

下水道事業による災害対策の事例

(株)極東技工コンサルタント 谷垣寿春

近年頻発する豪雨や、東日本大震災、熊本地震、北海道胆振東部地震などにより、全国各地で自然災害による被害が発生する中、下水道施設についても国土強靱化の一環として、一層の災害対策が求められている。

本稿で事例として紹介する地方自治体（以下「A市」）においても、過去に浸水被害が多発しており、平成26年8月豪雨では、約2,900棟の浸水被害とポンプ場の機能停止が発生した。

また、このほかの災害対策の課題として、下水道施設の耐震化が遅れていることも挙げられ、本稿では、これらの災害への対策事例についてとりまとめた。

Key Words : 国土強靱化、浸水対策、地震対策、下水道BCP

1. はじめに

本事例にて取り上げるA市の公共下水道事業は、昭和41年に供用開始し、現在の保有施設は、処理場1箇所、ポンプ場14箇所（汚水12箇所、合流1箇所、雨水1箇所）、管路施設延長約555km（汚水+合流：518km、雨水：37km）である。

汚水処理施設は概成している一方、経過年数が下水道施設の標準耐用年数を超過する施設が増加傾向にあり、老朽化対策および維持管理のステージに移行している。

本稿では、上述の施設状況を考慮した災害対策の一事例として、A市が取り組んでいる水害対策の概要および実施状況を紹介するとともに、総合地震対策計画および下水道BCPの検討事例を述べる。

2. 浸水対策

2.1. 過去に発生した浸水被害の概要（平成26年8月豪雨）

A市の中心市街地は、山地と河川に挟まれた低平地に位置しており、近年、水田や山地などで宅地化が進んだことから、流域内の保水能力が低下し、浸水被害の発生リスクが高い地域である。本地域においては、A市における既往最大降雨（総降雨量357.5mm、時間最大降雨量62mm/hr）である平成26年8月豪雨によって大規模な浸水被害が発生した。被害規模は床上浸水約1,500棟、床下浸水約1,400棟に上り、下水道施設の被害としては、合流ポンプ場1箇所、汚水中継ポンプ場4箇所、マンホール形式ポンプ場6箇所が浸水により機能停止する事態となった。



写真-1 市内の浸水状況

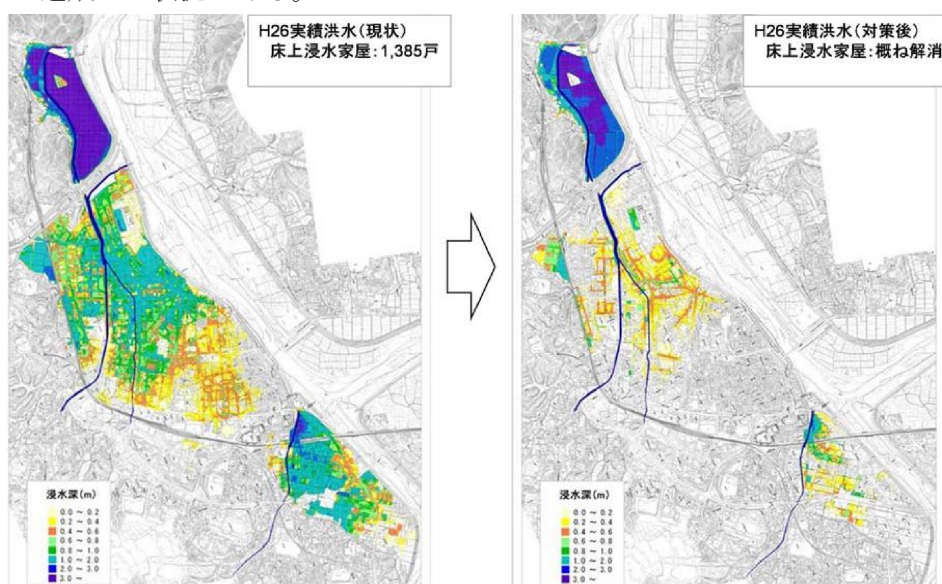


写真-2 ポンプ場の浸水状況

2. 2. 浸水対策の課題と対応

この降雨によって発生した浸水被害は、内水氾濫によるものと河川の氾濫によるものが混在していることから、下水道のみの対策では整備目標を達成できず、河川改修などによる河川事業側での対策も必要となった。

