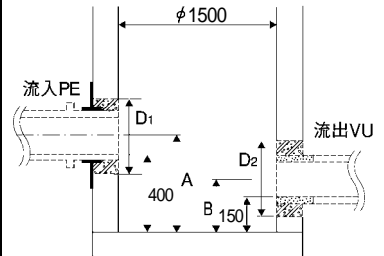


表6 - 3 3号マンホール(1500)における削孔位置

管径	流入側 (PE 管)		流出側 (VU 管)	
	中心高さ A	標準削孔径 D1	中心高さ B	標準削孔径 D2
150 - 200	476	252	251	252
150 - 250	476	252	275	304
150 - 300	476	252	299	356
150 - 350	476	252	324	410
150 - 400	476	252	348	474
200 - 200	506	304	251	252
200 - 250	506	304	275	304
200 - 300	506	304	299	356
200 - 350	506	304	324	410
200 - 400	506	304	348	474
250 - 250	533	356	275	304
250 - 300	533	356	299	356
250 - 350	533	356	324	410
250 - 400	533	356	348	474
300 - 300	550	403	299	356
300 - 350	550	403	324	410
300 - 400	550	403	348	474



2) 流出管 (VU 管) ・ 継手の取付

マンホール流出側の削孔箇所に、流出管および接続用にマンホール継手を取付けます。

S型マンホール継手の場合

マンホール継手 (砂付き短管) の場合

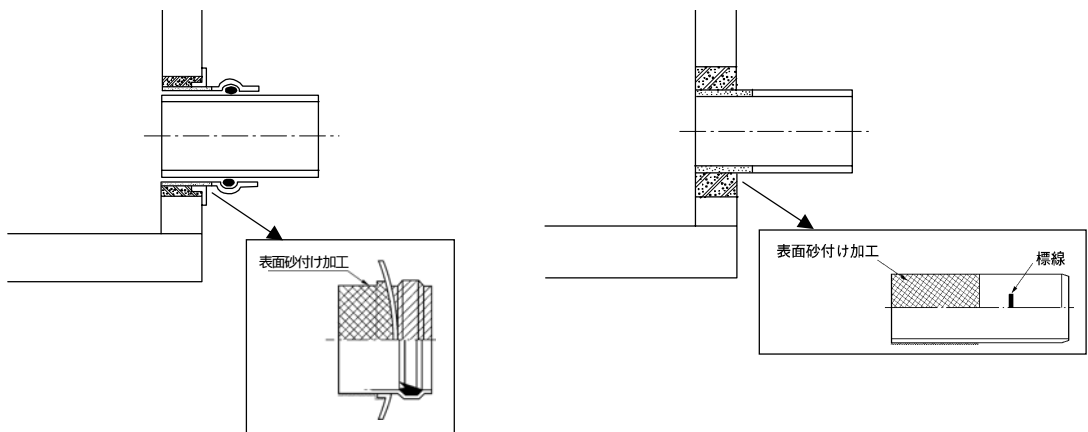


図6 - 19 流出管・継手の取付

3) 流入管 (PE管)・継手の取付

マンホール流入側の削孔箇所に、減勢工用流入管およびゴム製マンホール継手を取付けます。急傾斜地での管自重による押抜き荷重やまげ荷重を考慮して、減勢工用流入管には補強コンクリートを施してください。

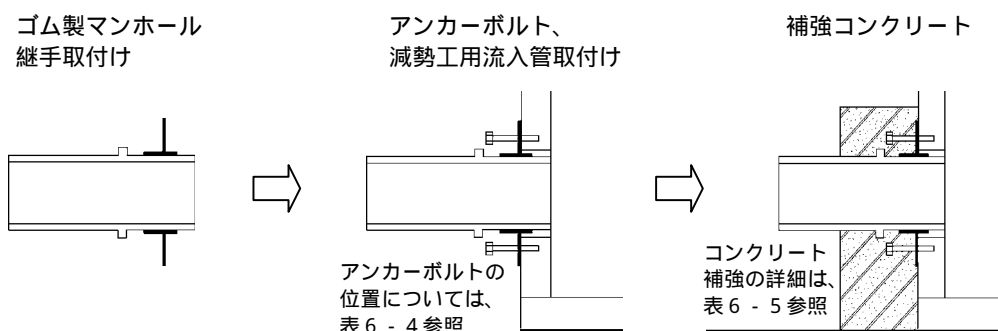


図6-20 流入管・継手の取付け

アンカーボルトの位置は表6-4に、補強コンクリート寸法は表6-5に示すとおりです。

表6-4 アンカーボルトの位置

流入 管径	1号マンホール用			2号マンホール用			3号マンホール用		
	H	B	A	H	B	A	H	B	A
PE150	370	140	510	370	190	560	370	290	660
PE200	400	150	560	400	200	610	400	300	710
PE250	-	-	-	450	210	660	450	310	760
PE300	-	-	-	-	-	-	480	310	800

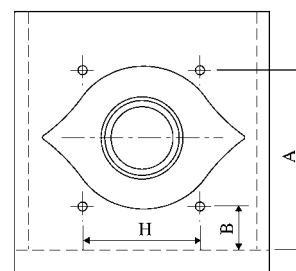
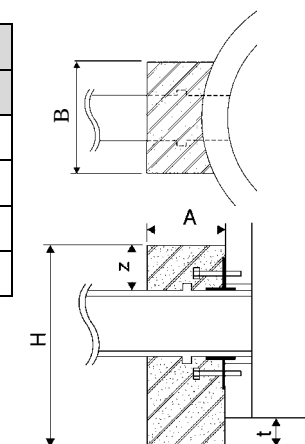


表6-5 補強コンクリート寸法

流入 管径	1号マンホール			2号マンホール			3号マンホール		
	A	B	H	A	B	H	A	B	H
PE150	200	600	650+t	200	600	750+t	200	600	800+t
PE200	200	600	700+t	200	600	800+t	200	600	850+t
PE250	-	-	-	250	600	850+t	250	600	900+t
PE300	-	-	-	-	-	-	300	600	950+t



4) 減勢工ユニットの吊り下ろし

減勢工ユニットの吊り下ろしの際には、マンホール内のステップを回避するため、流入・流出方向に対し、90度回転させた状態で行います。その後流入・流出方向に合わせ、減勢工ユニットを設置します。

