

## 第4章 導入検討

### 第1節 導入検討手順

#### § 20 導入検討手順

本技術の導入を検討する際の手順は、以下のとおりである。

- (1) 基礎調査
- (2) 導入効果の検討
- (3) 導入判断

#### 【解説】

本技術の導入検討においては、導入の目的を明確にした後、図 4-1 に示す検討手順にしたがって、必要な情報を収集し、第 3 章を参考に導入効果の試算を行った上で、段階的導入や導入する範囲・時期を含めた導入判断を行う。

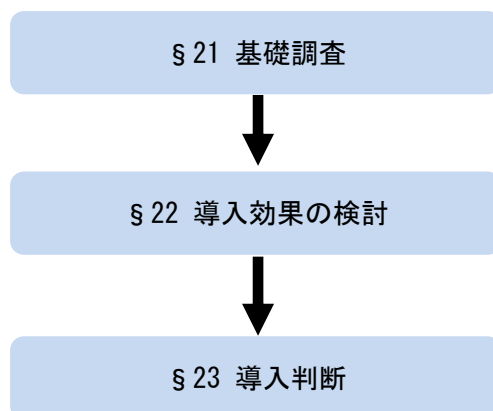


図 4-1 導入検討手順

§ 21 基礎調査

本技術の対象区域について、以下に示す内容を把握する。

- (1) 地域特性
- (2) 浸水被害状況
- (3) 雨水整備状況および下水道雨水計画
- (4) 既存の計測機器の設置状況
- (5) 雨量・水位データの計測状況
- (6) 関連計画
- (7) 関連法令

【解説】

基礎調査は、本技術の導入に先立ち、対象区域における地域特性、浸水被害状況、雨水整備状況および下水道雨水計画、既存の計測機器の設置状況、関連計画、関連法令について把握することにより、課題を明確にし、§ 22 導入効果の検討に必要な基礎情報を収集することを目的とする。

(1) 地域特性

地形や地勢、雨水排水施設の整備状況、人口、資産の分布状況、地下空間の利用状況、過去の浸水状況、防災体制等を把握する。具体的に必要な情報と収集すべき内容を表 4-1 に示す。

表 4-1 地域特性として必要な情報と収集すべき内容

調査内容	収集資料例
①地形・地勢の把握 ・対象区域の全体的な地形の状況 ・局所的な凹地の有無 ・隣接自治体との高さ関係 ・浸水域を分断する盛土構造等の有無	都市計画図 (1/2, 500 等) 国土基本図 (国土地理院) 道路台帳 数値地図 (メッシュ標高, 統計)
②土地利用状況の把握 ・浸透域の割合, 建物の占有率等	下水道マンホール部の地盤高 住宅地図, 用途地域図, 衛星画像等
③人口, 資産の分布状況の把握 ・区域別の人口, 資産	住民基本台帳 国土数値情報
④地下空間等利用状況の把握 ・地下街に関する情報 (位置, 規模, 流入口, 出入り口等の構造, 地下空間施設管理者, 情報伝達体制等) ・避難時危険箇所 (アンダーパス, 土砂災害危険区域等)	

(2) 浸水被害状況

浸水被害の発生状況およびその原因について把握する。水害ハザードマップ等により浸水想定区域を把握することも有効であるため、積極的に活用を図る。具体的に必要な情報と収集すべき内容を表4-2に示す。

表 4-2 浸水被害状況として必要な情報と収集すべき内容

調査内容	収集資料例
①浸水実績の把握 ・浸水時の諸条件（ポンプ場施設等の操作実績，放流先水位の状況等） ・浸水の原因（外水，内水，他自治体からの浸水移動等） ・浸水被害の状況（浸水区域，浸水深，床上・床下戸数，要避難人口，被害額，浸水頻度，その他） ・水防活動状況（土のう積み等の実施状況）	浸水区域・浸水深等の記録 既往の災害記録 被災時の下水道施設整備状況 家屋の構造（半地下等）
②浸水想定区域の把握	
③浸水実績を有する降雨実態の把握 ・時間的・空間的分布状況	水害ハザードマップ XRAIN 雨量情報

(3) 雨水整備状況および雨水管理計画

下水道管路台帳，下水道施設台帳に基づき現況施設の排水系統，施設能力を整理する。また，下水管路，雨水ポンプ場，雨水貯留施設に関する施設の監視設備の内容，段階的な整備計画，合流改善対策計画について把握する。具体的に必要な情報と収集すべき内容を表4-3に示す。

