

雨水排水施設整備が概成した地区における

短時間降雨による浸水原因の考察

中日本建設コンサルタント(株) 村松 航希

近年、気候変動の影響による、短時間降雨が増加傾向であり、時間雨量 50mm を超える降雨の発生件数は 30 年前と比べて約 1.4 倍に増加している。これに伴い従来ほとんど浸水報告がない地区でも被害が増加しているなど、水害の更なる頻発・激甚化が懸念されている。

対象排水区は、雨水排水施設の下水道計画対応（60 分 50.4mm）の整備が概成しているが、近年発生した時間雨量 53mm の短時間降雨により浸水が発生した。このような状況に対して、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により浸水原因の検証・分析することを目的とした。

Key Words : 流出解析モデル、気候変動、短時間降雨、原因分析、集水機能

1. はじめに

1.1 対象区域の概要

対象排水区は、排水区の上流域が山地を抱えた急傾斜地であるのに対し、中流域及び下流域は平坦な地形と地形状況となっている。また、土地利用状況は、上流部の一部を除いては市街化区域で、住宅、商店、工場などが立ち並ぶ市街地となっており、雨天時の流出量も比較的高い区域となっている。

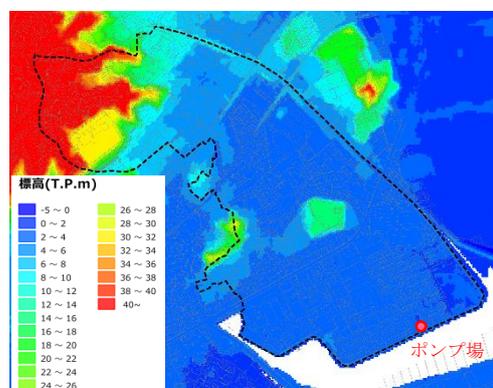


図- 1 対象区域の地形図

1.2 対象区域の浸水状況

対象区域は、下水道計画降雨（60 分 50.4mm）に対して、主要管渠（600mm 以上）は整備が概成しており、過去に発生した浸水の多くは、排水区最下流に位置するポンプ場の排水能力不足に起因する主に国道 2 号南側で発生していた。

しかし、今回発生した短時間降雨（60 分間 53.0mm、10 分間 16.0mm が連続）では、国道 2 号南側での浸水は減少し、従来浸水がほ

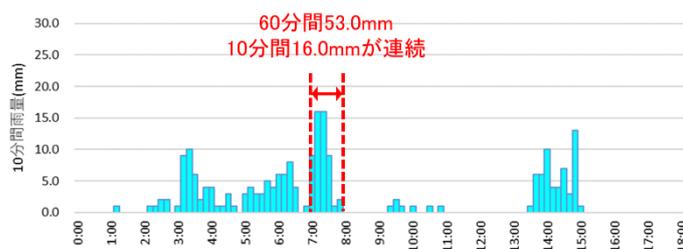


図- 2 今回浸水被害発生降雨ハイエトグラフ

とんど報告されていない中流域において浸水被害が発生した。

また、この際ポンプには排水能力に余裕があったことから、その原因分析が必要となった。

このため、本業務において流出解析モデルを用いた浸水シミュレーションにより浸水原因を検証・分析した。



図- 3 今回浸水実績箇所位置

2. 雨水排水施設の整備状況及び浸水原因の考察

今回発生した浸水の考察を行うため、浸水箇所における、雨水排水施設や雨水枡の整備状況、地形状況について整理した。

2.1 管渠整備状況

対象区域内の主要管渠は、下水道計画降雨（60分50.4mm）に対し、概ね流下能力を満足している。

2.2 ポンプ場整備状況

対象区域は、区域内の雨水は全量ポンプ場へ流入するポンプ排水区域であり、3台のポンプ（計6.15 m³/s）により、排水を行っているが、これは計画降雨におけるポンプ場への雨水流出量9.289 m³/sに対して約3.1 m³/s（約33%）の能力不足である。

