

下水道管きよ等における水位等観測を
推進するための手引き
(案)

平成 29 年 7 月

国土交通省水管理・国土保全局下水道部

はじめに

近年、気候変動の影響により、下水道施設の能力を超える局地的な大雨等が頻発し、都市化の進展も伴って、短時間に大量の雨水が流出し、内水氾濫の発生リスクが高まっている。

平成 26 年 4 月に「ストックを活用した都市浸水対策機能向上のための新たな基本的考え方」をとりまとめ、施設情報や観測情報等の蓄積により、施設の「弱み」と「強み」を評価した上で、下水道施設の能力を超える降雨に対して、きめ細やかな対策により浸水被害を軽減するための新たな考え方が示された。

また、平成 27 年 5 月には水防法等の一部が改正され、住民の避難等に資する情報を的確に提供するため、都道府県知事または市町村長は、内水により相当な損害を生じるおそれがあるものとして指定した公共下水道等の排水施設等（水位周知下水道）について、内水による災害の発生を特に警戒すべき水位として内水氾濫危険水位を定め、水位周知下水道の水位がこれに達したときは、都道府県知事または市町村長は内水氾濫危険情報を発表し、都道府県の水防計画で定める水防管理者および量水標管理者に通知するとともに、必要に応じて一般に周知しなければならないとされた。

また、平成 27 年度からは「下水道浸水被害軽減総合事業」の実施にあたっては、下水道管きよ内水位等の観測情報の蓄積状況及び今後の観測計画を定めることとなった。

上記に示すように、今後の浸水対策として、下水道管きよ等における水位等の観測情報の蓄積、活用が重要であるが、現状においては、常時のポンプ場等の運転操作のために水位計を設置している事例は見られるものの、常時の水位等観測情報の蓄積・活用は十分に進んでいない状況である。

本手引き（案）は、今後、より効率的かつ効果的な浸水対策を実施していくために、水位等の観測目的、手順、適切な設置場所等の基本的な考え方や、蓄積すべき観測情報に対する水位計の統一的な規格の考え方について示すものであり、各下水道管理者は、本手引き（案）を参考に、水位等観測に対して積極的に取り組まれない。なお、本手引き（案）については、今後も各都市での取組や知見を踏まえ、随時内容の充実を図っていくこととしている。

平成 29 年 7 月

国土交通省水管理・国土保全局下水道部

新たな雨水管理計画策定手法に関する調査検討会
ソフトウェアキンググループ

【水位等観測を推進するための手引き（仮称）の策定並びにF S調査】

（平成27年度）

委員名簿

（順不同・敬称略）

（平成28年3月現在）

（アドバイザー）

東京大学大学院工学系研究科水環境制御研究センター教授 古米 弘明

（委員）

国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室長 横田 敏宏

東京都下水道局計画調整部計画課課長代理 神田 浩幸

名古屋市上下水道局下水道計画課緊急雨水整備計画主査 野杵 貴博

京都市上下水道局下水道部計画課企画係長 宮原 誠二

大阪市建設局下水道河川部調整課事業計画担当係長 檜山 幹

福岡市道路下水道局計画部下水道計画課計画係長 藤原 浩幸

公益財団法人日本下水道新技術機構研究第二部主任研究員 馬場 理

一般社団法人全国上下水道コンサルタント協会 押領司 重昭

地方共同法人日本下水道事業団事業統括部計画課課長代理 持田 雅司

厚木市河川みどり部下水道施設課下水道計画工事係長 諏訪部 知保

福井市下水道部水管路部雨水対策室主幹 崎田 泰三

（特別出席）

公益社団法人日本下水道協会技術研究部技術指針課長 林 幹雄

公益社団法人日本下水道協会技術指針課係長 川越 淳悟

（事務局）

国土交通省水管理・国土保全局下水道部流域管理官付流域下水道計画調整官 小川 文章

国土交通省水管理・国土保全局下水道部流域管理官付課長補佐 山縣 弘樹

国土交通省水管理・国土保全局下水道部流域管理官付水害対策係長 金城 弘典

新たな雨水管理計画策定手法に関する調査検討会
ワーキンググループ
「水位等観測の実施手法（水位等観測を推進するための手引きの策定
並びに FS 調査）」
（平成 28 年度）

委員名簿

（敬称略）

（平成 29 年 3 月現在）

（アドバイザー）

東京大学大学院工学系研究科水環境制御研究センター教授 古米 弘明

（委員）

国土技術政策総合研究所 下水道研究部 下水道研究室長 横田 敏宏

東京都 下水道局 計画調整部 計画課 基本計画担当（統括課長代理） 藤村 高志

横浜市 環境創造局 下水道事業マネジメント課 課長補佐 丸山 知明

名古屋市 上下水道局 技術本部 計画部 下水道計画課主査(雨水対策の総合調整) 野村 貴博

京都市 上下水道局 下水道部 計画課 課長補佐 谷田 聡

大阪市 建設局 下水道河川部 調整課 担当係長 中家 誠

福岡市 道路下水道局 計画部 下水同計画課 計画係長 藤原 浩幸

公益財団法人 日本下水道新技術機構 研究第二部 主任研究員 馬場 理

一般社団法人 全国上下水道コンサルタント協会 押領司 重昭

（特別出席）

公益財団法人 日本下水道協会 技術研究部 技術指針課 係長 大庭 浩

（事務局）

国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部 流域管理官付 課長補佐 岩井 聖

国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部 流域管理官付 調整係長 川島 弘靖

目 次

第1章	総論	1
1-1	目的	1
1-2	適用範囲	3
1-3	水位等観測手順及び考慮すべき事項	5
1-4	用語の定義	7
第2章	水位等観測計画の策定	9
2-1	基礎調査	9
2-2	調査地点の選定	13
2-3	観測項目・精度及び調査期間の設定	29
2-4	水位計の選定	33
2-5	設置・維持管理手順の検討	39
2-6	観測情報の活用検討	42
第3章	水位等観測の推進にあたって	45
3-1	今後の課題及び手引き（案）の見直しについて	45
＜資料編＞		
1.	FS調査で設置した水位計一覧及び設置状況	49
2.	下水道管きょ内に設置する水位計のメーカーヒアリング結果	112
3.	水位計等観測実態調査（アンケート調査）結果	139
4.	水位計設置事例	178
5.	浸水発生時や長期の水位観測に関する自治体の事例	185
6.	水位計の適合性確認実験結果	201

<平成 28 年度増補改訂概要>

本手引き（案）は、これまでの知見やF S 調査、「新たな雨水管理計画策定手法に関する調査検討会」での議論を踏まえ、より効率的かつ効果的な浸水対策を実施していくための水位等の観測目的、手順、適切な設置場所等の基本的な考え方や、蓄積すべき観測情報に対する水位計の統一的な規格の考え方について示すものとして、平成 28 年 4 月に発刊されたものである。

今回の増補改訂（平成 29 年 7 月改訂）にあたっては、平成 28 年度に実施した F S 調査における知見等を踏まえ、内容の充実を図ったものである。

主な、増補改訂内容は以下のとおりである。

- ・水位計調査地点の選定例の追加（ポンプ排水区域における集水状況の確認（ポンプ運転と水位変動の関係性の把握）事例について）（p.23～24）
- ・水位計の選定に係る留意事項の追加（主に圧力式の選定に関する留意事項について）（p.35～38 及び資料編 6：p.201～210）
- ・浸水発生時や長期の水位観測に関する自治体の事例の追加（水位観測事例及びトラブル等の発生状況について）（資料編 5：p.185～200）

第1章 総論

1-1 目的

本手引き（案）は、既存ストックを活用した効率的かつ効果的な浸水対策を実施するため、その前提となる水位等観測に対する必要な手順及び考え方等を示すものであり、各下水道管理者が水位等観測を推進するための一助とすることを目的とする。

【解説】

近年、気候変動の影響により、下水道施設の能力を超える局地的な大雨等が頻発し、都市化の進展等に伴って、短時間に大量の雨水が流出し、内水氾濫のリスクが増大している。

そうした背景のもと、平成26年4月に「ストックを活用した都市浸水対策機能向上のための新たな基本的考え方」（ストックを活用した都市浸水対策機能向上検討委員会（委員長：古米弘明 東京大学大学院工学系研究科教授））をとりまとめ、施設情報や観測情報等の蓄積により、施設の「弱み」と「強み」を評価した上で、下水道施設の能力を超える降雨に対して、きめ細やかな対策により浸水被害を軽減するための新たな基本的考え方が示された。

国土交通省では、昨今の社会経済情勢の変化に対応し、管理運営時代の新たな下水道の政策体系として「新下水道ビジョン」を策定するため、（公社）日本下水道協会と共同で、下水道政策研究委員会（委員長：花木啓祐 東京大学大学院工学系研究科教授）を設置し、平成26年7月に「新下水道ビジョン」を策定した。その中では、下水道による浸水対策に対して、「雨水管理のスマート化」という概念が打ち出されており、水位等の観測情報や施設情報、既存施設の活用等、ハード対策に加えソフト・自助を組み合わせた効率的な取り組みを実施していくことを掲げている。

また、平成26年2月27日に社会資本整備審議会（会長：福岡捷二 中央大学研究開発機構教授）に対し、「新しい時代の下水道政策はいかにあるべきか」の諮問を行い、都市計画・歴史的風土分科会（分科会長：浅見泰司 東京大学工学系研究科教授）・都市計画部会（分科会長：中井検裕 東京工業大学大学院社会理工学研究科教授）及び河川分科会（分科会長：福岡捷二 中央大学研究開発機構教授）に「下水道小委員会」（委員長：花木啓祐 東京大学大学院工学系研究科教授）が設置、審議され、平成27年2月に、「新しい時代の下水道政策のあり方について（答申）」が行われた。この中では、都市部における浸水被害の軽減に向けて、地域の状況に対応した下水道施設の整備を進めるとともに、民間企業、住民等が一体となったハード・ソフト対策により、浸水被害を最小化するための効果的・効率的な対策を促進することとされている。その具体的な施策として、民間による雨水貯留浸透施設の設置、内水浸水想定を作成や雨水排除に特化した公共下水道の実施の他、下水道管きょ内水位情報を水防管理者等に周知する制度の導入や管きょ内水位の観測データ等、浸水に係る情報基盤の整備を推進することなどに取り

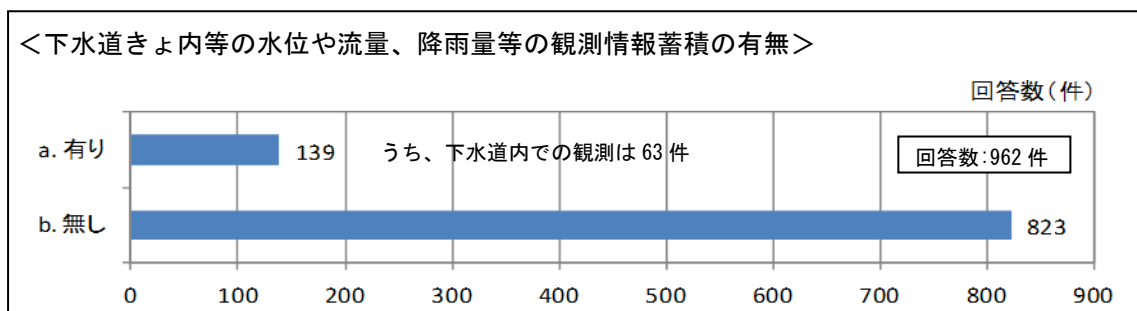
組むこととされている。なお、先般の平成 27 年 5 月 13 日に成立した「水防法等の一部を改正する法律」では、住民の避難等に資する情報を的確に提供するため、都道府県知事または市町村長は、内水により相当な損害を生ずるおそれがあるものとして指定した公共下水道等の排水施設等（以下、「水位周知下水道」という。）について、内水による災害の発生を特に警戒すべき水位として内水氾濫危険水位を定め、水位周知下水道の水位がこれに達したときは、都道府県の水防計画で定める水防管理者および量水標管理者に通知するとともに、必要に応じて一般に周知しなければならないとしている。

また、平成 27 年度より、「下水道浸水被害軽減総合事業」の実施にあたっては、下水道管きよ内水位等の観測情報の蓄積状況及び今後の観測計画を定めることを求めている。

このように、今後の浸水対策として、下水道管きよ内等の水位を観測し、流下状況を正確に把握することが重要であるとの認識を示しているところであるが、現状においては、ポンプ場等の運転操作のために水位計を設置している事例は比較的に見られるものの、常時の水位等観測情報の蓄積・活用が十分に進んでいない（図 1-1 及び図 1-2 参照）。

今後、各下水道管理者において、より効率的かつ効果的な浸水対策を実施していくために、水位等の観測情報を活用していくことが必要不可欠であるが、水位等の観測に際しては、その運用に関する情報が乏しく、また、情報を蓄積する目的に対して、どのような機器をどのような場所に設置すれば良いのかの知見についての整理が不十分であること、機器のメーカーごとに水位等観測機器の規格が異なることが推進にあたっての一つの課題となっている。

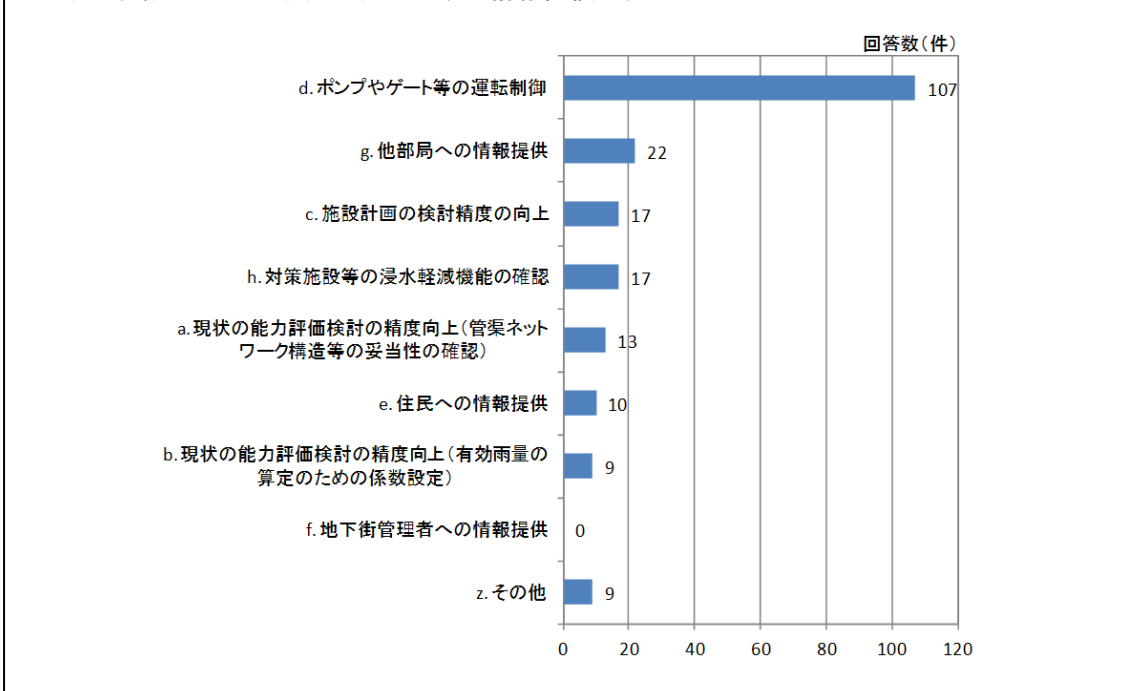
本手引き（案）は、水位等の観測目的、手順、適切な設置場所等の基本的な考え方や、蓄積すべき観測情報に対する水位計の統一的な規格の考え方について示すものであり、各下水道管理者は、本手引き（案）を参考に、水位等観測に対して積極的に取り組まれない。



資料：国土交通省調べ（下水道管理者へのアンケート調査（平成 27 年 10 月実施））

図 1-1 観測情報蓄積の実態調査（情報蓄積の有無）

＜下水道施設における水位や流量の観測情報蓄積の目的＞



資料：国土交通省調べ（下水道管理者へのアンケート調査（平成27年10月実施））

図 1-2 観測情報蓄積の実態調査（蓄積の目的）

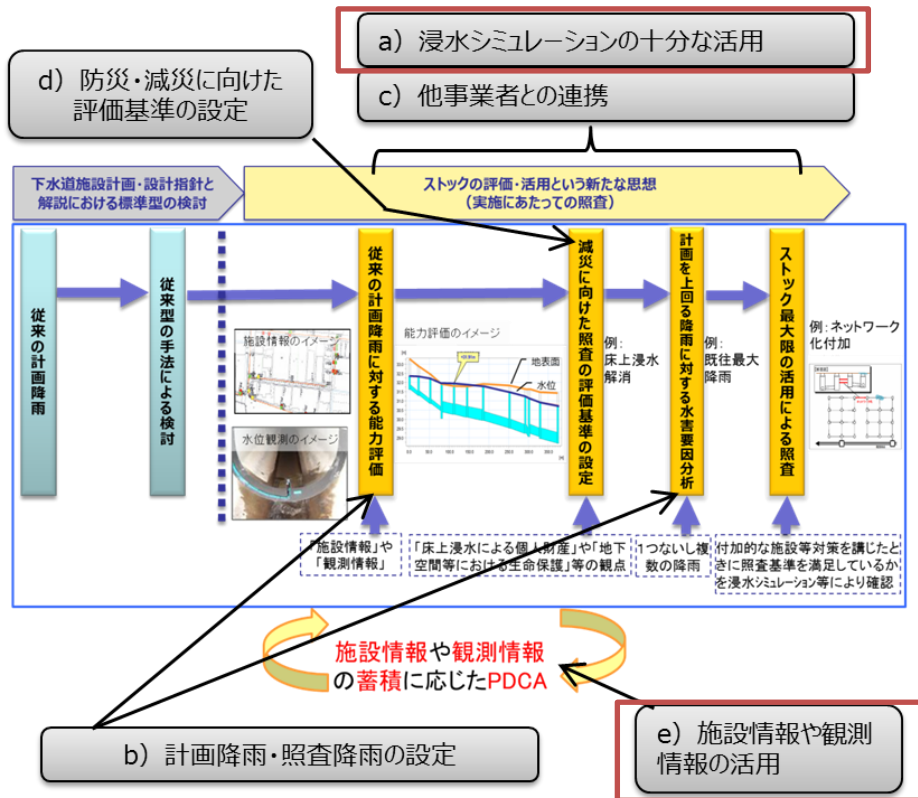
1-2 適用範囲

本手引き（案）は、雨水管理計画の策定時及び運用時において、下水道の雨水管や合流管等での水位等観測を実施する場合に参考とする。

【解説】

ストックの評価・活用という新たな思想では、その実現のため、図 1-3 に示す5つの技術的要素（「a）浸水シミュレーションの十分な活用」、「b）近年の降雨特性等を反映した計画降雨・照査降雨の設定」、「c）他事業者との現況及び計画との連携」、「d）防災・減災に応じた評価基準の設定」、「e）計画のPDCAを廻すための施設情報や観測情報の活用」）が重要となる。そのうち、水位等観測については、特に、雨水管理計画を策定する際（計画時）の「a）浸水シミュレーションの十分な活用」と雨水管理計画策定後に計画のPDCAを廻す際（運用時）の「e）施設情報や観測情報の活用」に必要となるものである。

