

簡易的な手法を用いた流出 解析モデルの活用方法と課題

株式会社 極東技エコンサルタント
東京技術本部 田中 一輝

1. はじめに

背景・課題

- ▶ 雨水出水浸水想定区域の指定範囲拡大により、雨水対策事業を実施する団体は最大クラスの内水に対応した浸水想定区域図の作成が急務
- ▶ 雨水出水浸水想定区域図の作成には、フルモデルの採用が推奨されるが、長い期間や労力を要するため、早期作成のため簡易モデルの活用も可能
- ▶ 簡易モデルでは浸水継続時間の直接算出は困難

目的

- ▶ 簡易モデル作成に必要な既存排水施設能力を浸透能力に置き換えたモデルで浸水継続時間を算出できるか確認
- ▶ その方法を用いた場合の課題の整理

2. 解析モデルの構築

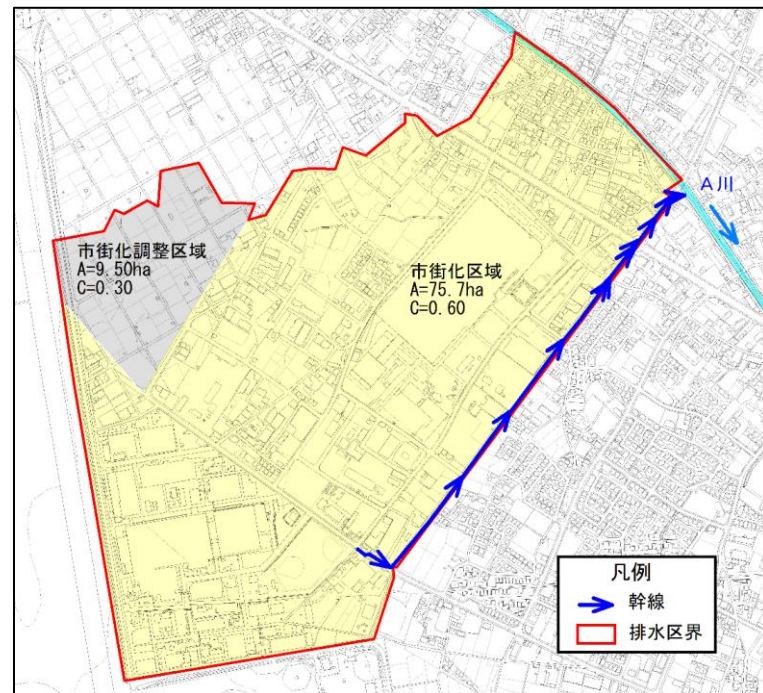
モデル化区域の概要

▶ 分流式雨水 自然流下方式

▶ 流出係数 市街化区域 : 0.60
 市街化調整区域 : 0.30

▶ 整備水準 5年確率降雨 (50mm/h) 対応した整備完了済み

▶ 放流先河川 掘り込み河道
 (下水道と同等の整備水準で整備済み)



解析モデルの浸水想定手法と設定条件

- ▶ 簡易モデルにおいては、以下に示すように2ケース作成した。

簡易モデルA（マニュアルに示される簡易モデル）

有効降雨から既設管能力分を差し引いた降雨で氾濫解析を行う

簡易モデルB

有効降雨と既設管能力分の浸透能力を与え、浸透能力超過分で氾濫解析を行う

ケース	モデル名称	下水道管きよのモデル化	現況流下能力の評価方法	計算モデル	メッシュサイズ
①	フルモデル (降雨＋流出＋管きよ＋氾濫)	末端管きよ	既存施設の不定流計算結果による	管内水理モデル 氾濫解析モデル	100m ² 相当
②	簡易モデルA (降雨＋氾濫)	なし	既存施設の流下能力相当分を 合理式から逆算して降雨に換算	氾濫解析モデル	100m ² 相当
③	簡易モデルB (降雨＋ 浸透 ＋氾濫)	なし	既存施設の流下能力相当分を 合理式から逆算して降雨に換算	氾濫解析モデル	100m ² 相当

