

浸水シミュレーションを用いた浸水対策の検討事例

(株)極東技工コンサルタント 佐藤光平

近年、気候変動の影響による記録的短時間降雨が増加傾向であり、常襲的に浸水被害が発生する地域以外においても浸水が発生するなど、水害への対策が課題となっている。

本稿の対象区域は、北側の丘陵から南側（海域）の低地に向かう地形となっており、豪雨が発生すると雨水が低地へ一気に流れ込み、浸水が発生しやすい特徴がある。また、検討対象区域では、ポンプ場の改築、管きよの再構築及び遮集管きよの計画が予定されていることから、本稿では、流出解析モデルを用いた浸水シミュレーションを行い、浸水発生要因の分析と対策施設の効果的・効率的な整備運用について効果検証を行った。

Key Words : 浸水シミュレーション、地表面取水構造、貯留管、先行整備対策

1. はじめに

1-1. 対象区域の概要

対象区域は、北側の丘陵地と南側の海域に囲まれた区域となっており、急こう配の斜面を経て南側は広い低地部となっている。また、低地部は、住宅や商店、工場などが立ち並ぶ市街地となっている。

低地部の雨水排除については、自然排水区域とポンプ排水区域に区別されており、自然排水区域では、高潮等の影響による背水の影響で、浸水が発生しやすい状況である。

また、自然排水する区域では、常襲的に浸水被害が発生しており、早急な対策が求められている。（図-1 参照）

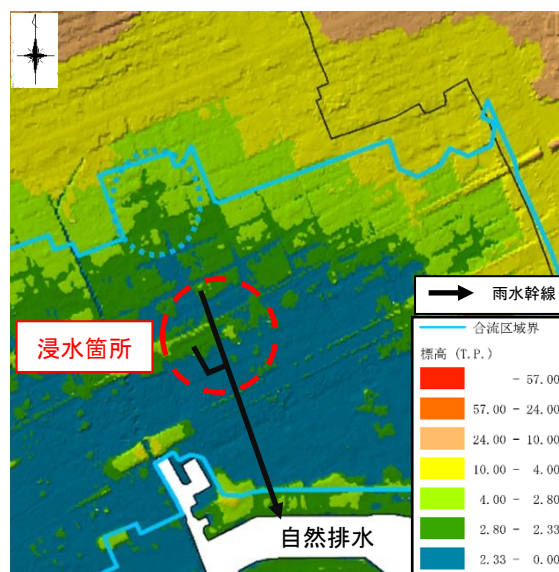


図-1 対象区域

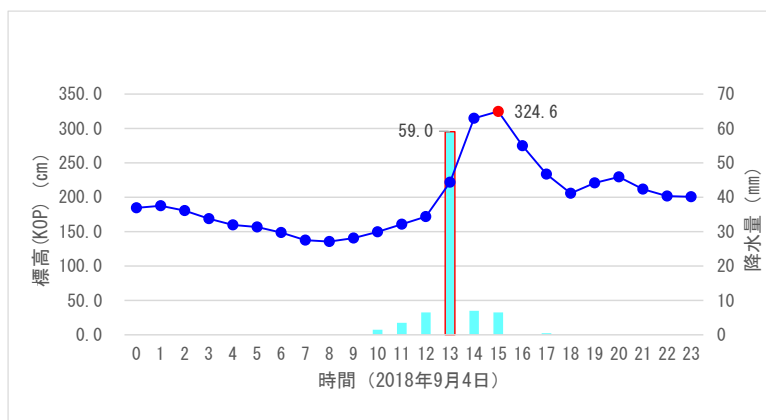
1-2. 浸水状況

本稿の対象区域は、10 年確率降雨（49.1mm/h）かつ計画高潮位（TP+2.80m）の条件下において、浸水の発生を防止することを対策目標としている。

近年に発生した大規模な浸水被害は、平成 30 年台風 21 号によるものとなっており、1 時間の降水量は、10 年確率降雨（49.1mm/h）を超える降雨であった。