表 4-3 雨水整備状況および下水道雨水計画として必要な情報と収集すべき内容

調査内容	収集資料例
①下水管路，雨水貯留施設の把握 ・管路施設整備状況（管径，管底高，延長，勾配，マンホール位置等） ・貯留・浸透施設整備状況（貯留・浸透能力，施設諸元等）	下水道管路台帳，下水道施設台帳， ポンプ場施設・ゲート等の 管理台帳，操作規則
②分水堰，ゲート，ポンプ場施設の把握 ・分水堰，ゲートの整備状況（位置，形式，運用ルール等） ・ポンプ場施設等設備状況（排水能力，施設諸元，運転ルール等） ・監視設備（監視項目，データ伝送ルート・伝送方法等）	全体計画，事業認可申請書， 浸水対策計画，合流改善対策 計画，その他浸水対策に関わる計画
③雨水管理計画 ・主要な施設の段階的な整備計画，ソフト対策の内容	

(4) 既存の計測機器の設置状況

対象区域における水位情報・雨量情報等について、既存の計測機器やサービスを利用して入手できる情報を把握する。具体的に必要な情報と収集すべき内容を表4-4に示す。

表 4-4 既存の計測機器の設置状況として必要な情報と収集すべき内容

調査内容	収集資料例
①地上雨量計の設置状況 ・下水道部局，防災部局，消防部局等による庁内の設置状況 ・都道府県，国土交通省，気象庁等の設置状況 ②レーダ雨量計の設置状況 ・XRAIN（国土交通省）の観測範囲 ・その他のXバンドMPレーダ（気象庁，自治体等）の設置状況と観測範囲 ③水位・流量計の設置状況 ・下水道施設への水位計，流量計の設置状況 ・放流先河川または海域における水位計の設置状況	水文観測所台帳等

(5) 雨量・水位に関する計測データ

対象区域内または近傍のポンプ場等に設置されている雨量計やポンプ井・管路内に設置されている水位計の計測データを収集する。具体的に収集すべき内容を表4-5に示す。

表 4-5 雨量・水位データ計測状況の確認として収集すべき内容

調査内容	収集資料例
① 地上雨量計の計測データ	各観測記録等
② ポンプ井の計測データ	
③ 管路内水位の計測データ	

(6) 関連計画

関連計画としては、雨水の放流先となる河川の放流制限、水防災計画・体制等について把握する。具体的に必要な情報と収集すべき内容を表4-6に示す。

表 4-6 河川計画，水防災計画・体制等の把握に必要な情報と主な収集資料

調査内容	収集資料例
①放流先に関する内容 ・放流制限	河川整備計画等放流先の整備計画・放流規制等に関する資料
②警戒態勢（体制）に関する内容 ・配備体制，参集，配備，解散等の基準，配備時期 ・連絡体制，系統 ・作業内容	浸水に関わる防災計画全般  必要に応じて関係部署にヒアリングを行う
③他部局との連携に関する内容 ・連絡手段，役割分担，作業内容，必要とする情報	・ 下水道管理者
④住民，自治会との連携に関する内容 ・連絡手段，連絡項目，必要とする情報	・ 河川管理者 ・ 道路管理者
⑤国，県との連携に関する内容 ・連絡手段，連絡項目，指令内容	・ 防災部局等

(7) 関連法令

本技術を導入する場合は、下水道法ならびに各種の政令、省令および条例等に定める法令上の規制に留意しなければならない。

また、本システムが提供する運転支援情報の配信や雨量計の運用にあたっては、気象業務法の規定に留意する必要がある。

## § 22 導入効果の検討

導入効果の検討では、§ 21 で調査した内容を踏まえて適切な施設運転シナリオ等を設定し、§ 15 で設定した評価項目について試算する。

- (1) 対象区域における特性把握と対策目標の設定
- (2) 施設運転シナリオの作成
- (3) 概略設備配置計画と概算費用算出
- (4) 浸水被害軽減効果の試算
- (5) 情報提供時間の確認
- (6) 段階的導入の検討