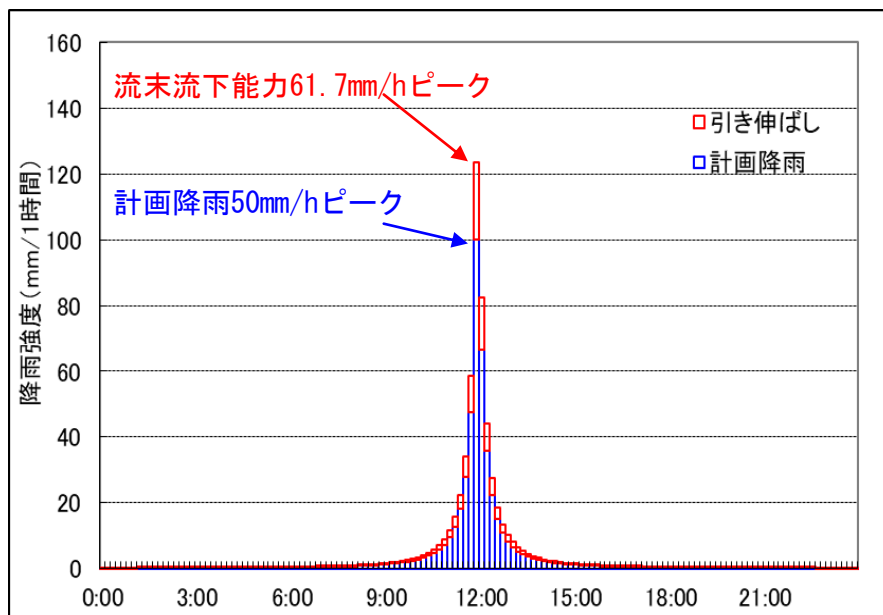
簡易モデルにおける現況排水能力の検討

- ▶ 内水浸水想定区域図作成マニュアル（案）では、簡易モデルを構築する際には、『有効降雨から現況排水能力相当分を差し引いた降雨を作成する』とある。
- ▶ 本検討では、ケース①とケース②、いずれの簡易モデルにおいても、既設管能力として整備目標降雨を考慮した場合と、流末流下能力を考慮した場合を作成し比較対象とした。

ケース	モデル名称	現況排水能力として考慮する対象
②	簡易モデルA (降雨＋氾濫)	整備目標降雨を考慮
		流末流下能力を考慮
③	簡易モデルB (降雨＋ 浸透 ＋氾濫)	整備目標降雨を考慮
		流末流下能力を考慮

現況排水施設は、整備水準の降雨50mm/hに対し、余裕率20%を見込んで設計されており、流末路線の流下能力は約23%の余裕が確保されていたため、簡易モデルにおける現況排水能力は以下のように考慮した。

- 計画降雨50mm/hを考慮
(ピーク10分間の降雨強度100.0mm/h)
- 流末流下能力61.7mm/hを考慮
(ピーク10分間の降雨強度123.4mm/h)