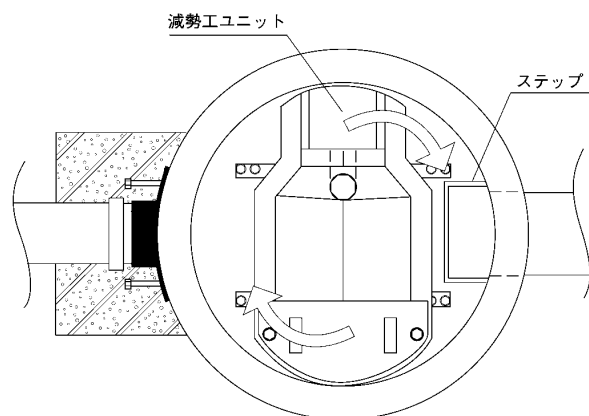


図6-21 減勢工ユニットの回転

5) 減勢工ユニットの高さ調整

上流管および下流管の管底面を基準に、減勢工ユニットの高さを調整ボルトによって調整します。

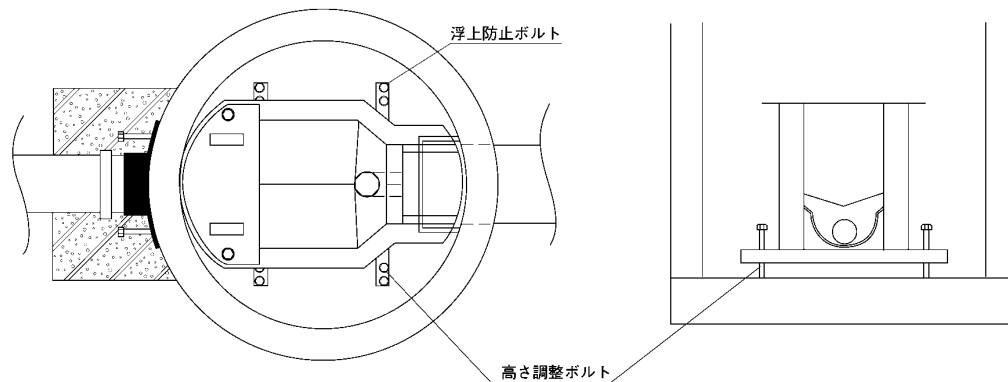


図6-22 減勢工ユニットの高さ調整

6) 浮上防止アンカー位置決め

裏込め材による減勢工ユニットの浮上防止対策用アンカーナットを取付けるため、マンホール底板にアンカーナット位置を記入します。

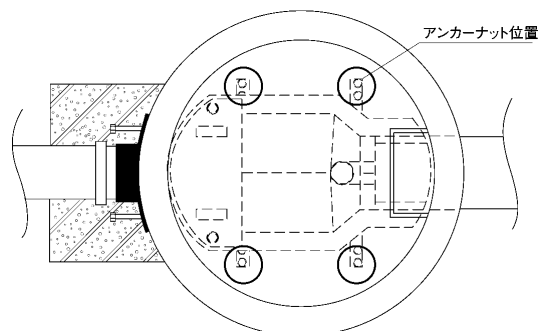


図6-23 浮上防止アンカー位置決め

7) 減勢工ユニットの取外し

アンカーナットの取付けのため、減勢工ユニットを一旦取り外します。

8) アンカーナットの取り付け

裏込め材注入による減勢工ユニットの浮上防止のため、アンカーナット取付けを行います。

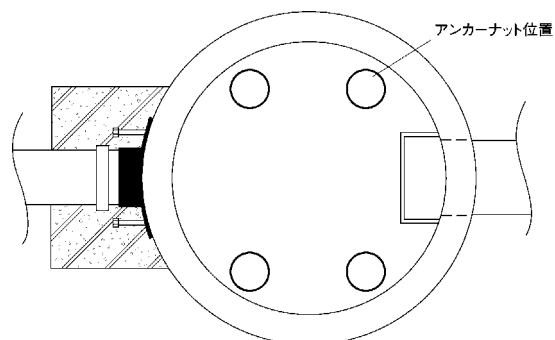


図6 - 2 4 アンカーナット取付け

9) 減勢工ユニットの固定

減勢工ユニットを再度設置し、減勢工ユニットの高さの最終調整をし、浮上防止ボルトで減勢マンホールを連結固定します。(吊り下ろしに関しては4)を参照ください。)

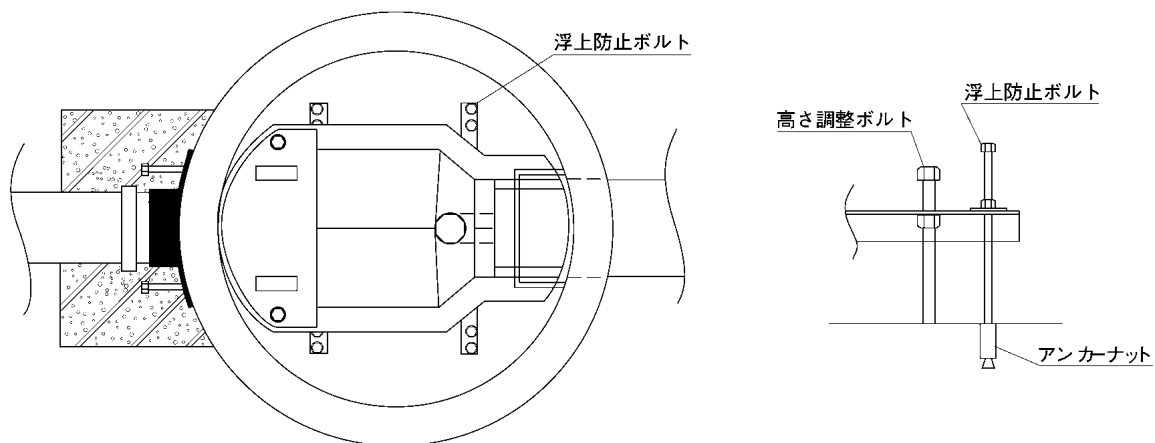


図6 - 2 5 減勢工ユニットの固定

10) 上流および下流の目地シール

裏込め材注入時に減勢マンホール内部への漏れを防止するため、流入および流出の目地部を充填系接着剤エスロンドレンタイト No.503/No.502 にてシールします。

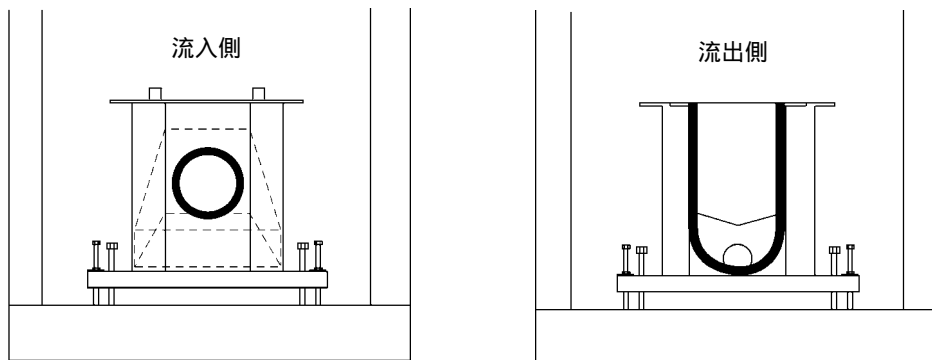


図6 - 26 上流および下流の目地シール

注意事項：エスロンドレンタイトは、主剤（A 剤）と硬化剤（B 剤）の色ムラがなくなるまで、十分混練してご使用ください。手荒れの原因になりますので、ドレンタイトを混練するときは必ず付属の手袋を用いてください。

