

2. 急傾斜排水管路システム

2.1 概要

急傾斜排水管路システムは、急傾斜地において高密度ポリエチレン製の管（以下、「ポリエチレン管」という。）点検マンホールおよび減勢施設（以下、「減勢工」という。）により、段差接合による複数のマンホールの削減および土被りの低減を行う低コスト化技術である。

【解説】

従来、急傾斜地の場合、図 2-2-1 に示すように流速を 3.0m/s 以下に抑えるため、管路勾配を緩くし複数のマンホールで段差接合による自然流下式管路施設（以下、「段差接合による自然流下式」という。）が用いられていた。

急傾斜排水管路システムは、図 2-2-1 に示すように地表勾配に沿って布設する管路施設であり、段差接合による自然流下式を代替する、あるいはこれと併用する流送方式として位置づけられる。

急傾斜排水管路システムは、耐摩耗性に優れたポリエチレン管と高速流れを抑制させる減勢工により、流速が 3.0m/s を越える場合にも対応できる管路施設である。急傾斜排水管路システムの主な特徴は、急傾斜地の地表勾配に沿って管路を布設可能なため、マンホールでの落差が不要となり管路の埋設深さを浅くできる、段差接合によるマンホール数の増加を抑制できる、路線選定により管路延長を大幅に短縮できる点にある。（図 2-2-1 参照）