各ケースのシミュレーション降雨

●対象降雨（L2 想定最大規模降雨）

「浸水想定（洪水、内水）の作成等のための想定最大外力の設定手法

国土交通省水管理・国土保全局 平成27年7月」を基に、既往最大降雨の1時間最大雨量を153mmとなるよう引き伸ばして作成

▶ ケース① フルモデル

対象降雨の全量を登録

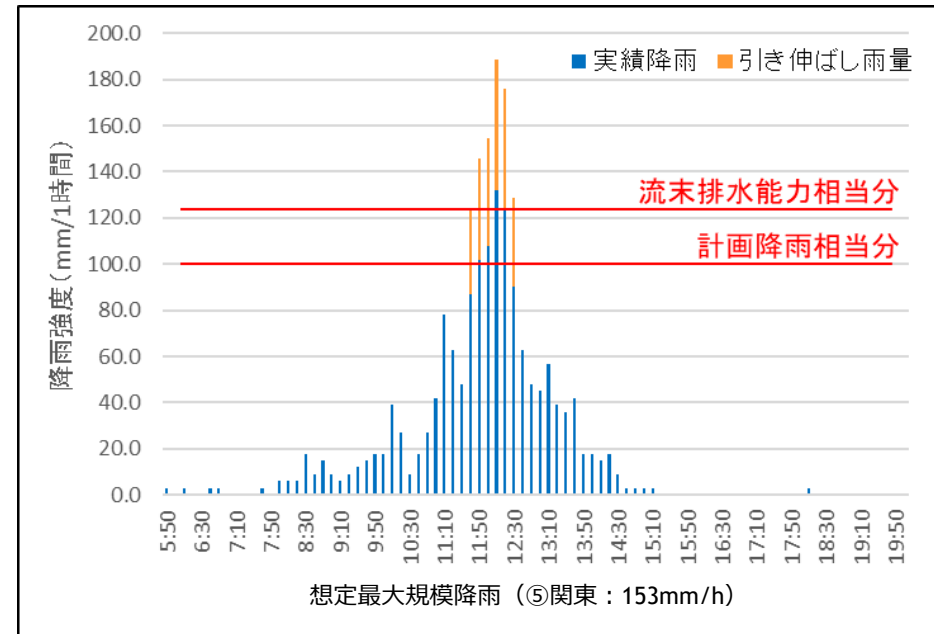
▶ ケース② 簡易モデルA

対象降雨に流出係数を掛けた有効降雨から、現況排水能力相当を差し引いた降雨を登録

▶ ケース③ 簡易モデルB

対象降雨に流出係数を掛けた有効降雨を登録

なお、モデル内に現況排水能力相当分の浸透能力を登録しているため、現況排水能力相当を差し引いた降雨と同等の水量が地表面に溢れる



3. 浸水想定結果の比較

最大浸水深と浸水域の比較

解析結果の比較では以下の視点で比較を行った。

- ▶ ケース①フルモデルとケース②、③の簡易モデルの比較
- ▶ ケース②簡易モデルAと③簡易モデルBの比較
- ▶ 考慮した現況排水能力の違いによる比較

ケース	モデル名称	排水能力分	最大浸水深		浸水面積※ ¹		溢水量	
			解析結果 (m)	増減率※ ² (%)	解析結果 (ha)	増減率※ ² (%)	解析結果 (m ³)	増減率※ ² (%)
①	フルモデル (降雨＋流出＋管きょ＋氾濫)	—	0.410	—	10.46	—	6,558	—
②	簡易モデルA (降雨＋氾濫)	計画降雨50.0mm/h差し引き (10分降雨強度100mm/h)	1.258	207%	35.21	237%	24,503	274%
		流末流下能力61.7mm/h差し引き (10分降雨強度123.4mm/h)	0.658	60%	26.51	154%	16,060	145%
③	簡易モデルB (降雨＋ 浸透 ＋氾濫)	計画降雨50mm/h差し引き (10分降雨強度100mm/h)	1.153	181%	35.18	236%	23,753	262%
		流末流下能力61.7mm/h差し引き (10分降雨強度123.4mm/h)	0.584	42%	26.37	152%	15,289	133%

※1…0.01m以上、※2…ケース①に対する増減率＝各ケース／ケース①-1×100

フルモデル

①

計画降雨分差し引き

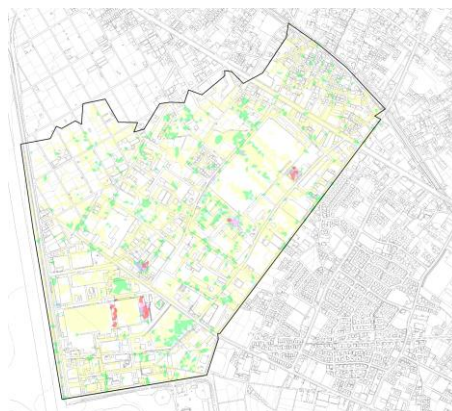
流末流下能力分差し引き



凡例	
着色	浸水深 (m)
Yellow	0.010～0.099
Green	0.100～0.199
Cyan	0.200～0.299
Blue	0.300～0.399
Pink	0.400～0.499
Red	0.500～