11) 裏込め材の打設

ドレンタイトが十分硬化したら、裏込め材を打設します。

減勢工ユニットの設置位置にずれが生じないように、左右均等に裏込め材を充填してください。裏込め材は、減勢工ユニットの上部より20～30mm低く充填してください。

裏込め材の硬化に必要な養生時間を確保してください。

減勢工ユニット上面と均一になるように、裏込め材表面を仕上げてください。

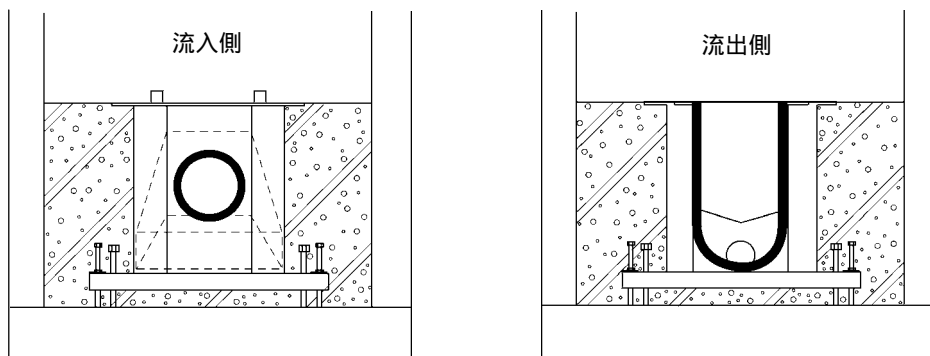


図6 - 27 裏込め充填

1 2) マンホールの組立て

直壁・斜壁を設置し、マンホールを組立てます。マンホールの組立てはコンクリート製マンホールの製品説明をご確認ください。

1 3) 埋戻し

埋戻しは砂や良質土を用い、周辺を均等にランマーなどで何層かに分け、よく突き固めます。なお、機械が使用できない箇所は木ダコまたは足踏みなどで十分締め固めてください。

7 . 急傾斜下水道システムの維持管理

維持管理業務の遂行にあたっては、緊急時の補修等安易に作業を行うと危険を伴う場合もあるので、急傾斜地配管の特長を理解して、決められた作業手順に基づき安全に留意して行うことが必要です。

維持管理作業には、次に挙げるようなものがありますが、これらを定期的に、かつ、効果的に行うためには、維持管理組織の充実、施設の引継ぎの適正化、安全衛生管理の強化及び広報の徹底を図らなければなりません。(「下水道維持管理指針」(社)日本下水道協会、1991による)

点検、清掃及びしゅんせつ(浚渫)

補修及び改良

保護及び防護

災害及び事故対策

除害施設及び排水設備等の指導等

7.1 点検

7.1.1 管路の点検事項

管路は、流下能力の保持を第一とし、次の事項について点検してください。

1) 流下の状況及び沈殿物の滞積の状況について

流下能力は、管路の断面積と勾配とによって定まりますが、長期間のうちに地盤変動等の物理的要因によって、建設当初の勾配が保持されなくなったり、また、管路内に流入した土砂、浮遊物、粘性物等の沈殿物が底部に滞積したりすると流下能力が低下するのでこれらの状況を点検します。

管路内に土砂が堆積する原因としては、このほか、事業場等からの排水に含まれる油脂類の固結及び不法投棄された竹木、土砂、モルタル、発泡スチロール、ビニル等によって生ずる流水阻害によるものが多く、また、常に土砂等が滞積する箇所は、勾配の不良または地形、その他の条件等によって予測できるので、点検回数を多くするように努めてください。

調査は中間マンホールからの目視、テレビカメラ等を用いて管内状況をモニターにより確認してください。

2) 損傷の状況

管路の損傷の原因には、次のようなものがあり、管路内の土砂等の滞積及び事故防止のため、これらの損傷状況を点検してください。

地下埋設物工事等の影響による損傷

積雪及び倒木等の衝撃の影響による損傷

流水の曲がり部等での局所的な摩耗による損傷

地盤の不等沈下等による損傷

清掃時の使用器具による損傷及び高圧水による継手の損傷

地震による損傷

3) 悪質下水の流入及び有害ガスの有無

損傷の状況を点検する際に、下水道施設の保全、事故防止及び苦情の防止を図るため、施設の機能を低下させるような悪質下水又は都市ガス等の有害ガスが管路内に流入していないかどうかを点検することが必要です。

7.1.2 点検方法

中間マンホールは管路の維持管理のための点検口です。管路の点検および清掃の際には、中間マンホールからテレビカメラや洗浄ノズルを挿入することが必要となります。そのため、コンクリート製マンホールと同様に設置後の管路内の点検および清掃のための維持管理性を有しています。

1) 目視点検

中間マンホールより、ロッド付きミラーおよびライトを挿入し点検してください。

2) テレビカメラ調査

中間マンホールより管路内にテレビカメラを挿入し、地上に設置したモニターテレビで管路内の状態を検査収録します。テレビカメラはハードケーブルなどによる挿入式と、遠隔操作による自走式とがあり、いずれも挿入可能です。

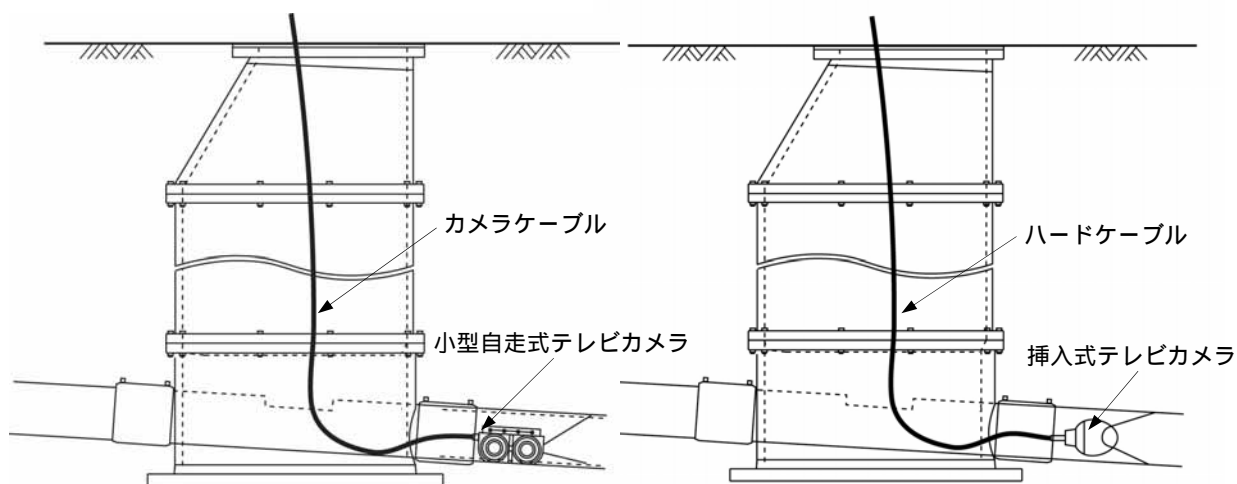


図7 - 1 小型自走式テレビカメラ

図7 - 2 挿入式テレビカメラ

3) 管内清掃

高圧洗浄式

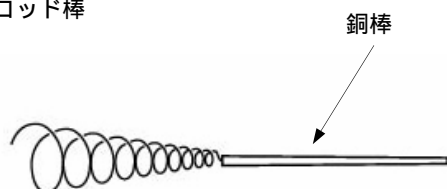
- ・高圧洗浄ノズルを起点または中間マンホールより管内に挿入し、高圧水の噴射により管内の清掃を行います。

回転式清掃器具

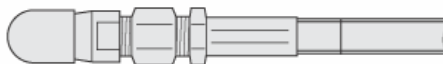
- ・柔軟性および弾力性のある特殊鋼ロッドや、ピアノ線のコイル状のフレキシブルワイヤーにいろいろな形のヘッドを取り入れた手動式の清掃器具を管内に挿入し清掃します。