浸水被害が発生した平成 30 年台風 21 号時の降水状況と潮位の関係を図-2 に示す。

図－2 が示すとおり、降水量の上昇と併せて潮位も上昇しており、自然排水区では背水の影響を受け、雨水を区域外へ排水できなかったことが浸水要因と考えられる。

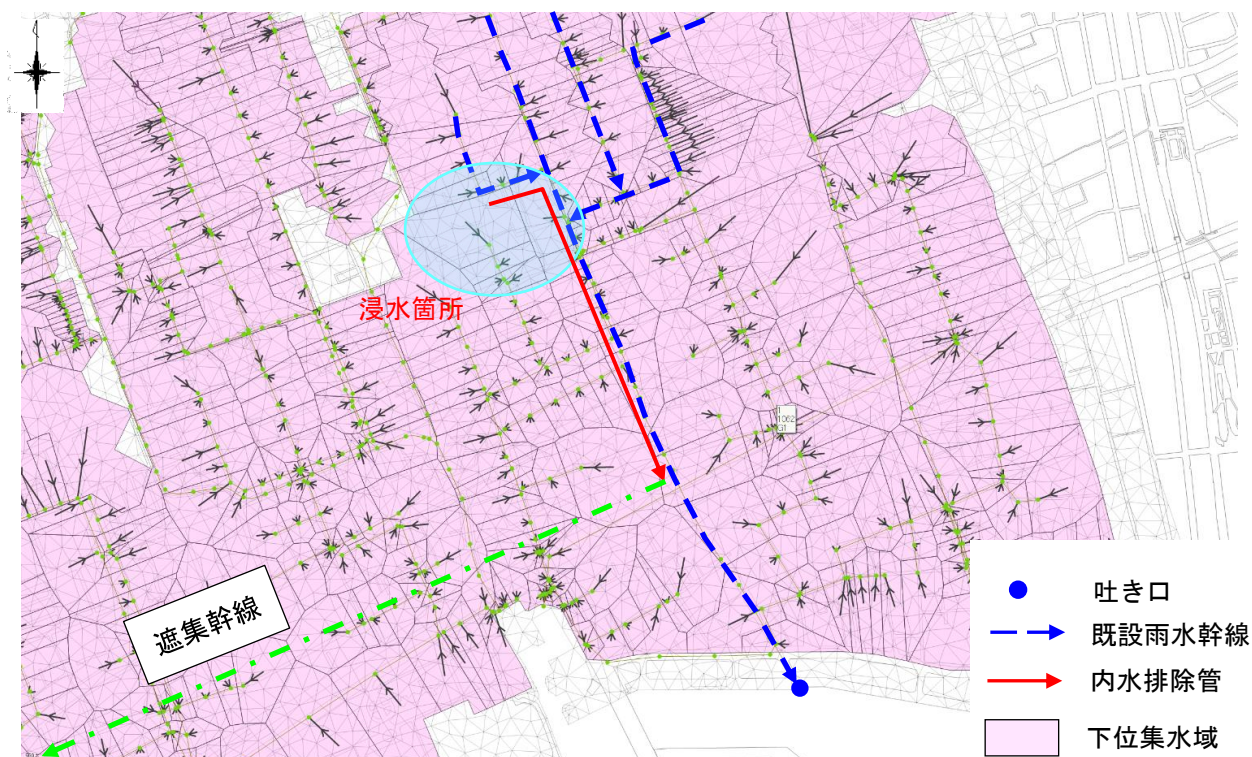


図－2 浸水被害発生時の降水量及び潮位

2. 検討方針

浸水が発生している区域における雨水幹線の整備状況を図－3 に示す。今後、この区域では、内水排除を目的とした雨水管（内水排除管）を整備するとともに、内水排除管を集約した遮集幹線の整備計画はあるが、それらの整備には膨大な時間と費用が必要となる。

そのため、本稿では内水排除管を先行的に整備した場合の対策効果と内水排除管の効率的かつ効果的な運用方法について浸水シミュレーションを用いて検証する。



図－3 当該区域の管網図

3. 浸水発生要因の分析及び検証

平成 30 年台風 21 号による浸水状況について、浸水シミュレーションで検証した結果を図-4 に示す。浸水が発生した赤枠の地区では、浸水深が 10cm 以上となる箇所が確認でき、20cm 以上の浸水深も発生していることから、床下浸水相当の状況となっている。