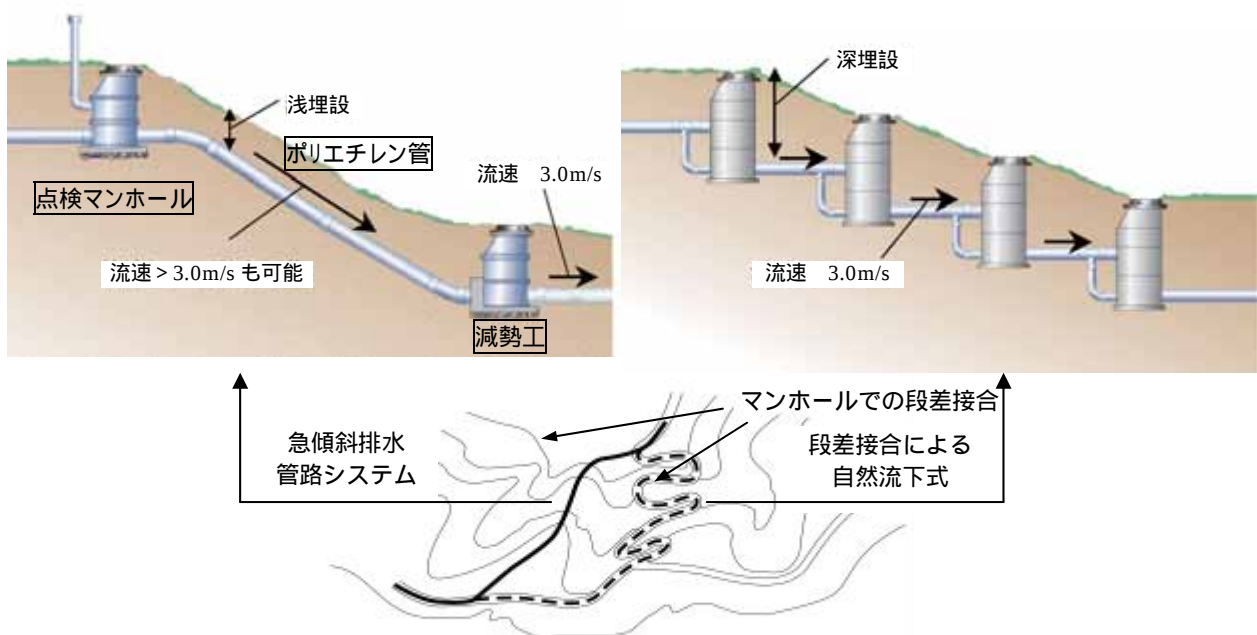


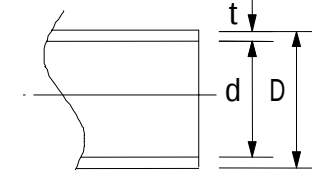
図 2-2-1 急傾斜排水管路システムと段差接合による自然流下式の比較

(1) ポリエチレン管の特徴

急傾斜排水管路システムに適した管路資材であるポリエチレン管の特徴は、耐摩耗性に優れており高速流れに対して十分な耐久性を有する、電気融着接合する継手部は隙間や段差が生じにくく抜けがない、曲げ配管が可能であり起伏の多い急傾斜地での布設を容易とする点などである。

ポリエチレン管の仕様(例)は表 2-2-1 に示すとおりである。ポリエチレン管の継手構造(例)は図 2-2-2 に、ポリエチレン管の特徴(例)は表 2-2-2 に、ポリエチレン管・継手・曲管の種類(例)は表 2-2-3、表 2-2-4 に示すとおりである。

表 2-2-1 ポリエチレン管の仕様(例)

管径 (mm)	外径		管厚		近似内径 d(mm)	寸法図
	D(mm)	許容差	t(mm)	許容差		
150	180	+1.2 0	13.3	+1.5 0	152	
200	250	+1.5 0	18.4	+2.1 0	211	
250	315	+1.8 0	23.2	+2.5 0	266	
300	355	+2.2 0	26.1	+2.9 0	300	
材質	高密度ポリエチレン					
色	明るい青紫色					

(注) 外径 D とは外径相当長さ以上離れた任意箇所での相互に等間隔な 2 方向以上の外径測定の平均値、または円周測定値を円周率 3.142 で除した値をいう。



図 2-2-2 ポリエチレン管の継手構造(例)(電気融着接合方式)

表 2-2-2 ポリエチレン管の特徴(例)

項 目		特 徴	備 考
施工性	継手の方式	電気融着で一体となる	図-1-4-1 参照
	接合作業	融着に時間を有するが、作業は容易である	
	配管の曲げ	直管を曲げて配管が可能である	許容曲率半径：管外径の 75 倍
安全性	耐薬品性	優れている	各試験液で質量変化 $\pm 0.20\text{mg/cm}^2$ 以下
	耐摩耗性	優れている	
	水密性	優れている	偏平負圧 0.078MPa 漏れ無し
	使用温度	213K ~ 313K(-60 ~ 40)	
	不同沈下	管全体の可とう性で対応できる	
	耐震性	管全体の可とう性で対応できる	

(2) 点検マンホールの特徴

急傾斜排水管路システムに使用する点検マンホールの特徴は、以下のとおりである。

管路の維持管理が容易である。

高速で流下する汚水に対して耐摩耗性および耐久性を有する。

急傾斜地での施工に対し、大きな負担がかからなく軽量である。

外力に十分耐える構造である。

ポリエチレン管を使用したプラスチック製点検マンホールの構造（例）は図 2-2-3 に示すとおりである。点検マンホールによる管路の点検（例）は図 2-2-4 に示すとおりである。

