

改築更新を目的とした 管きょのドライ化検討について

日本水工設計(株) 東京支社 杉江 修

1. 業務の目的

A市の合流式下水道管きょのⅠ幹線、Ⅱ幹線は、晴天時下水水量が多く、管きょの中に入って点検・調査を行うことは困難であるため、改築更新を行うための適切な維持管理が進んでいない。

本業務の目的は、合流区域内にある雨水きょ等の既存施設を活用して汚水をバイパスして処理場へ送水することにより、対象路線の汚水量を低減（≒ドライ化）する手法の検討を行うことである。

2. 対象路線及び周辺地区の概要

本業務の対象区域は、ターミナル駅や複数の大型商業施設が存在する中心市街地である。対象路線であるⅠ幹線、Ⅱ幹線はその汚・雨水を集水して処理場へ送水する合流式下水道の幹線管きょである。

また、対象区域内には4箇所のポンプ場と12箇所の雨水吐き室が存在しており、雨天時には遮集下水が処理場へ送水され、越流下水は雨水管を經由してポンプ場から公共水域へ放流されている。

本業務の対象地区の主要な施設の模式図を図1（雨水吐き室は本業務の検討対象施設のみ記載）、本業務の対象幹線管きょの概要を表1に示す。

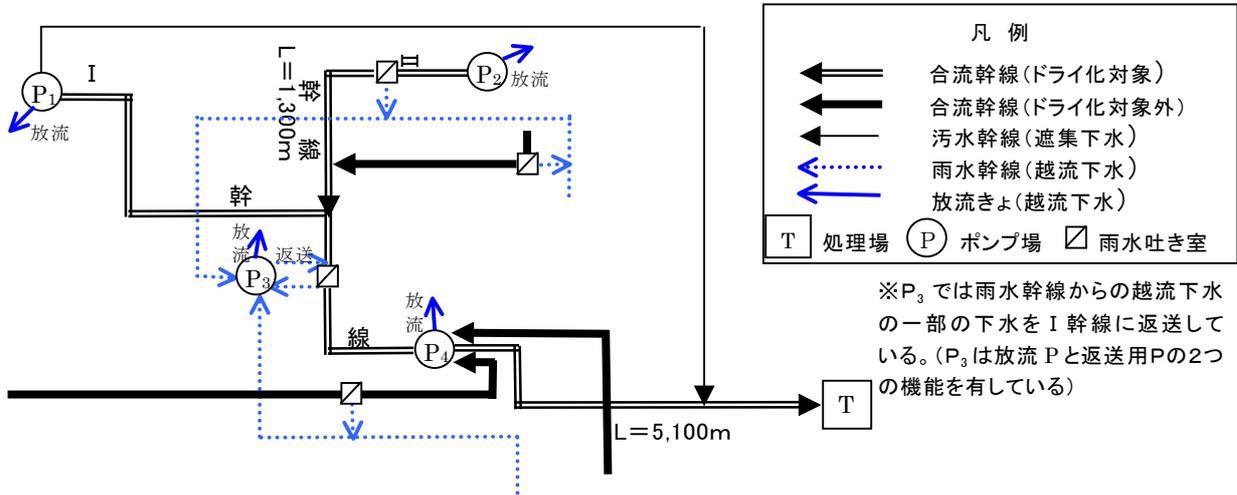


図1 対象地区の主要な施設の模式図

表1 対象幹線管きょの概要

幹線名	種別	管径 (mm)	管きょ延長 (m)	備考
Ⅰ幹線	合流	φ 1,200~3,000	約 5,100	施工年度昭和 43~50 年
Ⅱ幹線	合流	φ 800~2,400	約 1,300	施工年度昭和 43~46 年

3. 作業の進め方

今回業務における作業フローを図 2 に示す。

(1) 検討対象汚水量の設定

本業務の対象区域内では、ポンプ場、処理場において流入水量の測定データがあるため、計画汚水量との比較検証を行った結果、計画値が実測値を上回っていた。

本業務における検討対象汚水量は以下の理由から計画時間最大汚水量とした。

- ・当該地区は急速に開発が進んでおり、短期間で汚水量が増加することが想定される。
- ・改築更新の詳細な施工時期が未定であるため将来増加量分を考慮する必要がある。