4) 維持管理器具一覧

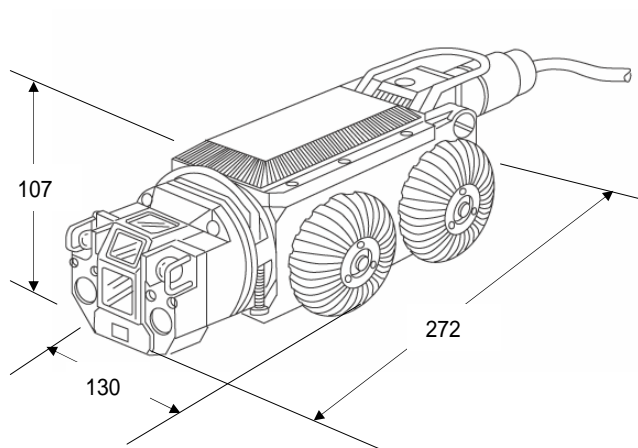
ロッド棒



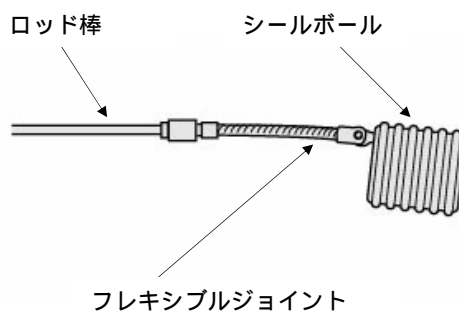
高圧洗浄ノズル



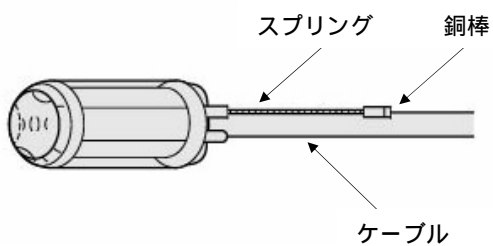
テレビカメラ
小型自走式



止水プラグ



挿入式



7.1.3 減勢マンホールの目視点検

減勢マンホールでは、定期的(年に一度程度)に清掃や異常の有無の確認を行ってください。上流管路(急傾斜管路)の清掃時には、固定ナットをゆるめ、減勢ブロックを取外し、清掃を行ってください。

確認事項

- ブロックの摩耗状況
- 堰の穴のつまり
- 滞留部の異物確認
- その他、破損等の異常

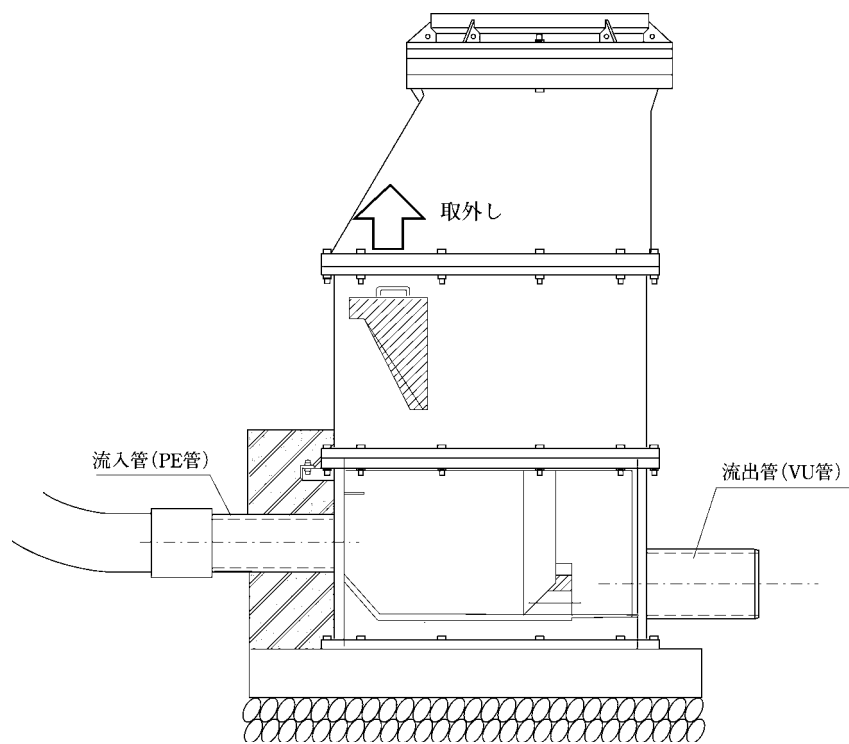


図7-3 減勢ブロックの取外し

注意事項：減勢工ユニットの破損の原因となりますので、減勢マンホールからのテレビカメラや高圧洗浄ノズル等を投入しないでください。

7.2 補修方法

7.2.1 管路の補修方法

管に損傷が生じた場合には、以下の方法で補修を行います。

1) 破損部の地盤の掘削

管破損部周囲の地盤を作業できるように掘削します。湧水や下水の流出がある場合、配水ポンプ又はポンプ車で排水します。

2) 破損部の管の切断

破損部の管を切断します。残した管に損傷がないか確認し、管端が直角になるように切断します。斜め切れは、5mm以内に修正します。

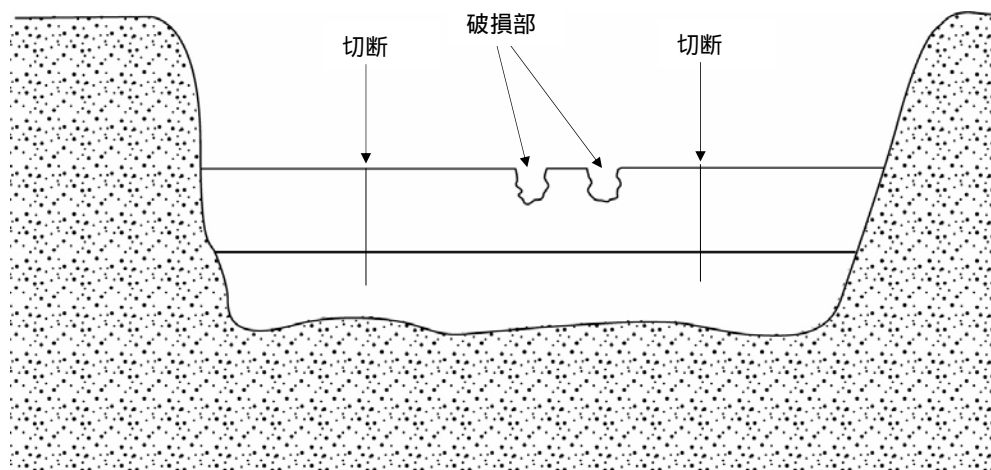


図7-4 破損部

3) 補修管の準備

残った両側の管の外側を清掃します。清掃範囲はEFカラーの全長以上とし、管外面だけでなく内面の下水等が外に流れ出さないように内面も清掃します。両側の管端間の長さを測定し、これより5~10mm短い補修用管を準備します。このとき、EFカラーは中央部のストッパーを取り除いておきます。

4) 接合作業

先の管と補修用管の融着部の外面をスクレーパーで切削します。融着部全周面を確実に切削した後、アセトン等をしみ込ませたペーパータオルで、融着部および残った両側の管のカラーの差込範囲を清掃します。その後、挿入標線を補修用管の両側に油性インキで記入します。