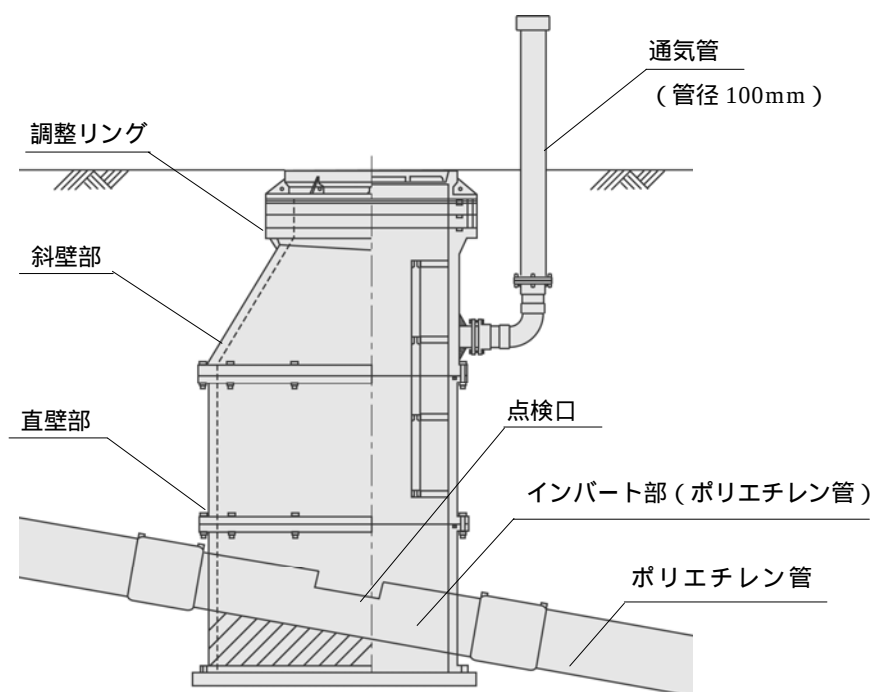


図 2-2-3 ポリエチレン管を使用したプラスチック製点検マンホール（例）

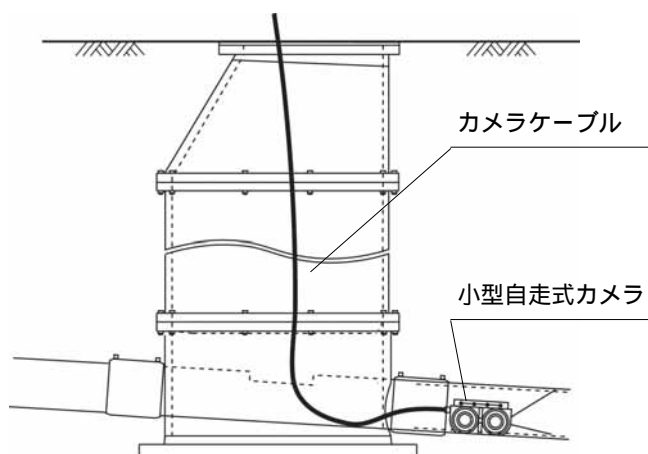


図 2-2-4 プラスチック製点検マンホールによる管路の点検（例）

(3) 減勢工の特徴

急傾斜排水管路システムに使用する減勢工の特徴は、以下のとおりである。

高速で流下する汚水を 3.0m/s 以下の流速に減勢できる。

高速で流下する汚水に対して耐摩耗性および耐久性を有する。

減勢工の構造を構築することが容易である。

外力に十分耐える構造である。

躯体に組立式マンホールを使用したマンホール型減勢工の構造（例）は図 2-2-5 に、マンホール型減勢工の部位の機能（例）は表 2-2-3 に、マンホール型減勢工の種類（例）は図 2-2-6、図 2-2-7 に示すとおりである。

