

未普及地域における効率的な 下水道整備の在り方に関する研究

1. はじめに

全国の下水道処理人口普及率は平成 18 年度末で 70.5%に達し、一定の水準に達しているものの、人口 5 万人未満の中小市町村では 40%程度に止まり地域間の格差が顕著となっている。そこで国土交通省では、下水道未普及地域の早期解消を図るため、平成 18 年 9 月「下水道未普及解消クイックプロジェクト」を発足させた。平成 18 年 11 月には、地域の実状に応じた低コストで早期かつ機動的整備が可能な新たな整備手法の検討を行なうため、「下水道未普及解消検討委員会」（委員長 楠田哲也北九州市立大学院国際環境工学研究科教授）が設置され、「社会実験による性能等を評価する未普及解消技術」（以下、社会実験技術と言う）7 手法が提示された。平成 19 年 6 月に中間とりまとめが行なわれ、地方公共団体が地域の実状にあった新たな整備手法を提案し、これを受けた国土交通省が技術的・財政的に支援を行う「下水道未普及解消クイックプロジェクト社会実験制度」を創設した。現在、9 つの地方公共団体において、本制度を活用した社会実験が実施されている。

本研究では、下水道未普及を解消するために以下の調査研究を行なった。

- ①新たな整備手法に資する新技術の開発・検討
- ②新たな整備手法に関する実用化に向けた全国的な設計基準に関する検討

2. 新たな整備手法に資する 新技術の開発・検討

2.1 管きょ敷設方法に関する検討

下水道は、地中に埋設した管きょにより自然流下方式で汚水収集することを基本としている。このため、道路を掘り返すことに由来する費用（土工、山留工、付帯工—舗装）が、管きょ敷設工事費の約 65%を占めている。（図-1 参照）管きょ敷設を低廉かつ速やかに行うためには、道路掘削に関わる部分を改善することが肝要である。

このような背景から、下水道未普及解消検討委員会から、道路掘削を最小限度に留める技術として、「露出配管」や「伏越しの連続使用」などが社会実験対象技術として提示されている。

一方で、地区内用水や雨水、雑排水などを流すための開きょが宅地の前面に設けられているため、下水道管きょが深くなり、面整備が遅れる場合がある。

本検討においては、道路掘削を最小限度に留める新たな手法として、既存の道路側溝の中に下水道管きょを敷設する「側溝を活用した下水道管きょ施工」を提案しその適用条件について検討を行った。

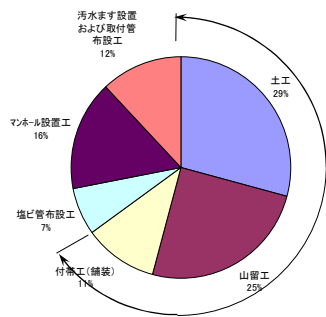


図-1 管きよ敷設工事費の内訳

2.2 側溝を活用した下水道管きよ施工の概要

本技術は、既に整備されている雨水や雑排水を排除するためのU型側溝を有効活用し、側溝の中に下水道管きよを布設することで、安く、早く、また通行止め等の交通支障なく施工しようとするものである。

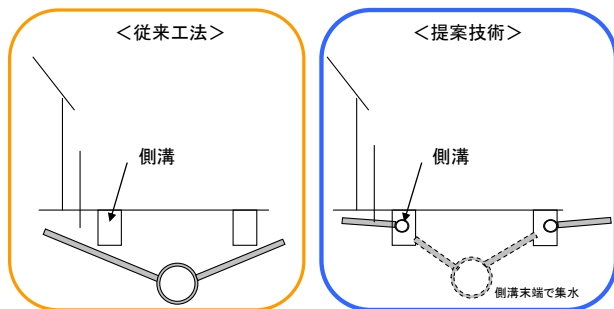


図-2 側溝を活用した下水道管きよ施工

2.2.1 当該技術の特徴

本技術は、既存の側溝に管きよを布設しようとするものであり、次の特徴を有する。

① 土工事が不要

側溝に管きよを敷き流すため、土工事が発生せず、道路掘削に由来する費用（土工、山留工、舗装復旧）を大幅に軽減することができる。

② 施工が容易

埋設工事ではないため、重機の使用がなく、作業上の制約も少ない。

③ 埋設物協議・移設が不要

埋設工事ではないため、面倒な埋設物協議や移設が不要である。

④ 管きよ全体の埋設深を浅くできる

末端管きよを浅くすることで、下流管の埋設深度を浅くできる。

⑤ 維持管理しやすい

地上から管きよの不具合を発見できる上、修繕がしやすいため、維持管理性に優れる。

2.2.2 適用条件の検討

本提案技術を自然流下式管きよに適用するには、次のような条件を満たすことが必要と考えられ、個々の適用候補地域に対して個別に適用可能性を事前検討することが必要である。