(2) 作業目標水深の設定

管きよ内を完全にドライ化することは困難であるため、一定流量を流しながら施工可能な工法を選定し、その工法を視野に入れて作業目標水深を設定する。

管きよの改築工法においては、一部の工法を除くと下水の通水があるときは施工が不可能となる。工法別で見ると、反転工法及び形成工法は、通水がある場合の作業が不可能で、水替えを必要としている。中大管径で通水可能なものを表 2 に示す。

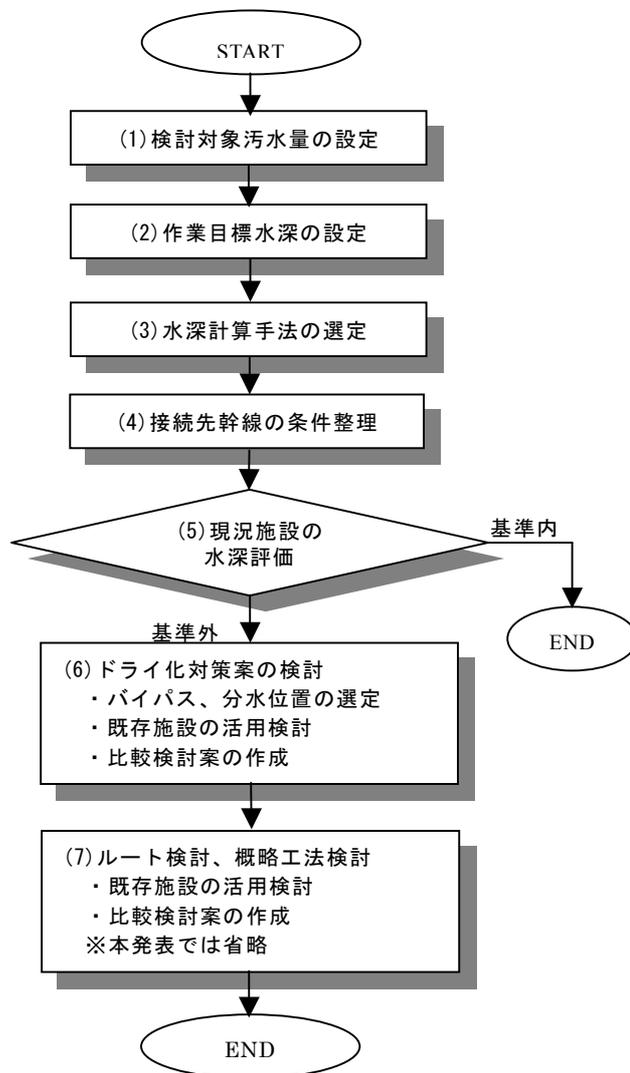


図 2 作業フロー

表 2 下水の通水有りて施工可能な改築工法

工法	施工可能管径 (mm)	下水通水の程度
A 工法	φ 250～3000	管径の 30%以内 流速 1.0m/秒程度
B 工法	φ 800～3000	水深 30cm 程度 (安全性を確保できる程度の水深及び流速)
C 工法	φ 1000～4000	水深 25cm 程度

本業務における目標水深は作業性を考慮し、膝下、手作業時の手先から肘までの長さとして 30cm とする。

(3) 水深計算手法の選定

本業務では、以下の理由により不等流計算にて水深を算出する。なお、算出に用いる汚水量は、晴天時計画時間最大汚水量とする。

- ・対象流域内に逆勾配区間がある。
- ・断面、勾配等が変化して各断面における流積、流速が一様でない。

(4) 接続先幹線の条件整理

本業務において、ドライ化の対象となる I、II 幹線の近くに位置し、流下能力に余裕がある管きよは汚水幹線 (図 1 →) のみである。

表 3 対象区域の計画時間最大汚水量と汚水幹線の概要

対象区域の晴天時汚水量・・・Q (m ³ /sec)	接続先汚水幹線の概要					
	管径 (mm)	延長 (m)	勾配 (%)	流速 (m/sec)	流下能力 (m ³ /sec)	Q に対する 余裕率
5.687	2400	2347.3	1.0	1.731	7.828	38%