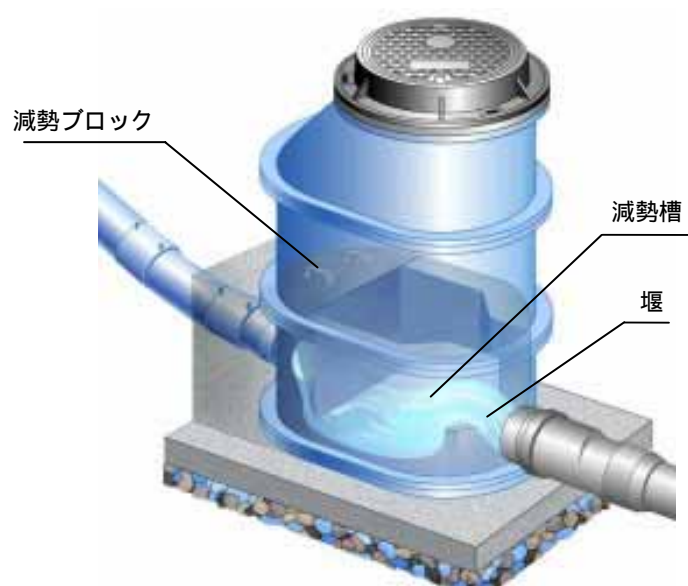
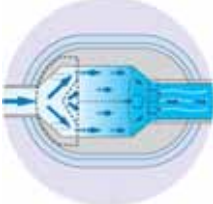
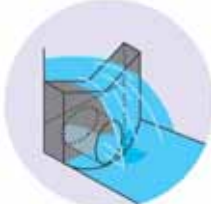