① 宅内の排水設備が道路側溝より深くないこと

一般的に家屋の排水設備の下流は、側溝の深さよりも深い場合が多い。したがって、宅盤が道路面より高いなど側溝と各宅内の排水設備との高さ関係を十分調整しておく必要がある。

② 宅内の排水設備が深くなる要素がないこと

①とも関連するが、敷地が広かったり、水場が道路から離れていたりすると、宅内排水管が深くなり、柵深が60cm以上となる場合があるので、留意が必要である。

③ 特に最上流部における、将来的な土地利用の変化等が見込まれないこと

側溝内管きよはほぼ土被りがない状況であるため、側溝内管きよ布設後に周辺や上流に宅地が新築されても、あとから取り入れることは基本的に難しい。したがって、将来的な土地利用を考慮した配管計画を検討する必要がある。

④ 側溝ないし道路の勾配と下水道管きよの流下方向が整合していること

側溝内管きよは側溝内に設置するため、管きよ勾配が基本的に道路勾配ないし側溝勾配に制約を受ける必要がある。したがって、道路の勾配方向と管きよの流下方向は一致していなくてはならない。

⑤ 道路側溝の規模

側溝が小規模の場合、管きよによる側溝の流下断面阻害により、雨水等の排除に支障を来すおそれがあり、側溝管理者の理解が得られにくくなる。参考までに、側溝サイズに応じた阻積率を表-1に示す（側溝内管径はφ150とした）。なお、当然ながら、L型側溝の場合、本提案技術は適用できない。

表-1 側溝サイズに応じた阻積率

側溝種別	幅及び深 (m)	内空断面積 (m ²)	側溝内管渠 (φ150)断面積	阻積率
U-240	0.24	0.058	0.0214	37.1%
U-300B	0.30	0.090	0.0214	23.8%
U-360B	0.36	0.130	0.0214	16.5%
U-450	0.45	0.203	0.0214	10.6%
U-600	0.60	0.360	0.0214	5.9%
備考		幅×深で算出した概算値	管外径0.165m	

⑥ 側溝が道路片側のみの場合

道路の両側に家屋が張り付いていて、側溝が片側のみの場合には、工事費等について十分に精査を行い、技術効果の適用を検討する必要がある。

⑦ 側溝が蓋掛けされていること

人や車両の往来のある道路での敷設となるので、露出配管と異なり、管きよにアクセスしやすい状況にある。したがって、いたずらや車両や自転車の脱輪事故等による管きよの破損を避けるため、側溝は蓋掛けされていることが望ましい。また、構造上蓋の設置が困難となる場合は、防護設置を行なうことを検討する。

2.2.3 その他懸案事項

本技術の適用にあたっては、前節で述べた地域的特性に依存する要件を満たすことが必要であるほか次のような課題について検討する必要がある。

- ①側溝管理者や周辺住民との協議並びに合意形成が必要（清掃がしにくくなる）
- ②管きよ接合部、取付管との接合部分等で浸入水対策を講じるのが望ましい

3. 新たな整備手法に関する実用化に向けた全国的な設計基準に関する検討

3.1 事業採択市町の進捗

平成19年6月に「下水道未普及解消クイックプロジェクト社会実験制度」の事業採択を受けた地方公共団体は、9箇所である。そのうち平成19年度は、静岡県浜松市、愛知県岡崎市、愛知県半田市、熊本県益城町が、工事に着手し（供用開始は平成20年度を予定）、従来工法（従来計画）との建設コスト縮減効果と工期の短縮効果について検証を行った。その他の団体については、設計もしくは、関係機関との協議中である。平成19年度末における事業採択市町の進捗状況を表-2に示す。

表-2 事業採択市町の進捗状況

事業採択市町	現在の進捗
北海道苫前町	実施設計中
岩手県二戸市	実施設計中
福島県会津坂下町	認可申請中
静岡県浜松市	施工完了・性能評価中
愛知県豊田市	河川協議中
愛知県岡崎市	施工完了・性能評価中
愛知県半田市	施工完了・性能評価中
岡山県岡山市	実施設計中
熊本県益城町	施工完了・性能評価中