このため従来排水区内で発生した浸水のほとんどが、このポンプ場の能力不足に起因する主に国道2号南側にて発生するものであった。一方で今回浸水が発生した降雨時には、ポンプ上水路の水位はHWLまで達しなかった。

2.3 雨水枡整備状況

今回浸水が発生した箇所において、雨水枡は一般的な間隔とされている20m程度で設置されていたが、今回浸水の発生した箇所は、雨水枡が道路の両側に設置されている箇所や、片側のみとなっている箇所など、場所によって設置状況が異なっていた。

管渠の集水範囲を示す区画割毎に、雨水枡 1 つ当たりの集水面積を算出した結果、浸水地区は周囲と比較しても雨水枡 1 つ当たりの集水面積が大きく、雨水流出の集中による浸水発生リスクが高いと推察される箇所が密集している。

2.4 浸水原因の考察

整理した各施設について、今回発生した浸水との関係性を推察した。

○ 雨水管渠について

浸水箇所付近における主要管渠は、下水道計画降雨に対して、概ね流下能力を満足しているが、内水の浸水発生において、支配的となる短時間降雨についても、今回の浸水発生時の降雨 (16mm/10min) は、計画降雨 (19mm/10min) を下回ることから、管渠能力不足に起因した浸水である可能性は低いと考えられる。

○ ポンプ場について

今回浸水発生時のポンプ稼働状況を確認すると、降雨時に稼働しているものの、従来ポンプ場の能力不足に起因して発生していた浸水が、今回は従来の浸水と比較しても小規模となっている。また、過去の同規模の降雨と比べて、ポンプ場の着水位が低い。

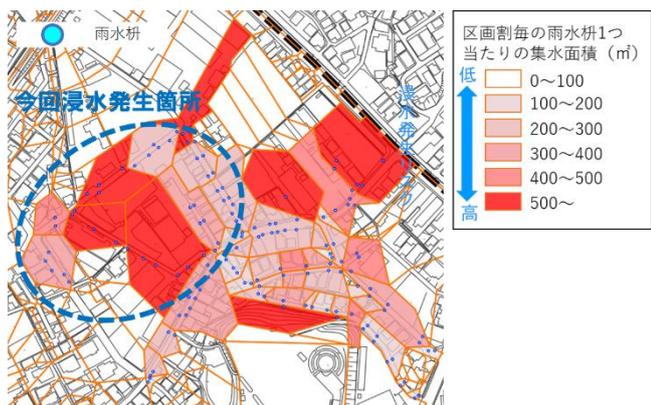


図- 4 区画割毎の雨水枡 1 つ当たりの集水面積

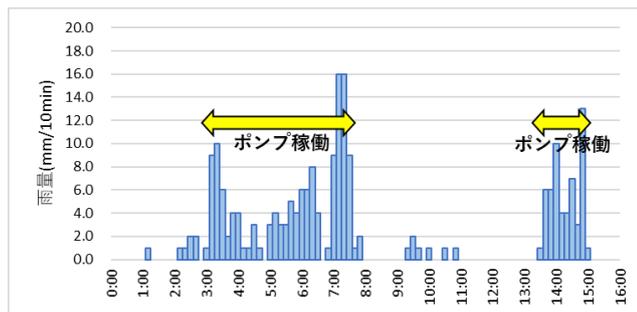


図- 5 ポンプ稼働実績

これは、従来浸水報告のない排水区中流域で浸水が発生したため、ポンプ場まで達する流量が減少し、ポンプ場の能力不足が生じなかったことが考えられる。

○ 雨水枡について

雨水枡の整備状況について、雨水枡 1 つ当たりの集水面積が大きく、集水機能が弱い箇所が密集しており、かつ浸水箇所は周囲の地盤と比較し、地形が低い凹地地形となっている。

