

1-2-1 時間 75 ミリの降雨に対応した下水道幹線の 設計手法について

第二基幹施設再構築事務所 設計課 渡邊 裕介

1. はじめに

東京 23 区では、東京都の施設整備水準である時間 50 ミリを超える集中豪雨が平成 25 年に 4 回発生した。特に、平成 25 年 7 月 23 日の集中豪雨では時間 100 ミリを超える雨が降り続き、平成 25 年では 23 区の南西部を中心に 700 棟以上の浸水被害が発生した。この被害状況を受け、東京都下水道局では「豪雨対策下水道緊急プラン」を策定し、これまでの時間 50 ミリ対策と地下街対策として行っていた 75 ミリ対策に加えて、甚大な浸水被害が発生している地域においても時間 75 ミリ降雨に対応する下水道施設計画に着手することとした。

本稿では、市街地において初めて 1 時間 75 ミリの降雨に対応できる施設を建設する「75 ミリ対策地区」の一つに指定された蛇崩川幹線流域を対象として、蛇崩川幹線を増強する新たな施設整備計画及びその設計手法について報告する。

2. 流域概要

目黒区と世田谷区に位置する蛇崩川幹線は、延長約 9.7km、内径 $\phi 1350\text{mm} \sim 5700\text{mm} \times 3200\text{mm}$ の合流式の下水道幹線である。桜の名所となっている二級河川目黒川の支川であったが昭和 30 年代に河川に蓋をかけて下水道幹線化したものであり、土被りが非常に浅い。全体では約 641ha の流域となっており、最下流部の目黒川に雨水の放流を行っている。流域は都市化が進んでおり、過去にも浸水被害が頻発したことから雨水調整池を 2 箇所（貯留量約 1.2 万 m^3 ）設置している。平成 25 年 7 月 23 日の集中豪雨では、主に幹線沿いで浸水被害が発生し、流域全体では床上浸水が 30 棟以上、床下浸水を含む浸水被害としては約 60 棟発生した（図 1）。

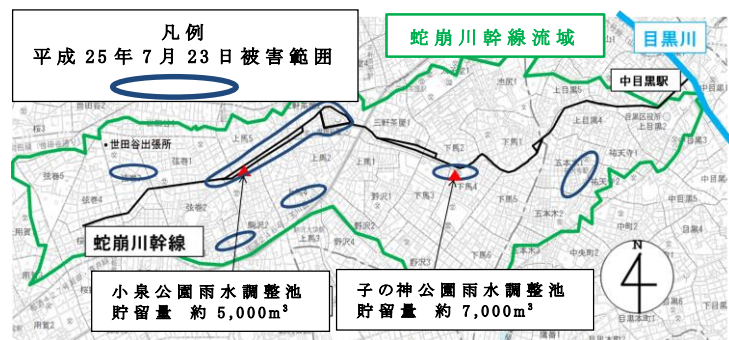


図 1 蛇崩川幹線流域における浸水被害

過去にも浸水被害が頻発したことから雨水調整池を 2 箇所（貯留量約 1.2 万 m^3 ）設置している。平成 25 年 7 月 23 日の集中豪雨では、主に幹線沿いで浸水被害が発生し、流域全体では床上浸水が 30 棟以上、床下浸水を含む浸水被害としては約 60 棟発生した（図 1）。

3. 設計手法

(1) 基本的な考え方

東京都では、50mm/hr 降雨までは流下方式により雨水を排除する方式を採用している。75mm/hr 降雨について、河川施設が 75mm/hr 対応を目標に掲げたことから、下水道施設としても基本的には流下方式とすることとした。また、増強幹線は既存の埋設物等により、深い土被りの施設となる。

① 自然流下方式

本流域は 50mm/hr 計画において自然流下方式（ポンプに依らない方式）と位置付けられていること等から 75mm/hr 計画においても最下流部における河川への接続方式は自然流下方式とした。また、増強幹線は深い土被りの施設となることから、河川への自然流下による放流が困難となるため、ふかし上げ方式を採用した。

② 既存施設の有効活用

既設幹線は水量も多く、供用しながらの布設替えは非常に困難であること等から、新たに増強幹線を布設し 2 つの幹線で 75mm/hr 降雨に対応できる施設とした。増強幹線のルートは、既設幹線上で浸水被害が多く発生したことから、既設幹線の下に基本的に増強幹線を布設し、既設幹線から分水して雨水を取り込むこととした。