3.2 社会実験技術のコスト・工期効果

平成19年度施工に着手した、浜松市、岡崎市、半田市、益城町の4箇所における社会実験技術導入に

よる従来工法（従来計画）との建設コスト縮減効果と工期の短縮効果について検証を行った。

建設コスト縮減効果と工期の短縮効果を検証した社会実験技術と事業採択市町を表-3に示す。

表-3 事業採択市町と建設コスト縮減効果と工期の短縮効果を検証した社会実験技術

事業採択市町	導入した社会実験技術
静岡県浜松市	流動化処理土の管きよ施工への利用
愛知県岡崎市	道路線形に合わせた施工
愛知県半田市	改良型伏越しの連続的採用
	道路線形に合わせた施工
	発生土の管きよ基礎への利用
熊本県益城町	管きよの露出配管
	改良型伏越しの連続的採用

3.2.1 管きよの露出配管導入の効果

益城町において、管きよの露出配管を導入した。従来計画と当該技術導入による計画（以下新計画と呼ぶ）を図-3、結果を表-4に示す。

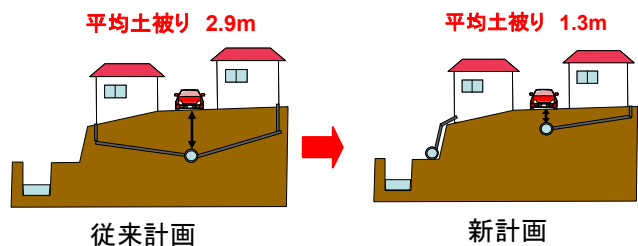
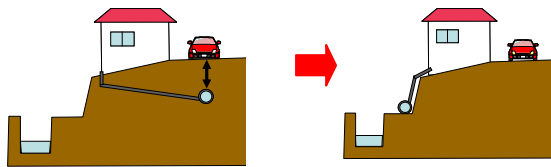


図-3 従来計画と新計画

表-4 当該技術導入による検証結果

		従来工法 (L=550m)	新工法 (L=690m)	
		開削工法	露出配管	開削工法
条件	工法			
	管径(mm)	150	100	150
	管種	塩ビ管	塩ビ管	塩ビ管
	延長(m)	550	140	550
	平均土被り(m)	2.9	0	1.3
建設コスト	小計	42,000,000	2,249,000	29,548,000
	単価(m当たり)	76,300	16,000	42,800
	合計	42,000,000	31,797,000	
	単価(m当たり)	76,300	46,000	
	縮減率(%)		24	
建設工期	工期	140日	60日	
	縮減率(%)		58	

参考までに露出配管のみの効果を検証するために、図-4に示すような場合を想定して検証を行なった。露出配管を採用した、延長140mを対象にした結果を表-5に示す。



従来計画 新計画

図-4 従来計画と新計画

表-5 露出配管のみの検証結果

		従来工法	新工法
条件	工法	開削工法	露出配管
	管径(mm)	150	100
	管種	塩ビ管	塩ビ管
	延長(m)	140	140
	平均土被り(m)	3.6	0
建設コスト	小計	12,000,000	2,300,000
	単価(m当たり)	85,000	16,000
	縮減率(%)	82	
建設工期	工期	31日	13日
	縮減率(%)	58	

表-6 当該技術導入による検証結果

		従来工法(L=590m)			新工法(L=413m)		
条件	工法	伏越し1	推進工法	開削工法	伏越し1	伏越し2	開削工法
	管径(mm)	150	250	150	150	150	150
	管種	塩ビ	塩ビ	塩ビ	塩ビ	ポリ管	塩ビ
	延長(m)	7	191	392	7	28	378
建設コスト	合計	55,000,000			17,000,000		
	単価(m当たり)	93,000			41,000		
	縮減率(%)	68					
建設工期	工期	70			30		
	縮減率(%)	57					

(2) 益城町

熊本県益城町において、改良型伏越しの連続的採用を導入した箇所の現状と当該技術導入による変更点を図-6に示す。当該技術導入による効果は以下の通りである。

- 水路横断箇所に改良型伏越しを連続して導入することにより、推進工法計画区間が、開削工法での施工が可能となった。
- マンホールポンプが不要となり、圧送管から、自然流下管となった。結果を表-7に示す。