### 【解 説】

導入効果の検討手順を以下に示す。導入効果は、実証研究の検討例を参考にして、§ 16 評価項目で設定した項目について試算した結果に基づき判断する。

#### (1) 対象区域における特性把握と対策目標の設定

§ 21 で調査した内容を踏まえて、シミュレーション等により、対象区域における現状の雨水排除能力（どの程度の降雨で浸水が発生するか、降雨波形や降雨分布による流出・浸水状況の違い、浸水発生要因推定等）や既存浸水対策施設の能力を把握する。その上で、雨水管理計画や整備状況の見通しを踏まえて、対象とする既存浸水対策施設や浸水対策目標を設定する。

#### (2) 施設運転シナリオの作成

対象とする既存浸水対策施設について、§ 15 評価項目を参考に、現状運転以外に、対策運転水位やそれを設定する地点、運転内容等を設定した、変更運転時の施設運転シナリオを作成する。この時、設定条件が異なる複数の変更運転時のシナリオを作成し、それぞれの効果について比較・検討した上で、採用するシナリオを決定することが望ましい。

#### (3) 概略設備配置計画と概算費用算出

計測技術として対象区域内に設置する計測機器（地上雨量計、水位計、浸水状況監視カメラ）の数と計測地点を設定するとともに、収集する情報を監視・管理する箇所を設定して概略設備配置計画を立案し、概算費用を算出する。なお参考として、地上雨量計、水位計、浸水状況監視カメラの設置位置に関する考え方については「資料編 1.2」を参照のこと。

#### (4) 浸水被害軽減効果の試算

§16 評価結果を参考に、検討対象とする降雨を選定した上で、シミュレーション等により施設運転シナリオごとの浸水被害を試算し、現状運転時との比較を行う。

また、浸水被害の試算結果に基づいて施設運転シナリオごとの年平均被害軽減期待額を算定し、概算費用から経費回収年を算定する。

#### (5) 情報提供時間の確認

§16 評価結果を参考に、検討対象とする降雨を選定し、下水管路内水位が対策運転水位から地表面に達するまでの時間 ( $T_{pk}$ ) を設定するとともに、対象とする既存浸水対策施設について、運転開始から規定の能力に達するまでに要する時間 ( $T_{pp}$ )、および本システムが運転支援情報の提供に要する時間 ( $T_{cj}$ ) を確認し、情報提供時間が適切に設定されているかを確認する。

#### (6) 段階的導入の検討

(5) までの検討の中で目標とする効果が得られない場合は、本システムの要素技術の構成を分割し段階的に導入する場合や、部分的導入のみを行う場合を想定し、再度検討を行うことが望ましい。