図 2-2-5 減勢工の構造（例）

表 2-2-3 減勢工部位の機能（例）

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。

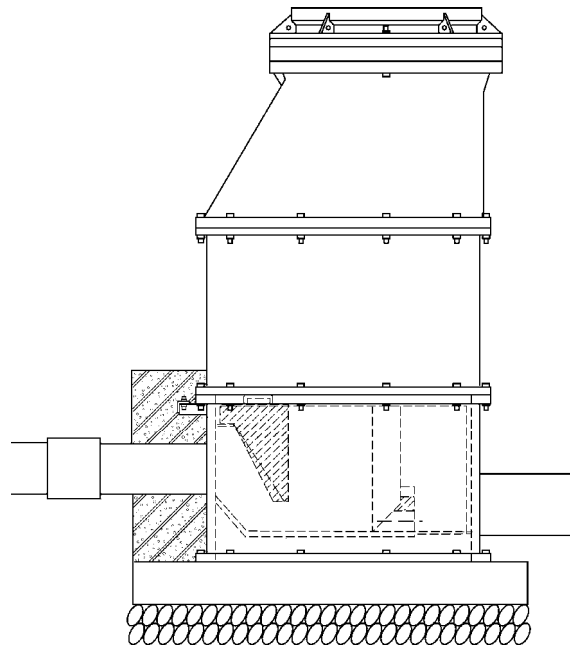


図 2-2-6 プラスチック製マンホール型減勢工（例）

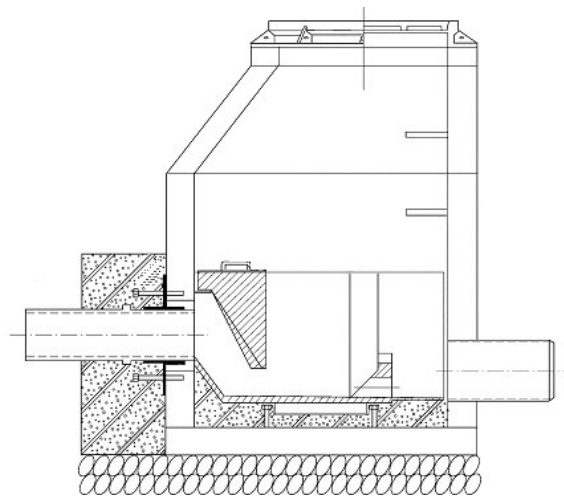


図 2-2-7 コンクリート製マンホール型減勢工（例）

適用事例

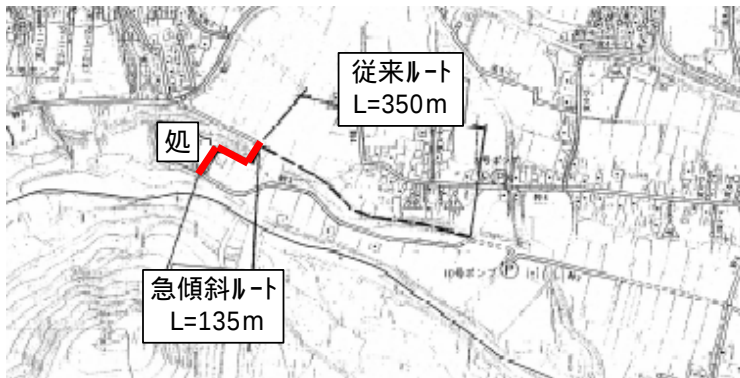
事業地区の概要

- 場所 U市
- 計画人口 2,460 人
- 計画戸数 620 戸
- 当初全体事業費 1,765 百万円

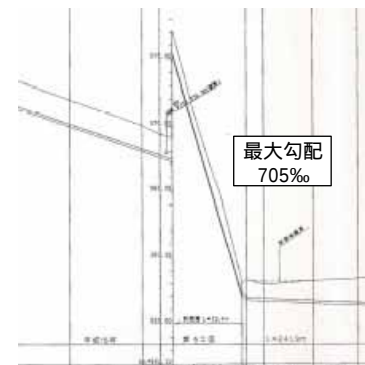
工事内容・本技術導入効果

急傾斜排水管路システムを用いることにより、従来の自然流下式の管路計画(管路延長 L=350m、高低差約 19m) に対し管路延長が大幅に削減できる(L=135m)とともに、マンホール数が減り、浅埋設が可能となったことから大幅なコスト縮減が図れた。

< 平 面 図 >

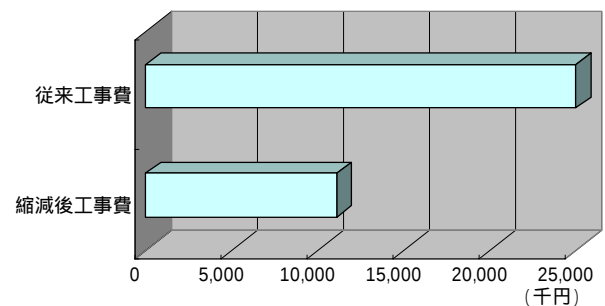


< 急傾斜排水管路システムの縦断面図 >



コスト縮減概要

- 対象管路延長 350m (従来計画)
- 従来工事費 25,000 千円 (経費込み)
- 縮減後工事費 11,100 千円 (")
- 縮減額 (率) 13,900 千円 (56%)