(2) 施設規模

図 2 の設計フローに沿って施設規模を決定した。

① 既設幹線の能力評価 Q_1 (m³/s)

施設台帳より既設幹線の構造を把握し、等流計算により将来の再構築断面を想定した各スパンの能力 (Q_1) を評価する。

② 能力を超える水量の算出 (q_2)

合理式 (50mm/hr) により、各スパンの流出量 (q_1) を求め、再構築後の既設幹線の能力を超える分の水量 (q_2) を算出する。計算にあたっては、2 割分の余裕を考慮する。

③ 増強幹線の施設規模 Q_2 (m³/s) の設定

上記により算出された水量 q_2 より、増強幹線の施設規模を設定する。(施設規模の能力： Q_2) 計算にあたっては、2 割分の余裕を考慮する。

$$Q_1 + Q_2 \geq 1.2(q_1 + q_2)$$

④ 流出解析シミュレーションの実施

流出解析ソフトを用いて、当該流域の既設下水道枝線 (φ 600mm 以上) をモデル化し、75mm/hr 降雨を流域全体に一样に降らせシミュレーションを行う。シミュレーションの主な条件は表 1 のとおりである。

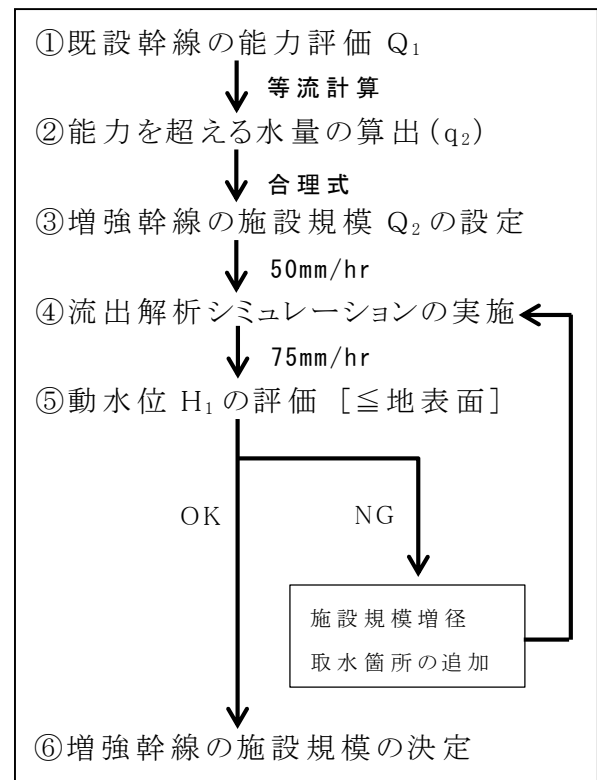


図 2 設計フロー

表 1 シミュレーション条件

項目	内容
解析面積	641ha
対象降雨	時間75ミリ降雨 $I=1700/(t^{0.7}+4.8)$ I:降雨強度(mm/hr) t:降雨継続時間(min)
既設蛇崩川幹線	縮径 (再構築断面を想定)
既設下水道枝線	増径(浸水しない)
取水形式	既設幹線から横越流
放流先河川水位	HWL
既設雨水調整池	考慮する

⑤ 動水位 H_1 の評価

シミュレーションの結果より、既設幹線の動水位 (H_1) が地表面を超えて浸水しないように確認を行う。

$$H_1 \leq \text{地表面}$$

⑥ 増強幹線の施設規模の決定

⑤の評価で動水位が地表面を超えていた場合、増強幹線の増径や取水地点の追加等を行い、再度流出解析シミュレーションを実施し動水位が地表面以下となる規模を決定する。

(3) シミュレーション結果

シミュレーションの結果、既設蛇崩川幹線 ($\phi 1350\text{mm} \sim 5700\text{mm} \times 3200\text{mm}$) に対して、増強幹線は $\phi 2200\text{mm} \sim 5000\text{mm}$ の規模となった。シミュレーションによる既設幹線の管内水位を図3に、動水位を図4に示す。