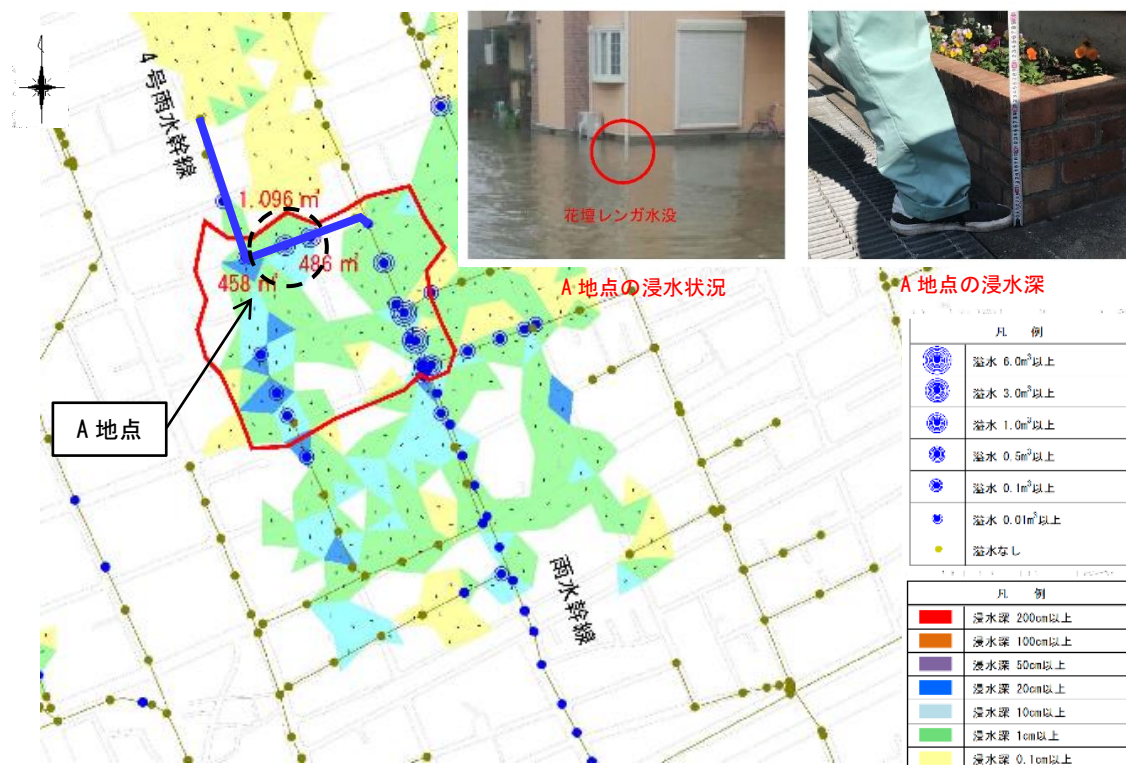


図-4 浸水シミュレーション結果（現況モデル）

縦断面図（図-5）を確認したところ、4号雨水幹線や下流区間の雨水幹線は圧力状態であったことが確認された。これは潮位による影響が大きく、時間が経過しても圧力状態は解消されていない状況である。

図-6 に A 地点における潮位、降雨量及び流速を示す。降雨ピーク時の手前となる 13 時 20 分に流速がゼロとなっており、降雨ピーク時の 13 時 40 分では流速がマイナス値となっていることから、管内の雨水が滞水または逆流していることを確認できた。

