- 下水道人孔：人孔（マンホール）の位置、形状、断面寸法、天端高、底高、集水面積、集水範囲の流出係数 等
- 下水道管渠：管渠の位置、形状、断面寸法、延長、接続高、接続人孔、粗度係数 等
- その他施設：分水人孔、吐き口、排水機場の諸元 等

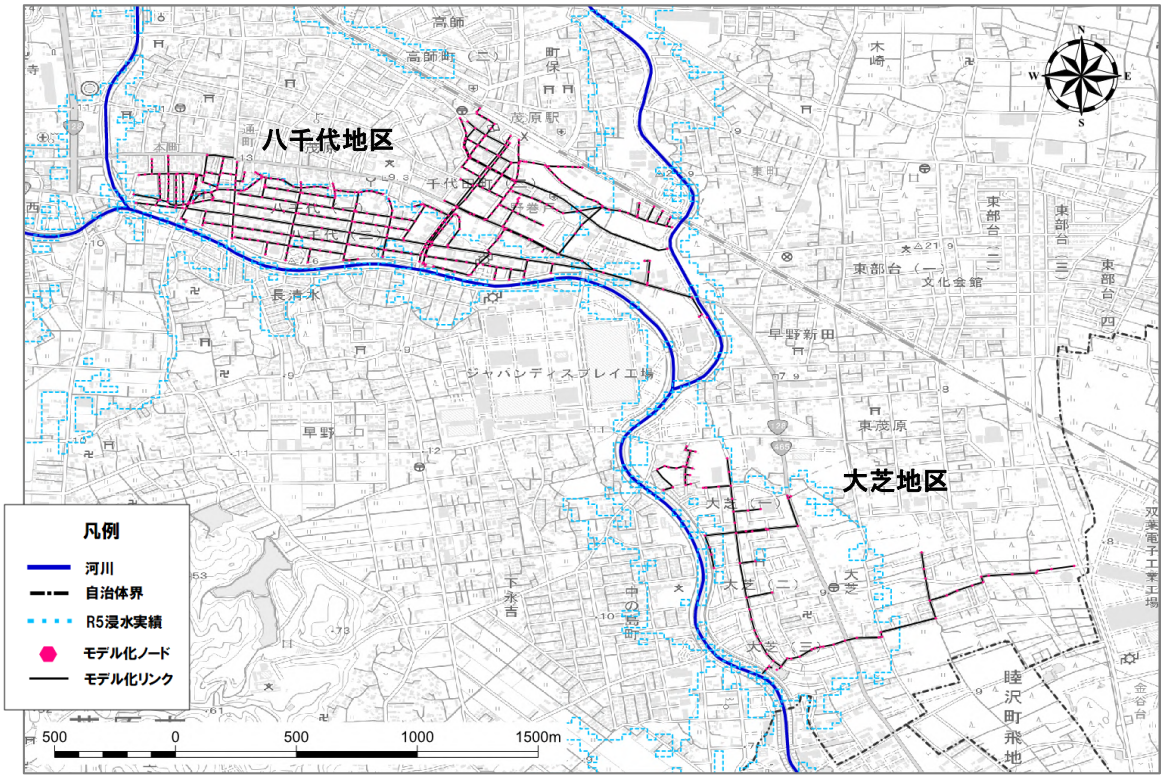


図 4-11　モデル化した管路・マンホール位置図

なお、内水を河川に排出するポンプ施設もモデル化している。再現計算にあたっては、市から提供されたポンプ稼働状況の実績値を使用する。

茂原市におけるポンプ稼働実績（雨水）

ポンプ稼働状況（９月８日～９月９日）

水系	機場名	規格	運転開始時間	途中運転停止時間	運転最終停止時間	備考
一宮川	**早野排水機場**					
	No.１ポンプ	6.7m3／s	9/8（金） 7:37	9/8（金） 12：54～19：30	9/8（金） 23:31	
	No.２ポンプ		9/8（金） 7:49		9/8（金） 23:30	
	鷲巣稲荷前水門ＰＧ					
	No.１ポンプ	2.6m3／s	9/8（金） 6:49	9/8（金） 10：52～19：30	9/9（土） 8:05	
	No.２ポンプ		9/8（金） 6:41		9/9（土） 9:58	
	長清水水門ＰＧ					
	No.１ポンプ	1.8m3／s	9/8（金） 7:19	不明	9/9（土） 2:59	
	No.２ポンプ		9/8（金） 7:01		9/9（土） 1:53	
	中の島排水機場	3.85m3／s	9/8（金） 8:00	不明	9/9（土） 5:30	