そこで、A市においては、河川事業との調整のもと、下水道としては平成 26 年度に策定した下水道浸水被害軽減総合計画によりハード整備を進め、5 年という短期間で貯留施設 9 箇所（総貯留量：17,950m³）、雨水ポンプ場 1 箇所（排水能力：432m³/min）を整備し、対策目標である 62mm/hr の降雨に対しての床上浸水解消をおおむね達成した（図-1 参照）。また、この間、河川事業も下水道のハード整備と並行して河川改修を実施しており、現在では対象流域におけるそれぞれのハード整備目標（下水道：55mm/hr、河川：65mm/hr）についてもおおむね達成した状況にある。



出典：総合的な治水対策協議会資料

図-1 対策前後のシミュレーション結果（既往最大降雨）

3. 地震対策

3.1. A市の下水道施設耐震化状況

A市の下水道施設は、これまでに地震による被害を受けた実績はないが、未耐震化施設（耐震性能不足または耐震診断未実施の施設）が多数存在する。

処理場・ポンプ場については、令和2年度に供用開始した雨水ポンプ場1箇所を除くすべての施設（計14箇所）、管路については総延長の約7割に当たる約400kmの施設が未耐震化施設となっており、今後、計画的な耐震化が必要となることから、下水道総合地震対策計画を策定し、耐震化事業に着手することとなった。

3.2. 対象施設の抽出

前述のとおり、A市における未耐震化施設は膨大な数に上ることから、施設の重要度に基づき今後耐震化を図る施設を抽出した上で、対策優先順位を設定することとした。

抽出した施設は表-1、表-2に示すとおりである。

表-1 対象施設（処理場・ポンプ場）

| | 項目 | 施設数（箇所） | | |
|-----|------|---------|----|----|
| | | 汚水(合流) | 雨水 | 合計 |
| (1) | 処理場 | 1 | — | 1 |
| (2) | ポンプ場 | 13 | — | 13 |

表-2 対象施設（管路）

| | 項目 | 延長（km） | | | |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------|---------|-------|--------|-------|
| | | 汚水(合流) | 雨水 | 合計 | |
| (1) | 原則として流域幹線の管路 | — | — | — | |
| (2) | ポンプ場・処理場に直結する幹線管路 | 66.37 | — | 66.37 | |
| (3) | 河川・軌道等を横断する管路で地震被害によって二次災害を誘発するおそれのあるもの、および復旧が極めて困難であると予想される幹線管路など | 河川横断 | 3.39 | — | 3.39 |
| | | 軌道横断 | 0.36 | 1.77 | 2.13 |
| (4) | 被災時に重要な交通機能への障害を及ぼすおそれのある緊急輸送路などに埋設されている管路 | 緊急輸送路 | 25.88 | 6.08 | 31.96 |
| | | 重要物流道路 | 10.94 | 2.34 | 13.28 |
| | | 代替・補完路 | 2.08 | 0.17 | 2.25 |
| (5) | 相当広域範囲の排水区を受け持つ吐口に直結する幹線管路 | — | 12.91 | 12.91 | |
| (6) | 防災拠点や避難所、または地域防災対策上必要と定めた施設等からの排水を受ける管路 | 防災拠点 | 5.31 | — | 5.31 |
| | | 災害医療拠点 | 1.52 | — | 1.52 |
| | | 広域避難所 | 51.51 | — | 51.51 |
| | | 指定福祉避難所 | 48.84 | — | 48.84 |
| (7) | その他、下水を流下収集させる機能面からみてシステムとして重要な管路 | — | — | — | |
| 重要な幹線等 合計（重複控除） | | 103.86 | 17.36 | 121.22 | |