2.2 適用条件

主な適用条件は以下のとおり。

(1) 設計条件

急傾斜地において段差接合による自然流下式では掘削深が深く、マンホール数が増える地域

急傾斜地において段差接合による自然流下式では管路延長が長くなる地域

掘削が深い場合、岩盤や転石が多くなり掘削が困難となる地域

(2) 資材条件

管路は、耐摩耗性に優れ、継手部段差が小さいポリエチレン管

点検マンホールは、維持管理が容易で通気管を有するマンホール

減勢施設は、高速で流下する汚水に対して、耐摩耗性に優れ、流速を 3m/s 以下に減勢できる施設

(3) 適用条件の詳細は、『急傾斜排水管路システム』（社団法人 地域資源循環技術センター 平成 18 年 6 月）（以下、『技術資料』という。）を参照。

【解説】

急傾斜排水管路システムの導入を検討する地域として、主に次のような地域が考えられる。

急傾斜地において段差接合による自然流下式では掘削深が深く、マンホール数が増える地域（図 2-2-8）。

急傾斜地において段差接合による自然流下式では管路延長が長くなる地域（図 2-2-9）。

掘削が深い場合、岩盤や転石が多くなり掘削が困難となる地域（図 2-2-10）。

上記以外であっても、急傾斜地であることにより工事費が高くなる地域などは、検討の対象地域となる。

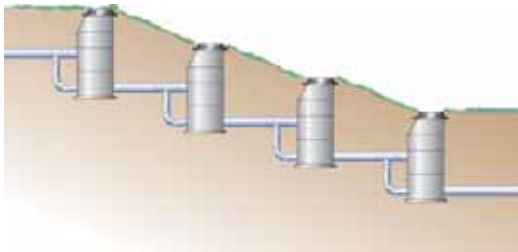


図 2-2-8 掘削深が深くマンホール数が増える地域

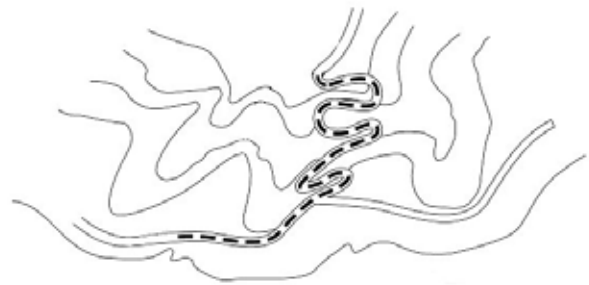


図 2-2-9 管路延長が長くなる地域

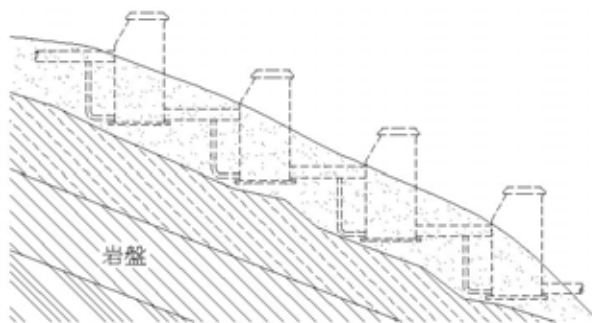


図 2-2-10 掘削が深い場合、掘削が困難となる地域

2.3 調査及び実施設計における留意点

調査及び実施設計における主な留意点は以下のとおり。

管路勾配は、45 度程度を上限として計画

曲管及び曲げ配管は、必要に応じ管路の縦断勾配変化点や平面変化点に設置

点検マンホールの最大設置間隔は 100m

減勢工の設置位置は、急傾斜地の管路の最下流部

【解説】

急傾斜排水管路システムの計画に当たっては、急傾斜排水管路、点検マンホール、減勢工の性能が得られるように次の点に留意して計画を行う。

(1) 急傾斜排水管路

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管路埋設深さの最小化など急傾斜排水管路システムの特徴を生かすように考慮して計画する。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する。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する。

(2) 点検マンホール

点検マンホールは、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する。管路の維持管理上、点検マンホールの最大設置間隔は 100m とする。

点検マンホールの設置に当たっては、次の点に留意して計画する。

設置位置

点検マンホールは、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する。一般に、道路下に設置する場合が多いが、設置スペース、道路管理上の事情等により宅地等の民有地に設置することも検討する。

設置間隔

管路の維持管理上、点検マンホールの最大設置間隔は、100m とする。

付帯設備

点検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する。点検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する。必要に応じて、近隣の住宅への影響ない設置位置、臭気対策等を検討する。

(3) 減勢工

減勢工は、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）に設置する。

減勢工の設置に当たっては、次の点に留意して計画する。

設置位置

減勢工は、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する。一般に、道路下に設置する場合が多いが、設置スペース、道路管理上の事情等により宅地等の民有地に設置することも検討する。

付帯設備

減勢工の付帯設備として、必要に応じて、通気管の設置を計画する。減勢工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する。必要に応じて、近隣の住宅への影響ない設置位置、臭気対策等を検討する。

< 参考 > 水理設計について

急傾斜排水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、管路屈曲点の水理検討等を考慮するものとする。

1. 管径

(1) 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する。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する。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する。流水断面はマンニング (Manning) 式より、空気混入断面はグメンスキー (Gumennsky) 式より算出する。

(2) 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する。上流呑口部の管径に対する限界流量はオリフィス公式より算出する。