水系	機場名	規格	運転開始時間	途中運転停止時間	運転最終停止時間	備考
阿久川	**東郷地先水門ＰＧ**					
	No.１ポンプ	1.5m3／s	9/8（金） 6:22	不明	9/9（土） 12:19	
	No.２ポンプ		9/8（金） 6:22		9/9（土） 12:11	
阿久川	**渋谷排水機場**	4.3m3／s	9/8（金） 8:00	不明	9/9（土） 12:20	
	川代ＰＧ	0.24m3／s	9/8（金） 8:04	9/8（金） 8：30～11：30	9/9（土） 5:20	

水系	機場名	規格	運転開始時間	途中運転停止時間	運転最終停止時間	備考
鶴枝川	**川間排水機場**	1.3m3／s	9/8（金） 8:00	不明	9/9（土） 10:45	
	藤根排水機場	0.74m3／s	9/8（金） 8:00	不明	9/9（土） 10:00	

※各ポンプとも内水の貯水槽の変動により、稼働・停止（1分単位）を繰り返していた。
※ポンプ停止時間不明となっている箇所については、本来は河川水位がH.W.Lに達した段階で停止し、自動発報の電話連絡がある。しかしながら、その発報を確認できていない。そのため、ポンプは止まっていたと考えられるが、不明としている。

茂原市におけるポンプ稼働実績（下水道）

ポンプ稼働状況（９月８日～９月９日）

水系	機場名	規格	運転開始時間	途中運転停止時間	運転最終停止時間	備考
阿久川	**川中島下水処理場**					
	No.１ポンプ	135m3／min	9/8（金） 3:17		9/8（金） 14:20	
	No.２ポンプ	88m3／min	9/8（金） 6:28		9/8（金） 13:50	
	No.３ポンプ	72m3／min				稼働なし
	No.４ポンプ	135m3／min	9/8（金） 3:31	9/8（金） 15:20～17:15	9/8（金） 18:15	
	テックフォース（沈砂池）	7.5m3/min	9/9（土） 2:40		9/9（土） 17:10	ﾎﾟﾝﾌﾟ台数：1台
	テックフォース（ポンプ室）	7.5m3/min	9/9（土） 3:30		9/9（土） 11:00	ﾎﾟﾝﾌﾟ台数：1台
	町保ポンプ場	**河川排水用ではなく、中継ポンプ場**				
	テックフォース	7.5m3/min	9/9（土） 10:30		9/9（土） 21:30	ﾎﾟﾝﾌﾟ台数：2台

↑河川直接排水

水系	機場名	規格	運転開始時間	途中運転停止時間	運転最終停止時間	備考
一宮川	**道目木ポンプ場**	**河川排水用ではなく、中継ポンプ場**				
	テックフォース	7.5m3/min	9/9（土） 0:30		9/9（土） 1:45	ﾎﾟﾝﾌﾟ台数：1台

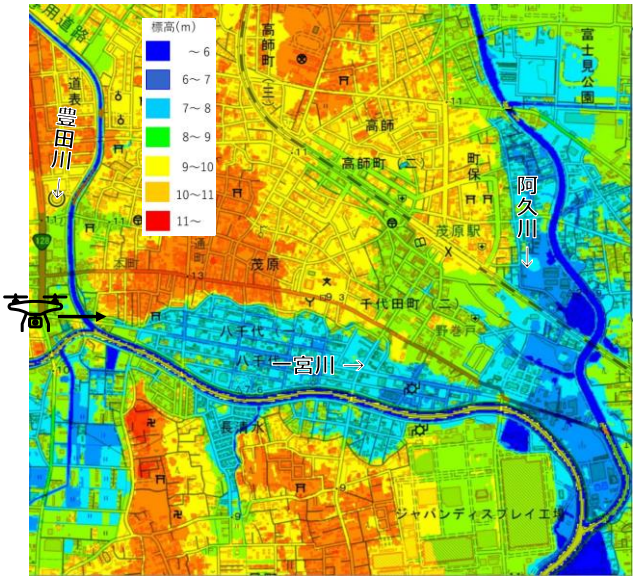
↑河川直接排水

※　町保ポンプ場と、道目木ポンプ場は、元々中継ポンプ場であり、通常時は河川への排水はなし。
　　今回は、途中で壊れてしまったため、テックフォースにより、河川に生放流したため、記載している。

4.5.4. 氾濫原（地形）

氾濫原の地盤高（地形）は、国土数値情報や基盤地図情報などの最新データにより、25mメッシュのサイズでデータ化した。以下に可視化した地形データを参考掲載する。

なお、八千代地区の地形は、低平な市街地に該当（下図赤破線）しており、外水氾濫と内水氾濫の両方の影響を受けやすい地形である。一宮川沿いに見ると上流端の茂原橋付近、中央の駅前通り付近、下流端の日進橋付近は微高地形であり、微高地間が低いという 2 つのくぼ地地形となっている。