各技術的要素での主な水位等観測の目的及び活用用途については、表 1-1 に示すとおりである。



注. 照査降雨：下水道浸水被害軽減総合計画等を策定する上で、公助・自助によるハード対策及びソフト対策の検討を行う場合に対象とする降雨（レベル1' 降雨：既往最大や一定の被害が想定される降雨等、レベル2 降雨：想定最大降雨）。なお、照査降雨の正式な位置付けについては、現在見直し中の「下水道施設計画・設計指針と解説」の中で定義する予定としており、上記の定義は仮定義である。

図 1-3 ストックを活用の考え方を実現するための重要な5つの要素

表 1-1 水位等観測の主な目的及び活用用途

	目的	活用用途
【目的Ⅰ】 浸水シミュレーションの十分な活用 <計画時>	1. 現状の能力評価検討の精度向上	(1) ネットワーク構造等の妥当性確認 (2) 有効雨量の算定のための係数設定
	2. 施設計画の検討精度向上	シミュレーション結果における水理的なネック箇所等の観測情報との比較を行い、シミュレーション結果の妥当性を確認（施設計画の検討に反映）する。
【目的Ⅱ】 施設情報や観測情報の活用 <運用時>	1. ポンプやゲート等の運転制御	観測情報とポンプ施設やゲート等の施設運転との関係性の分析を行い、リアルタイム観測情報を用いた運転制御に活用する。
	2. 水防管理者等への情報提供	水防管理者等へ観測情報を提供し、地下街利用者等への警報発信等に活用する。
	3. 対策施設等の浸水被害軽減効果確認	対策前後の観測情報の比較等により、計画時に定めた浸水軽減機能が発揮されているか確認する。

1-3 水位等観測手順及び考慮すべき事項

水位等観測にあたっては、以下の手順に従う。また、水位等観測の目的を踏まえ、各手順において考慮すべき事項の検討を行う。

- (1) 基礎調査
- (2) 調査地点の選定
- (3) 観測項目・精度及び調査期間の設定
- (4) 水位計の選定
- (5) 設置・維持管理手順の検討
- (6) 観測情報の活用検討

【解説】

水位等観測にあたっては、以下のフローに従い検討を行い、水位等観測計画としてとりまとめる。

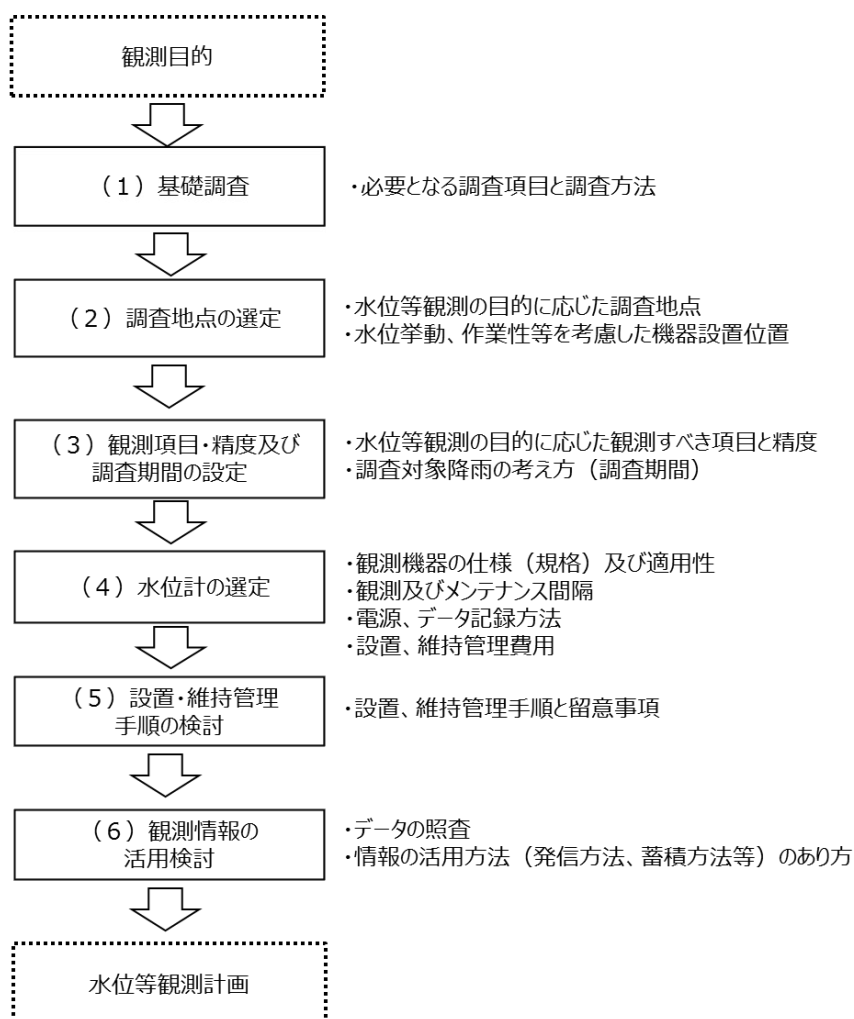


図 1-4 水位等観測手順と検討すべき事項

(1) 基礎調査 (2-1 節参照)

基礎調査は、水位等観測計画を策定する際の基礎となるもので、各種資料を収集及び調査し整理することを目的とする。

観測目的に応じて必要となる資料も異なることから、事前に必要となる資料項目の整理及び収集の可否、調査方法について検討を行い、調査を実施する必要がある。

(2) 調査地点の選定 (2-2 節参照)

水位等観測にあたっては、その観測目的に応じて観測機器を設置すべき場所は異なる。観測目的に見合った観測情報を得るために、調査地点の選定に対する視点を明確にし、適切な調査地点を選定する必要がある。

設置位置については、観測精度を確保するため、水の乱れの影響が少ない箇所に設置することが望ましく、また、設置や維持管理作業時に作業員の安全が確保される場所である必要がある。したがって、調査地点の選定にあたっては、前述の基礎調査結果や現地踏査による施設状況等について十分に確認を行った上で検討を行う。

(3) 観測項目・精度及び調査期間の選定 (2-3 節参照)

管きょ内等の流況を把握するためには、最低限、水位を観測することが必要となる。ただし、放流先河川等の背水の影響がある場合においては、水位のみの計測では正確な流況が把握できないため、併せて流速（流量）を観測することが望ましい。

なお、観測精度は、設置する水位計等の機器仕様に依存する。また、設置位置によっては、水の乱れの影響も考えられる。観測目的に応じて、必要とする観測精度を検討し、前述の設置位置や後述する水位計の選定に反映させるものとする。

水位等観測情報の浸水対策への活用にあたっては、常時の観測を行い、継続的に観測情報を蓄積することが望ましい。なお、計画策定時において、シミュレーションを活用し、再現性確認を行う場合には、観測期間中の降雨状況をもとに解析に適した観測データを選択して実施することとなる。

(4) 水位計の選定 (2-4 節参照)

使用する水位計については、観測目的に見合ったデータの取得が可能な機器を選定する必要がある。水位計には、圧力式や超音波式等、様々な観測形式があり、それぞれが有する特徴や性能が異なる。したがって、水位計の選定にあたっては、各機器の仕様を確認するとともに、観測条件への適合性を判断する必要がある。

また、設置後の計測環境やメンテナンス性についても考慮する他、特に、運用時においては、予め電源の供給方法やデータ記録方式等のシステム構築についての検討も必要となる。

なお、観測については、設置費用の他、定期的な維持管理作業について費用が発生するこ

とから、必要となる費用についても、比較検討の上、水位計を選定することが望ましい。

(5) 設置・維持管理手順の検討 (2-5 節参照)

水位等観測の現場作業を実施する際は、事前に作業手順や留意事項等を記載した作業計画書を作成する。作業計画書の作成にあたっては、事前に現地踏査を行い、現地状況を確認するとともに、実施体制及び必要となる作業の検討を行う。また、作業時の事故防止のため、安全管理については十分な検討を行う必要がある。

下水道施設内で作業を行う際は、下水道部局内の内部調整の他、道路等の関連管理者と事前に協議を行う必要がある。また、道路上での作業については道路使用許可申請が、他管理者の施設を使って水位計を設置する場合には施設占用許可申請が必要となるので留意する必要がある。

最終的には、現地の施設構造内の流況確認を行うとともに、設置等の作業の可否、安全性を判断した上で、現地作業を実施する。

(6) 観測情報の活用検討 (2-6 節参照)

観測情報は、その観測目的にあった活用を図るため、取得したデータの整理が必要となる。なお、データの整理にあたっては、観測データの質を確保するための照査を行う。

また、今後の継続的な活用にあたっては、データを蓄積していくことが重要となることから、データの保存形式等の蓄積方法についても検討しておく必要がある。観測情報を住民等へ提供する場合においては、その発信方法について検討を行う。

1-4 用語の定義

本手引き（案）の中で取り扱う用語は、それぞれ以下のように定義する。

(1) 雨水管理計画

「下水道施設計画・設計指針と解説 2009年版 (社)日本下水道協会」で示されているとおり、管きよ、ポンプ場及び雨水流出抑制施設等の整備による効率的な雨水排除とソフト対策、自助を組み合わせつつ雨水利用の観点を考慮しつつ、効果的に浸水被害の最小化を図る雨水に関する総合的な計画をいう。

(2) 水位周知下水道

都道府県知事又は市町村長が、内水により相当な損害が生じるおそれがあるものとして指定した公共下水道等の排水施設等。都道府県知事又は市町村長は、水位周知下水道について、当該下水道の水位があらかじめ定めた内水氾濫危険水位に達したとき、水位を示して通知及び周

知を行う（水防法第 13 条の 2）。

（3）内水氾濫危険水位

内水による災害の発生を特に警戒すべき水位。都道府県知事または市町村長は、指定した水位周知下水道においてこの水位に到達したときは、水位到達情報を水防管理者及び量水標管理者に通知するとともに、必要に応じて一般に周知しなければならない（水防法第 13 条の 2 に規定される雨水出水特別警戒水位）。

（4）水防管理者

水防管理団体である市町村の長又は水防事務組合の管理者若しくは長若しくは水害予防組合の管理者をいう（水防法第 2 条第 2 項）。

（5）計画時

浸水シミュレーションを活用した雨水管理計画の策定時のことをいう。計画時における水位等観測については、現状の能力評価検討の精度向上（ネットワーク構造等の妥当性確認や有効雨量の算定のための係数設定）や施設計画の検討精度向上等への活用が想定される。

（6）運用時

既存ストックの雨水管理に対して施設情報や観測情報を活用する際のことをいう。運用時における水位等観測については、ポンプやゲート等の運転制御や水防管理者等への情報提供、対策施設等の浸水被害軽減効果確認等への活用が想定される。

（7）浸水シミュレーション

一定の条件の降雨があると仮定して、その排水区の特性を反映した流出・はん濫現象を解析すること。

（8）キャリブレーション

流域特性を踏まえて、解析を行うためのパラメータを設定することをいう。パラメータの確認のため、水位等の観測値とシミュレーション値の比較を行う。

（9）背水

下流側の水位変化の影響が上流側に及ぶ現象のこと。

（10）有効雨量

降雨量から、蒸発・浸透・窪地貯留等の損失の部分を除いた、表面流出に関する雨量をいう。

第2章 水位等観測計画の策定

2-1 基礎調査

水位等観測計画の策定にあたっては、観測目的、情報の用途に応じて、以下のような情報を収集し、整理する。なお、調査にあたっては、関係部署とも連携し、可能な限り詳細な資料の入手に努める。

- (1) 浸水被害実績
- (2) 降雨記録
- (3) 河川水位・潮位
- (4) 下水道施設整備状況
- (5) 下水道計画
- (6) 河川等整備状況
- (7) 地形・地勢等の状況
- (8) 地下空間の利用状況
- (9) 水位計等の設置状況

【解説】

基礎調査では、観測目的に応じて適切な観測情報の取得が可能となるよう、十分な調査を実施し、調査地点の選定等、水位等観測計画の策定に反映させる。

水位等観測計画の策定にあたっては、主に表 2-1 に示す項目について調査を行う。

調査にあたっては、観測目的に応じて、資料の必要性を判断し、可能な範囲で収集し、整理を行う。また、下水道施設のみならず、管理者が異なる河川や農業排水路等を含めた水系単位での現況把握が必要であること、住民等への情報提供等を目的とした場合、防災部局と連携した取り組みも必要となることから、関係部署とも連携して調査を実施する。

表 2-1 基礎調査の概要

大項目	中項目	目的・用途			
		観測計画策定に関する基礎調査			
		浸水シミュレーション 活用 (計画時)	観測情報活用 (運用時)		
施設 運転制御	情報 提供		被害軽減 効果確認		
①浸水被害 実績	■日時、場所	◎	○	◎	◎
	■被害状況（浸水面積、床上床下戸数、浸水深、浸水原因等）	◎	○	◎	◎
	■水防活動状況	—	—	◎	—
②降雨記録	■気象庁の観測点：名称、所在地	◎	◎	◎	◎
	■上記の時系列降雨量	○	○	○	○
	■XRAIN データ	○	○	○	○
③河川水位・潮位	■観測点：名称、所在地	○	○	○	○
	■上記の時系列水位	○	○	○	○
④下水道施設整備 状況	■雨水整備区域、幹線整備状況	◎	◎	◎	◎
	■下水管台帳（地盤高、人孔座標、管径、管底高、延長）	◎	◎	◎	◎
	■水理構造物（雨水吐口、分水施設、ポンプ施設、ゲート、雨水貯留浸透施設等）の構造図	◎	◎	◎	◎
	■その他汚水排出施設（ビルピット等） ※合流式下水道の場合	○	○	○	○
⑤下水道計画	■下水道法事業計画書	◎	○	○	○
	■一般平面図	◎	○	○	○
	■施設区画割平面図	◎	○	○	○
	■流量計算表	◎	○	○	○
	■計画降雨諸元（整備目標（確率年）、確率年別降雨量、降雨強度式等）	◎	○	○	○
	■その他ハザードマップに適用した降雨諸元（降雨時系列、総降雨量等）	○	○	○	○
⑥河川等 整備状況	■河川の現況と計画（整備状況・計画、計画諸元、断面・縦断等）	◎	○	○	○
	■農業用排水路の現況と計画（施設諸元、図面等）	◎	○	○	○
	■排水機場（施設諸元、図面、操作規則等）	◎	○	○	○
	■貯留・浸透施設の現況と計画（施設諸元、図面等）	◎	○	○	○
⑦地形・地勢 等状況	■地形図（DM データ（デジタルマップデータ）等）	◎	○	○	○
	■標高図（LP データ（航空レーザー測量データ）等）	◎	○	○	○
	■都市計画用途地域図	◎	○	○	○
	■土地利用図（数値情報、図面等）	◎	○	○	○
⑧地下空間の 利用状況	■地下街	—	—	◎	—
	■その他地下空間施設情報	—	—	◎	—
⑨水位計等の 設置状況	■水位計等設置状況（位置、機種等）	◎	◎	◎	◎

注. ◎：原則として調査するもの ○：必要に応じて調査するもの

(1) 浸水被害実績

浸水被害実績は、水位等観測計画を策定する際に、当該排水区における現状把握の基礎情報となるものである。特に、観測情報を浸水シミュレーションに活用する場合や住民等への情報提供、対策施設の被害軽減機能の確認のために活用する場合には、浸水被害状況を加味して、水位等観測計画を策定する必要がある。

浸水被害実績としては、被害が生じた日時・場所、被害状況（浸水面積、床上床下戸数、浸水深、浸水原因等）について、資料を収集し、整理する。

また、住民等への情報提供に活用する場合においては、併せて、浸水発生時における水防活動状況についても把握しておくことが望ましい。

(2) 降雨記録

水位等観測を行うにあたって、降雨観測地点を把握しておく必要がある。降雨記録は、気象庁のほか、消防等他部局の観測地点も含め把握し、水位等観測情報の整理にあたっての方針を決定しておく必要がある。降雨観測地点については、近年、局地的な降雨も多く、水位等観測結果との相関が適切に得られるよう、近傍の観測地点や複数の観測地点を選定する他、X-RAIN 等の地上レーダーの観測値を使用することも検討する。また、近傍に既設の観測地点がない場合は、新たに雨量計を設置することも考慮する。また、浸水発生時における時系列降雨量等を確認し、観測対象とすべき降雨規模等についても事前に確認しておくことが望ましい。なお、気象庁において配信されている時系列降雨量の最小単位は 10 分単位である。目的に応じ、より細かな単位での把握を必要とする場合には、別途考慮する。

(3) 河川水位・潮位

浸水の発生要因としては、排水先の河川水位や潮位についても影響がある。したがって、河川水位や潮位の影響が考えられる場合には、放流先近傍の観測地点における時系列水位を把握し、水位等観測にあたって、同時に河川水位や潮位データを収集する必要があるか判断する必要がある。

(4) 下水道施設整備状況

下水道整備区域、幹線整備状況等について、調査を行い、現況の排水区域及び排水系統を把握する。

下水道管路等の施設情報については、水位等観測の調査地点及び水位計等の設置位置を選定する上での基礎情報となるものであり、下水道台帳のほか、分水施設やポンプ場施設等の水理構造物の構造図についても資料を収集し、整理を行う。

また、合流式下水道の場合にあっては、晴天時における汚水の流下状況を確認するとともに、ビルピット等の間欠的な汚水排水施設の状況を確認し、当該箇所における水位観測への当該施設の影響の有無を把握する必要がある。