(1)(2) 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る。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する。前記状況下で急傾斜排水管路の管径選定ではオリフィス公式により算定される上流呑口部の管径を用いれば良く、マンニング式、グメンスキー式により算定される管径を満足する条件となっている。

2. 管路屈曲点の水理検討

(1) 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理検討を行う。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る。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する。

(2) 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理・構造検討を行う。一般に、曲率半径が管径の 15 倍以上の曲管を用いる。

(3) 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理検討を行う。一般に、曲率半径が管径の 15 倍以上の曲管を用いる。

2.4 積算における留意点

積算における主な留意点は以下のとおり。

- ・ ポリエチレン管、点検マンホール、減勢施設などの設置歩掛は、『技術資料』および『農業集落排水施設標準積算指針』参照
- ・ ポリエチレン管、点検マンホール、減勢施設などの関連製品の価格は見積

【解説】

ポリエチレン管の積算は、『技術資料』の布設歩掛による。

表 2-2-4 ポリエチレン管布設歩掛 (10 m 当たり)

管径 (mm)	特殊作業員	普通作業員
150	0.44	0.79
200	0.64	1.05
250	0.66	1.34
300	0.95	1.78

(注) 歩掛りは管の小運搬を含む。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する。

2.5 施工における留意点

施工における主な留意点は以下のとおり。

- ・ 『技術資料』及びメーカーが出している施工手順書を参照
- ・ 施工管理方法はポリエチレン管同様
- ・ 曲管を使用しているスパンでは、管内テレビカメラ調査で完成検査

【解説】

急傾斜排水管路システムの施工手順については、メーカーより詳細な手順書が出ているため、メーカーの技術者等が個別に現場に張り付き、施工手順等を指導する必要はない。

施工管理方法もポリエチレン管と同様である。ただし、曲管および曲げ配管を使用しているスパンにおいては、ミラーによる目視検査では確認できないため、特記仕様書で管内テレビカメラ調査を義務付けることが望ましい。

写真 2-2-1 に急傾斜配管の施工状況、写真 2-2-2 に減勢工の施工状況を示した。



写真 2-2-1 急傾斜配管の施工状況

プラスチック製マンホール型減勢工（例）



コンクリート製マンホール型減勢工（例）



写真 2-2-2 減勢施設の施工状況

2.6 維持管理における留意点

維持管理の方法は、従来のポリエチレン管と同様である。

【解説】

急傾斜排水管路システムの維持管理においては、従来のポリエチレン管と同様である。ただし、曲管及び曲げ配管の入っているスパンにおいては、点検ミラーによる管内目視ができないため、管内の確認はテレビカメラ調査によることとなる。一部、急カーブの連続等でテレビカメラが通過できないような場合には、反対側からカメラを入れることで全スパンを確認することが可能と考えられる。

< 参考 > 維持管理方法について

1．減勢工の点検・補修方法（例）

減勢工では、定期的（年に一度程度）に清掃や異常の有無の確認を行う。減勢工の清掃時には、固定ナットをゆるめ、減勢ブロックを取外し、清掃を行う。

減勢工の点検・補修方法（例）は以下に示すとおりである。

- （１）インポート部と減勢ブロックの摩耗状況
- （２）堰の穴のつまり
- （３）滞留部の異物確認
- （４）破損等の異常

また、高速射流となった汚水により減勢ブロックが摩耗や損傷した場合は、固定ボルトをゆるめ減勢ブロックを交換する。減勢ブロックの取外し（例）は図2-2-11に示すとおりである。

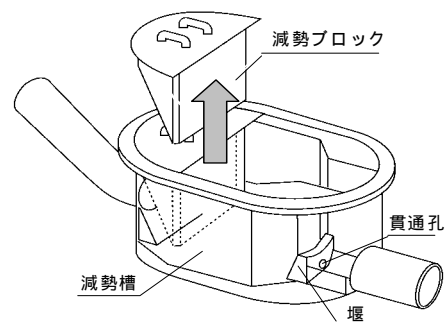


図 2-2-11 減勢ブロックの取外し(例)