表 3 より、本検討区域の晴天時汚水量 5.687m³/sec の全量が汚水幹線に流入した場合においても 38% の余裕を確保することが可能である。

(5) 現況施設における水深評価

現況施設において計画時間最大汚水量で水深計算を行った結果、対象路線の管きよ延長の約 2/3 は目標水深の 30cm を超えている。

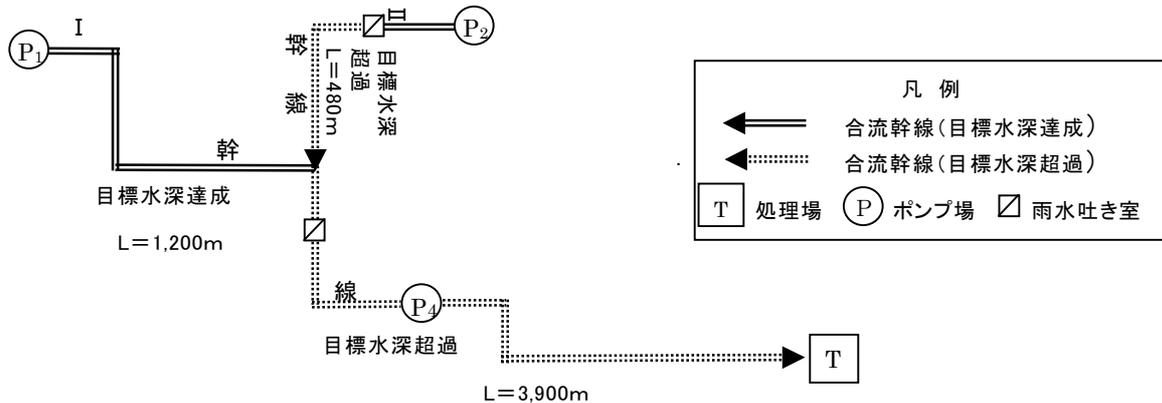


図 3 ドライ化対象路線の現況水深の評価結果 (模式図)

表 4 現況水深の評価結果

幹線名	種別	管径 (mm)	管きよ延長 (m)	
			目標水深達成部分	目標水深超過部分
I 幹線	合流	φ 1,200~3,000	約 1,200	約 3,900
II 幹線	合流	φ 800~2,400	約 820	約 480