(5) 下水道計画

水位等観測情報を浸水シミュレーションに活用する場合については、下水道計画における

計画排水区域や流出量について、重要な参考情報となる。

下水道計画については、下水道法事業計画書、一般平面図、施設区画割施設平面図、流量計算表、計画降雨諸元等について、資料を収集し、整理する。また、内水ハザードマップを策定している場合においては、必要に応じて適用している降雨諸元についても把握しておく。

(6) 河川等整備状況

雨水の排水状況については、河川や農業排水路、排水機場等の下水道施設以外の排水施設や貯留・浸透施設の整備状況にも影響を受ける。特に、浸水シミュレーションに活用する場合については、下水道施設以外の排水施設や貯留・浸透施設についても必要に応じて調査し、把握を行うことが望ましい。

(7) 地形・地勢等状況

地形状況や土地利用状況等の流域特性により、雨水の流出状況は異なる。特に、浸水シミュレーションに活用する場合、流域特性を加味することが重要となるため、地形図や標高図、都市計画用途地域図、土地利用図等について、資料を収集し、整理する。

(8) 地下空間の利用状況

水位周知下水道の検討においては、地下街、地下鉄駅、地下街等出入口の高さ等を把握する。なお、市町村地域防災計画には、地下街等の利用者の避難の確保および浸水の防止のための措置に関する計画を作成する地下街等の所有者または管理者が定められていることから、市町村地域防災計画の活用も有効である。

(9) 水位計等の設置状況

既に設置している水位計等については、その位置や機種等を調査し、観測情報の有効活用を目的に、策定する水位等観測計画に反映する。

なお、水位周知下水道における基礎調査の考え方については、次の資料を参考とすること。
※「水位周知下水道制度に係る技術資料（案）」、国土交通省水管理・国土保全局下水道部、平成 28 年 4 月

2-2 調査地点の選定

調査地点は、水位等観測の目的に応じた観測データが入手可能な地点を選定する。なお、設置位置については、水の乱れの影響が少ない箇所を考慮するとともに、設置、維持管理、撤去時における作業の安全性を加味し、現地を確認の上、最終的に決定する。

- (1) 調査地点について
- (2) 設置位置について

【解説】

(1) 調査地点について

観測目的により調査すべき地点は異なる。各目的による調査すべき代表地点の例を表 2-2 に示す。

計画時においては、シミュレーションの精度向上を目的として、調査地点を選定する。調査地点は、流域の最下流付近の吐口部や主要幹線（最長ルート）等の流域を代表する箇所や浸水実績箇所の他、特殊構造物や特徴的な水路構造による水理特性を把握できる箇所に設置することが望ましい。また、境界条件となる河川等の水位が影響する路線については、併せてその状況を観測することが望ましい。なお、シミュレーション後に水理上のネック箇所が確認された場合には、追加観測を検討する。

運用時においては、それぞれの目的に応じた制御水位あるいは基準水位を設定できる地点を選定する。各々、ポンプやゲート、可動堰等の施設の運転制御では、施設内の水位との連動性があり、事前操作など施設運転に反映可能な地点を、住民や他部局への情報提供については、浸水までの水位上昇速度が把握でき、基準水位による危険周知が可能となる地点を選定する必要がある。また、対策施設の被害軽減効果の確認においては、計画時の想定効果が得られているか、対策前後の水位比較等、効果の確認が可能となる地点を選定する。

なお、水位周知下水道における調査地点の考え方等については、次の資料を参考とすること。

※「水位周知下水道制度に係る技術資料（案）」、国土交通省水管理・国土保全局下水道部、平成 28 年 4 月

表 2-2 調査すべき代表地点（例）

目的		代表調査地点	選定視点	
計画時	現状の能力評価検討の精度向上	ネットワーク構造等の妥当性確認	吐口部や主要幹線（最長ルート）	排水系統の概況が捉えられる地点
			浸水実績箇所	浸水発生現象を把握できる地点
			特殊構造物の近傍	分水等の特殊構造物の水理特性が把握できる地点
			水路構造が特徴的な路線	断面形状（暗渠・開渠等）や管材、断面急縮部等の構造的に水理的な影響がある地点
			背水の恐れがある路線	河川等背水状況を把握できる地点
	有効雨量の算定のための係数設定	代表的な流出特性を有する箇所	土地利用や地形勾配等の違いによる流出率を把握できる地点	
施設計画の検討精度向上		シミュレーションでの水理的なネック箇所	シミュレーション結果との比較が可能な地点	
運用時	ポンプやゲート等の運転制御	施設運転のトリガー箇所	ポンプやゲート等の施設運転との関係性がある地点や浸水常襲地点	
		特殊構造物の近傍	可動方式の分水等の施設運転との関係性がある地点	
	水防管理者等への情報提供	生命保護の観点で重要な地区（地下街等）	水位上昇速度を踏まえ、危険周知が可能である地点	
		浸水常襲地区	水位上昇速度を踏まえ、危険周知が可能である地点	
	対策施設等の浸水被害軽減効果確認	被害軽減効果が得られる箇所	対策前後の水位状況の比較等想定対策効果の確認が可能である地点	

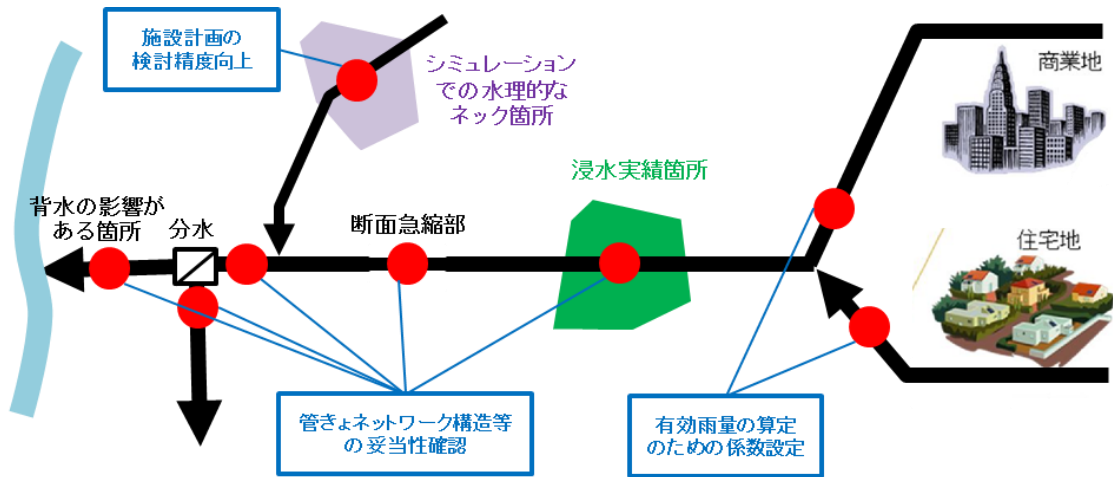


図 2-1 調査すべき代表地点（計画時の例）

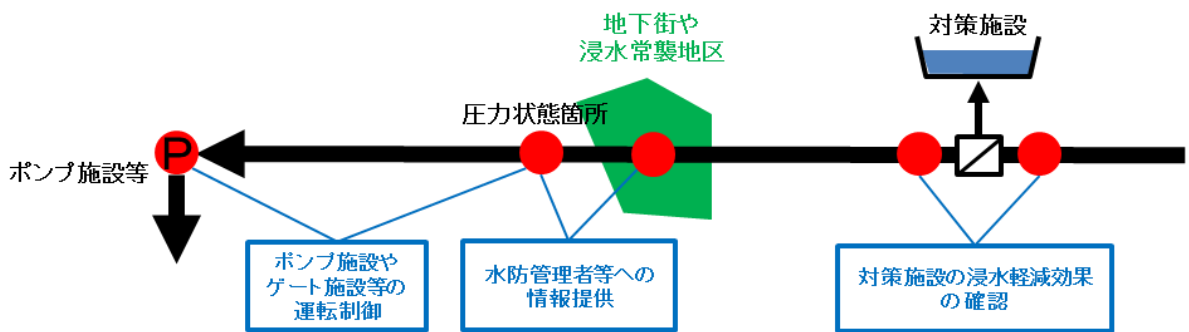


図 2-2 調査すべき代表地点（運用時の例）

上記、代表地点については、排水区内に複数の該当地点が存在するものである。具体の調査地点を選定する際においては、排水区内の該当地点を抽出した上で、各目的での活用に充足する観測値が取得できる調査地点の選定を行う。

なお、特に、計画時においては、シミュレーションの精度をより高めるために、複数地点での観測が望ましい。したがって、必要に応じて複数地点での観測を検討するものとする。

代表地点における具体の調査地点の選定例として、フィージビリティスタディ調査（以降、「FS調査」という。）での事例を以下に示す。

<参考> F S 調査結果（調査地点の選定例 1）

【内容】

F S 調査排水区を対象に、代表調査地点に該当する地点を抽出し、各目的に応じた具体的な調査地点を選定した。

【選定結果（代表調査地点における具体的な調査地点の選定視点）】

各代表調査地点における具体的な調査地点の選定例を以下に示す。また、各代表地点の抽出、調査地点の選定イメージを次ページ以降に示す。

(1) 計画時の視点

①現状の能力評価検討の精度向上（管きょネットワーク構造等の妥当性確認）

a. 吐口部や主要幹線（4 箇所のうち 4 箇所を選定）

排水区別に水収支を把握するため、各排水区の流末の全地点を選定

b. 浸水実績箇所（24 箇所のうち 5 箇所を選定）

浸水実績箇所のうち、床上・床下浸水実績があり、被害が集中している地点を選定

c. 特殊構造物の近傍（29 箇所のうち 4 箇所を選定）

分水堰やオリフィス等の構造物のうち、水収支や水位変動に特に影響が大きい施設を選定

d. 水路構造が特徴的な路線（23 箇所のうち 4 箇所を選定）

水路幅急変部（急縮部）のうち、場所により特徴の異なる地点を選定

e. 背水の恐れがある路線（4 箇所のうち 4 箇所を選定）

河川への放流地点での背水の影響の有無を確認するため、放流箇所の全地点を選定

②現状の能力評価検討の精度向上（有効雨量の算定のための係数設定）

a. 代表的な流出特性を有する箇所（55 箇所のうち 5 箇所を選定）

各用途で占有する地点のうち、各工種別の代表的な地点（他の工種の影響が少ない地点）を選定

③施設計画の検討精度向上

a. シミュレーションでの水理的なネック箇所（99 箇所のうち 6 箇所を選定）

シミュレーションで確認された浸水地点のうち、浸水実績との比較が必要な地点を選定

(2) 運用時の視点

④ポンプやゲート等の運転制御 ※F S 調査排水区内に該当施設なし

⑤水防管理者等への情報提供

a. 生命保護の観点で重要な地区（地下街等）（5 箇所のうち 1 箇所を選定）

地下施設の入り口付近の地点のうち、浸水した場合の影響が大きい地点を選定

b. 浸水常襲地区（6 箇所のうち 1 箇所を選定）

シミュレーションにより、管きょ内が早期に圧力状態になる地点のうち、床上浸水実績がある地点を選定

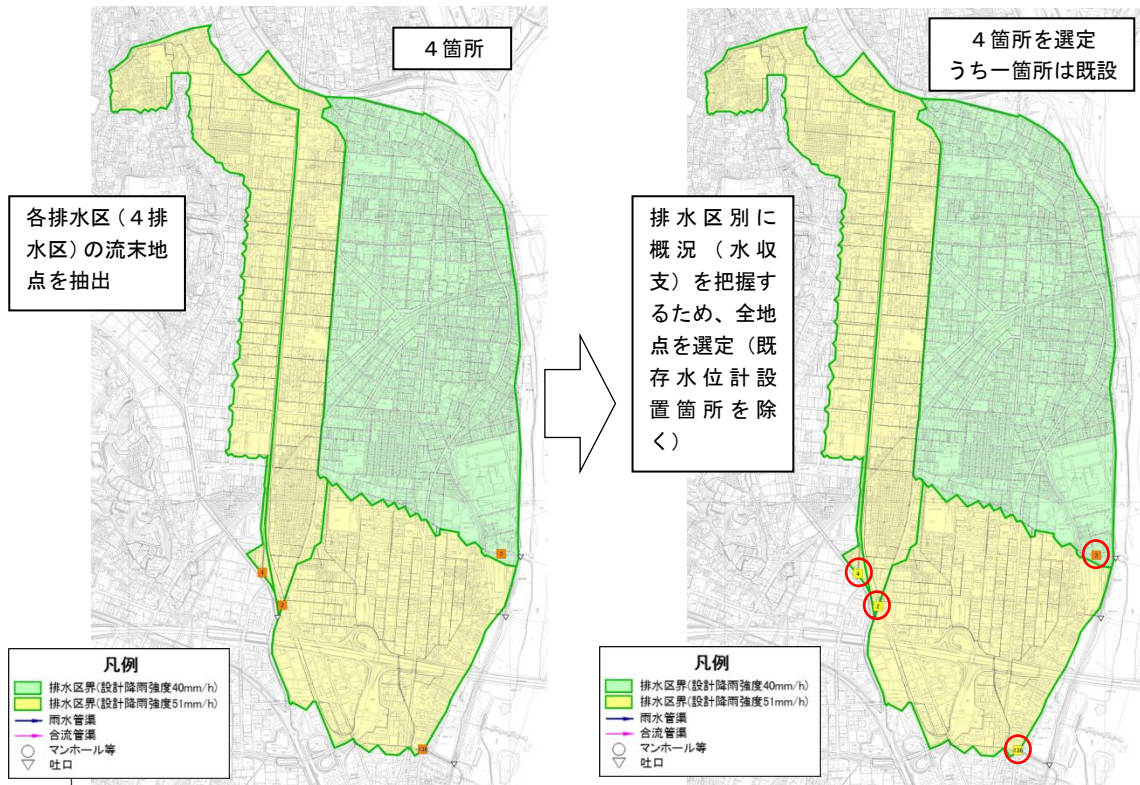
⑥対策施設等の浸水被害軽減効果確認

a. 被害軽減効果が得られる箇所（10 箇所のうち 2 箇所を選定）

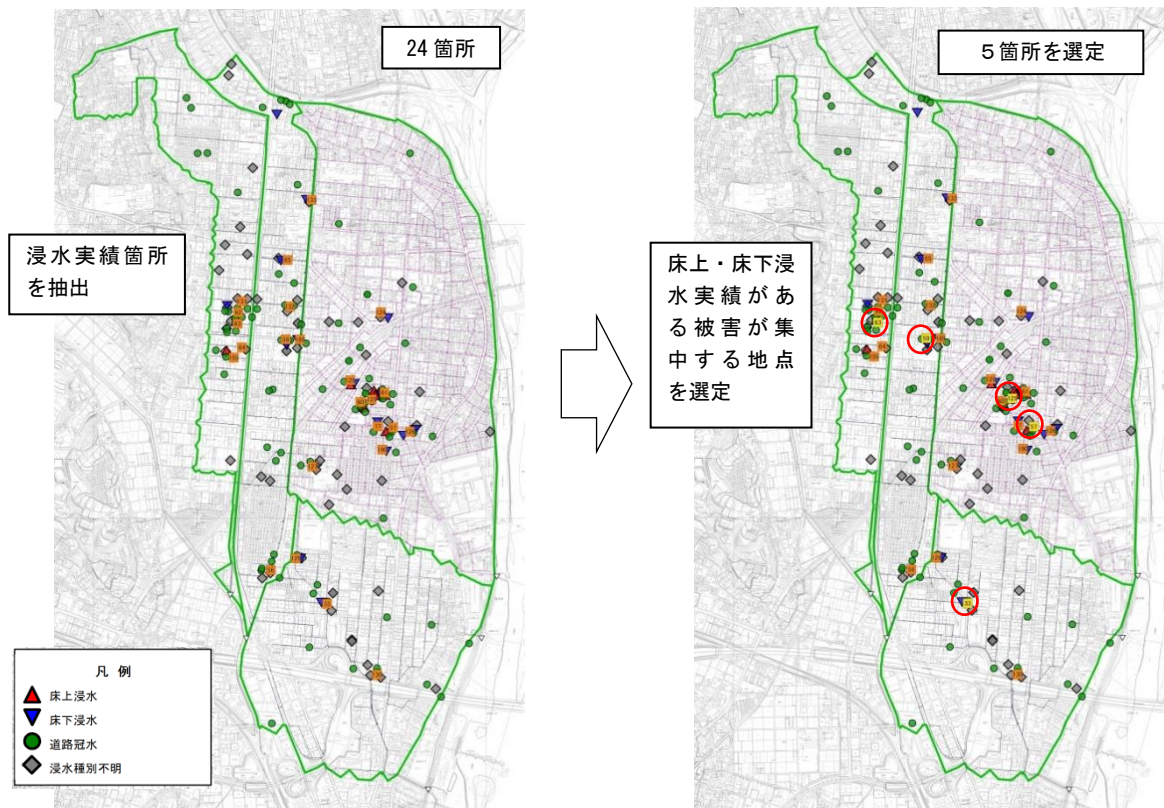
対策施設のうち、実行可能性の高い対策施設近傍の地点を選定（対策前の観測情報の蓄積）