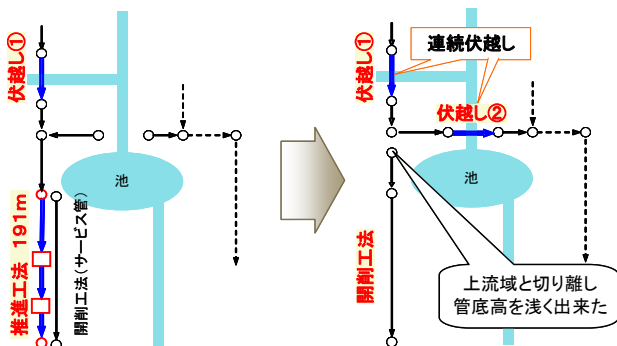
3.2.2 改良型伏越しの連続的採用導入の効果

(1) 半田市

半田市において、改良型伏越しの連続的採用を導入した。箇所の現状と当該技術導入による変更点を図-5に示す。当該技術導入による効果は以下の通りである。

- 水路により分断されていた箇所に改良型伏越しを導入することにより、推進工法区間延長191mが、開削工法での工事が可能となり、推進工法が不要となるとともに、サービス管も不要となった。

結果を表-6に示す。

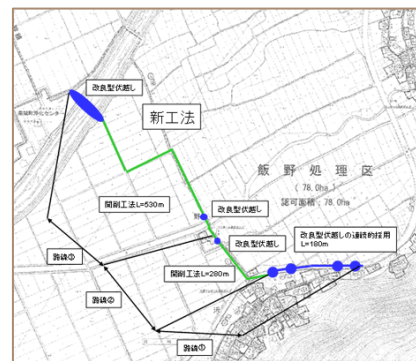


従来計画 新計画

図-5 従来計画と新計画



従来計画



新計画

図-6 従来計画と新計画

表-7 当該技術採用による検証結果

		従来工法(L=590m)			新工法(L=413m)		
		路線①	路線②	路線③	路線①	路線②	路線③
条件	工法	伏越し1	推進工法	開削工法	伏越し1	伏越し2	開削工法
	管径(mm)	150	250	150	150	150	150
	管種	塩ビ	塩ビ	塩ビ	塩ビ	ポリ管	塩ビ
	延長(m)	7	191	392	7	28	378
建設コスト	合計	55,000,000			17,000,000		
	単価(m当たり)	93,000			41,000		
	縮減率(%)	68					
建設工期	工期	70			30		
	縮減率(%)	57					

3.2.3 道路線形に合わせた施工導入の効果

(1) 岡崎市

岡崎市において、道路線形に合わせた施工を導入した。

①採用箇所の現状

- ・地形的には丘陵地で、急傾斜の道路が多い。

②当該技術導入による効果と結果

- ・急傾斜道路に地表勾配に合わせ管きよを埋設することにより、埋設深さが浅くなり、掘削土量が300m³縮減した。
 - ・浅埋化により、多くの区間で、管路土留工が不要となった。
 - ・平面屈曲部のマンホールを13個省略できた。
- 結果を表-8に示す。

表-8 当該技術採用による検証結果

		従来工法	新工法
		(L=994m)	(L=994m)
条件	工法	開削工法	開削工法
	管径(mm)	200	200
	管種	塩ビ管	塩ビ管
	延長(m)	994	994
	土工事(m3)	1,375	1,075
	マンホール(個)	38	25
建設コスト	合計(円)	58,000,000	48,000,000
	単価(m当たり)	58,350	48,000
	縮減率(%)	17	
建設工期	工期(日)	100	81
	縮減率(%)	19	

(2) 半田市

半田市において、道路線形に合わせた施工を導入した。

①採用箇所の現状

地形的には狭隘で、曲線道路であるため、マンホールを多数設置する必要がある。

②当該技術導入による効果と結果

- ・平面屈曲部のマンホールを18個省略できた。

- ・マンホール材料費は、縮減したが、簡易に設置が可能な塩ビ製マンホールであるため、工期については、変化がなかった。
- 結果を表-9に示す。

表-9 当該技術採用による検証結果

		従来工法	新工法
		(L=408m)	(L=408m)
条件	工法	開削工法	開削工法
	管径(mm)	150	150
	管種	塩ビ管	塩ビ管
	延長(m)	408	408
建設コスト	マンホール(個)	29	11
	合計(円)	15,000,000	12,000,000
	単価(m当たり)	46,000	37,500
	縮減率(%)	20	
建設工期	工期(日)	50	50
	縮減率(%)	変化無し	