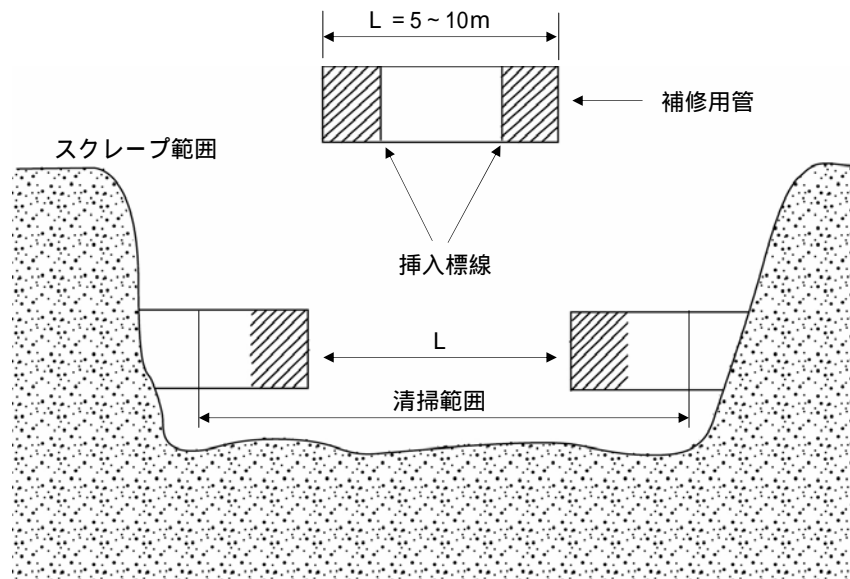


図7 5 補修用管の切断

2個のカラーの受口内面をアセトンで同様に清掃します。
カラーを残った管の両側に入れ、管端が出るまで挿入します。

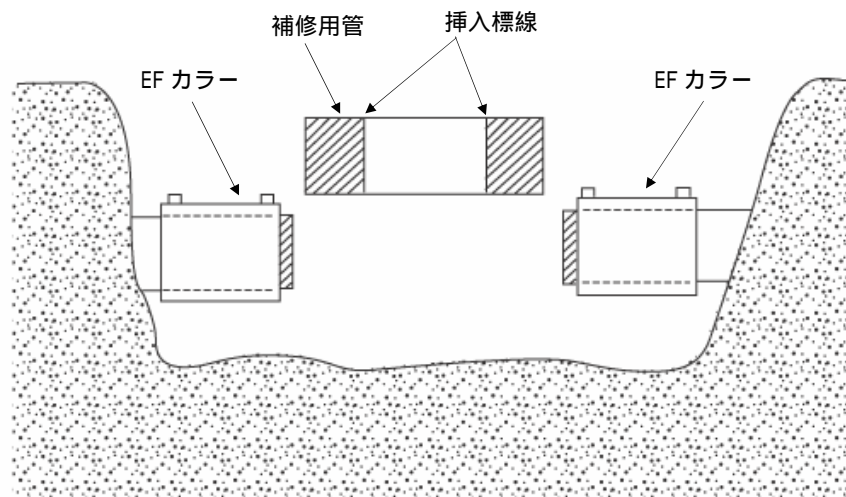


図7 - 6 EF カラーの装着

補修用の管を残った管の間に挿入し、EF カラーを挿入標線まで移動します。

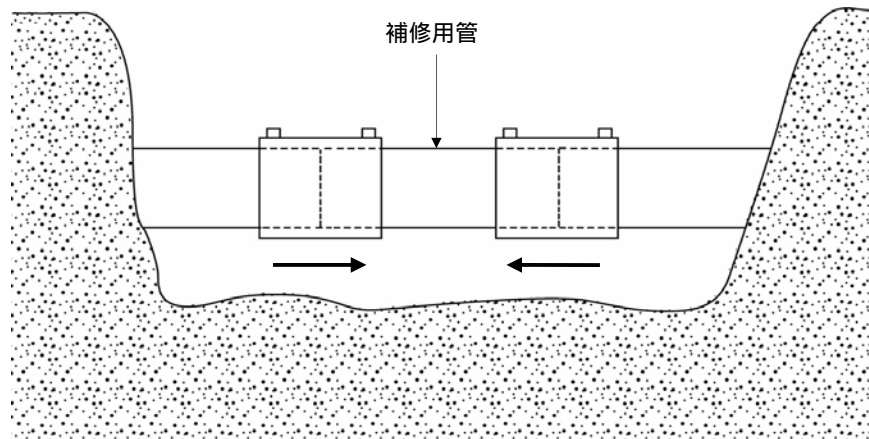


図7 - 7 EF カラーの引き出し

所定のクランプで管を固定し融着を行います。
所定の冷却時間以上に十分冷却してから通水を行います。

5) 検査

融着作業が正常に終了したことを確認します。

7.2.2 減勢マンホールの補修方法

高速射流となった下水により、減勢ブロックの摩耗が激しい場合には、固定ボルトをゆるめ、減勢ブロックを取り替えてください。

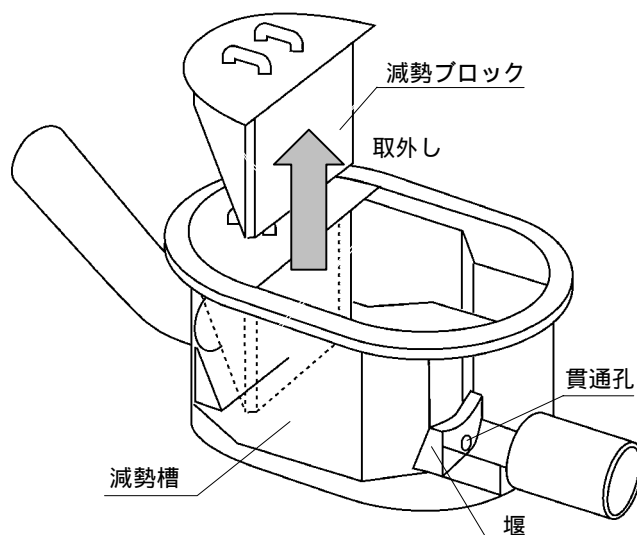


図7 - 8 減勢ブロックの取外し

8 . 急傾斜下水道システムの留意事項

急傾斜下水道システムに関する留意事項

- ・急傾斜下水道システムの設計にあたっては、「急勾配に布設する下水道用ポリエチレン管設計資料(財)下水道新技術推進機構発行」に基づき、地形条件、水理条件を考慮して行います。