このことから今回発生した浸水は、集水機能が弱く排水路へ流入しなかった雨水が、周囲と比較し地盤の低い当該箇所へ一時的に湛水したものと考えられる。

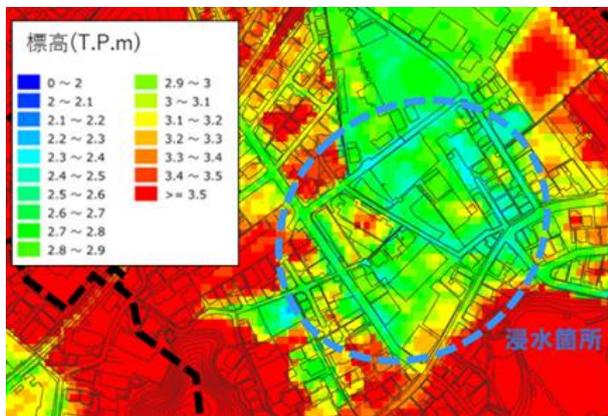


図- 6 浸水地区地盤高コンター図

3. 浸水シミュレーションによる検証

浸水原因の考察より、今回の浸水が雨水枡の集水機能不足によるものと仮説を立て、この検証・分析するため、流出解析モデルを用いて浸水シミュレーションを実施した。

3.1 モデル化の概要

構築した流出解析モデルについて、概要を表-1に示す。

表-1 モデル化主要項目

対象	モデル化内容
管渠	排水区全域モデル化
ポンプ場	稼働実績
排水ゲート	ポンプ稼働時間、内水位<外水位で閉
地表面	10mメッシュ地盤高
降雨	実績降雨
外水位	実績潮位

3.2 雨水枡のモデル化に対する課題と対応

「流出解析モデル」によるモデル化に関して、以下のような課題がある。

【課題】直接的な集水能力の考慮

現実として地表に降った雨は、雨水枡へ流入し、接続管を通り管渠へ流入するのに対し、流出解析モデルでは、排水区の雨水はすべてマンホール内から排水路に流入し、排水路の流下能力を超過した場合には、地表に氾濫する前提で計算する。

これは、一般的な浸水発生の原因としては、管渠やポンプの能力不足があげられるため、雨水が雨水枡から管渠へ入り込む集水機構を反映した計算を行う必要性が低かったためである。