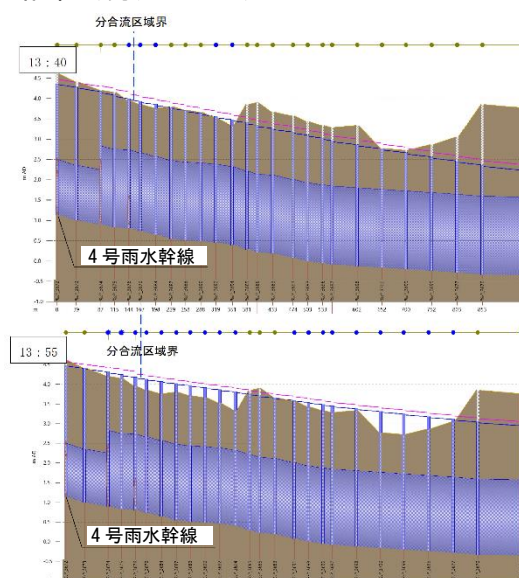


図-5 水位縦断面図（現況モデル）

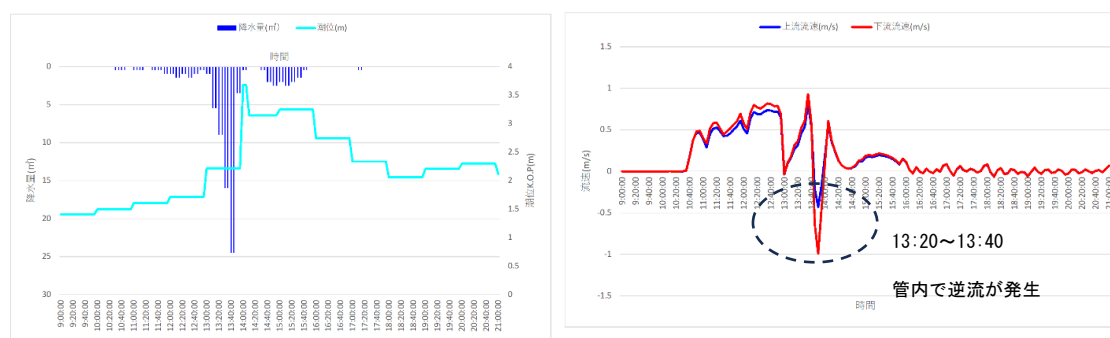


図-6 時系列グラフ（左：降雨、潮位、右：流速）

4. 浸水シミュレーションによる対策効果の検証

4-1. 内水排除管の運用方法

内水排除管は、最終的に遮集幹線へ接続し、ポンプ場へ流下する予定であるが、全てを整備するまでには時間を要することから、内水排除管を先行して布設し、遮集幹線へ接続するまでの期間は「貯留管」として運用方法を提案するものとした。

内水排除管を貯留管として運用する場合、貯留容量を考えると対策効果には限界がある。また、放流先が圧力状態となっている雨水幹線であることから、地表面に溢水した雨水を取水して内水排除管で貯留できるよう、図-7に示す地表面取水構造で内水排除管を運用することについて、浸水シミュレーションで対策効果を検証した。