下水道用ポリエチレン管に関する留意事項

- ・急傾斜下水道システムに使用する下水道用ポリエチレン管は、「日本下水道協会規格 下水道用ポリエチレン管 JSWAS K - 14」として制定されております。

中間マンホールに関する留意事項

- ・通気管に関しては基本的に吸気となる設計となっておりますが、流量等の変化により排気となる場合には臭気対策等を検討する必要があります。

減勢マンホールに関する留意事項

- ・急傾斜管路の高速射流に対して有効な減勢効果を得るためには、流量、流速等の条件を考慮して減勢マンホールの仕様選定を行う必要があります。

上記留意事項の詳細につきましては弊社までお問合せください。

9 . 参考資料

9.1 急傾斜下水道システムの標準設置図

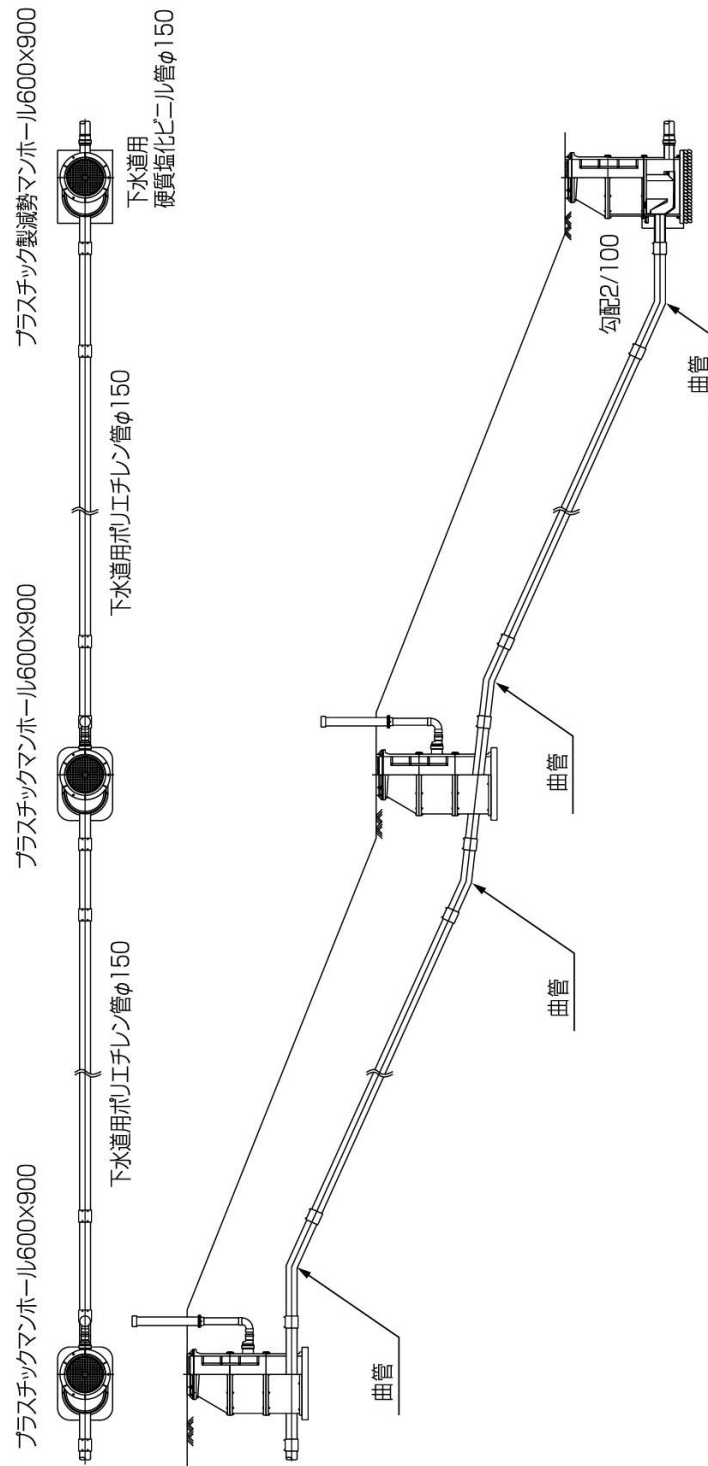


図9 - 1 急傾斜下水道システムの標準設置図

9.2 下水道用ポリエチレン管の埋設強度について

下水道用ポリエチレン管の薄肉管 SDR21 について、日本下水道協会規格 JSWAS K - 14 に準じた計算式により、最大発生応力と偏平率の計算結果を以下に示します。

なお、下水道用ポリエチレン管の薄肉管 SDR21 の計算条件は、有効支承角 120°、死荷重のみ（活荷重なし）とし、土被り 5.0m までの計算結果を示します。

表 9 - 1 設計に用いる寸法諸元（薄肉管 SDR21、活荷重なし）

管径	管の寸法		管厚中心半径 (cm)	管長 1 cm 当たりの 断面 2 次モーメント	管長 1 cm 当たりの 断面係数
	外径 D (cm)	厚さ t (cm)			
250	31.6	1.50	15.050	0.281	0.375
300	35.6	1.69	16.955	0.402	0.476

表 9 - 2 管の最大発生応力とたわみ率（有効支承角 $\alpha = 120$ 度、薄肉管 SDR21、活荷重なし）

管径	250		300	
	max (N/mm ²)	V (%)	max (N/mm ²)	V (%)
土被り (m)				
0.6	0.79	0.60	0.79	0.60
0.8	1.05	0.80	1.05	0.80
1.0	1.32	1.00	1.32	1.00
1.2	1.58	1.20	1.58	1.20
1.5	1.97	1.50	1.97	1.50
2.0	2.63	2.00	2.63	2.00
2.5	3.29	2.50	3.29	2.49
3.0	3.95	2.99	3.95	2.99
3.5	4.60	3.49	4.60	3.49
4.0	5.26	3.99	5.26	3.99
4.5	5.92	4.49	5.92	4.49
5.0	6.58	4.99	6.58	4.99

9.3 減勢マンホールの水理性能

1) 目的

減勢マンホールの減勢効果等の水理性能について実験により確認します。

2) 実験方法

図9-2に示すような実験装置において、急傾斜管路に水を流下させ、十分に加速された流れの状態が減勢マンホールに流入させる。管径、勾配、減勢マンホールのサイズを変えて、流速変化と流況について観測します。

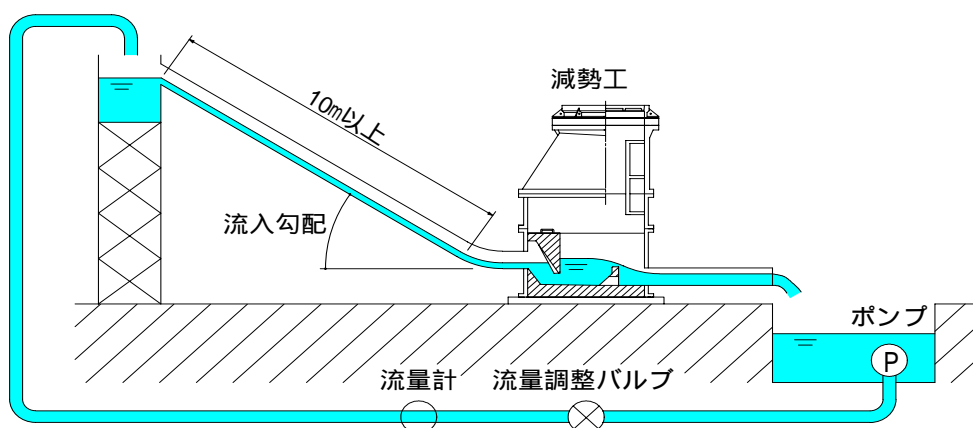


図9-2 実験装置

3) 実験条件

表9-3に示す実験条件で減勢マンホールの水理実験を行いました。

表9-3 実験条件

	実験ケース1	実験ケース2
減勢マンホールの大きさ	全長 900mm (1号マンホール)	全長 1500mm (3号マンホール)
管径	流入管 150mm, 流出管 150mm	流入管 250mm, 流出管 250mm
実験流量	0 ~ 0.014m ³ /s	0 ~ 0.050 m ³ /s
実験勾配	10度, 20度, 30度 (176‰, 364‰, 577‰)	