しかし、本検討では雨水枡の集水機能に着目した解析を実施するため、雨水枡の集水能力を考慮するモデル化方法の立案が課題となった。

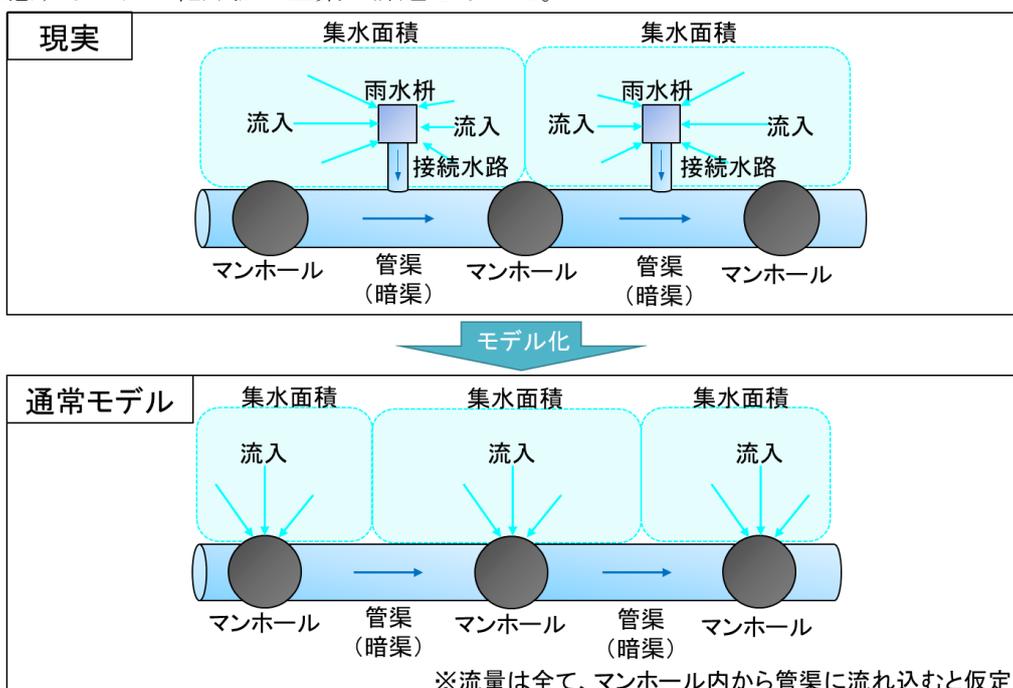


図-7 モデル化概念図

【対応】 雨水枡モデルの構築

雨水枡による集水機能も反映してシミュレーションするためには、雨水枡（取り付け管）等の集水施設を考慮したモデルを構築し、シミュレーションを行う必要がある。

そのため、今回浸水のあった箇所においては、下水道台帳や、現地調査での計測結果を基に、雨水枡及び取り付け管を仮想マンホール・水路として管渠モデルへ反映し、実現象に即し雨水枡のみ地表との水のやり取りを行い、下水道管への直接流入は考慮しないことで、集水機能不足による浸水発生や、浸水時間の長期化を再現する手法（以降雨水枡モデルとする）を提案した。