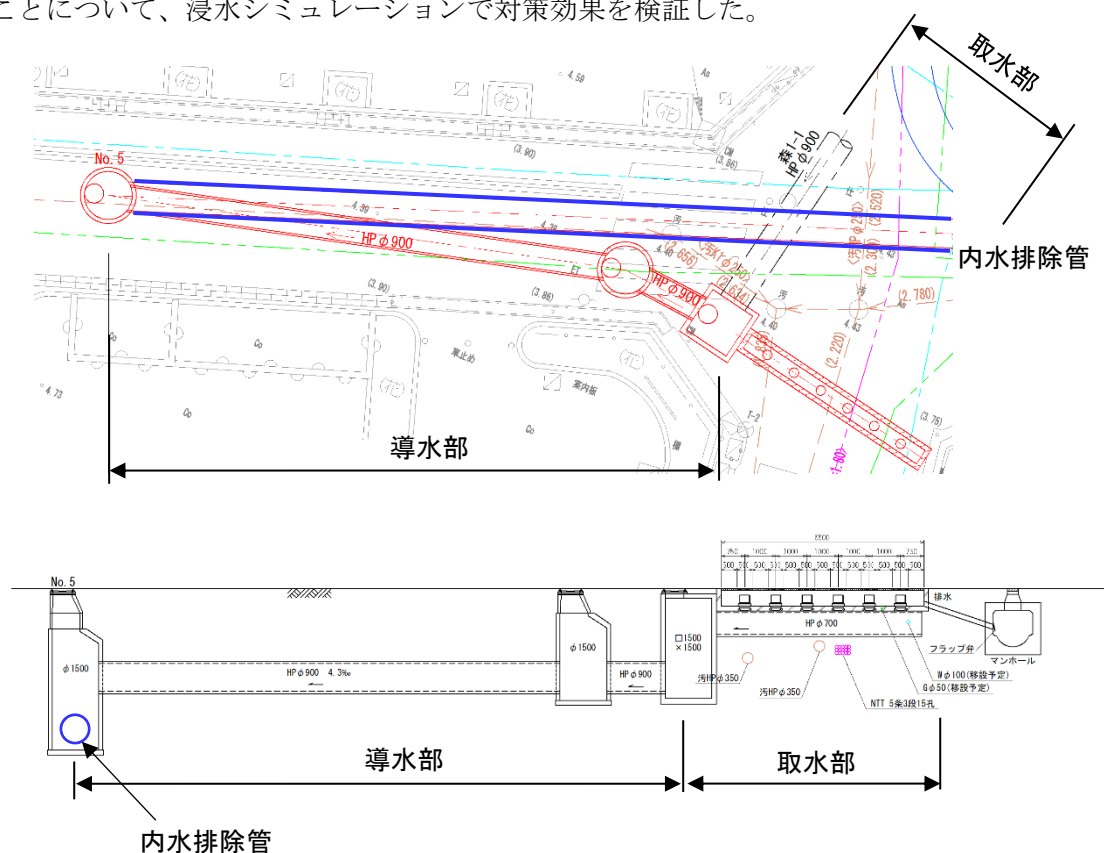


図-7 地表面取水構造

4-2. 浸水シミュレーションによる効果検証

浸水シミュレーションで現況モデルと対策モデルで検証したところ、4号雨水幹線の流速は現況モデルと対策モデルで差はなく、滞水や逆流が発生する結果となった。

しかし、対策モデルにおいて内水排除管と地表面取水構造を設けたところ、図-8で示す区域の浸水面積と浸水深が減少することが確認できた。

浸水深が減少した要因としては、4号雨水幹線からの溢水量（青丸の大きさで示す）が減少しており、そのため、地表面を流下する雨水量が減少したことが要因と考えられる。

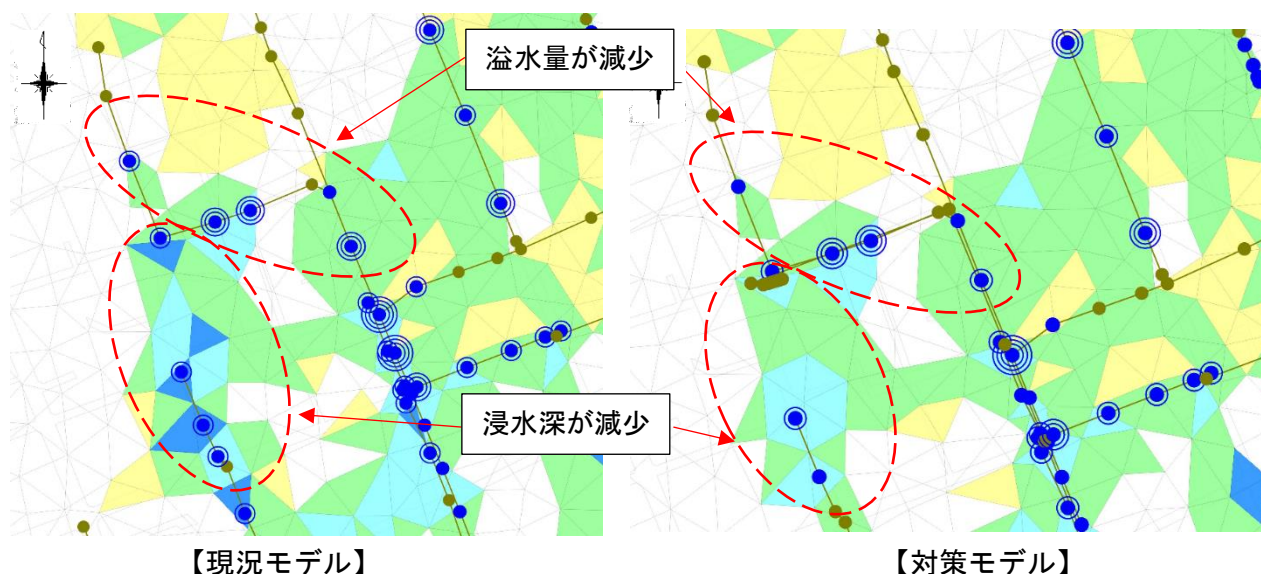


図-8 浸水深及び溢水量の比較（左：現況、右：地表面取水⇒内水排除管）

また、表-1に示すとおり、浸水面積や浸水深については、定量的にも対策効果が出ていることを確認した。なお、今回の対策によって得られた箇所は、図-9で示す赤丸地点であることから、赤丸で示した地点の浸水深及び浸水時間について評価した。

評価地点における対策前後の浸水深を図-10に示す。4号-4の地点の地形は、窪地となっている影響で浸水深が14cmから低下しない状況となっている。しかし、実際は側溝などへ流入して水位は低下することから、雨水幹線の管内水位が満管以下となった時刻から地表面取水構造と同様に水位低下するものと考えて水位状況を補正した。