3.3. 対策優先度の設定

下水道施設を処理場、ポンプ場、管路の施設区分に大別し、それぞれの施設区分ごとに優先度を設定した。

(1) 処理場

表-3 処理場内施設の優先度

| 施設名 | 機能 | 優先度 | 備考 |
|------------|--------------------|-----|----------|
| 管理棟 | 安全衛生 退避 電源確保 | 1 | |
| 流入きょ | 流下 | 5 | |
| 場内ポンプ場 | 揚水 | 4 | |
| 分配槽 | 流下 | 6 | |
| 最初沈殿池 | 沈殿 | 10 | |
| 反応タンク | その他 | 12 | |
| 最終沈殿池 | 沈殿 | 13 | |
| 塩素混和池 | 消毒 | 3 | |
| 塩素滅菌棟 | 消毒 | 2 | |
| 急速ろ過施設 | その他 | - | 廃止 |
| 雨天排水ポンプ棟 | 揚水 | 7 | |
| 場内調圧槽・放流きょ | 流下 | 8 | |
| し尿投入施設 | 安全衛生 | - | 汚泥有効利用事業 |
| 自家発電機棟 | 電源確保 | 9 | |
| 初沈汚泥ポンプ室 | 沈殿 | 11 | |
| 脱臭ブロー室 | その他 | 15 | |
| 返送汚泥ポンプ室 | その他 | 14 | |
| 汚泥濃縮施設（重力） | 汚泥処理 | 16 | |
| 汚泥貯留施設 | 汚泥処理 | 17 | |
| 濃縮汚泥ポンプ室 | 汚泥処理 | 18 | |
| 脱水機棟 | 脱水 | - | 汚泥有効利用事業 |
| 汚泥焼却施設 | 汚泥処理 | - | 汚泥有効利用事業 |
| 管廊 | その他 | 19 | |

処理場については災害時に早急な機能確保が要求される項目（表-4）を考慮し、表-3に示すとおり、建築・土木構造物などの施設単位で優先度を設定した。なお、A市においては、下水道汚泥有効利用事業を計画しているため、当該事業により改築更新が予定されている施設については、下水道総合地震対策事業による耐震化の対象施設から除外した。

表-4 目標と要求機能

| アウトカム目標 | 要求機能 | 優先度 |
|-----------------------------------------|--------|-----|
| 人命を守る | 安全衛生機能 | 1 |
| | 避難機能 | |
| 公衆衛生機能 浸水の防除 生活環境の保全 応急対策活動の確保 | 揚水機能 | 2 |
| | 消毒機能 | |
| | 流下機能 | |
| 公共用水域の水質保全 | 交通確保機能 | 3 |
| | 沈殿機能 | |
| | 脱水機能 | |
| | その他機能 | |

(2) ポンプ場

ポンプ場については、系統としての流下機能の確保の観点から、管路の重要度を考慮した優先度を設定することとし、各施設固有の諸元である施工年度、送水能力などに基づく被災リスクについては考慮しないこととした。

(3) 管路

管路の優先度については、対策効果の発現性を考慮し、基本的には系統単位で設定した。ここで、地震対策上重要な幹線等としては、①重要な施設（防災拠点・避難所など）からの排水を受け入れるライフラインとしての重要性が高い管路と、②緊急輸送道路下・重要物流道路下・軌道横断・河川横断など、被災時に社会的影響性が高い管路に大別した。

①の重要な施設からの排水を受ける管路についてはおおむね表-5に示す対象施設の重要度から当該ルート的重要度も決定されると考えられる。一方、②の緊急輸送道路下などについては、公共空間への汚水の流出、道路陥没、マンホール浮上が生じた場合の社会的影

響は懸念されるものの、交通規制や迂回ルートの設定などによる緊急措置で、一定の対応が可能と考えられる。

よって、まずは市民の避難生活に対し、①の対策を優先的に実施することとし、②については①の対策の進捗状況を考慮し、①の対策と一体的に整備することが効率的である箇所から順次対策を行っていく計画とした。

表-5 系統別重要度ランク（重要な施設からの排水系統ルート）

| 重要度 | 重要な施設の区分 |
|-----|----------------|
| I | 防災拠点（市役所・消防本部） |
| II | 広域避難所（指定※） |
| III | 災害医療拠点 |
| IV | 指定福祉避難所 |
| V | 広域避難所（その他） |

※長期の避難生活に対応した広域避難所

4. 下水道BCP

災害に対するソフト対策としては、下水道BCPが有効な手段として挙げられる。下水道BCPの策定に当たっては、本稿で取り上げた各種災害対策計画によるハードおよびソフト対策の進捗状況を考慮した上で、計画水準を上回る災害についても想定した。

4.1. 地震対策編

地震対策のBCPとしては、まず優先実施業務を抽出したのち、それぞれの業務に対し許容中断時間および対応の目標時間を定め、非常時対応計画の策定を行った。対応の目標時間の設定に当たり、人員・資機材のリソースが不足する部分については、支援・受援体制の構築検討および整理を行い、必要なリソースが確保されるよう配慮した。