①現状の能力評価検討の精度向上（管きょネットワーク構造等の妥当性確認）

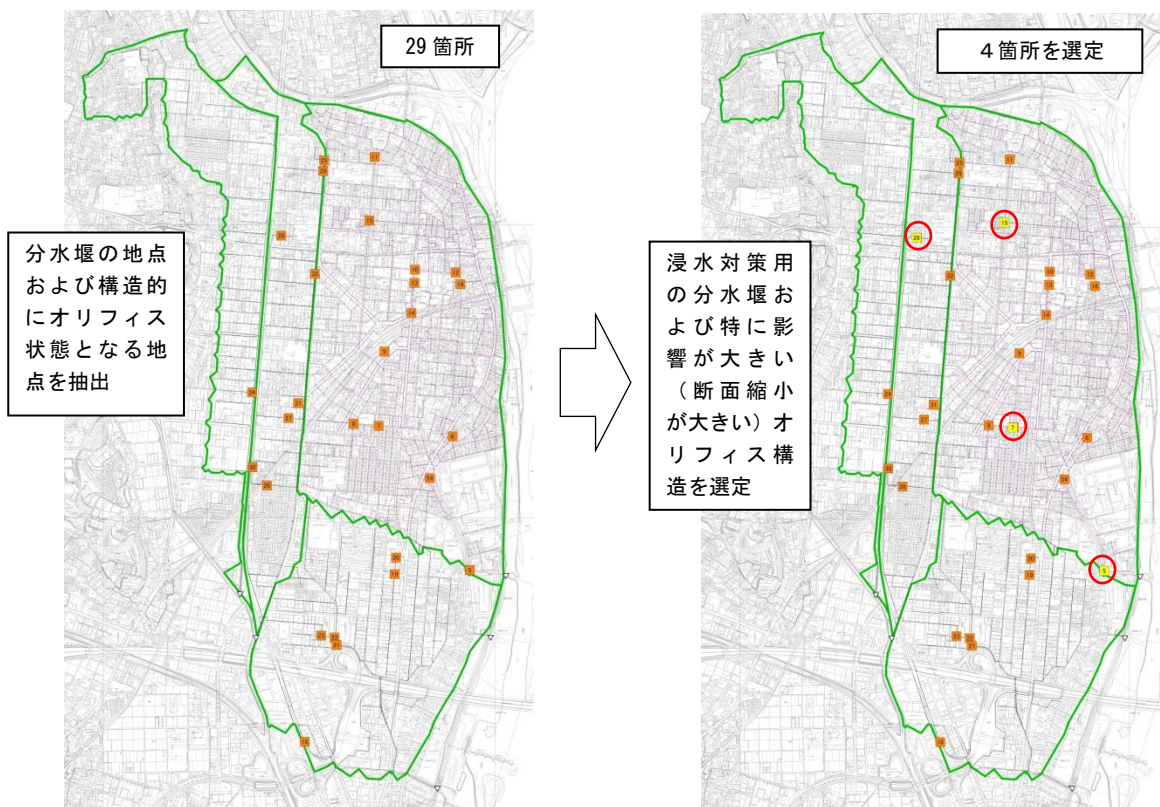
a. 吐口部や主要幹線



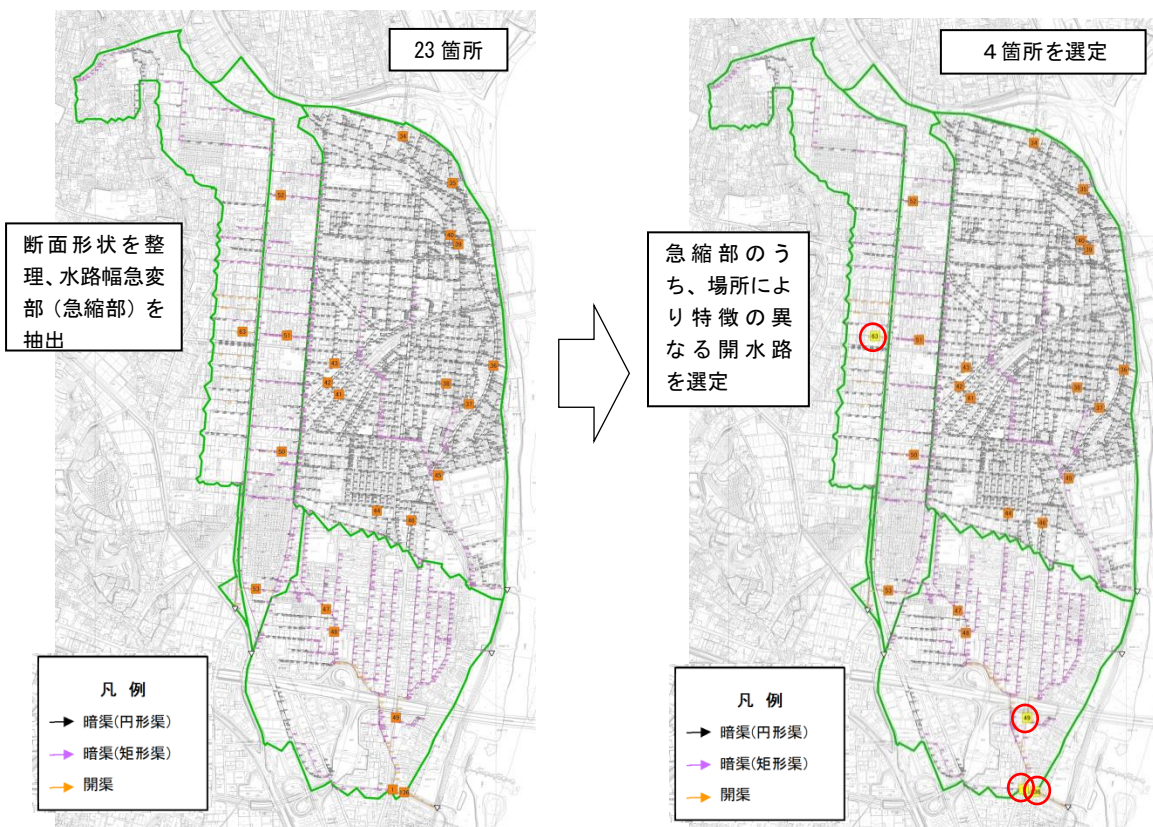
b. 浸水実績箇所



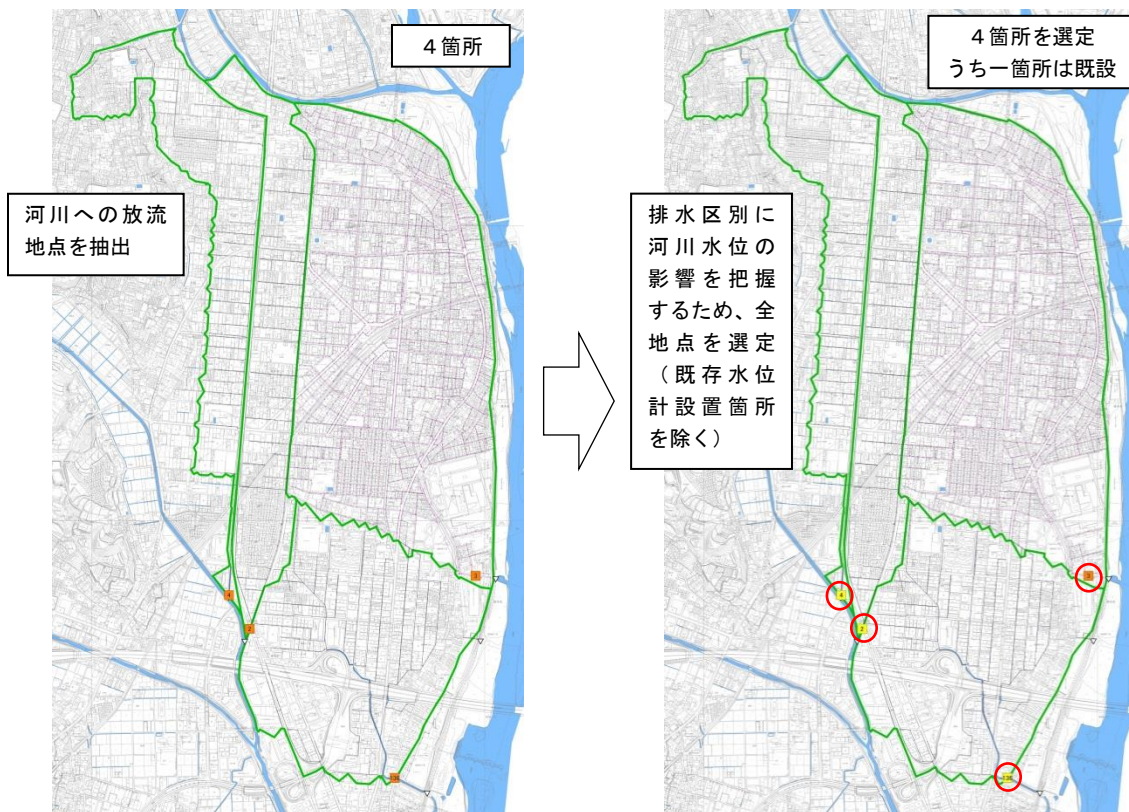
c. 特殊構造物の近傍



d. 水路構造が特徴的な路線

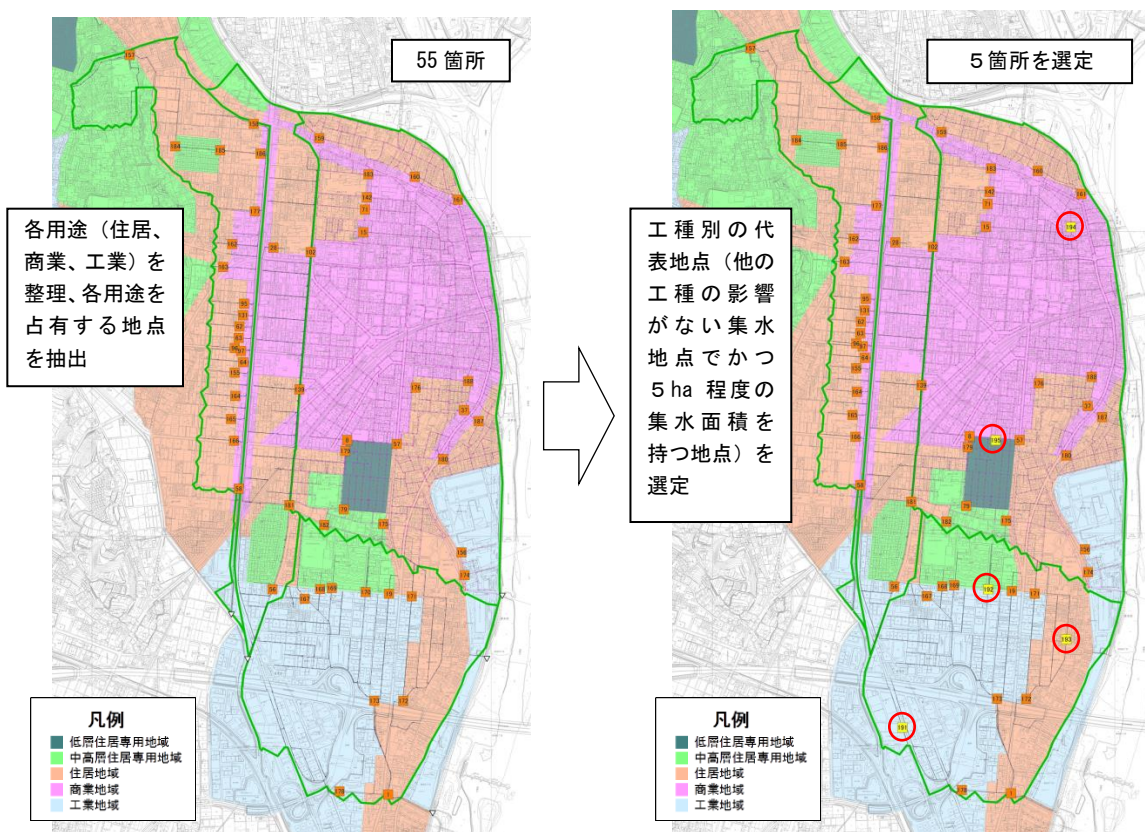


e. 背水の恐れがある路線



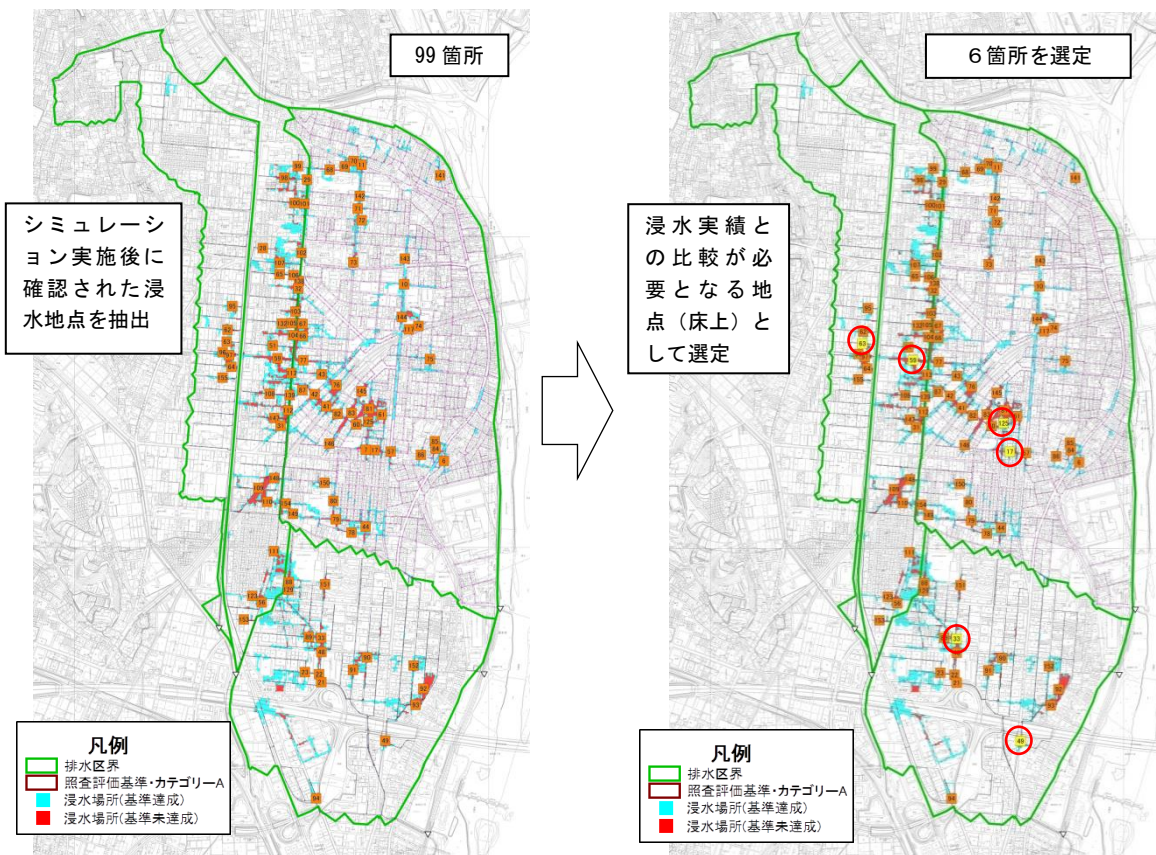
②現状の能力評価検討の精度向上（有効雨量の算定のための係数設定）

a. 代表的な流出特性を有する箇所



③施設計画の検討精度向上

a. シミュレーションでの水理的なネック箇所

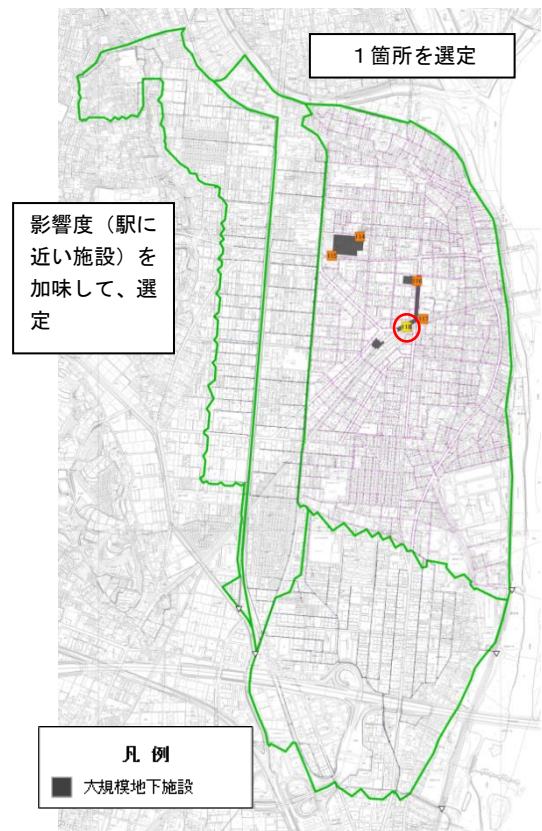
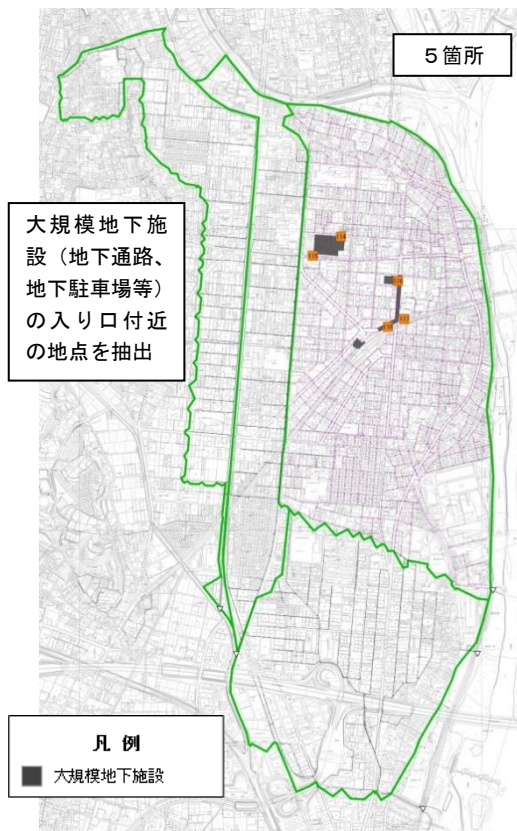