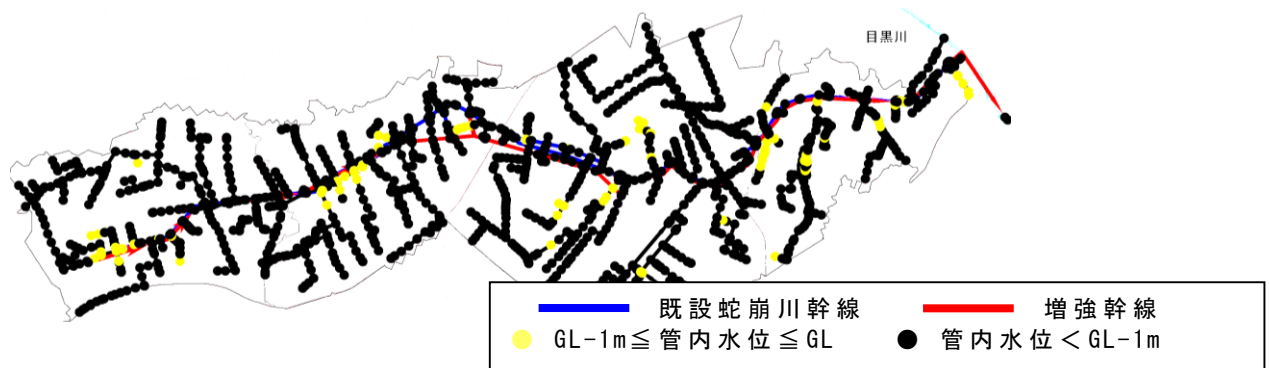


図3 シミュレーション結果 (管内水位)

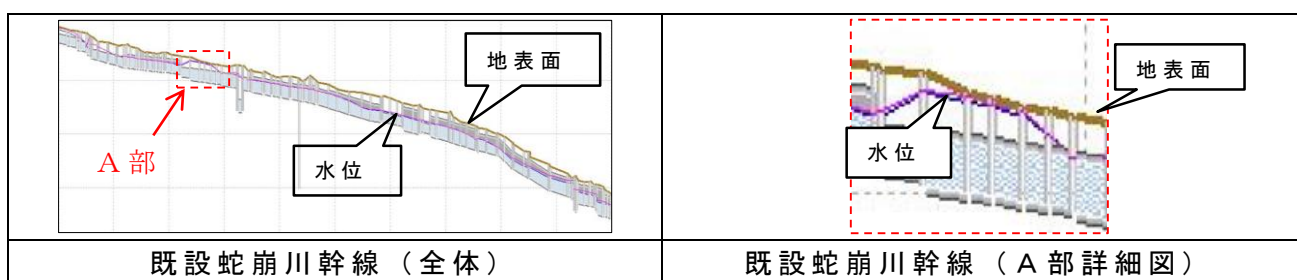


図4 シミュレーション結果 (動水位)

4. 段階的な施設整備計画

75mm/hr 降雨に対応することから、施設規模は大規模となり、既設埋設物の関係で縦断計画も大深度となる。

整備にあたっては、規模や構造よりシールド工法を計画しているが、施設完成までは、相当の長期間を要することが想定される。

このため、増強幹線の上流部の約 2.7km を先行整備期間と定め、段階的に工事を先

行して実施し、工事完了後は暫定的に貯留管として供用させ、浸水対策の効果を早期に発現させる予定である。

これまでの検討では、先行整備区間は貯留量として約 4 万 m³ となり、同流域に整備済みの貯留施設の総容量(約 1.2 万 m³)を大きく上回ることであり、浸水軽減に絶大な効果が期待される(図 5)。



図 5 増強幹線の段階的な施設整備計画

5. おわりに

東京都で初めて市街地において時間 75 ミリ降雨対策施設の整備計画を立案した。平成 27 年度現在、先行整備区間の実施設計を行っており、平成 27 年度末にはシールド立坑の用地整備工事に着手する予定である。道路や公園等の管理者との円滑な協議・調整に努め、2020 年(平成 32 年)に開催される東京五輪・パラリンピックまでに効果発現を目指していく。

参考文献

- 1) 東京都：東京都豪雨対策基本方針(改定) 平成 26 年 6 月