2．点検マンホールの維持管理方法（例）

点検マンホールは管路の維持管理のための施設である。清掃および点検は基本的に不要であるが、何らかの原因で清掃・点検する場合にはテレビカメラや洗浄ノズルを挿入することが必要となる。以下に点検マンホールの維持管理方法（例）を示す。

（１）目視点検（例）

点検マンホールより、ロッド付き点検ミラーおよびライトを挿入し点検する。

（２）テレビカメラ調査（例）

点検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する。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ある。

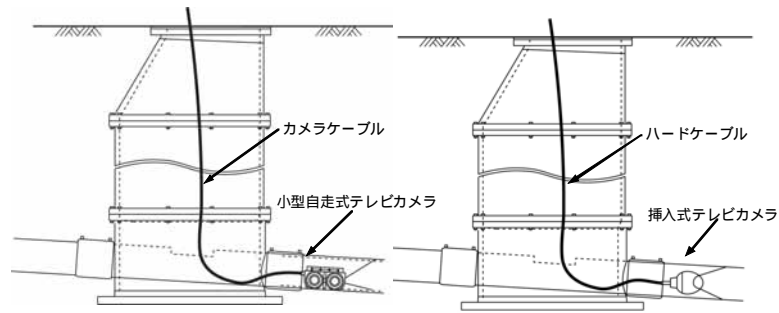


図 2-2-12 テレビカメラ調査（例）

（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う。

回転式清掃器具

柔軟性・弾力性のある特殊鋼ロッドや、コイル状のピアノ線である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する。

2.7 Q & A

[Q1] 従来の段差接合を使用した設計手法に、新たに急傾斜排水管路システムを導入する際の課題や検討内容等について教えてほしい。

[A1] 従来の設計手法に、新たに急傾斜排水管路システムを導入する際には、実績のある土地連、メーカー等からアドバイスを受けるなどして、従来の設計手法を一部見直す必要があると考えられる。

主な検討事項は、以下のとおり。

- ・ 現場作業の見直し
- ・ 平面縦断図の作成方法の見直し
- ・ 数量計算プログラムの見直し
- ・ 施工単価表の作成

[Q2] 近くに民家があり、臭気による悪影響を懸念している。

[A2] 通気管の設置は、点検マンホールから 5 m 以内に設置するものとし、近隣の住宅への影響がない設置位置にする。あるいは、通気管内に吸着剤を充填し臭気対策を講じること等により、住民の理解を得る。

また、住民に施設の使用マナー（異物を流さないなど）を改めて周知する。

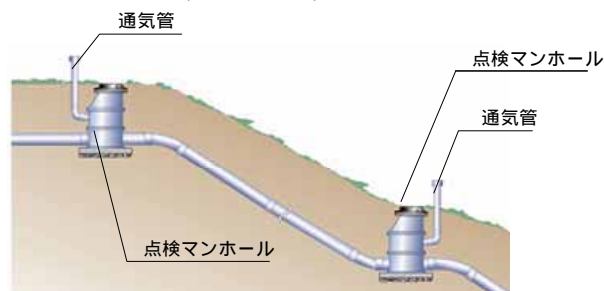
参考文献：新技術情報シリーズ（管路施設-1）の頁 39-40 5.3 付帯施設の設計

5.3 付帯設備の設計

点検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、通気管を設置する。通気管は点検マンホール周辺の道路端位置において、交通の妨げとならない場所となるように設計する。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する。

[解説]

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する。一般に、通気管の管径は 100mm とし点検マンホールから 5m 以内に設置する。現地状況等により通気管の設置が点検マンホールから 5m 以上となる場合、管径の拡大等を検討する。通気管は点検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する。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する。



通気管の設置（例）