3.2.4 発生土の管きよ基礎への利用導入の効果

半田市において、発生土の管きよ基礎への利用を導入した。採用箇所の現状と当該技術導入による変更点を図-7に示す。また結果を表-10に示す。

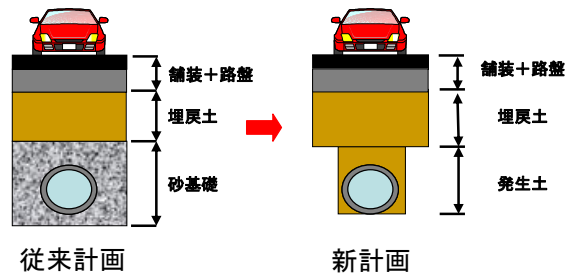


図-7 従来計画と新計画

表-10 当該技術採用による検証結果

		従来工法	新工法
		開削工法	開削工法
条件	工法	開削工法	開削工法
	管径(mm)	150	150
	管種	塩ビ管	塩ビ管
	延長(m)	1,844	1,844
	残土処分(m3)	392	33
	砂基礎(m3)	347	0
建設コスト	合計(円)	3,800,000	2,700,000
	単価(m当たり)	45,700	32,500
	縮減率(%)	29	
建設工期	工期(日)	150	120
	縮減率(%)	20	

注) 建設コストについては、検証路線の代表箇所延長83mを対象に試算。建設工期については、検証路線延長1,844mを対象に行った。

3.2.5 流動化処理土の管きょ施工への利用導入の効果

浜松市において、流動化処理土の管きょ施工への利用を導入した箇所現状と当該技術導入による変更点を図-8に示す。

①採用箇所の現状

- ・狭隘な道路における砂の搬入、残土の運搬が困難で、埋戻しに工期を要する。
- ・軟弱地盤地域であり、埋戻し完了後の路面沈下による路面修繕が懸念される箇所である。

②当該技術導入による効果と結果

- ・自硬性を持つ流動化処理土の性質を生かし、締固めが不要となり、管路土留工が不要な箇所では、掘削幅を350mmと大幅に縮小することが出来た。
- ・仮復旧から本復旧までの養生期間を大幅に省略出来たため、工期縮減効果が大きかった。結果を表-11に示す。

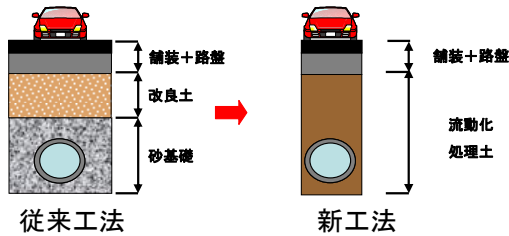


図-8 従来工法と新工法

表-11 当該技術採用による検証結果

		従来工法 (L=1,161m)	新工法 (L=1,161m)
条件	工法	開削工法	開削工法
	管径(mm)	150~200	150~200
	管種	リブ管	リブ管
	延長(m)	1,161	1,161
	掘削量(m3)	2,130	1,750
建設コスト	合計(円)	75,000,000 (88,000,000)	72,000,000
	単価(m当たり)	65,000 (76,000)	62,000
	縮減率(%)		4
	建設工期	工期(日)	180
	縮減率(%)		33

注) () は路面沈下による舗装オーバーレイ費用を含んだ費用である。

3.3 研究結果のまとめ

3.3.1 新たな整備手法に資する新技術の開発・検討

平成19年度は、未普及地域に有効とされる新技術の開発として「側溝を活用した下水道管きょ施工」を新たに社会実験技術として追加した。今後本技術が導入されることにより、未普及地域の早期解消に資するものと考えている。

3.3.2 新たな整備手法に関する実用化に向けた全国的な設計基準に関する検討

平成19年度は、管きょの5技術においてコスト、工期の効果が認められた。

その結果を表-12に整理する。

表-12 新たな整備手法のコスト・工期の縮減率

新たな整備手法	建設コスト (%)	建設工期 (%)
管きょの露出配管	24~82	58
改良型伏越しの連続的採用	29~68	21~57
道路線形に合わせた施工	17~20	19
発生土の管きょ基礎への利用	24~32	20
流動化処理土の管きょ施工への利用	4	33

4. おわりに

平成19年度は、社会実験技術の一部において、コスト、工期の効果が検証された。今後は社会実験技術が、「安かろう 早かろう」の技術に止まることの無いように、様々な観点からの検証が必要と考える。今後は、現場で完成した施設を用いて、経済性・施工性(工期)の他に機能性(下水道の機能は損ねていないか)、管理性(維持管理は軽減するか)、の観点から検証を行うこととする。事業採択市町により今後実施される検証内容については、平成20年度整理していくこととなる。

●この研究を行ったのは

研究第一部長 清水 俊昭
 研究第一部副部長 寺川 孝
 研究第一部研究員 石川 洋一

●この研究に関するお問い合わせは

研究第一部長 清水 俊昭
 研究第一部副部長 寺川 孝
 研究第一部研究員 石川 洋一
 お問い合わせ先 電話 03-5228-6597