図4-7および表4-8に、段階的導入を想定した場合の要素技術の構成と導入区分の事例を示す。

各構成の対象範囲・機器と対象とする機器と留意すべき点は、§17 要素技術の構成が異なる場合の活用方法を参照のこと。

表 4-7 段階的導入の構成

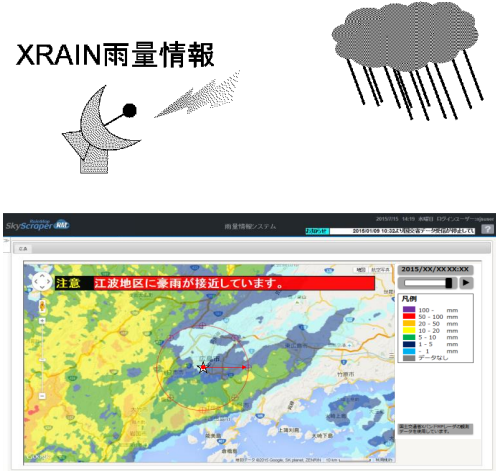
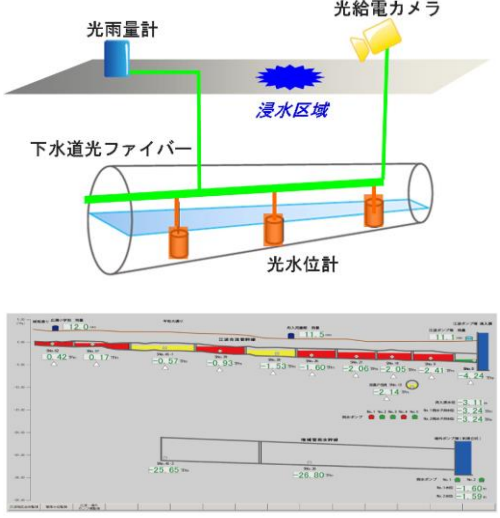
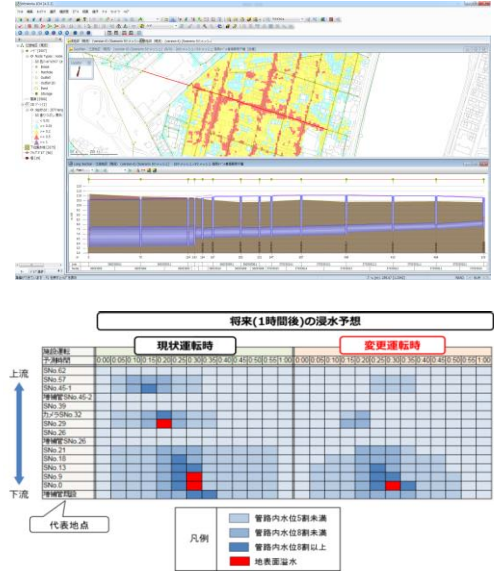
構成	要素技術	構成内容	システムイメージ
<p>構成 ①</p>	<p>計測技術</p>	<p>XRAIN等レーダ雨量計による計測値データおよび予測雨量データを受信し表示する。</p>	<p>システムイメージ</p> 
<p>構成 ②</p>	<p>計測技術 情報伝達技術</p>	<p>下水管路内の水位計、地上雨量計および浸水状況監視カメラのデータを下水道光ファイバー等の情報伝達技術を用いて集約し、リアルタイム計測情報を表示する。</p>	
<p>構成 ③</p>	<p>流出解析・ 浸水予測技術</p>	<p>レーダ雨量情報と下水管路内の水位計測情報を用いてリアルタイムの浸水シミュレーションを行い、下水管路内の流出解析結果および浸水予測情報を表示する。また、予測結果をポンプ運転支援情報として表示する。</p>	



表 4-8 本システムの導入パターン

区分	各構成の整備順序	備考
1		<ul style="list-style-type: none"> <li>● XRAIN雨量情報等の活用から開始</li> <li>● 対象区域内の水位計を設置→浸水予測システムを整備</li> </ul> <p>【ポイント】 既存データの活用により整備を開始できる。導入効果を検証しながら段階的に機能拡張</p>
2		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 浸水発生常襲地区の監視が重要視される場合</li> <li>● 雨量・水位情報を優先して収集・活用→浸水予測システムを整備</li> </ul> <p>【ポイント】 XRAIN雨量情報等と水位計測環境を整備し、効果を見極め浸水予測シミュレーションの整備を開始</p>
3		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 浸水発生常襲地区の監視が重要視される場合</li> <li>● 最低限必要となる水位情報のみを優先して収集・活用し、次に雨量情報も含めた浸水予測システムを整備</li> </ul> <p>【ポイント】 水位計測を整備し、効果を見極め浸水予測シミュレーションの整備を開始</p>
4		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 浸水発生常襲地区の監視が重要視される場合</li> <li>● 水位情報のみを優先して収集・活用し、次に雨量情報の収集まで整備</li> <li>● 浸水予測を行わずに対策効果が期待できる(他地区からの流入を停止するなど)ケースに適用可能</li> </ul> <p>【ポイント】 操作変更時の情報がなく、運転操作の具体的な支援情報は得られない</p>

なお、各構成の整備に必要な概算費用の試算結果は、表 4-9 のとおりである。

表 4-9 各構成の整備に必要な概算費用（実証研究における試算）

項目	概算費用※		
	構成①	構成②	構成③
設備建設費(千円)	20,000	150,000	47,000
維持管理費(千円/年)	2,550	1,600	2,720
計	22,550	151,600	49,720

※全構成を導入した場合は構成①②③の費用を合計した額となる)

### § 23 導入判断

本技術の導入は，導入効果の検討結果等から総合的に判断する。

#### 【解説】

§ 22 導入効果の検討から総合的に判断して導入効果が見込まれる場合には，本技術の導入を決定し詳細調査およびシステム構築に移る。

導入効果が目標よりも小さい，あるいは見込まれない場合には，その原因を分析し特定する。効果が得られない要因への対応として，シミュレーションモデルの精度向上（地形情報，管路情報，浸水実績等各種データの精度向上）や施設運転シナリオを見直すことが考えられる。浸水実績のある排水区の詳細状況を現地調査や運転シナリオの再点検等により，モデル精度の向上が図れる場合は，導入効果の再検討を行うことが望ましい。