簡易モデルA

②



簡易モデルB

③



最大浸水深と浸水域での比較結果

▶ ケース①フルモデルとケース②、③の簡易モデルの比較

フルモデルと簡易モデルを比較したところ、簡易モデルの方が広範囲で浸水し、浸水深も大きい結果となった。

▶ ケース②簡易モデルAと③簡易モデルBの比較

簡易モデルのAとBを比較した場合には、ほとんど違いがないが、浸透による地表面水の排除がある分、簡易モデルBの方が浸水のレベルは小さい傾向にある。

▶ 考慮した現況排水能力の違いによる比較

簡易モデルでは、流末の流下能力を既設管能力として登録した場合の方が、フルモデルの結果と近い浸水状況を示した。これは、フルモデルでは、管きよの余裕分も勘案された水理計算が行われるためであり、既設管の流下能力としての登録は、整備目標降雨ではなく、能力余裕分も考慮した能力を登録すべきである。



内水浸水想定区域図や内水ハザードマップなど、広く浸水リスクを周知することを目的とした場合には、簡易モデルによるシミュレーション手法は有効であると考えられる。

浸水継続時間の比較

フルモデルと簡易モデルBの流末流下能力を見込んだ結果を比較した。

- ▶ 0.5m以上の浸水が長時間継続する箇所はどちらも見られない

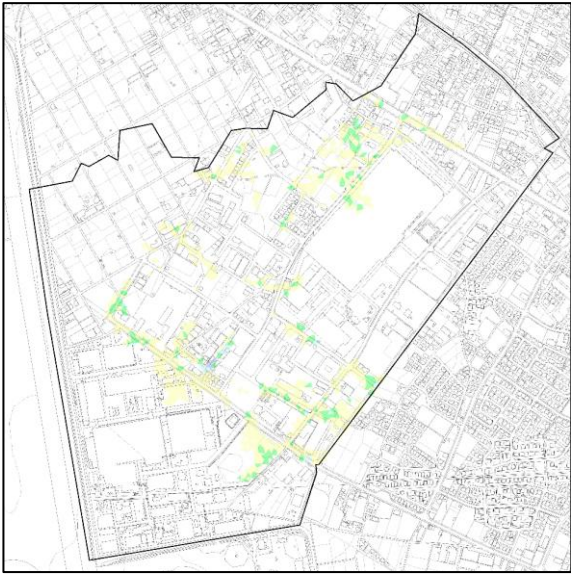
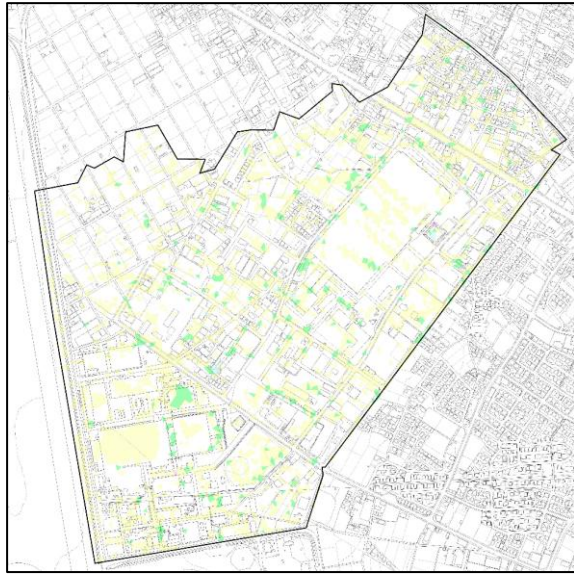
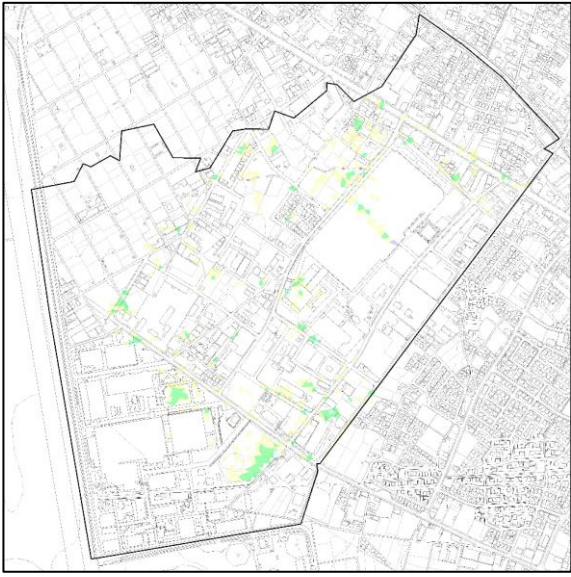
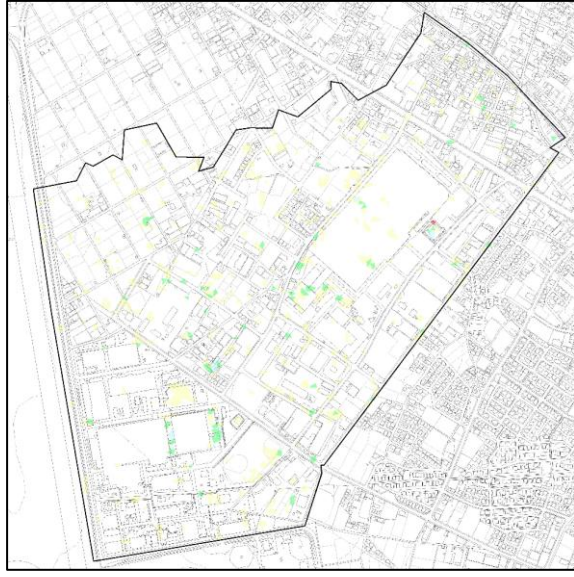
- ▶ フルモデルでは、地表面水が流下した先に管きょモデルに取り込むノードがない箇所では地表面で滞水し続ける