(6) ドライ化対策案の検討

本業務では、対象路線の汚水量を低減するため、合流区域内にある既存施設を極力活用して汚水をバイパスして処理場へ送水する必要がある。

本業務における検討のポイントを以下に示す。

①段階的な施工計画の立案

⇒対象路線全部をドライ化するには、複数の対策施設が必要となり事業着手が遅れるため、対象路線を細分化して早期事業を可能とする。

②雨水吐き室、雨水幹線等の既存施設の有効活用

⇒既存施設を極力活用することにより、新規建設部分を縮小し、事業費を削減する。

③既存施設と逆方向での流下を許容

⇒既存施設の流下方向にとらわれず逆方向での流下（逆勾配）を許容することにより既存施設の利活用可能な部分を拡大する。

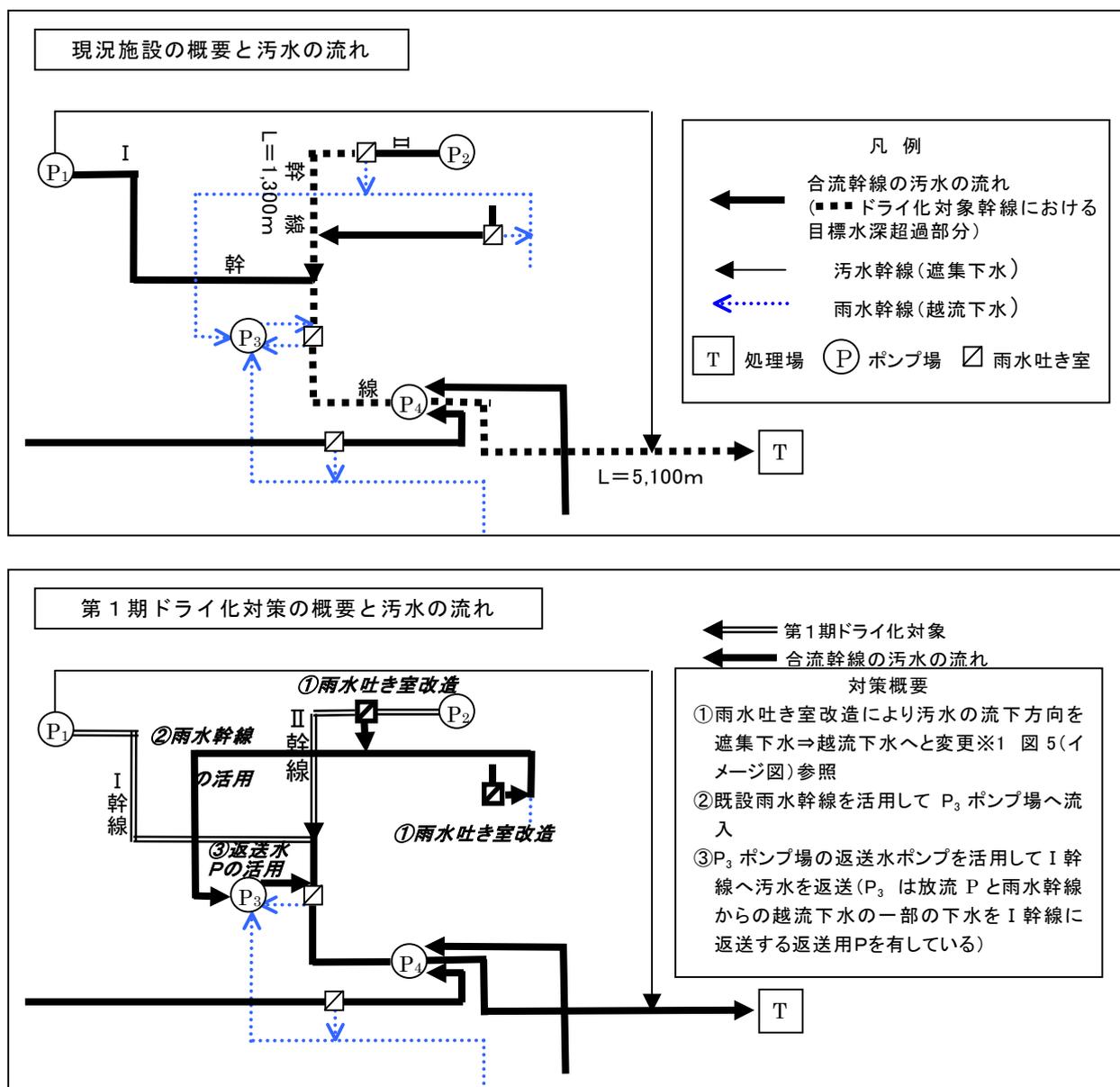


図 4 段階別の対策概要 (その 1)