また，導入費用が問題となる場合は，段階的な導入検討や § 19 他の施設運転への適用を参考に再度検討することが望ましい。

## 第2節 技術の導入

### § 24 詳細調査

詳細調査は、本技術の導入にあたって、構築するシステムの配置や仕様を決定するために実施する。

- (1) 対象区域内の管路や施設の現地確認
- (2) 設備設置場所の選定

#### 【解説】

本技術の導入を判断した場合は、システム構築に向けた詳細調査を実施する。また、必要に応じて関係機関との調整を行う。

#### (1) 対象区域内の管路や施設情報の確認

対象区域の管路データや施設情報を台帳等により把握し、管内の立ち入り調査等現地状況の確認を行い、台帳との記載内容との相違や設備が設置可能性について判断する。

また、増補施設が存在する場合には、必要に応じて分水施設の調査も実施する。

なお、夜間工事の必要性について、関係機関に確認する。

#### (2) 設備設置場所の選定

本システムに関する各設備の設置場所や、監視情報・運転支援情報を配信・表示する場所を選定する。また、他の既存設備からの情報収集する必要がある場合は収集方法等を考慮した上で、設備の設置場所を選定する。

## § 25 システム構築

詳細調査結果に基づき、以下の計測機器や必要となる解析モデルについて検討を行い、本システムを構築する。

- (1) 計測技術
- (2) 情報伝達技術
- (3) 流出解析・浸水予測技術

### 【解説】

#### (1) 計測技術

##### 1) 計測機器の選定

対象区域内に設置する計測機器は、第2章第3節を参考に選定する。

また、レーダ雨量計についても、第2章第3節を参考にして日本気象協会等データの入手先と入手に必要な設備等を選定する。

##### 2) 計測機器の設置

対象区域内に設置する計測機器の設置箇所は、以下に基づいて設定する。

#### (a) 水位計

水位計の設置箇所は、以下の項目を考慮して総合的に判断する。

- 浸水の発生状況を監視する必要性が高いと考えられる地点として、浸水の発生頻度が高く、かつ主要交通路や病院等の公共施設等に浸水した場合に地域に与える影響が大きいと考えられる地点。
- 幹線への流入面積が大きく、他と比べて流入量の増加が大きいと予想される枝線との合流地点。なお、実証研究においては、幹線に流入する面積が大きく、管径が比較的大きい地点を目安とする。なお、実証研究では1,000mm以上を目安とするとともに、複数の枝線からの流入がある場合は、複数流入管の合計断面積から換算断面を算定して判断した。
- 雨天時遮集水の流入がある場合は、その影響を把握できる地点。
- 管径が変化し水位変化が発生しやすい地点。
- 貯留施設等への分水がある場合、その変化を捉えられる地点
- 上記に基づいて選定した結果、近接する箇所がある場合は、施工のしやすさ等を考慮し、代表地点に集約することも検討する。なお、人孔・流入地点の近傍に設置する場合、人孔内や人孔・流入地点直下流は流れの乱れによる影響が強いことが多いため、人孔直上流側に設置することが望ましい(図4-2参照)。