4) 実験結果 1 (流速結果)

減勢工の流入流速と流出流速の測定結果は図 9 - 3 ~ 図 9 - 5 に示すとおりです。

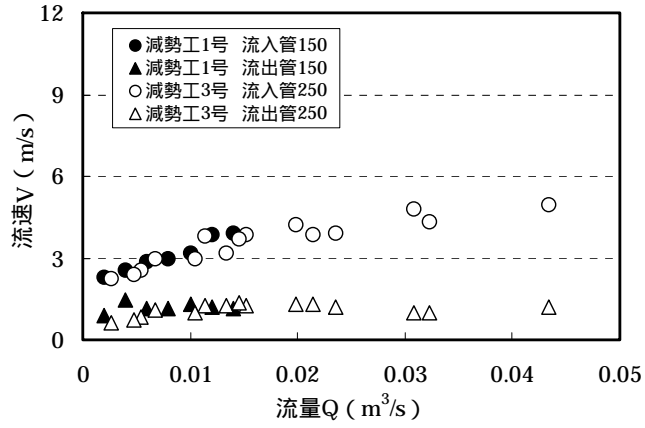


図 9 - 3 勾配 10 度 (176‰) での流速測定結果

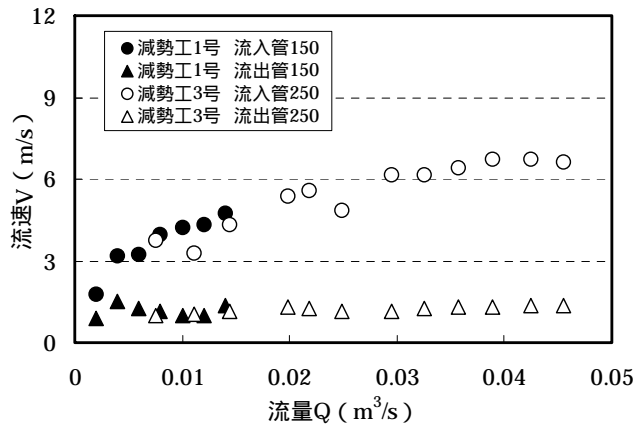


図 9 - 4 勾配 20 度 (364‰) での流速測定結果

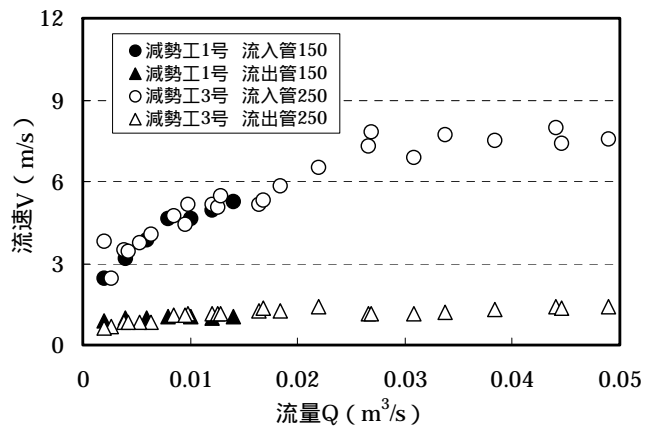


図 9 - 5 勾配 30 度 (577‰) での流速測定結果

5) 実験結果 2 (流況観測結果)

表 9 - 4、表 9 - 5 に勾配 30 度における減勢工 1 号および減勢工 3 号の流入部、減勢工内部、流出部での流況を示します。表 9 - 4 の流況 1 および表 9 - 5 の流況 2 は、フルード相似則によりの減勢工 1 号と減勢工 3 号の状態を合わせた流況です。

表 9 - 4 勾配 30 度における減勢工の流況 1

	減勢マンホール 1 号 (流量 0.006m ³ /s)	減勢マンホール 3 号 (流量 0.022 m ³ /s)
流入部流況		
減勢工流況		
流出部流況		

表 9 - 5 勾配 30 度における減勢工の流況 2

	減勢マンホール 1 号 (流量 0.012 m ³ /s)	減勢マンホール 3 号 (流量 0.044 m ³ /s)
流入部流況		
減勢工流況		
流出部流況		

6) 考察

試験結果より、減勢工の優れた減勢効果が認められました。

9.4 積算と歩掛り

1) 請負工事費の構成

急傾斜排水管路システムの本工事費の構成を図9-6に、本工事費内訳を表9-6に示します。

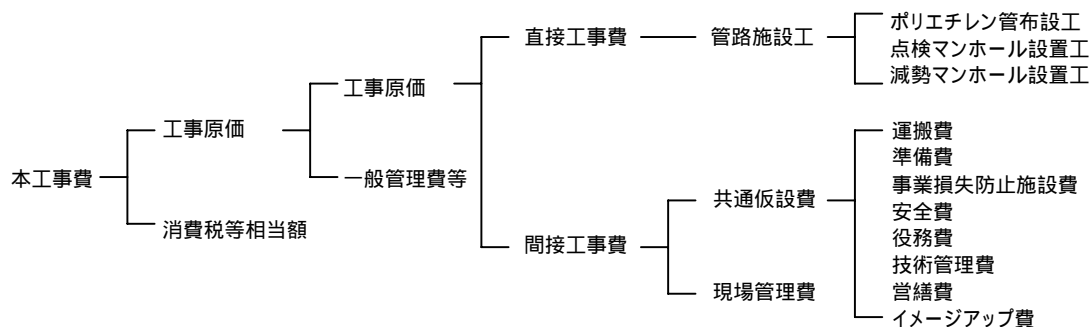


図9-6 本工事費の構成

表9-6 本工事費内訳表

費目	工種	種別	細別	単位	数量	単価	金額	摘要
本工事費	管路施設工	管布設工	ポリエチレン管布設工	m				表9-7
			中間マンホール設置工	箇所				表9-10
			減勢マンホール設置工	箇所				表9-12
			直接工事費計					
			共通仮設費	共通仮設費(率分)	式	1		
				運搬費	式	1		
				準備費	式	1		
				事業損失防止施設費	式	1		
				安全費	式	1		
				役務費	式	1		
				技術管理費	式	1		
				営繕費	式	1		
				イメージアップ経費	式	1		
		小計(純工事費)						
		現場管理費		式	1			
		工事中止期間中の現場維持等		式	1			
		計(工事原価)						
		一般管理費等		式	1			
		計(工事価格)						
		消費税等相当額		式	1			
本工事費計								

2) 下水道用ポリエチレン管布設工

表9-7 下水道用ポリエチレン管布設工 (m 当り)

種目	形状寸法	単位	数量	単価	金額	摘要
ポリエチレン管(片受け管)	管径 mm、管長 m	本				見積り
ポリエチレン管(フレーション管)	管径 mm、管長 m	本				見積り
ポリエチレン管 曲管	管径 mm、度	本				見積り
ポリエチレン管 カラー	管径 mm	個				見積り
土工	土 質、平均深	式	1			積算要領参照
土留工	工法	式	1			積算要領参照
管布設工		m				表9-8
基礎工		m				積算要領参照
管固定工		箇所				表9-9
水替工		式	1			積算要領参照
路面覆工		m				積算要領参照
計						
1m 当り						計/管渠延長