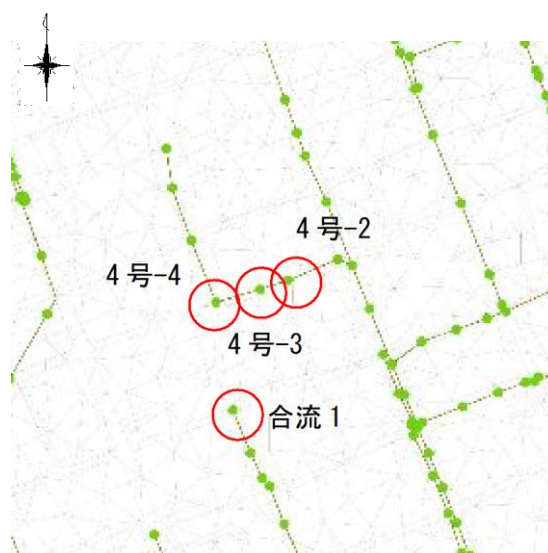
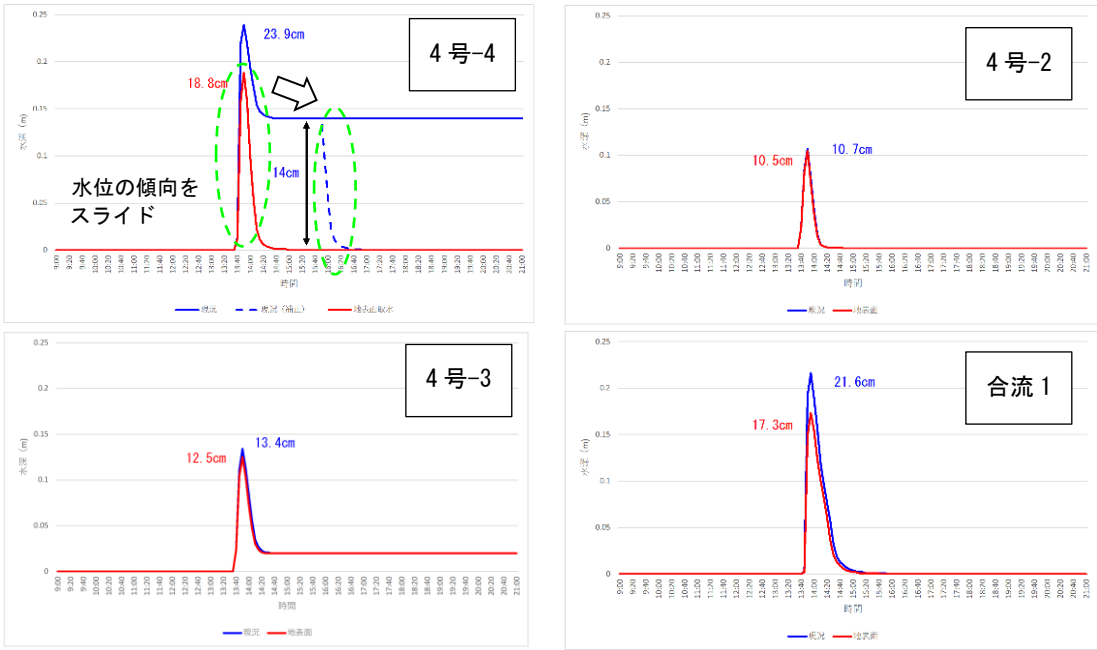


図-9 浸水時間評価位置図

表ー1 浸水シミュレーションによる定量評価

	現況モデル	対策モデル
浸水面積	26, 832 m ²	24, 447 m ²
浸水深	26. 2cm	20. 6cm
溢水量	2, 073 m ³	1, 601 m ³
判定	—	現況に比べて、浸水深は低くなり、 地表面取水構造を採用することでも 目標とする道路冠水相当となる。



図ー10 対策前後の浸水深の変化

地表面取水構造を採用することにより、4号-4では浸水深が「13時50分:23.9cm⇒18.8cm」と目標とする道路冠水相当まで軽減されており、浸水継続時間も2時間程度まで短縮されることから、対策効果を確認することができた。

また、合流1では、対策前後で浸水継続時間を短縮することはできていないが、最大浸水深は21.6cmから17.3cmに低下しており、効果が確認できた。

5. まとめ

浸水シミュレーションを用いることで、内水排除管を先行して布設した後、地表面取水構造で地表面に溢水した雨水を一時貯留するといった先行整備対策について定性的・定量的に評価することができ、浸水常襲区域における浸水被害の軽減に向けた最適な手法を示すことが可能となった。

今後の課題としては、地表面取水構造の位置・形状やグレーチングの開口比率などの施設構造について検討を行い、現地に即した地表面取水構造を立案していく必要がある。