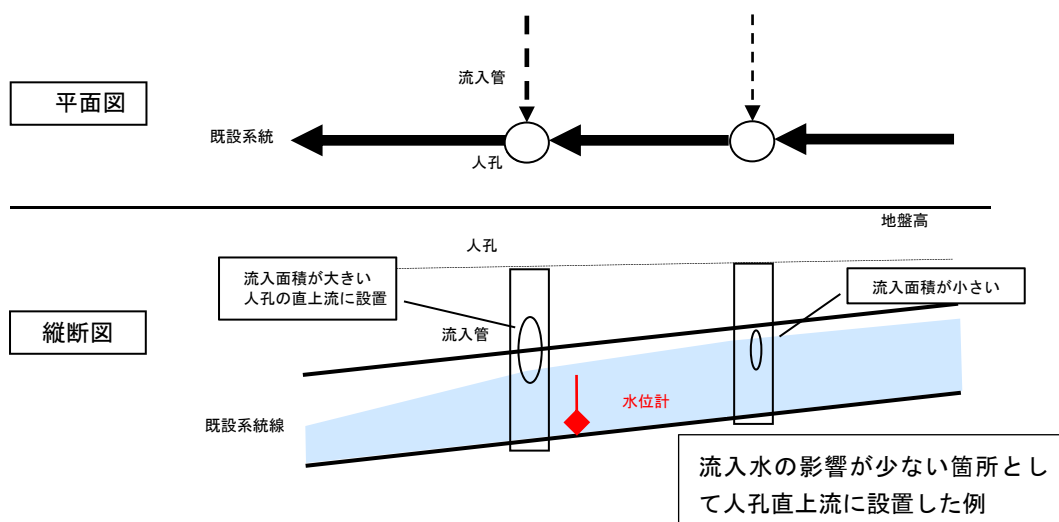


図 4-2 既設系統における水位計設置条件

### (b) 地上雨量計

地上雨量計を設置する場合，次の点に配慮して配置する。

- 対象区域内の降雨分布を出来るだけ正確に把握できるように，対象区域の広さを踏まえ，複数台設置することが望ましい。
- 雨量計は，できるだけ周囲が開放され，かつ局所的な風の変化を受けない場所に設置することが重要である。
- 対象区域内に既設の地上雨量計が存在する場合は，その精度を確認した上で本システムでの活用も検討する事が望ましい。

### (c) 浸水状況監視カメラ

浸水状況監視カメラに関する留意点は，次のとおりである。

- 対象区域の中で優先的に浸水状況の確認をすべき箇所（浸水頻度が高い，浸水による影響が大きい，水位計設置箇所近傍等）を選定しそれらを監視できる位置に設置する。
- 住宅密集地等に設置する場合はプライバシーの取り扱いに留意する。

## (2) 情報伝達技術

各計測機器で取得したデータを下水道光ファイバーやネットワーク回線を使用して収集するとともに、収集したデータを解析した結果から得られた運転支援情報を、施設管理者等に提供するものである。

情報伝達技術として用いる、通信手段や情報通信装置については、§12 情報伝達技術を参考にして、機種・仕様を選定する。

### 1) 情報通信装置の選定

情報通信装置の選定に関する留意点は、以下のとおりである。

- 計測機器等の通信する情報量に対応した速度の機器やケーブルを選定すること。
- 通信方式に一般回線や無線モバイルを使用する場合は、ファイヤーウォール(FW)を設置しセキュリティの確保に努めること。

### 2) 情報通信装置の設置

情報通信装置の設置に関する留意点は、以下のとおりである。

- 安全性や耐震性を確保するため、施錠管理できるサーバラック等に設置する事が望ましい。
- 装置の故障原因となるため、高温多湿となる環境やほこりの多い場所に設置しないこと。
- 安定的に電源供給するため、UPS を設置する事が望ましい。

## (3) 流出解析・浸水予測技術

流出解析・浸水予測技術として用いる、リアルタイムで浸水予測シミュレーションが可能なソフトウェアや情報処理装置については、§13 流出解析・浸水予測技術を参考にして、機種・仕様を選定する。

### 1) 情報処理装置の選定

情報処理装置の選定に関する留意点は、以下のとおりである。

- 対象排水区の規模や観測機器の数、アプリケーション動作環境、解析頻度等により、ハードディスクドライブの容量やメモリ容量を必要に応じて増強する必要がある。
- オペレーティングシステム(OS)については、利用するソフトウェアにより Windows や Unix 系の OS に限定される場合もあるので、アプリケーションソフトウェアの仕様を確認した上で OS を選択する必要がある。

## 2) 情報処理装置の設置

情報処理装置の設置に関する留意点は、以下のとおりである。

- 安全性や耐震性を確保するため、施設管理できるサーバラック等に設置する事が望ましい。
- 装置の故障原因となるため、高温多湿となる環境やほこりの多い場所に設置しないこと。
- 安定的に電源供給するため、UPS を設置する事が望ましい。