④ポンプやゲート等の運転制御

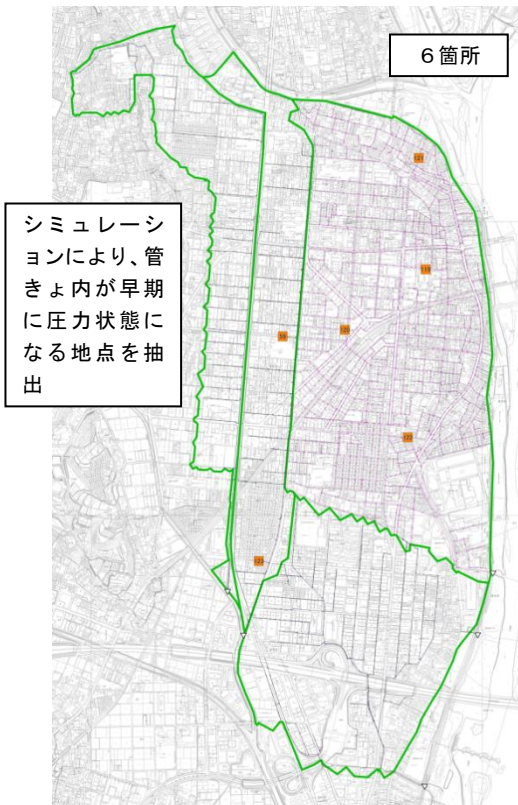
F S 調査対象排水区に該当施設なし

⑤水防管理者等への情報提供

a. 生命保護の観点で重要な地区（地下街等）

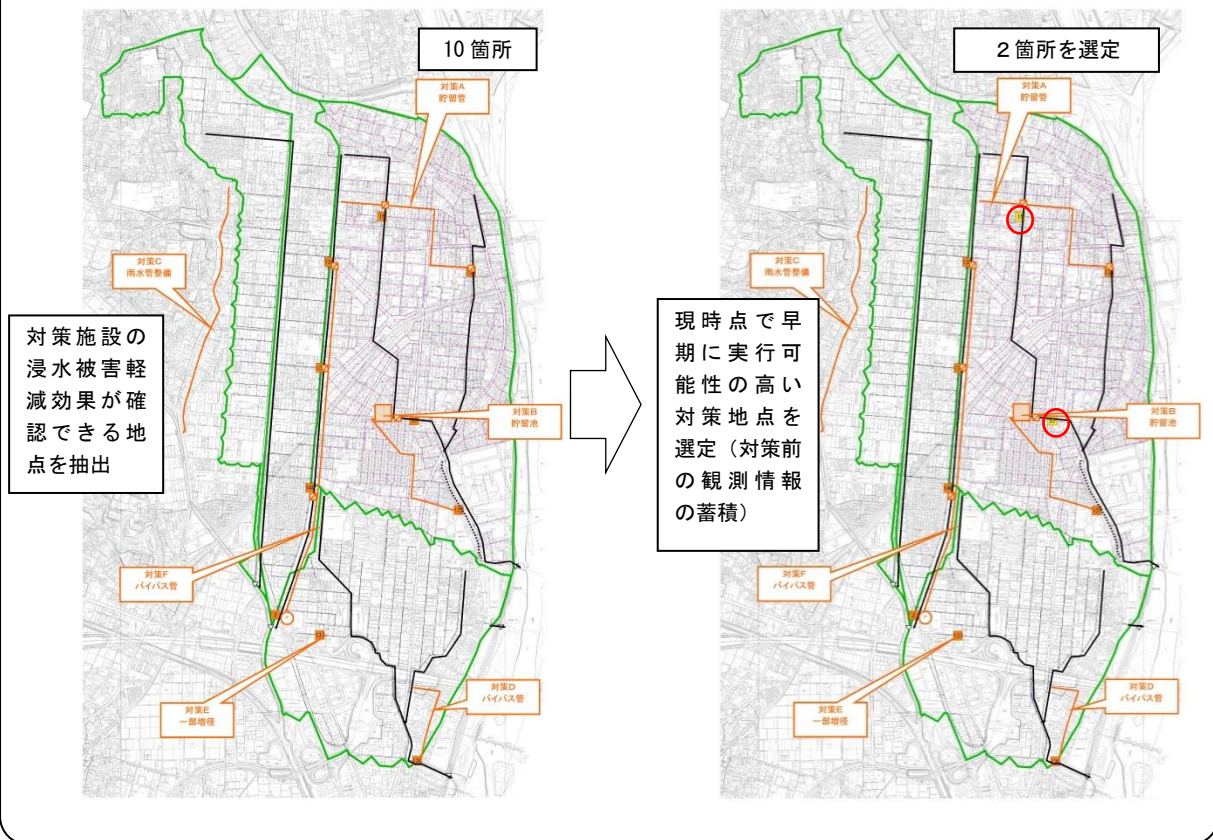


b. 浸水常襲地区



⑥対策施設等の浸水被害軽減効果確認

a. 被害軽減効果が得られる箇所



＜参考＞ F S 調査結果（調査地点の選定例 2）

【内容】

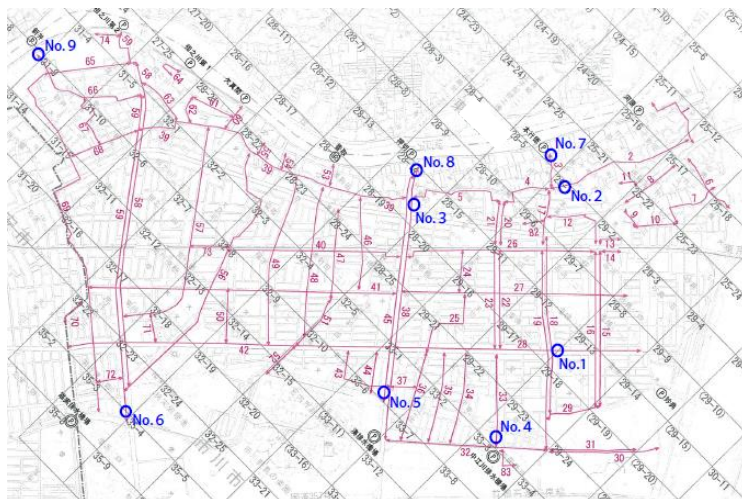
運用時におけるポンプの運転制御への活用を目的とした調査地点を選定した。

（F S 調査排水区の特徴）

河川に囲まれた海拔の低い平坦であり、雨水はポンプ排水によって系外へ排水される。なお、排水区内の管きょ整備状況については、柵渠（水路状の暗きょ）が網目状に配置され、柵渠同士の接続や交差について、不明な部分が多く水の流れが十分に把握できていない排水区である。

【選定結果】

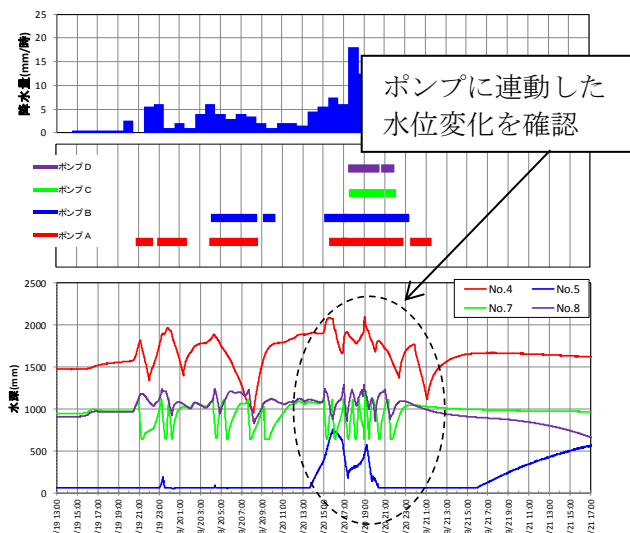
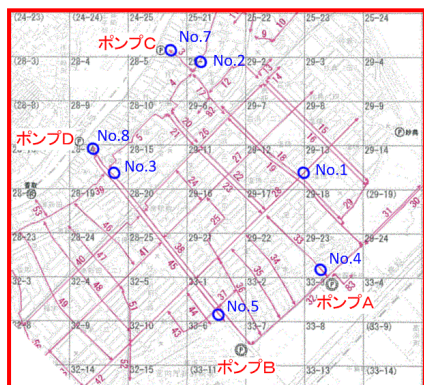
水位観測によりポンプ運転と水位変動の関係性を把握できる調査地点として、ポンプ施設流入部（No.4,5,6,7,8,9）及び雨水の排水状況を把握できる調査地点として、排水区内の柵渠（No.1,2,3）の計 9 地点(下図青丸参照)を選定した。



※観測結果の活用について

水位観測により以下の把握が可能となった。

- 複数箇所での水位観測により雨天時の複雑な水の流れが推察できる。
- 排水ポンプの運転時間と水位変化の関係性からポンプ排水の影響範囲を推察できる。



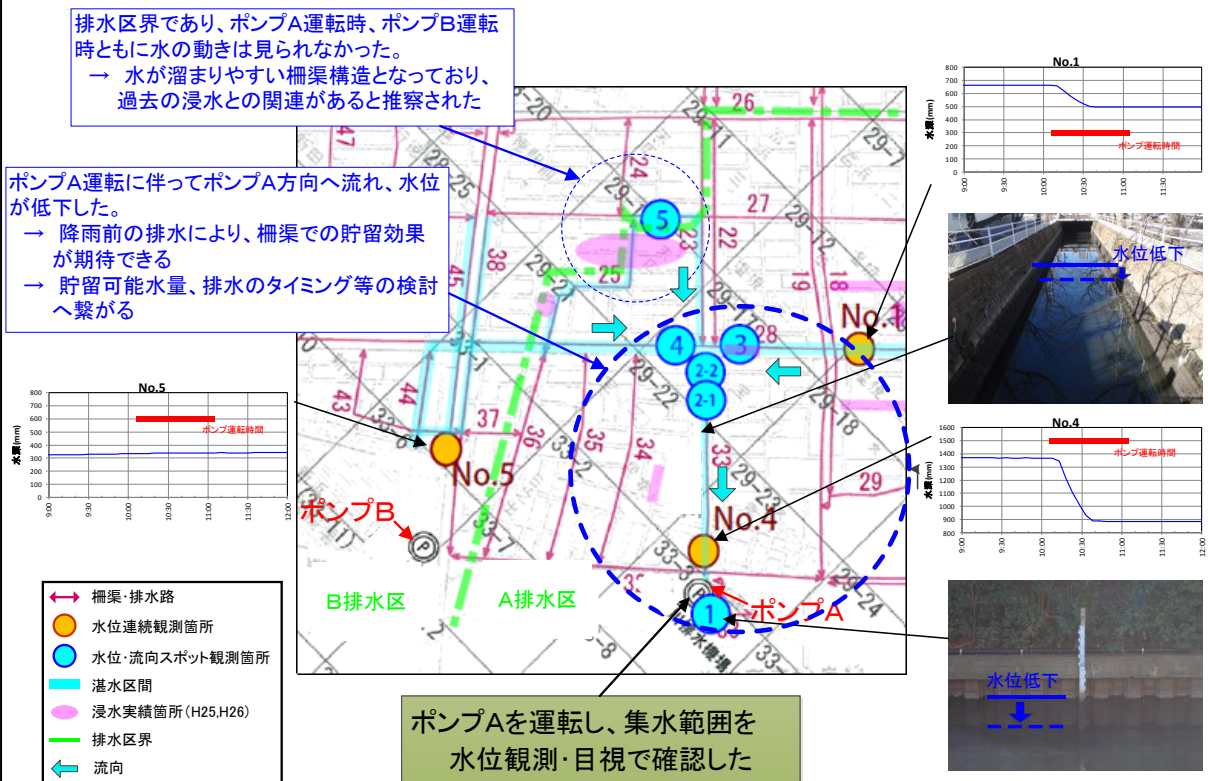
また、当排水区では、F S 調査と並行して無降雨時における排水ポンプの試運転により、以下の確認を行った。

- 柵渠滞留水を排水し、柵渠での雨水貯留可能水量を把握する
- 排水ポンプによる集水範囲を把握する

その結果、今後の浸水対策検討のためのデータとして以下の活用が期待される。

- 柵渠内には降雨前に常時湛水していることから、降雨前に排水し、柵渠の水位を下げることににより、雨水貯留効果の可能性が見出せた（下表）。
- ポンプ運転により、水位変動の著しい水路、水の動きがない滞留箇所等が把握できたことにより、ポンプ運転操作（起動水位・停止水位）の検討に活用できる（下図）。
- 滞留している一部の区間については、内部に堰上げ箇所があることが確認された。

排水区	ポンプ試運転実施内容	排水に要する時間	排水による貯留可能水量 (排水量から概算)	降雨前排水等の活用可能性	今後の対応、課題
ポンプA	ポンプAのみ排水し集水範囲を確認した	約60分	5,000m ³	△ 効果は小さい	●柵渠・水路内に堆積物が多く、貯留量、流下能力を増やすためには浚渫が必要 ●滞留区間の解消が必要
ポンプB	ポンプBのみ排水し集水範囲を確認した	約100分	24,000m ³	○ 効果は大きい	●ポンプ停止水位をさらに下げられる可能性がある ●滞留区間の解消が必要



(2) 設置位置について

水位計等の設置位置については、管きょ部や人孔部等が考えられるが、水の乱れの影響や下水（夾雑物）の状況、作業性の観点等を総合的に勘案して決定する必要がある。

なお、管きょ内等の水の乱れの要因としては、曲がり部や多方向からの流入、落差等が挙げられる。

平成27年度に実施したFS調査において、人孔部及び管口からの距離を変えた設置位置で水位観測を行った結果を次ページ以降に示す。

降雨により流量が増加するといずれの箇所も同様に変化していくが、人孔内、あるいは下流側での観測は水位挙動が安定していない。これは、構造変化、インバート及び接続管からの流入の影響や下流管きょ水位の背水の影響により水の乱れが生じていると考えられる。

しかし、一定以上の流入による水位上昇時、特に満管状態（圧力状態）では、細かい水位挙動はみられず、全箇所とも安定した水位挙動を示しており、観測精度に大きな違いはないものと考えられる。

したがって、管径が小口径の場合、あるいは大口径でも水深が大きい場合では管きょ内での作業性が困難であること、また、道路上の人孔でできるだけ短時間の維持管理が望ましい場合などにおいては、人孔内や管口付近での設置とした方が効率的であるため、浸水対策のようなある程度の水位上昇時の状況を把握したい場合を目的とした水位観測においては、実際の作業性を考慮して設置位置を選定することで支障ないものと考えられる。

なお、FS調査では、下流管きょ水位による背水の影響がある場合等において、水位は下流側から上昇する傾向が確認されている。

また、水位計の測定精度の確保や破損防止の観点から、浸水時の水位や流下する土砂の堆積を想定して、一定期間のリース水位計による試行を含めて、水位計の設置位置を検討する必要がある。

<参考> F S 調査結果（設置位置の違いによる水位観測）

【内容】

人孔及び人孔を挟んだ上下流の管口からの距離の違いにおける水位の挙動を把握した。
 なお、調査地点は、合流管きよである。



【設置条件】

上流：φ800mm、下流：下流φ1000mmの直線状の管路
 ※人孔内インバートに傾斜、人孔にφ200mmの接続管あり

【設置位置】

- ・管口から上流 10m、5 m
- ・人孔部
- ・管口から下流 1 m、5 m、10m

計 6 箇所にて圧力式（ダイヤフラム式）水位計を設置

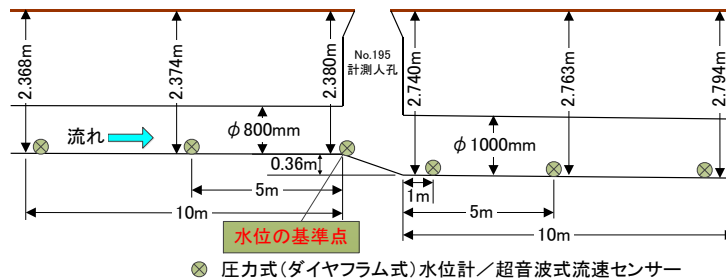
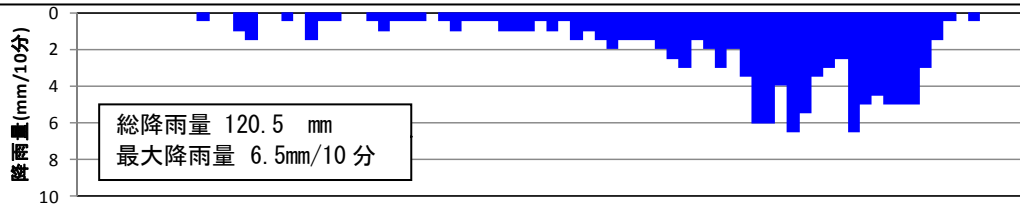


図 2-3 F S 調査における水位の観測地点

【観測結果】

図 2-4 及び図 2-5 に示すとおり。

- ・低水位時において、特に人孔内、下流 1m での観測値は安定していない。
- ・水位上昇時では、全箇所において水位挙動が安定しており、同一挙動を示している。



※水位は各地点の水位として比較できるように、上流側の管路と人孔の接続部の管底の高さを基準点として、各地点の水深を揃えた。

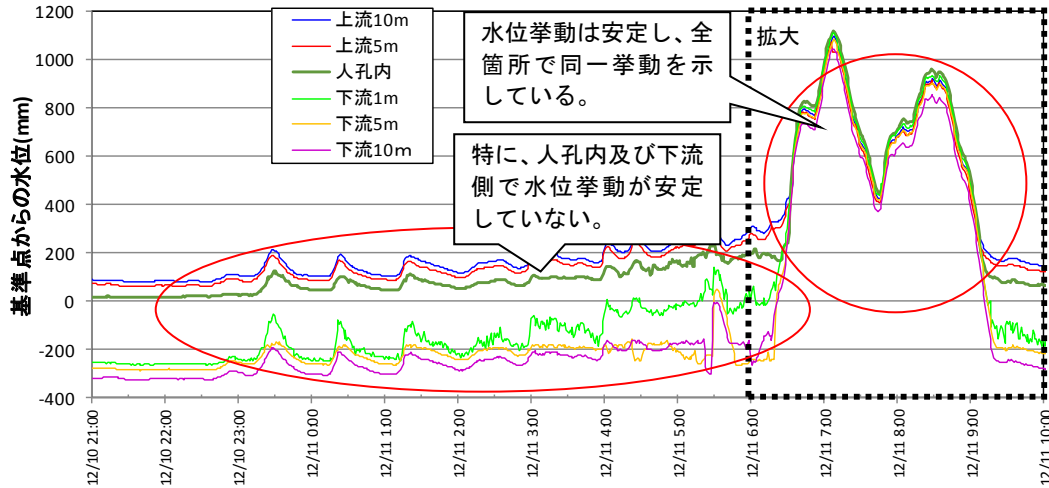


図 2-4 FS調査における設置箇所の違いによる水位変化 (例)