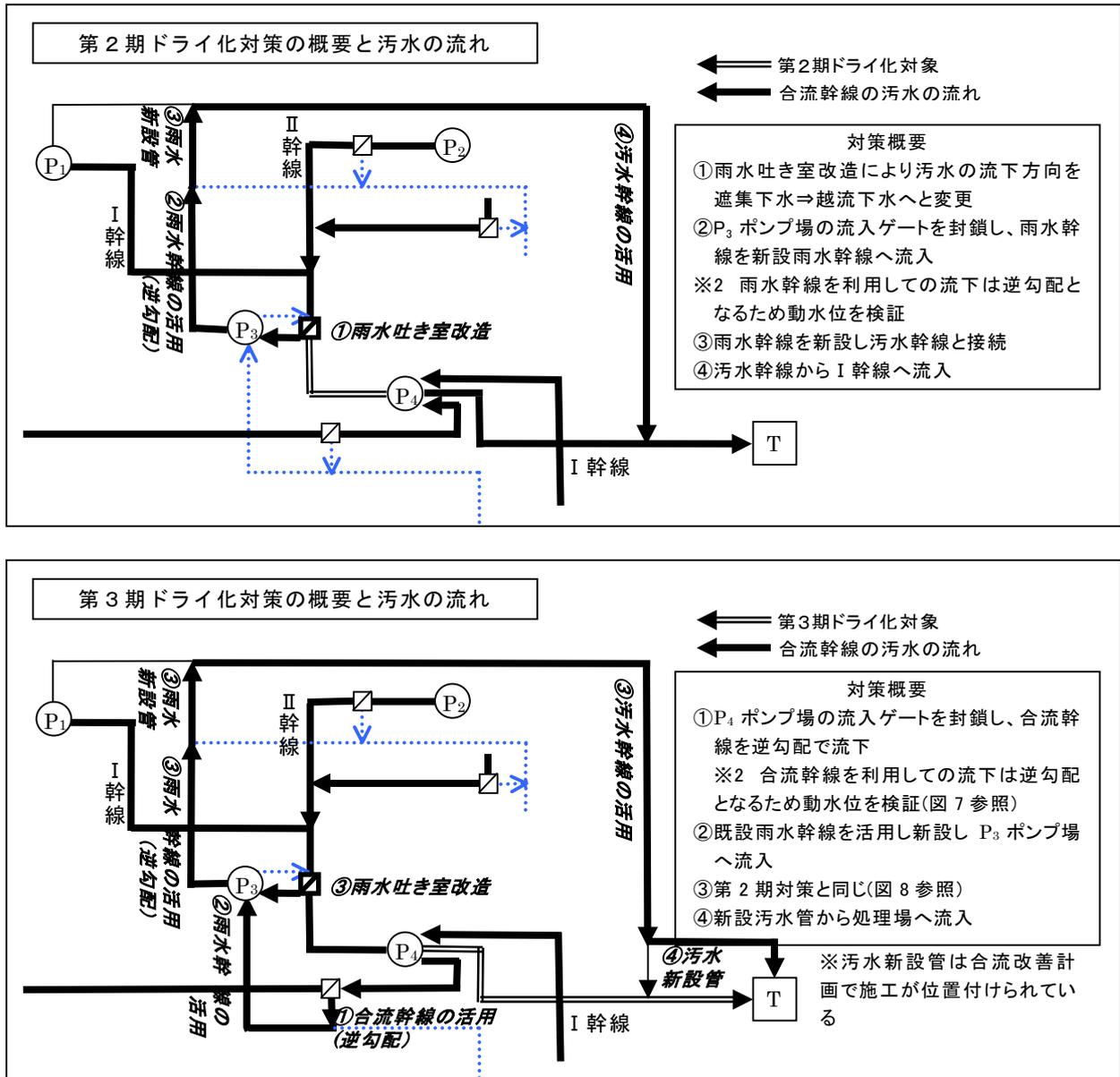


図 5 段階別の対策概要 (その 2)

※1 雨水吐き室改造イメージ

雨水吐き室改造により汚水の流下方向を遮集下水側 (▶) から越流下水側 (◀) へと変更する。

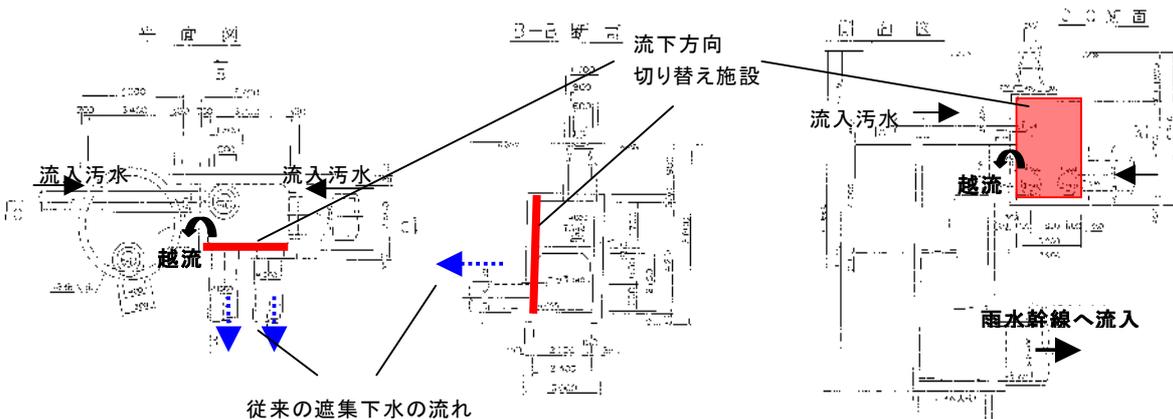


図 6 雨水叶き室改造イメージ

※2 逆勾配区間の動水位を検証 (ゲートを封鎖した場合の安全性の評価)