§ 22 で検討した段階的導入における構成イメージを本システムで用いたシステム構成で以下の図 4-3 および表 4-10 に示す。

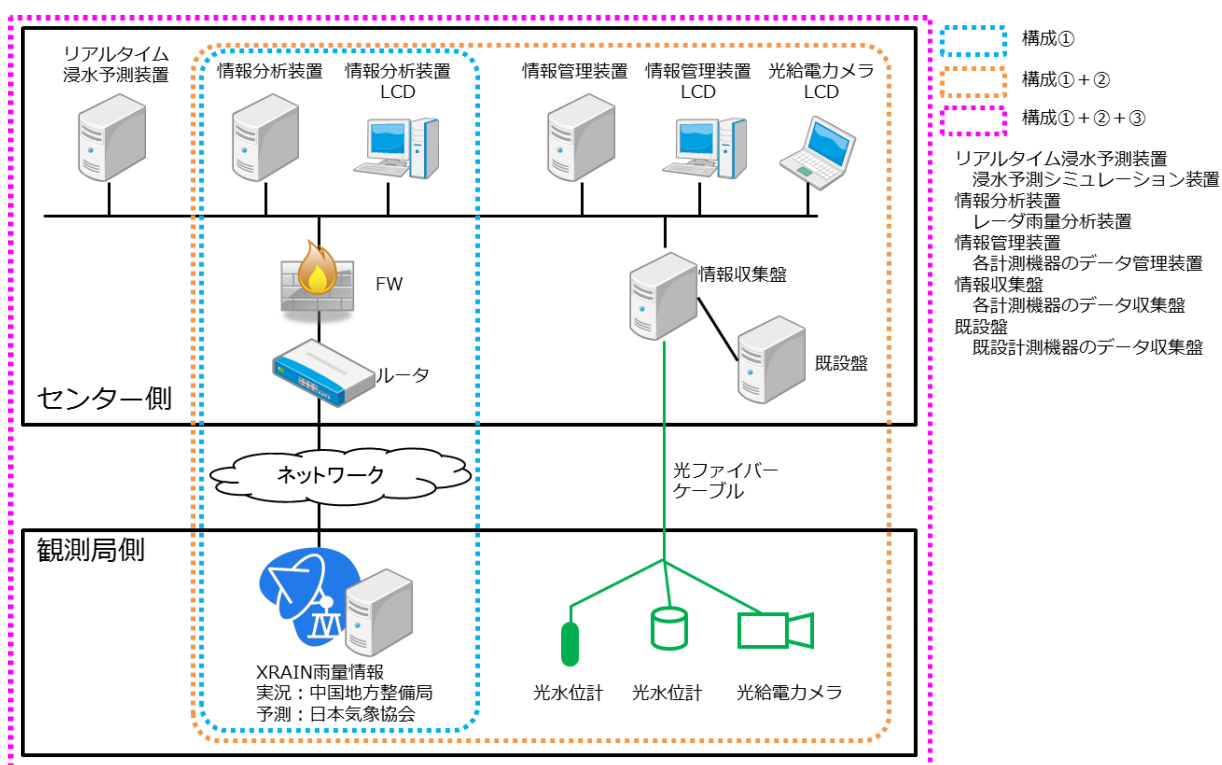


図 4-3 導入パターンに応じたシステム構成図

表 4-10 導入パターンに応じたシステム構成内容

構成	データ	システム構成
構成①	XRAIN 雨量情報 (計測)	情報分析装置
構成①+②	XRAIN 雨量情報 (計測), 地上雨量, 管内水位, 浸水映像, ポンプ運転等	観測機器, 情報収集盤, 情報管理装置, 情報分析装置
構成①+②+③	XRAIN 雨量情報 (計測・予測), 地上雨量, 管内水位, 浸水映像, ポンプ運転	観測機器, 情報収集盤, 情報管理装置, 情報分析装置, リアルタイム浸水予測装置

### 3) シミュレーションモデルの構築

本システムの導入の検討を行うため、対象とする排水系統の現状の管路施設やポンプ場施設能力を入力し、排水区内の流出および浸水現象を再現するシミュレーションモデルが必要となる。

シミュレーションモデルは、下水道計画で活用されている流出解析モデルを用いて、以下の手順・作業により構築する。

#### (a) シミュレーションモデルの構築

##### ① 管路網・区画割データの作成

局所的な浸水発生状況に配慮して、構築対象とする管路網とこれに流入する区画割データを作成する。また、管路系統から増補系統への分水が行われている場合は、分水施設の構造を正確に入力するとともに、管路の更生が行われている場合には、管径および管路粗度係数の設定に注意する必要がある。

##### ② ポンプ運転の設定

ポンプ運転の条件設定として、稼動水位、停止水位を精査し、稼動・停止の遅れ時間を設定する。

##### ③ 流出モデルの設定

流出モデルについて、下水道計画の雨水計画において一般的に用いられる流出係数モデルや小降雨時と降雨ピーク時で流出率の違いを反映できる降雨損失モデルを適宜選択し、パラメータの同定を行う。