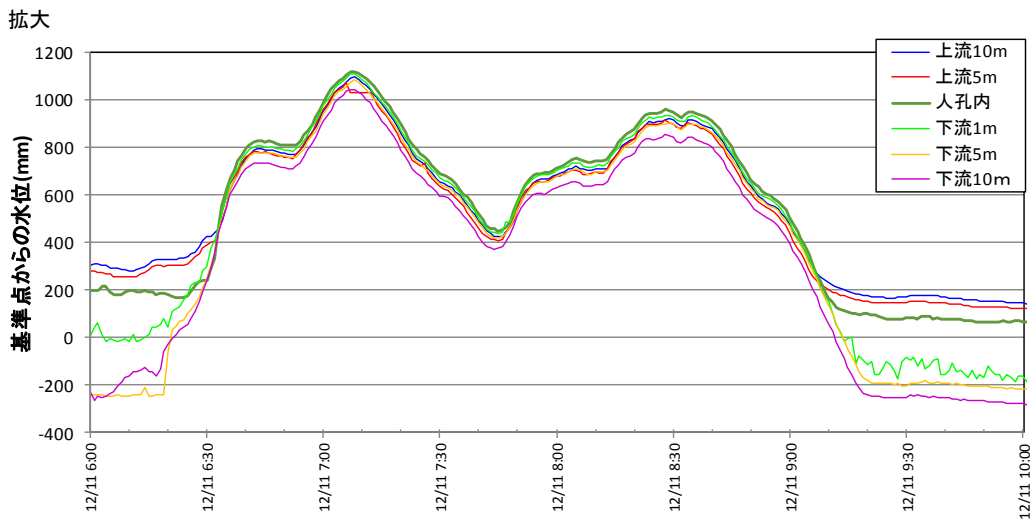
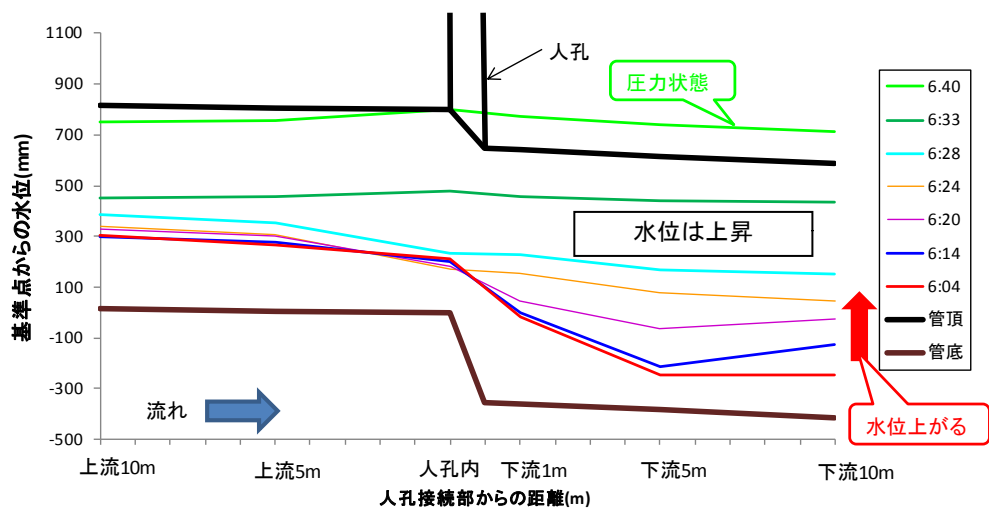


図 2-5 FS調査における設置箇所の違いによる水位変化 (例) 水位上昇時拡大

【補足】

図 2-6 に示すとおり。

- ・下流管きょ水位による背水の影響があるものと判断される。
- ・水位の上昇時の変化を見ると、人孔の下流側のうち最下流 (下流 10m) の流速が小さくなり水位が上昇し始め(図 2-6 ①)、徐々に上流側の水位が上昇し (図 2-6 ② ③④) 下流側が満管 (圧力状態) となり上流側も満管となる順序となっている。
- ・上流側、下流側ともに満管となった以降はいずれも同様に水位上昇している (図 2-6 ⑤) 実際は人孔内の水位が上昇する)。



※水位は各地点の水位として比較できるように、上流側の管路と人孔の接続部の管底の高さを基準点として、各地点の水深を揃えた。

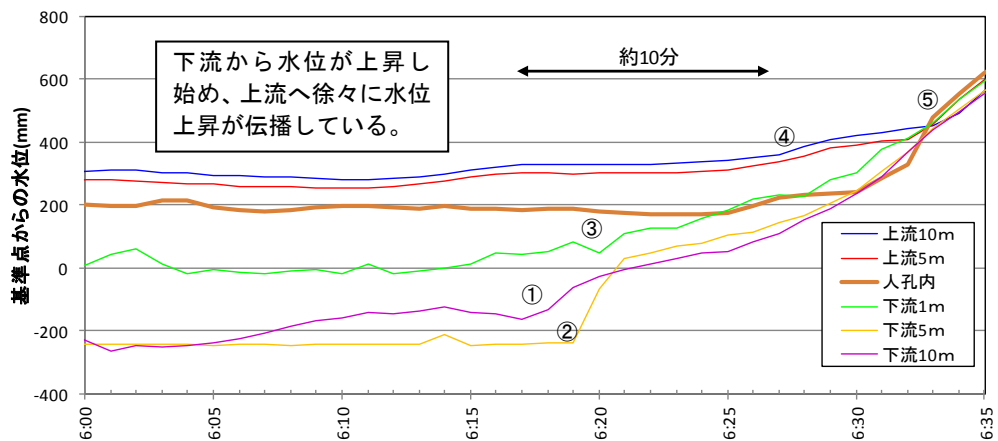
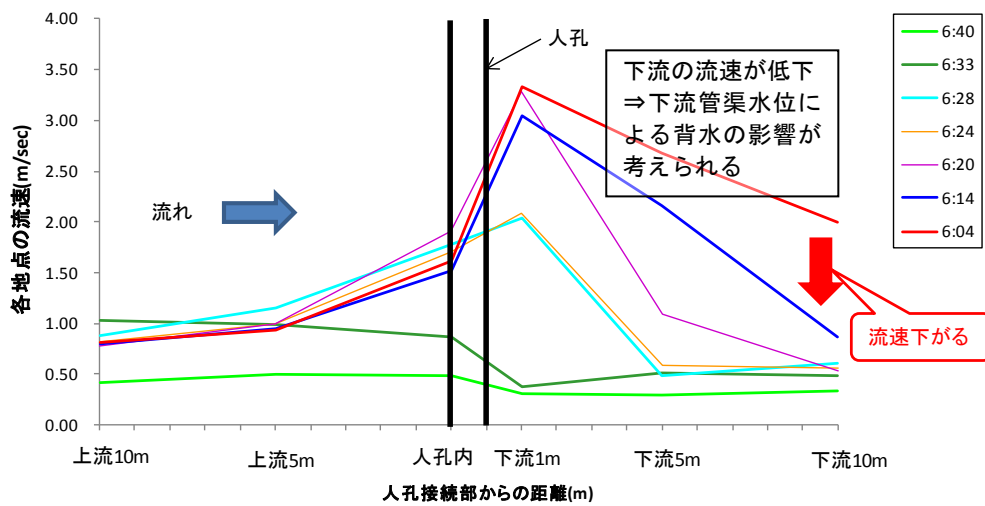


図 2-6 FS調査における水位、流速縦断面

2-3 観測項目・精度及び調査期間の設定

観測項目及び必要とする精度は、水位等観測の目的に応じて設定する。

なお、水位等観測情報の浸水対策への活用にあたっては、常時の観測情報を蓄積していくことが望ましい。

- (1) 観測項目・精度について
- (2) 調査期間について

【解説】

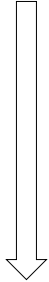
(1) 観測項目・精度について

下水道管きょ内等の流況確認については、水位を観測する場合と、併せて流速を観測し、流量として把握する場合が考えられる。

流速については、水位と比較して観測誤差が大きい状況にあることから、最低限、水位を観測することを基本とする。なお、放流先河川等による背水の影響がある箇所では、その影響も把握する必要があるため、水位だけではなく流速も観測することが望ましい。

また、観測にあたっては、観測目的に応じた観測地点と観測項目を整理し、活用レベルを決定する。なお、観測情報をシミュレーション検討精度向上に活用する際の視点については、「流出解析モデル利活用マニュアル」（2006年3月 財団法人下水道新技術推進機構）を参照されたい。

表 2-3 観測項目と目的、活用レベル

観測項目	目的	活用レベル
①ピーク水位（流量）のみ	<計画時> ・シミュレーション検討精度向上 <運用時> ・対策施設被害軽減機能確認	概略  詳細
②ピーク水位（流量）とその発生時刻	同上	
③水位（流量）時系列	<計画時> ・シミュレーション検討精度向上 <運用時> ・施設運転制御 ・情報提供 ・対策施設被害軽減機能確認	

観測精度は、設置する水位計の仕様に依存することから、選定時において留意する必要がある（平成27年度に実施したF S調査での設置観測計の仕様を参考に後述の2-4 水位計の選定に示す）。なお、平成27年度に実施したF S調査において使用した水位計の精度は、±0.5%/F.S.以下、水位分解能として1cm以下であった。

また、観測精度については、水位計自体の精度の他、観測間隔によっても影響されるため、各機器の仕様を基に決定することが望ましい。

観測間隔は、シミュレーションを想定した場合、降雨観測データの提供間隔が10分間隔（あるいは5分間隔）程度であることを踏まえると、最小の観測間隔は5分程度で良いものと考えられる。ただし、例えば、施設運転制御に活用する場合や観測情報を水防管理者等への情報提供に活用する場合には、水位上昇速度を加味して細かく観測間隔を設定する等、観測目的に応じて、水位上昇開始時間及び上昇速度、上昇水位が確実に抑えられよう考慮する必要がある。

ただし、観測間隔が10秒等の短い観測、出力においては、データ量が多くなる（1分間隔での観測の6倍量）ことから、データ記録媒体の容量やデータ通信を行う場合には通信容量にも留意することが必要である。また、故障により未送信・誤送信を防ぐため、必要に応じて観測システムの二重化を図ることも検討する。

平成27年度に実施したFS調査において、観測間隔を変えた場合のピークの捕捉状況についての結果を以下に示す。FS調査結果では、観測間隔の違いにより、ピークの捕捉状況について違いがみられており、状況によって、ピークを正確に捉えられない可能性が示唆される。なお、観測間隔を短く設定しても、データとして記録される時刻にずれがある場合には、ピーク水位の発生時刻を正しく捉えることができない。そのため、水位計等の設置、点検の際は、時刻にずれがないか確認を行う必要がある。

したがって、目的に応じて、水位の観測精度を検討し、観測間隔を決定することが重要である。

<参考> FS調査結果（観測間隔の違いによるデータ捕捉状況）

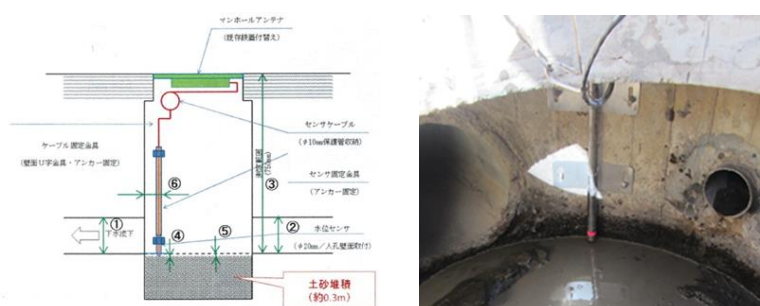
【内容】

市街地の浸水常襲地区で早期圧力状態となる管路として選定した箇所において、最小観測間隔を10秒とし、観測間隔の違いによるデータの捕捉状況を把握した。なお、調査地点は、雨水きよ（暗きよ）である。



【設置条件】

管径φ350mmの直線状の管路の人孔内に投込圧力式水位計を設置



【水位計の観測間隔】

- ・ 10 秒、1 分、5 分、10 分 計 4 ケース（正時を起点とした各観測時間の瞬時値）

【観測結果：観測間隔の違いによるピーク水位の補足状況について】

図 2-7 及び図 2-8 に示すとおり。

- ・ 全体的な水位変動を見た場合は、図 2-8 に示すようにいずれの観測間隔においても概ねの変動は把握可能である。
- ・ 10 秒間隔での観測時に捉えられたピークに対して、1 分間隔での観測時では 0.5 分後に、5 分及び 10 分間隔での観測においては 3.5 分後に捉えられている。

（図 2-7 に示す 1 分観測のピークは、実際には 10 秒観測の 2 回目のピークにあたるため、ここでは 10 秒観測の 1 回目のピークにより近い点を 1 分観測のピークとした。）

- ・ ピークの高さは 10 秒、1 分間隔での観測ではほぼピークとなっている位置を捉えているが、5 分、10 分間隔での観測ではピークを過ぎて 15mm 程低い時点を捉えている。

※観測値の整理及び分析にあたっては、観測値だけではなく、観測値を基にスプライン曲線を用いてピークを確認することを考慮する。

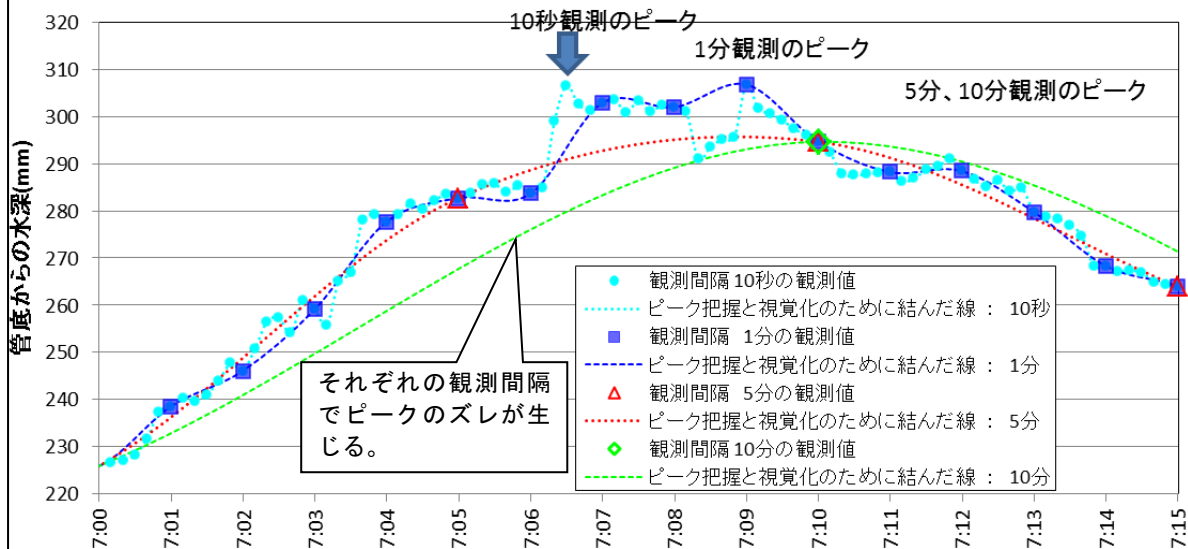


図 2-7 FS調査における観測間隔の違いによる水位変化例（図 2-8 ④拡大図）

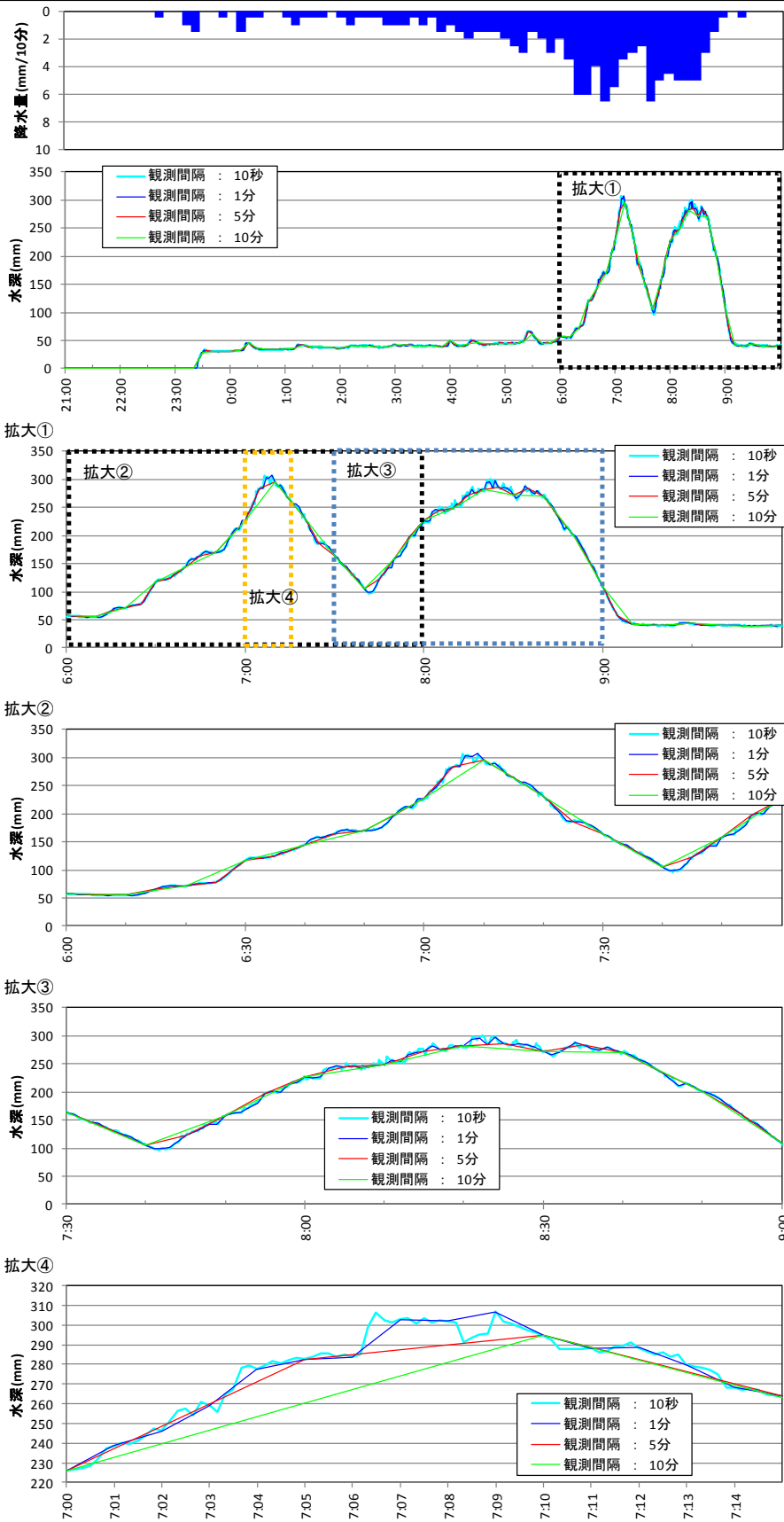


図 2-8 F S 調査における観測間隔の違いと水位変化例

(2) 調査期間について

既存ストックを活用した浸水対策を実施していくためには、常時の水位等観測を行い、目的に応じた観測情報の活用を図るとともに、観測情報を蓄積していくことが望ましい。したがって、観測が長期間に及ぶ場合においては、水位計等の耐用年数を考慮し、調査期間中に更新も必要となることに留意する。