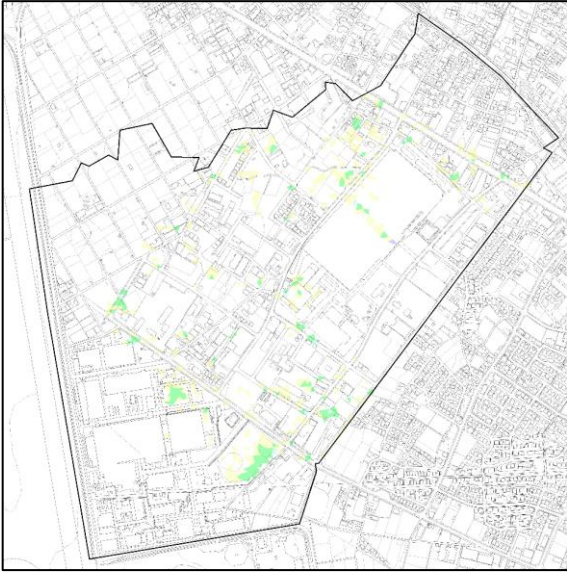
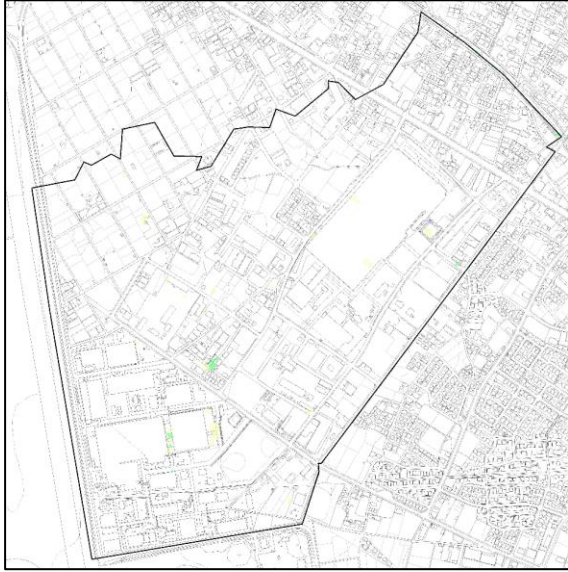

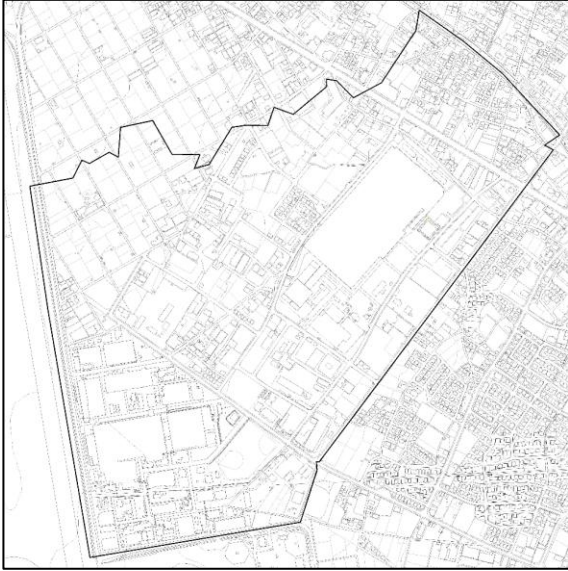
- ▶ 簡易モデルBは、排水区全域で浸透ゾーンを設けているため、浸水が解消するまで経時変化を算出できる