(注) 必要な項目を計上します。

表9-8 下水道用ポリエチレン管布設歩掛り (10 m 当り)

管径 (mm)	特殊作業員 (人)	普通作業員 (人)	諸雑費率 (%)
150	0.44	0.79	7
200	0.64	1.05	
250	0.66	1.34	
300	0.95	1.78	

(注1) 歩掛りは管の小運搬を含みます。但し、施工条件により管の運搬等に別途設備や機械等が必要な場合、運搬費として別途計上するものとします。

(注2) 諸雑費率は融着機(EF コントローラー)、スクレーパー、クランプ等の損料の費用であり労務費の7%を計上します。

表9-9 下水道用ポリエチレン管固定工 (1 箇所当り)

種目	形状寸法	単位	数量	単価	金額	摘要
世話役		人	0.02			
普通作業員		人	0.16			
グランドアンカー杭		本	2			見積り
コンクリート工		m ³	0.10			
計						

(注1) 管路勾配 200‰(11 度)を超え、管路の滑動が考えられる場合、管路の斜面すべり防止検討を行います。固定箇所数は、管路 10m に 1 箇所を目安とします。

(注2) 5.2.5 下水道用ポリエチレン管固定例 参考

3) 中間マンホール設置工

表9-10 中間マンホール設置工 (1 箇所当り)

種目	形状寸法	単位	数量	単価	金額	摘要
マンホール蓋	T-、600mm	組	1			見積り
中間マンホール (プラスチックマンホール)	サイズ 600×900mm マンホール深 H= mm 管径 mm、勾配 度	式	1			見積り
土工	土質、平均深	式	1			積算要領参照
土留工	工法	式	1			積算要領参照
底部工	基礎砕石工	m ³	0.22			
	生コンクリート打設	m ³	0.17			
	モルタル仕上げ	m ²	0.33			
ブロック据付工	トラッククレーン	日	0.20			
	世話役	人	0.20			
	特殊作業員	人	0.20			
	普通作業員	人	0.40			
	諸雑費率	%	6			
通気管布設工		箇所	1			表9-11
計						

(注1) 歩掛りにはマンホール蓋・枠の据付を含みます。

(注2) 諸雑費率はマンホール接合材費であり、労務費の6%を計上します。

表9-11 通気管布設工 (1 箇所当り)

種目	形状寸法	単位	数量	単価	金額	摘要
通気管	擬木タイプ	式	1			見積り
通気管接続部材	塩ビ管 管径 100mm	式	1			見積り
接続管	塩ビ管 管径 100mm	m				見積り
土工	土質、平均深	式	1			積算要領参照
土留工	工法	式	1			積算要領参照
管布設工		m				積算要領参照
基礎工		m				積算要領参照
コンクリート工		m ³	0.13			
計						

4) 減勢マンホール設置工

表9-12 減勢マンホール設置工 (1 箇所当り)

種目	形状寸法	単位	数量	単価	金額	摘要
マンホール蓋	T、600mm	組	1			見積り
減勢マンホール	号マンホール マンホール深 H= mm 管径 × mm	式	1			見積り
減勢工ユニット	号マンホール用	式	1			現地取付の場合
減勢工用流入管セット	管径 mm	式	1			現地取付の場合
接合材	ドレンタイト	式	1			現地取付の場合
土工	土質、平均深	式	1			積算要領参照
土留工	工法	式	1			積算要領参照
底部工		式	1			表9-13
ブロック据付工		式	1			表9-14
減勢工ユニット取付工		式	1			表9-15
流入管補強コンクリート工		式	1			表9-16
計						

(注1) 歩掛りにはマンホール蓋・枠の据付を含みます。

(注2) 減勢工ユニットを現地取付する場合、減勢工ユニット取付工を計上します。

表9-13 底部工 (1 箇所当り)

マンホールサイズ	基礎砕石工 (m ³)	裏込材 (m ³)	モルタル仕上げ (m ²)
プラスチックマンホール 600×900	0.22	なし	なし
コンクリート製 1号マンホール	0.19	0.22	0.43
コンクリート製 2号マンホール	0.33	0.50	0.80
コンクリート製 3号マンホール	0.51	0.76	1.80

(注) 基礎砕石の厚みは20cmを標準とします。

表9-14 ブロック据付歩掛り (1 箇所当り)

減勢マンホールサイズ	世話役 (人)	特殊作業員 (人)	普通作業員 (人)	トラックレール賃料 (日)	諸雑費率 (%)	人孔深 (m)
プラスチックマンホール 600×900	0.20	0.20	0.40	0.20	6	2.0以下
コンクリート製 1号マンホール	0.25	0.25	0.50	0.25		3.0以下
コンクリート製 2号マンホール	0.32	0.32	0.64	0.32		4.0以下
コンクリート製 3号マンホール	0.45	0.45	0.90	0.45		4.0以下

(注1) 諸雑費率はマンホール接合材費であり、労務費の6%を計上します。

(注2) 人孔深が大きくなる場合、別途歩掛り補正を行います。

表9-15 減勢工ユニット取付工 (1 箇所当り)

減勢工ユニットサイズ	トラックレール賃料 (日)	世話役 (人)	特殊作業員 (人)	普通作業員 (人)
コンクリート製 1号マンホール	-	0.25	0.50	0.50
コンクリート製 2号マンホール	-	0.32	0.64	0.64
コンクリート製 3号マンホール	0.45	0.45	0.90	0.90

(注) 歩掛りには流入管取付を含みます。

表 9 - 1 6 流入管補強コンクリート工 (1 箇所当り)

管径 (mm)	裏込材 (m ³)
150	0.12
200	0.12
250	0.17
300	0.22

積水化学工業株式会社 環境・ライフラインカンパニー

管路更生事業部 東京都港区虎ノ門2丁目3番17号(虎ノ門2丁目タワー) 〒105-8450
エスロンタイムズon the Web <http://www.eslontimes.com/>

東日本支店 管路更生営業部

東京管路更生営業所 〒105-8450 東京都港区虎ノ門2-3-17(虎ノ門2丁目タワー)
☎ 03(5521)0588

東北管路更生営業所 〒984-0051 仙台市若林区新寺1-4-5(ノースピアビル)
☎ 022(298)6043

中部支店

中部管路更生営業所 〒460-0004 名古屋市中区新栄町2-9(スカイオアシス米)
☎ 052(957)5305

西日本支店 管路更生営業部

近畿管路更生営業所 〒530-8565 大阪市北区西天満2-4-4(堂島関電ビル)
☎ 06(6365)4532

中・四国管路更生営業所 〒730-0017 広島市中区鉄砲町7-18(東芝フコク生命ビル)
☎ 082(224)6219

九州支店

九州管路更生営業所 〒812-0025 福岡市博多区店屋町1-35(博多三井ビルディング2号館)
☎ 092(271)1314

積水化学北海道(株)

営業部 〒001-0014 札幌市北区北14条西4-2-1(ハーモネートビル)
☎ 011(737)6330

お客様相談室 【東京】03-5521-0505
【大阪】06-6365-4133

●お問い合わせは上記各営業所へ

*本技術資料の記載事項は予告なく変更する場合があります。

不許転載

2002年5月初版
2009年10月改訂4版

急傾斜下水道システム
技術資料

積水化学工業株式会社
管路更生事業部

ツールコード

No. 06735

2009.10.04HU TX