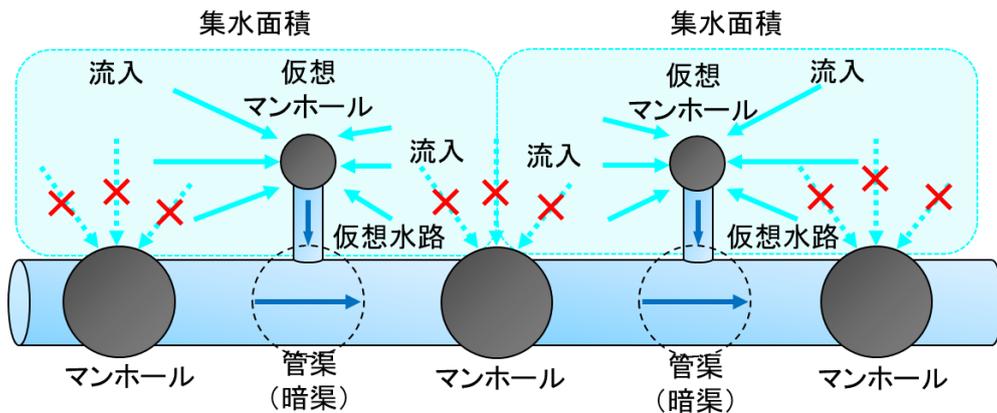


図- 8 雨水枡モデル化概念図

3.3 シミュレーション結果

雨水枡の整備状況による集水機能の影響を確認するため、集水枡を考慮しない通常モデル（以降通常モデルとする）と雨水枡モデルにて結果の比較を行った。

① 今回の浸水箇所（中流）

今回浸水の発生した箇所について、二つのモデルにおける時系列毎の結果を整理した。

■ 通常モデル

周辺水路のほとんどは、流下能力を満足しており、浸水は一部水路の流下能力不足に起因するものが部分的に発生。

■ 雨水枡モデル

通常モデルと比較し、早い段階から浸水が発生しており、規模においても、広域的に浸水が発生。

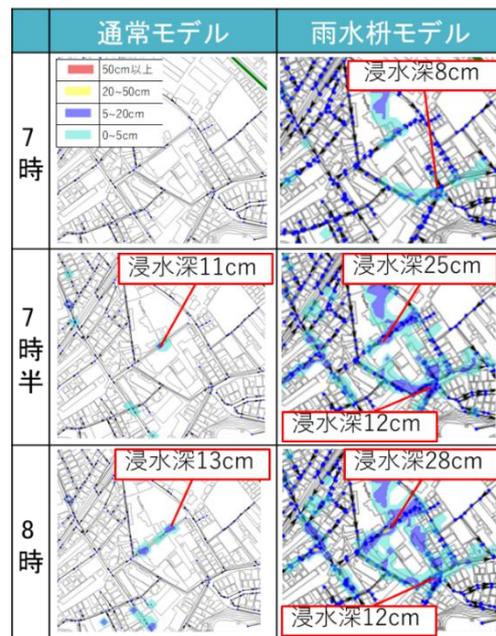


図- 9 今回浸水箇所のシミュレーション

【考察】

通常モデルでは、ほとんど浸水は発生していないにもかかわらず、雨水枡モデルでは広域的に浸水が発生しており、浸水実績との整合性が高い。また、浸水の開始も通常モデルと比較して、早い段階から開始している。これは集水機能が不足する箇所、10 分間 16.0mm の雨量が 20 分連続 (60 分雨量の 60% が 20 分間に集中) したため、浸水したことが考えられる。

さらに、図- 10 に示す今回浸水発生箇所近辺の主要水路水位縦断面図から、すでに浸水の発生している 7:00 時点で水位の上昇が見られないことから、この浸水は、管渠の能力不足ではなく、雨水枡の集水機能不足が要因であると考えられる。

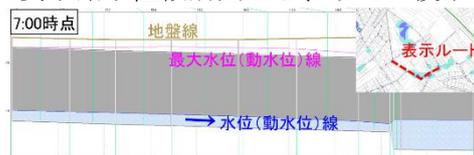


図- 10 水位縦断面図(雨水枡モデル)

② 従来の浸水箇所 (下流)

従来浸水報告のあった国道 2 号南側の浸水実績箇所について、二つのモデルにおける時系列毎の結果を整理した。

■ 通常モデル

60 分間雨量 53.0mm と計画降雨を上回る降雨の発生により、ポンプの能力が不足し、広域的に浸水が発生。

■ 雨水枡モデル

一部水路の流下能力不足に起因する浸水のみが部分的に発生。

【考察】

通常モデルでは、広域的に浸水が発生していたにもかかわらず、雨水枡モデルでは浸水区域・浸水深等が低減しているのは、ポンプ能力自体は不足していなかったと推察される。

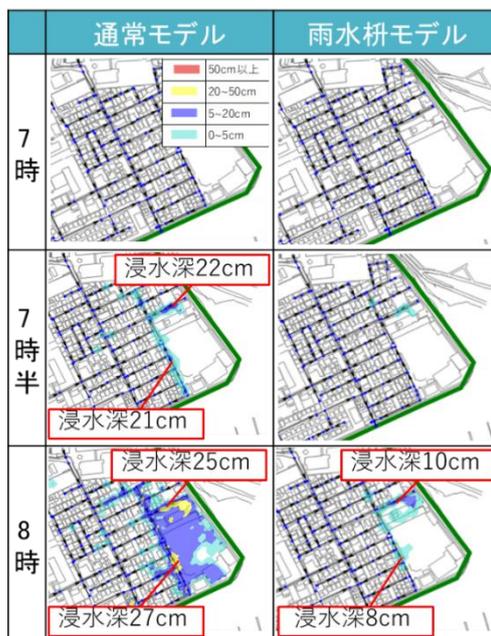


図- 11 従来浸水箇所のシミュレーション

これは、雨水枡の集水機能を考慮した排水区中流域で、一時的に浸水し、ポンプ場や下流の幹線管渠まで雨水が到達していないことが原因として推察される。

4. まとめ

結果として、浸水実績と比較し雨水枡モデルは、浸水範囲・浸水深ともに実績に近い結果となった。

以上より今回対象区域にて発生した浸水は集水機能の問題による浸水と特定したことから、仮説を立証することができた。

また本検証により、地域特性の類似した地区においても、適用可能な汎用性のある検証方法を確立することが出来た。