時刻	フルモデル			簡易モデルB		
	ケース①			ケース③		
	最大浸水深 (m)	浸水面積 (ha) ※	溢水量 (m3)	最大浸水深 (m)	浸水面積 (ha) ※	溢水量 (m3)
12:00	0.029	0.05	15	0.048	4.10	2,228
12:30	0.339	8.30	4,870	0.430	24.89	13,548
13:00	0.259	5.55	3,906	0.574	14.08	8,848
13:30	0.305	4.80	3,513	0.551	9.53	5,778
14:00	0.306	4.82	3,438	0.523	5.72	3,429
14:30	0.306	4.82	3,411	0.492	2.95	1,868
15:00	0.306	4.82	3,399	0.456	1.48	995
15:30	0.306	4.82	3,397	0.420	0.81	557
16:00	0.306	4.82	3,396	0.383	0.45	302
16:30	.	.	.	0.346	0.24	168
17:00	.	.	.	0.309	0.15	95
17:30	.	.	.	0.272	0.08	51
18:00	.	.	.	0.235	0.03	29
18:30	.	.	.	0.198	0.02	18
19:00	.	.	.	0.161	0.01	14
19:30	.	.	.	0.124	0.01	10
20:00	.	.	.	0.087	0.01	7
20:30	.	.	.	0.050	0.01	4
21:00	.	.	.	0.013	0.01	1
21:30	0.306	4.82	3,396	0.001	0.00	0

※浸水面積は0.01m以上の浸水を集計

次以降のスライドに結果図を示す

時刻	フルモデル	簡易モデルB
12:30		
14:00		

時刻	フルモデル	簡易モデルB
16:00		
21:00		

4. 課題の抽出および 検討にあたり苦勞した点

既存排水能力を浸透能力に置き換えた簡易モデルについて

【利点】

- ▶ 既存の簡易手法（降雨＋氾濫）における最大浸水深の解析結果と同等の結果が得られるため、簡易手法としての適用性が高い
- ▶ 氾濫後の排水をモデルに反映できるため、浸水継続時間の直接算出が可能である
- ▶ 複数の降雨や既存排水能力が異なるエリアが複数存在するシミュレーションの場合、モデル内に排水能力が組み込まれているため、降雨データ作成が容易
- ▶ 末端の枝線管きよまでを対象としているフルモデルでは表現できない微小な窪地や民有地内の雨水排除施設による排水を反映することが可能である（※欠点にもなりうる）

既存排水能力を浸透能力に置き換えた簡易モデルについて

【課題】

- ▶ 管きよの圧力状態の評価や、土被りが浅い箇所などで溢水する現象を表現できない
- ▶ 外水の影響により排水能力が変化するエリアへの運用は不適當である
- ▶ 浸水継続箇所の確認を目的とした場合、雨水排除施設がない窪地においても、浸透能力が排水として反映されるため、浸水リスクが小さい結果となる可能性がある

検討にあたり苦労した点

- ▶ 浸透能力としてモデルに登録する既存排水施設能力の検討に時間を要した

5. おわりに

- ▶ 本稿で紹介した検討結果は一例であり、条件により異なる結果となる可能性があることに留意が必要
- ▶ 既存施設の排水能力を有効降雨からの差し引きにより反映するしかなかった簡易モデルにおいて、浸透モデルを活用することで、氾濫後の排水を想定することが可能である
- ▶ 現在、（公財）日本下水道新技術機構から発刊されている「流出解析モデル利活用マニュアル（雨水対策における流出解析モデルの運用手引き）」を改訂するため共同研究が行われており、動向を注視したい

ご清聴ありがとうございました。