なお、計画時におけるシミュレーションにおいては、観測期間中の比較的大きな降雨規模を含む複数の降雨イベントの観測データを選択して実施することとなる。

＜浸水シミュレーションを実施することが望ましい降雨（例）＞

- ①降雨規模が異なる複数の降雨
- ②規模が比較的大きな降雨（現況管きょ能力相当等）
- ③集中豪雨や局地的大雨、台風性大雨、特徴のある降雨波形の降雨

2-4 水位計の選定

水位計については、各観測方式や機器自体の特徴を把握し、観測目的、観測項目、精度、設置条件等を加味して選定する。

- (1) 各観測方式の概要
- (2) 水位計の統一規格（案）について
- (3) 選定時の留意事項
- (4) 選定フロー（案）

【解説】

(1) 各観測方式の概要

観測にあたっては、水位と流速を対象とする場合が想定されるが、ここでは、FS調査で採用した水位計についての整理を行う。

水位計の観測方式には、圧力式、電波式、超音波式などいくつかの種類があり、それぞれ特徴がある。ここでは、水位計について述べるものとし、各方式の概要を表2-4に示す。

表 2-4 水位計の方式概要

種別		測定原理概要	特長	誤差原因
圧力式	投込圧力式	水圧を受圧部で受け大気圧との差から水位を求める	設置が簡単で用途が広く実績がある	大気圧補正が正しく行われなければ誤差原因となる場合がある
	ダイヤフラム圧力式	水圧をダイヤフラムの歪みで感知し大気圧との差から水位を求める	汚水にも適用でき設置が容易である	受圧部が流れの影響を受けると誤差原因となる場合がある
	気泡式	気体を放出しその圧力を測定して大気圧との差から水位を求める	センサは水に非接触で設置が容易である	気泡管への堆積物等の汚れ付着は誤差原因となる場合がある
超音波式	空中超音波式	空中から超音波を水面に当てて水面までの距離を求める	水に非接触で測定が可能	急激な気温変化や、波立ちも影響を受け誤差原因となる場合がある
	潜水超音波式	水中から超音波を水面に当てて水面までの距離を求める	不感帯が小さく計測精度が高い	水中の異物や気泡、センサー堆積物は誤差原因となる場合がある
電波式		電波を水面に当てて水面までの距離を求める	水に非接触で計測精度が高い	アンテナ部の汚れ付着は誤差原因となる場合がある
接点式		センサーの浸漬状態を電氣的に感知して水位を求める	汚水にも適用でき設置が容易である	接点部への汚れ付着は誤差原因となる場合がある
画像式		画像から水位を求める	同時に現場映像の取得も可能	カメラ前面ガラスへの汚れ付着は誤差原因となる場合がある

(2) 水位計の統一規格（案）について

現在、使用する水位計に関する統一的な規格については、整理されていない状況にある。

本手引き（案）では、F S 調査で公募により選定した水位計メーカーからの情報をもとに作成した下記の統一規格を案として以下に示す。なお、今後、観測情報やノウハウの蓄積を通じて、この統一規格（案）を適宜、見直して行くこととする。

参考に、平成 27 年度 F S 調査で協力頂いた水位計メーカーのヒアリング結果を資料編に添付する。

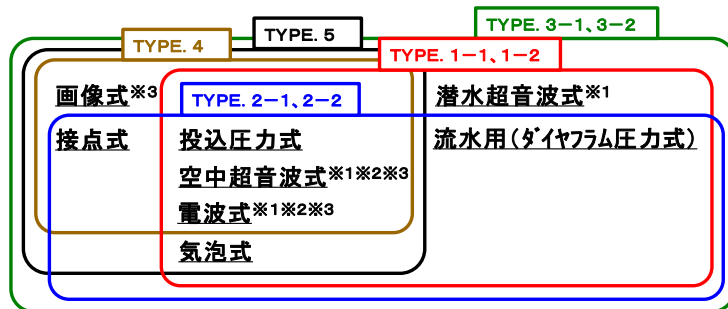
表 2-5 下水道管きよ内等に設置する水位計の統一規格（案）

	調査目的		備考	
	【計画時】	【運用時】		
	1. 現状の能力評価検討の精度向上 (1)ネットワーク構造等の妥当性確認 (2)有効雨量の算定のための係数設定 2. 施設計画の検討精度向上	1. ポンプやゲート等の運転制御 2. 水防管理者等への情報提供 3. 対策施設等の浸水被害軽減効果確認		
観測期間	短期 例) 半年未満 程度	長期 例) 半年以上 程度	【計画時】(短期観測)に、ある程度の大きな雨を観測可能な「半年」を採用	
計測精度	±0.5%F.S.以下 ※計測スパン1m以上	同左	F.S調査実績の「メーカー最大値: ±0.5%F.S.」を採用	
分解能 (水位)	1cm以下	同左	可能な限り小さい値が必要であり、F.S調査実績の「メーカー最大値: 1cm」を採用	
計測間隔	任意 (メーカー標準)	1分未満	【運用時】は小さい値が有用なため、自治体アンケート調査結果の「1分未満」を採用	
腐食対策	任意 (メーカー標準)	耐食仕様 例) 樹脂、セラミック、等	排除方式(合流式、分流雨水式)や現地踏査結果の考慮も必要	
機器構成	センサ、データ記録装置(本体付属)又はデータ通信装置、電源、等	センサ、データ通信装置、電源、遠隔監視装置、等	投込圧力式では、メーカーによっては防波管の設置も必要	
電源	電池、又はバッテリー、又は商用電源	バッテリー、商用電源、又は太陽電池 ※維持管理性を考慮すると、バッテリーの交換周期は1年以上程度のスパンが必要	・メーカーによりソーラーパネルの採用も可能 ・将来に向けて無電源化等の技術革新が期待される 例) マンホール蓋上の車両走行による圧電素子による発電、等	
データ記録	データロガー (現場)、又は遠隔監視装置	遠隔監視装置	メーカーによっては、短期観測でも安価に遠隔監視装置でのデータ記録が可能	
センサー設置場所	暗きよ	TYPE. 1-1	TYPE. 1-2	・設置作業が可能な口径φ 800以上 ・空中超音波式、潜水超音波式、電波式は満水時計測不可 ^{※1}
	マンホール	TYPE. 2-1	TYPE. 2-2	空中超音波式、電波式は満水時計測不可 ^{※2}
	開きよ	TYPE. 3-1	TYPE. 3-2	
	側溝	TYPE. 4		・運用時における側溝での水位観測は不要 ・蓋無しの場合に限り、空中超音波式、電波式、画像式の計測可能 ^{※3}
	地上		TYPE. 5	計画時における地上での水位観測は不要

※防水規格や避雷装置は、型式及びメーカー標準による

※電波式は、電波法の遵守が必要

※計測範囲は、資料編の『下水道管きよ内等に設置可能な水位計に関するメーカーヒアリング結果』を参照



調査目的とセンサー設置場所に基づく水位計の方式区分

(3) 選定時の留意事項

選定時の留意事項については、表2-6に示すとおりである。なお、これらの選定時の留意事項及び後述の選定フロー（案）については、FS調査で公募により選定した水位計メーカーからの情報をもとに作成したものである。

現在一般的である圧力式（投込圧力式、ダイヤフラム式）水位計における観測値に誤差を与える要因として以下の事項が挙げられるため、水位計の選定にあたっては留意する必要がある。また、計画時、運用時等の観測目的、圧力状態、浸水状態等観測箇所での降雨時の状態、観測精度許容範囲等により選定機器を判断する。

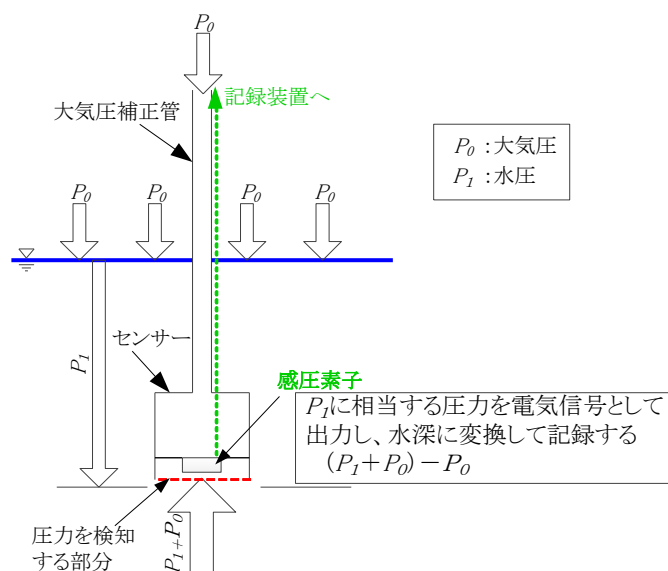
<圧力式の誤差要因あるいは機器損傷に至る要因>

- ①管きよまたは人孔内が圧力状態となる場合には、気圧変化が生じるため、当該箇所での大気圧補正を行う方式が適切でない場合には誤差要因となる（圧力式水位計の計測概要については下図のとおり）。
- ②設置箇所が溢水し浸水状態となる場合には、データ記録装置内部や大気圧補正管に雨水が浸入すると適切な観測ができない、あるいは機器損傷に至る場合もある。

<圧力式水位計（投込圧力式、ダイヤフラム式）計測の概要>

- センサー（圧力検知部）では、水深に応じた水圧(P_1)と計測点大気圧(P_0)の和を計測。
- センサーには大気圧補正管が接続されており、大気圧変動の影響が補正される。

水深(m)に相当する水圧 = センサー部の圧力 ($P_1 + P_0$) - 大気圧(P_0)



下水道管きよにおいては、管きよ内の急激な水位変化により管内気圧が高くなる箇所も存在することが想定され、この場合は管内の気圧で補正するよう大気圧補正管を接続することが望ましい。

<設置対応例>

①人孔内外の大気圧観測

管の内外で圧力差が生じた時間帯がある場合には、水位変動で管内圧力に変化が生じたことが想定されるため、この時間帯については後に管内の大気圧で補正することで、より正確な水位を求められる（F S調査において人孔内外での大気圧観測を行ったが、人孔内は圧力状態とならなかったため両者に差は生じなかった）。

②浸水時の大気圧補正管への雨水浸入の防止を考慮した製品の選定

③データ記録装置の地上部への設置（大気圧補正管、気泡式のパーズ管は、地上または人孔内へ引き込む等の対策を行う）

他の観測方式についても表2-4に示すような誤差要因あるいは機器損傷に至る要因がそれぞれあることから、設置実績、事例等から得られる新たな知見の情報収集も必要である。

なお、設置後については、運用状況を踏まえて、水位計を移動することも想定される。原則全ての観測方式において、移動させることは可能であるが、水位計の移動が想定される場合においては、選定時に耐用年数や施工性、移動費用等を総合的に勘案することが望ましい。

表2-6に示す水位計の観測方式選定時の留意事項以外には、電源の確保として、短期的な観測においては、一般的には電池またはバッテリー（F S調査では太陽電池あり）が主流であり、運用時の長期的な観測においては、上記の他に商用電源、光ファイバー等の利用が挙げられる。水位計の設置箇所により適用可能な電源についても検討する必要がある。

図2-9に示す水位計の選定フロー(案)については、水位観測の目的（計画時、運用時等）、水位観測箇所想定される事象（圧力状態、浸水常襲地区等）により、求める観測精度、機器耐久性、データ記録装置の設置位置等が異なってくることから、判別（○、△、×等）が必ずしも一致しない場合も生じることも考えられる。このことから、選定に当たっては、その目的に応じて求める条件から適宜詳細を詰めていくことが必要である。

表 2-6 下水道管きょ内等に設置する水位計の観測方式選定時の留意事項

観測方式		投込 圧力式	流水用 (ダイヤフラム 圧力式)	気泡式	空中超 音波式	潜水超 音波式	電波式	接点式	画像式
下水の腐食性		△	○	△	○	○	○	×	○
腐食性ガス		○	○	○	△	○	○	△	△
流れ（動圧）		△	△	△	○	○	○	○	○
土砂等堆積		△	○	△	○	△	○	△	○
防水性 ^{*1}		△	○	△	△	○	○	△	○
雷害		△	△	△	△	△	△	△	△
水面の気泡		○	○	○	×～△	○	△～○	×	○
水中の気泡		×～○	○	○	○	×	○	○	○
スカム		×～○	○	○	×～○	×	×～○	○	○
波立ち		×～○	○	○	△～○	△	△～○	×	△
水温		△～○	○	○	○	○	○	○	○
下水の密度		×～○	△	○	○	○	○	○	○
夾雑物 ^{*2}		×～△	○	○	○	△	○	○	○
ミスト		○	○	○	△～○	○	○	○	○
濁水時 ^{*3}		×～○	○	○	△～○	○	○	○	○
油		×～○	○	○	○	○	○	○	○
標準使用期間 （目安）（年）	短期	0.5-15	6	6-10	5-10	6	5-10	10	10
	長期	5-15	8-10			8-10			
関係法規		なし	なし	なし	なし	なし	電波法	なし	なし
不感帯域		不要～ 少し要	不要	少し要	要	少し要	要	不要	不要
施工性 （箇所/日）	短期	0.5-6	3	0.5-1	1-6	3	0.5-1	1	2
	長期	0.5-5	0.3-1		1-3	0.3-1			
点検作業性 （箇所/日）	短期	2-10	6	2	5-10	6	2-5	10	5
	長期	1-10	3		1-6	3			
日常点検周期 （ヶ月）	短期	1-12	0.5	12	1-3	0.5	1-12	3	3
	長期		3			3			
部品交換、 メーカー定期 周期（ヶ月）	短期	無、又は 1-20	6-12	無	無、又は 12	6-12	無、又は 0.5-1	12	12
	長期	1-12	12		12	12	無、又は 1-12		
概算導入費 ^{*4} （万円/台）	短期	20-290	170	170	30-140	160	90-210	40	200-40
	長期	50-330	200	200	70-330	190	80-210	50	0
概算維持費 ^{*4} （万円/台/年）	短期	0-20	10	10	0-18	10	0-120	0.1	20
	長期	10-20	12		14-20	12	10-20		

○：観測精度への影響なし

△：観測精度への影響はあるがハード・ソフト対策により回避可能^{*1}

×：観測精度への影響があり対策による回避策は今後の検討課題

※1：計測器の防水規格、及びハード・ソフト対策方法は、資料編の『下水道管きょ内等に設置可能な水位計に関するメーカーヒアリング結果』参照

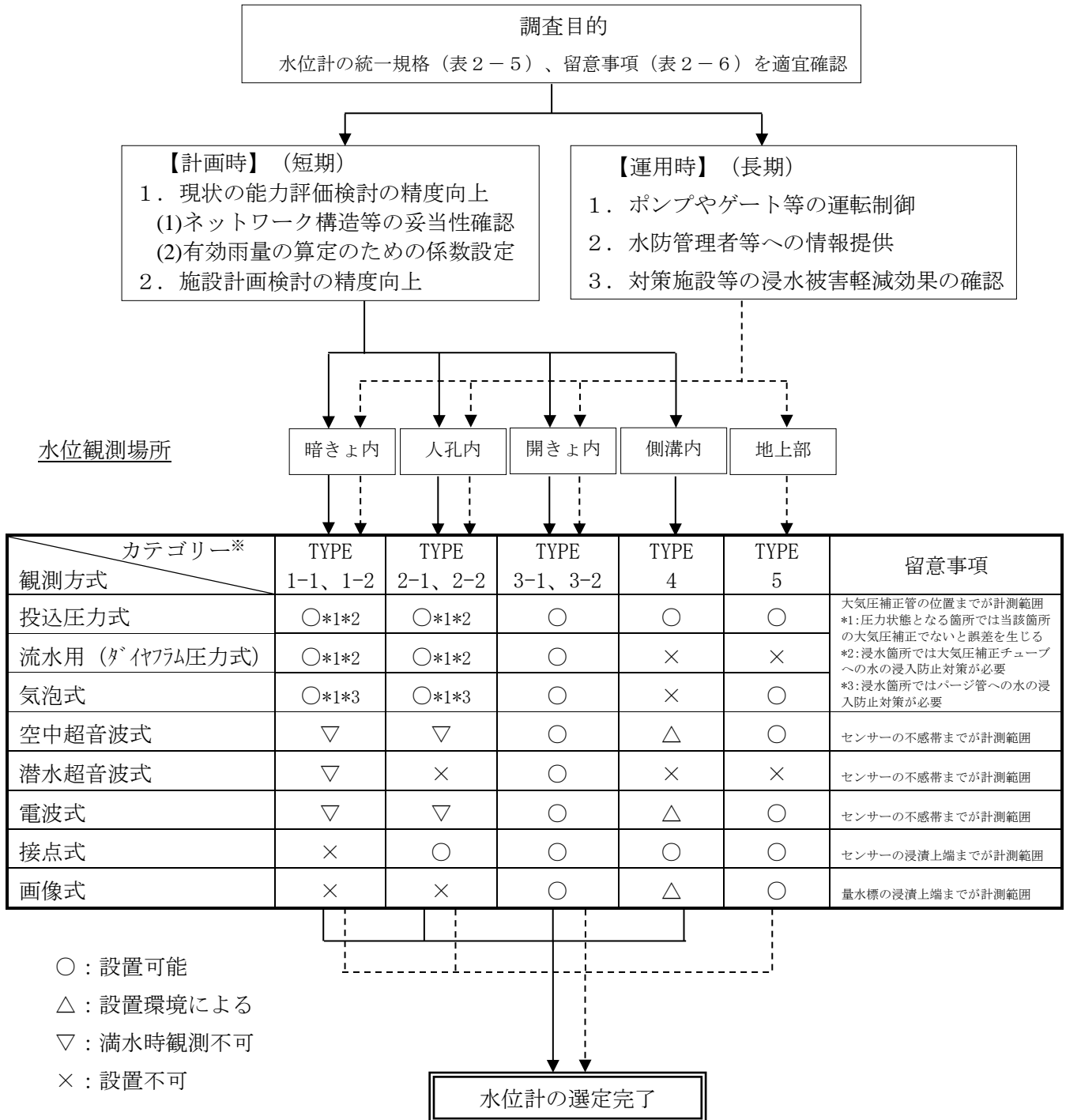
※2：夾雑物の衝突によるセンサ部破損や絡み付きによる頻繁清掃のリスク

※3：分流雨水管の濁水時における浸水部への土砂の固着のリスク

※4：データ通信～遠隔監視の費用は不含

(4) 選定フロー（案）

水位計の選定は、観測目的、観測項目、精度、設置条件等を加味するものとし、選定フローの例を図2-9に示す。選定に際しては、表2-5に示す調査目的に応じて求められる機器の仕様や表2-6に示す留意事項等を同時に併せて考慮して選定することが望ましい。