##### ④ 地表面モデルの設定

対象区域の地形勾配や道路・宅地の状況に配慮して、地表面の浸水状況を正確に反映できるように、地表面モデルデータを構築する。

#### (b) 構築したモデルの再現性確認

(a)で構築したシミュレーションモデルに対して、次の2つのフェーズにより現象の再現性の確認・パラメータ調整を行う。

##### 【フェーズ1】

管内流出現象の妥当性を確認することを目的とし、管内水位計による計測結果と解析値の整合性を図るようパラメータを設定する。

##### 【フェーズ2】

氾濫解析モデル（地盤高・地物の設定）の妥当性を確認することを目的とし、浸水範囲の妥当性に対して、解析による浸水予想区域と実績地点の整合性を確認する

#### (c) リアルタイムシミュレーションモデルの構築

リアルタイムシミュレーションを導入する場合には、前述(a)(b)で構築したシミュレーションモデルをベースにして、XRAIN等のレーダ雨量情報をインプットする(図4-4参照)。



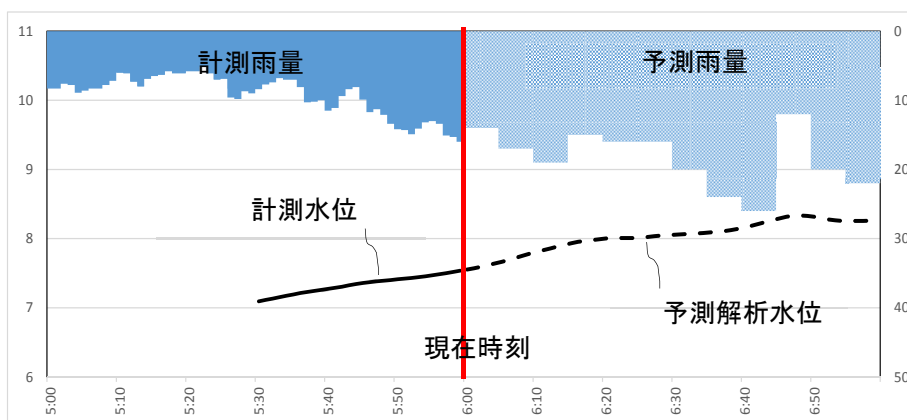


図 4-4 リアルタイムシミュレーションに与える降雨区分

また、リアルタイム解析の計算過程では、不特定の要因（雨量データ精度、管路内堆積物の発生等）から、図 4-5 に示すように実現象との誤差が発生し蓄積されていく可能性がある。予測解析水位の精度を高めるため、解析水位と計測水位を比較・補正する方法の適用を検討することが望ましい。ただし、解析値と計測値の整合性および安全性を確認することが重要である。なお、入力するレーダ雨量計の予測値については、有効な予測時間を分析して、運用において重視する時間、予測精度が十分でない時間を把握しておくことが望ましい。

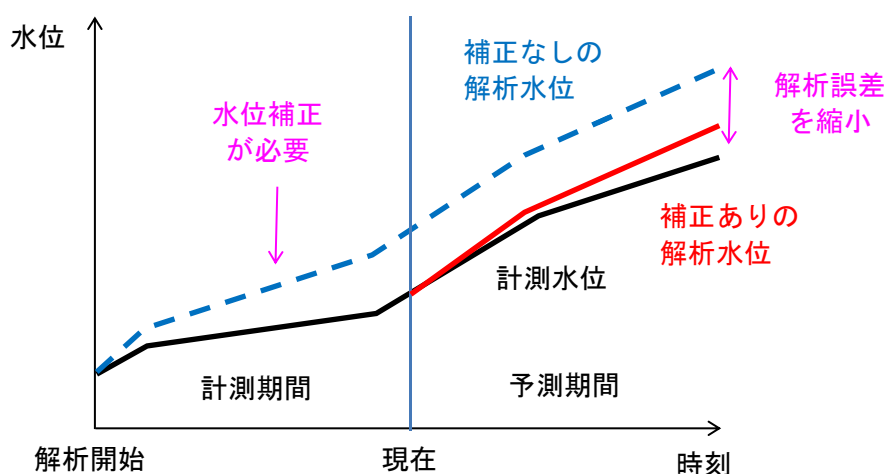


図 4-5 リアルタイム浸水予測シミュレーションにおける水位補正イメージ