また、減災対策の一環として、マンホールトイレシステムの設置を検討し、避難所生活におけるトイレ使用の問題について対応する計画とした。

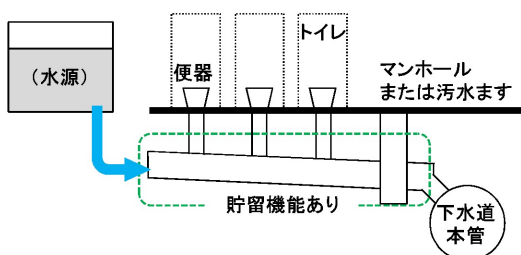


図-2 貯留型マンホールトイレシステム

出典：マンホールトイレ整備・運用のためのガイドライン -2018-

マンホールトイレは、長期の避難生活に対応する広域避難所に対し設置を行う計画とし、各避難所の収容人数に対し、75人に1基の割合で設置を行うこととした。なお、マンホールトイレシステムは貯留型の採用を前提とし、マンホールトイレシステムの接続先となる下水道本管から処理場までの系統については、優先的に耐震化が図られるよう、管路施設のハード対策計画とも整合を図った。

4. 2. 水害対策編

表-6 事前対応業務の一例

| 優先度 | 事前対応業務 |
|-----|---------------------|
| 1 | 降雨・水位情報等の収集 |
| 2 | 雨水貯留施設の貯留量確認および運転管理 |
| 3 | 応援・受援体制の連絡調整 |
| 4 | 浸水防止等の緊急措置 |

水害対策のBCPは地震と共通する部分もあるが、気象情報から事前にある程度の予測が可能であるため、水害が発生する前に一定の対応を図ることが可能である。このことから、水害対策編の特有の内容と

して、「事前対応業務（表-6）」を優先実施業務に含めた計画を策定した。

事前対応業務の内容として、特に処理場・ポンプ場の緊急措置に関する検討事例を以下に述べる。

過去の水害により下水道施設の機能停止が発生しているA市においては、既往最大降雨（62mm/hr）に対する施設の耐水化として、止水壁などによるハード対策が完了しているが、さらに想定最大降雨（494mm/48hr）に対しても被害の軽減および早期復旧を図るため、BCPにおいて想定最大降雨（494mm/48hr）時に水害リスクの高い施設を抽出し、事前対応策について検討を行った。

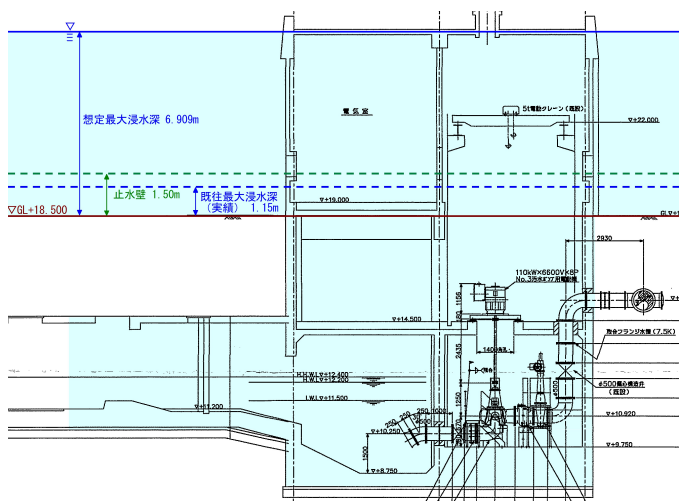


図-3 想定浸水深による被害想定

本検討では、各処理施設の管理棟や電気室などの水害リスクが高いと考えられる施設について、図-3に示すように、想定最大降雨（494mm/48hr）に対する影響を視覚的に整理した。

また、これらのリスクに対する事前対応策として、土のうの設置および仮設ポンプ・ポンプ車配備などを位置付け、被害の軽減および早期復旧を可能とするBCPを策定した。

5. おわりに

災害対策の検討に当たっては、災害の履歴や想定されるリスクを十分に把握した上で、既存施設の維持管理情報および各種事業メニューによる改築・更新情報を複合的に勘案し、効率的かつ効果的な計画を策定することにより、対策効果の早期発現を目指していく必要がある。

また、近年ではICTの発達により、災害の予測・被災箇所の情報発信および共有を図ることができる仕組みも開発が進んでいるため、ソフト対策としては、このような技術を積極的に取り入れていくことも重要であると考えられる。