※：水位計の統一規格（案）における水位計の区分を示す

図 2-9 浸水対策を目的とした水位計の選定フロー（案）

2-5 設置・維持管理手順の検討

設置・維持管理（撤去含む）の手順は、以下のとおりである。作業にあたっては、事前に現地踏査を行うとともに、作業計画書を作成し、必要に応じて施設管理者等の関係機関等との調整を行う。また、現場では、常に危険が伴うため、十分な安全管理に留意が必要である。

- (1) 現地踏査（地上部）
- (2) 実施体制の検討
- (3) 作業方法の検討
- (4) 安全管理の検討
- (5) 関係機関等との調整
- (6) 道路使用許可申請または施設占用許可申請
- (7) 現地確認（構造部）
- (8) 現地作業

【解説】

(1) 現地踏査（地上部）

作業計画書を作成するにあたり、事前に現地踏査を行い、調査地点の交通状況、周辺環境等の現場特性を十分に把握する。

(2) 実施体制の検討

現地作業にあたり作業及び安全管理に必要となる人員について検討を行い、適正な配置が可能となるよう考慮する。

また、作業の指揮命令系統や緊急時の連絡体制について、検討を行う。

(3) 作業方法の検討

選定した調査地点及び設置位置、設置する水位計等に応じた、必要となる作業を抽出し、その作業手順を検討する。また、作業や安全管理に必要となる資機材について把握を行う。

(4) 安全管理の検討

作業の各段階における安全管理について検討する。

気象条件（降雨予報の有無等）や管きょ内等の大気条件（酸素及び有毒ガス）を踏まえた作業の実施、中止の判断基準や作業中断時の退避計画や、交通誘導、作業時の転落防止対策等の安全対策について検討を行う。

また、現地作業にあたっての関連法規について確認する必要がある。

なお、検討にあたっての詳細については、「下水道管理に関する安全衛生管理マニュアル」（平成24年7月（公社）日本下水道管理業協会）、「管きょの維持管理における安全対策」（平成24年4月（公社）日本下水道管理業協会）、「局地的な大雨に対する下水道管渠工事等安全対策の手引き（案）」（平成20年10月局地的な大雨に対する下水道管渠内工事等

安全対策検討委員会)等を参照されたい。

(5) 関係機関等との調整

作業にあたっては、下水道部局内の内部調整とともに、関係機関等に対して事前に協議を行う必要がある。

協議を行う関係機関としては、道路管理者、公園管理者、その他の管理者が挙げられる。また、調査地点の周辺に民家や事業所等がある場合においては、作業を円滑に進めるため、事前に作業周知を行うことが望ましい。

(6) 道路使用許可申請または施設占有許可申請

道路上での作業については、道路管理者の他、所管の警察署に道路使用許可申請を行い、道路使用許可を得る必要がある。

また、下水道以外の施設を占有して観測を実施する場合には、施設管理者に対して施設占有許可申請を行う必要がある。

(7) 現地確認（構造部）

(1)～(6)の検討をもとに、現地にて構造部の最終確認を行い、作業の実施可否、安全性の確保について確認し、最終的な作業計画書として取りまとめる。

(8) 現地作業

作業計画書に基づき、作業を実施する。なお、作業の実施にあたっては、事前に定めた安全管理について周知徹底を図るとともに、作業実施前に退避計画に基づく避難訓練を実施する。FS調査においては、表 2-7 に示すような欠測、その他のトラブル事例が挙げられた。

1) 設置時の留意点

設置物の流出防止のため、適切に固定する必要がある。また、観測情報の精度確認が容易となることから、必要に応じて、水位計設置地点に水位標を併せて設置することも検討する。

2) 維持管理時の留意点

記録データの回収時の人為的なミスや機器の劣化や破損等によるトラブルが生じること等が挙げられる。現地確認水位と観測データの比較を行い、適宜、精度管理を行う必要がある。また、センサー部への土砂堆積や夾雑物の付着による測定精度の低下や欠測が生じるため、定期的な清掃を行う必要がある。更に、長期間の観測に際してはセンサーや電気部品の劣化が生じるため、定期的な点検と部品交換を行い、局地的な大雨に備える必要がある。

表 2-7 F S調査における現地作業時に係る欠測事例等

事例	症状	原因	対応
1. 測定、記録ができていなかった	①機器の故障、破損	機器本体へ雨水が浸入し、基盤が破損した (本体カバーのネジ留め部分に亀裂が生じ、その隙間から雨水が浸透した)	<ul style="list-style-type: none"> ・機器本体の交換 ・雨よけカバーの設置
	②人為的なミス	本体に SD カードを挿入する際に、完全に固定されるまで差し込まなかった (カチッと固定されるまで)	<ul style="list-style-type: none"> ・SD カードの差し込みが完全であることの確認 ・記録状態を示すランプの点灯確認
	③データ未記録	データ回収時にデータの中身を確認しなかった	<ul style="list-style-type: none"> ・データ回収時にグラフ表示し中身をチェックする
2. 測定、記録はできていたがデータを回収できなかった	①機器の故障、破損	データ回収時 (PC と接続しデータを吸い上げる) にインターフェイスや PC の機械的な誤作動によりデータが回収できなかった	<ul style="list-style-type: none"> ・後日本体に残っているデータを再回収 (本体メモリーが新しいデータに書き換えられる前なら回収可能、都度データを消去するタイプでは回収不可能)
	②人為的なミス	データ回収時に、操作を誤って保存データを消去してしまった (本体、記録媒体とも)	<ul style="list-style-type: none"> ・操作を誤らないよう注意する
	③その他	データは回収できたが、後日そのデータを開くことができなくなった	<ul style="list-style-type: none"> ・後日本体に残っているデータを再回収 (本体メモリーが新しいデータに書き換えられる前なら回収可能、都度データを消去するタイプでは回収不可能)
3. その他 (欠測には至らないが生じたトラブル等)	①量水板の流失	護岸法面に固定していた量水版に増水時の流下物が衝突し外れ下流へ流された (下流部で発見したが折れて破損していた)	<ul style="list-style-type: none"> ・頑丈な固定 (今回は未実施)
	②機器本体の浸水	人孔内上部に設置していた機器本体が水位上昇 (満管以上) により一部浸水した (本体収納ボックスの半分ほどまで水没した)	<ul style="list-style-type: none"> ・収納ボックスの機密性確保 (今回は未実施)

2-6 観測情報の活用検討

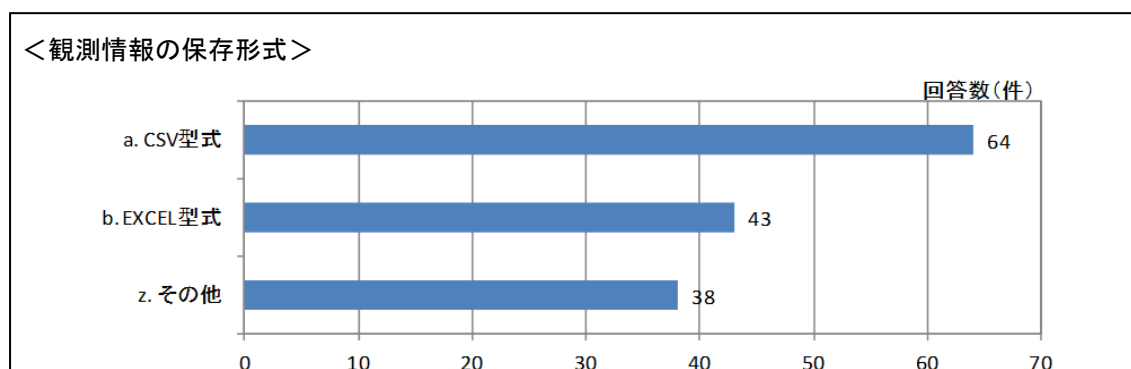
観測情報は、水位等観測の目的に応じた活用を図る。また、各情報の一元的な管理、蓄積を行い、情報分析による浸水に対する安全度の向上に向けた取り組みを推進する。

【解説】

観測情報については、前述の観測目的に応じた活用方法の検討が必要となる。例えば、計画時におけるシミュレーションや運用時における対策施設の被害軽減効果の確認においては、対象とする降雨を抽出し、その期間の観測水位及び降雨の時系列データを整理する必要がある。運用時における運転制御や情報提供においては、併せて、落雷等による停電対策や観測情報の発信方法についても検討が必要となる。

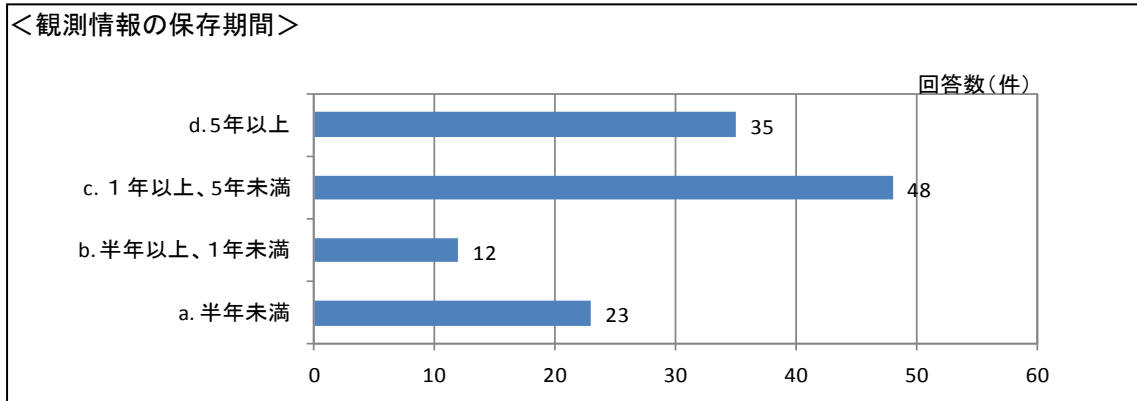
また、観測情報は継続的に蓄積していくことが重要であり、各情報の一元管理を行い、蓄積した観測情報の分析を行うことにより、今後の浸水安全度向上に寄与するものと考えられる。

観測情報の保存形式としては、現状、蓄積を実施している団体においては、CSV形式やEXCEL形式での保存が多く見られるが、記録紙による保存との回答（その他との回答38件のうち18件）もみられた（図2-10参照）。また、保存期間は1年以上5年未満との回答が一番多く、半年未満との回答もあった（図2-11参照）。今後の観測情報の活用にあたっては、観測情報のデータ化を実施し、一元管理（整理項目：水位、標高、水深等、整理間隔：データ取得間隔、整理様式：項目、保存形式等）方法の検討を行い、継続的な観測情報の蓄積について進めていかれたい。また、観測情報については、現地確認水位や机上計算による水位値等との比較により、その確からしさを確認し、情報の質や観測者の技能向上に努める必要がある。



資料：国土交通省調べ（下水道管理者へのアンケート調査（平成27年10月実施））

図 2-10 観測情報の保存形式



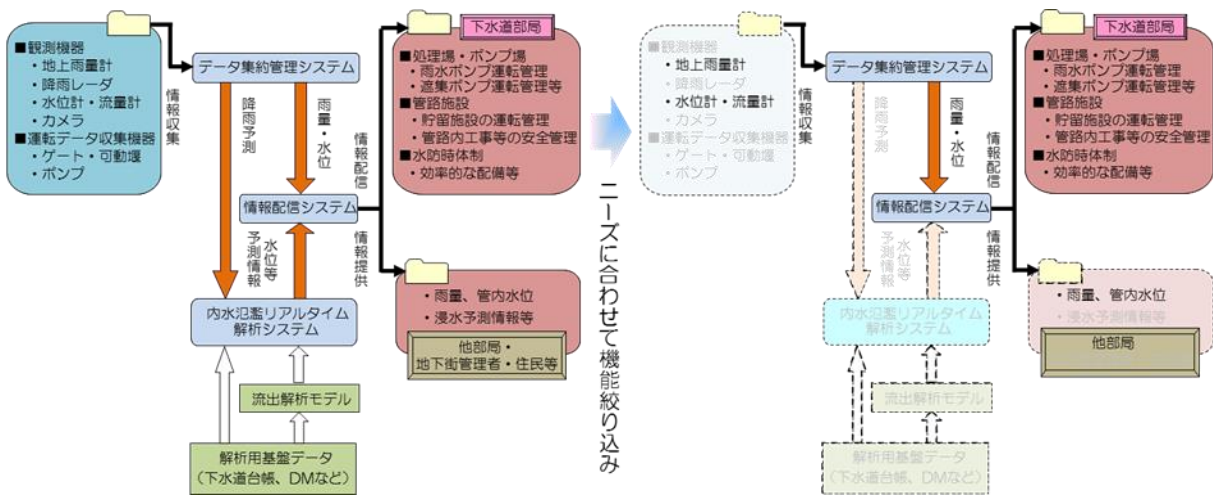
資料：国土交通省調べ（下水道管理者へのアンケート調査（平成 27 年 10 月実施））

図 2-1 1 観測情報の保存期間

また、運用時における施設の運転制御や水防管理者等への情報提供においては、リアルタイムでの情報提供を行う必要があることから、リアルタイム雨水情報ネットワークの構築についても検討する必要がある（図 2-1 2 参照）。なお、水位観測については、情報発信を踏まえた新たな技術開発も進んでいることから、最新技術の動向も踏まえ、メーカーへの問合せを行うなど、必要に応じた検討を実施されたい（図 2-1 3、図 2-1 4 参照）。

なお、水位周知下水道における水位周知の考え方等については、次の資料を参考とすること。

※「水位周知下水道制度に係る技術資料（案）」、国土交通省水管理・国土保全局下水道部、平成 2 8 年 4 月



- ・光ファイバー水位計を利用して、水位をリアルタイムに測定可能
- ・光ファイバー1心につき、複数のセンサの取り付けが可能
- ・設置場所に電源を不要(末端の光源から光を供給)

■小型光水位計構成例

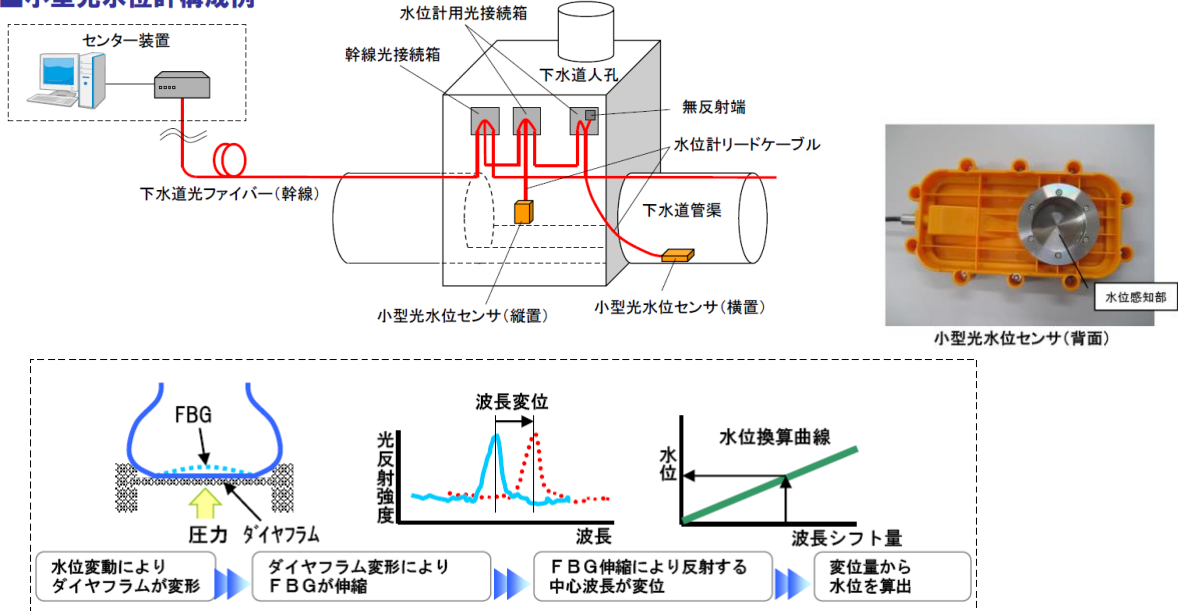


図 2-13 ICTを活用した水位等観測(光ファイバーセンサ(水位計))

人孔蓋内に、バッテリー、水位計、伝送装置を備え、水位計等の観測データをリアルタイムに収集・配信



図 2-14 ICTを活用した水位等観測(マンホールアンテナ(水位計))

第3章 水位等観測の推進にあたって

3-1 今後の課題及び手引き（案）の見直しについて

今後、観測情報の一元管理や技術開発についての取り組みを進め、水位等観測の推進を図る。また、観測情報の蓄積により、水位等観測に対するノウハウや知見を深め、本手引き（案）の見直しを図るものとする。

【解説】

本手引き（案）は、平成27年度及び平成28年度に実施したフィージビリティスタディ（F S）調査の結果等をもとに取りまとめたものである。実施したF S調査においては、観測期間が限定的なものであるため、今後、管きょ内等の水位観測情報の蓄積を進め、水位計の設置位置や仕様の適合性について、知見を深めるとともに、観測目的に応じた統一規格についての充実を図ることが望まれる。

また、今後、水位等観測が推進される中で、低価格機器の開発や定期清掃、点検、部品交換等の水位計のメンテナンス性の向上等に対する技術開発が進むことが期待されるとともに、観測情報の蓄積により、全国的なデータベースの構築や水位等観測に関する知見の他、水理計算式等の基礎技術に対する知見を得ることが期待される。

本手引き（案）は、水位等観測の推進によるノウハウや情報の蓄積及び今後の技術開発を踏まえ、適宜、より活用しやすい内容に見直しを図っていくものである。