動水位 (----) を算定した結果、一部で圧力状態になるものの、地盤高を超えないことからその安全性が確認された。

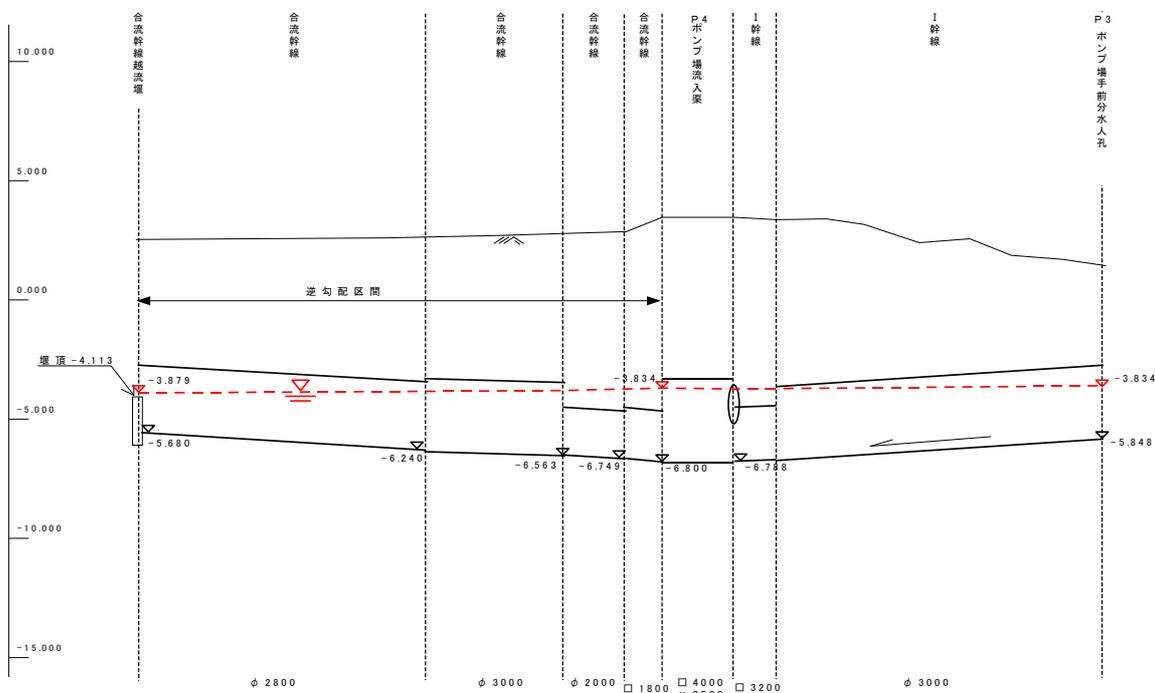


図 7 管きよ縦断面図と動水位-①区間-

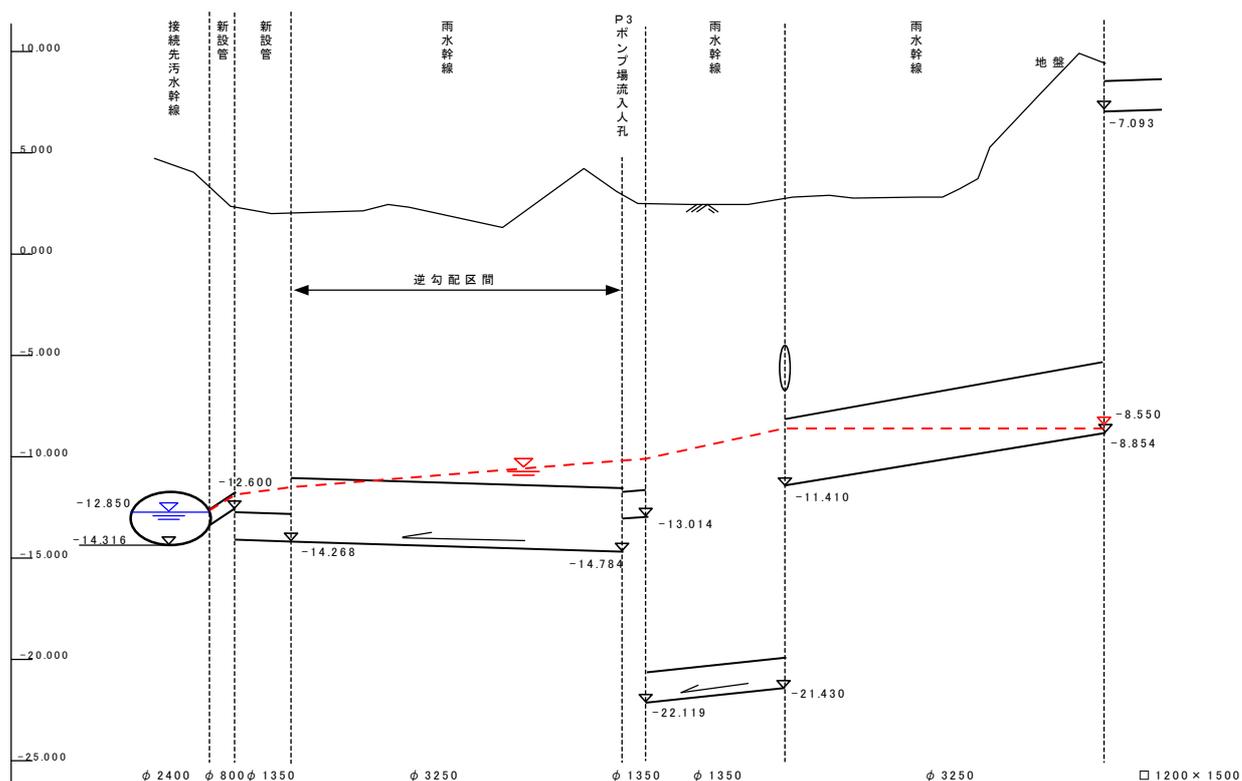


図 8 管きょ縦断面図と動水位－③区間－

4. 本業務で得られた効果

①逆勾配で流下する（圧力状態を許容）ネットワーク計画により新設管渠延長を最小限にすることが可能となった。

項目	今回採用案 (圧力状態を許容)	比較案 (逆勾配部分を新設)	備考
新設管きょ延長	約 1km	約 2km	延長の差は図 5③ 既設雨水管部分
管きょ事業費	約 15 億円	約 25 億円	

※雨水吐き室の改造と雨水ポンプの汚水仕様への変更に伴う費用は別途必要

②段階的な施工計画による対象路線の細分化、既存施設の有効活用により早期事業が可能となった。

また、改築工事については、改築調査・診断後に劣化状況が著しい部分を優先的に工事に着手することが可能である。

③ネットワーク計画により地震等の非常時における新規ルートの確保が可能となった。

5. まとめ

①今回対象区域内に流下能力に余裕がある汚水幹線が存在し、それを活用することでネットワーク計画が可能となった。

②今回のドライ化対象路線はポンプ排水区域の合流下水幹線であることから、雨水吐き室及びポンプ場を利用することで流下方向を変更して雨水幹線を活用することが可能となった。

③下水道普及促進の結果、全国における下水道管きょの総延長は膨大なものとなり、今後は高度経済成長期に整備した管きょが次々と老朽化し、改築・更新が必要な時期を迎える状況である。

特に今回対象区域のように晴天時下水量が多く、点検・調査が進まないような状況下においては、本業務で行った考え方及び手法は他都市においても活用できるものと考えられる。

④本業務は、晴天時汚水量で水深計算・検証を行っており、雨天時は原則として作業は行わない予定である。

今後の作業時における安全性の確保のため、作業を行う際には、降雨期間を想定した余裕のある作業計画や突発的な降雨等の緊急時作業マニュアルの策定が必要である。