(c)国土交通省地理院地図

八千代地区の３D地形図
同地形データをシミュレーションでも利用

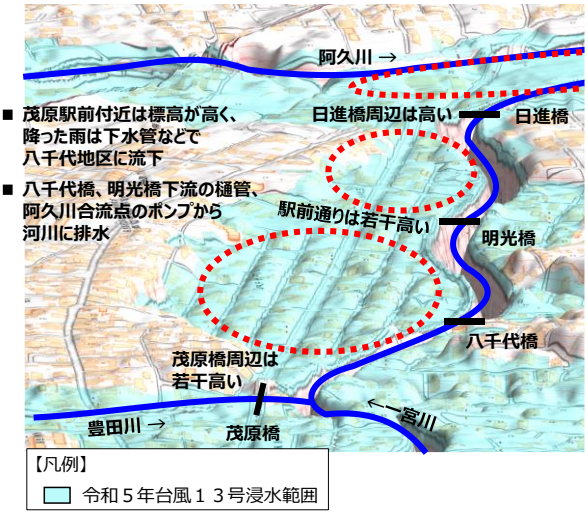


表 4-3 解析モデル条件一覧

<table>
<tr><th colspan="2">項目</th><th colspan="4">検討条件</th></tr>
<tr><td colspan="2">氾濫解析手法</td><td colspan="4">流出量：貯留関数法（47 小流域分割）
氾濫原：平面二次元不定流計算
河　道：一次元不定流計算
下水道：一次元不定流計算</td></tr>
<tr><td rowspan="10">河道の条件</td><td>対象河川
（断面形状）</td><td colspan="4">・検討対象：以下河川区間を概ね 100m ピッチでモデル化
・粗度係数：既往検討、河川砂防技術基準により設置
【県管理】
一宮川 0.0k～25.43k※
※仮締切堤防高さ不足、変状区間は
実測値を詳細に挿入
水上川 25.43k～29.293k
三途川 0.0k～6.044k
豊田川 0.0k～5.829k
阿久川 0.0k～6.9k
鶴枝川 0.0k～1.4k
【県管理以外】
本台川 0.0k～2.4k
梅田川 0.0k～1.7k
西谷川 0.0k～2.5k
鹿島川 0.0k～0.7k
その他、水路の一部
・流入河川：瑞沢川</td></tr>
<tr><td>粗度係数</td><td colspan="4"><table>
<tr><th>河　川</th><th>区　間</th><th></th><th>粗度係数</th></tr>
<tr><td>一宮川</td><td>0.0k～3.52k</td><td>河口～JR 外房線</td><td>0.025</td></tr>
<tr><td></td><td>3.6k～16.2k</td><td>JR 外房線～三途川合流点</td><td>0.030</td></tr>
<tr><td></td><td>16.22k～25.639k</td><td>三途川合流～上流端</td><td>0.080</td></tr>
<tr><td>水上川</td><td>25.756k～29.293k</td><td>一宮川合流～上流端</td><td>0.050</td></tr>
<tr><td>三途川</td><td>0.0k～4.2k</td><td>一宮川合流～千鳥橋</td><td>0.050</td></tr>
<tr><td></td><td>4.4k～6.044k</td><td>千鳥橋～上流端</td><td>0.080</td></tr>
<tr><td>阿久川</td><td>0.0k～6.8k</td><td>一宮川合流～水路合流</td><td>0.035</td></tr>
<tr><td></td><td>6.8k～6.9k</td><td>水路合流～上流端</td><td>0.050</td></tr>
<tr><td>豊田川</td><td>0.0k～4.7k</td><td>一宮川合流点～立堀橋</td><td>0.035</td></tr>
<tr><td></td><td>4.7k～5.809k</td><td>立堀橋～上流端</td><td>0.050</td></tr>
<tr><td>本台川</td><td>0.0k～2.4k</td><td>一宮川合流点～上流端</td><td>0.030</td></tr>
<tr><td>その他</td><td>水路等</td><td></td><td>0.030</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>上流端流量</td><td colspan="4">・貯留関数法による流出計算結果を上流端に設定</td></tr>
<tr><td>下流端流量</td><td colspan="4">・勝浦地点（気象庁）の天文潮位値</td></tr>
<tr><td>対象下水道</td><td colspan="4">・検討対象：八千代地区、大芝地区の一部</td></tr>
<tr><td>河川施設</td><td colspan="4">・以下の調節池の越流堤高、越流堤幅、池高、容量を条件とし、調節地への流入量、
流出量を算定
一宮川第一調節池、一宮川第二調節池（既設右岸、新設暫定供用左岸）、阿久川調節池</td></tr>
<tr><td>破堤地点</td><td colspan="4">・再現計算で、仮締切堤防の変状箇所毎に洪水後に計測された変状後幅、変状後高さ、想定発生時刻を設定</td></tr>
<tr><td>HQ 式</td><td colspan="4">・全川一次元不定流計算水位を用いる</td></tr>
<tr><td rowspan="4">氾濫原の条件</td><td>メッシュサイズ</td><td colspan="4">・25m メッシュ（東西 800×南北 840 メッシュ）</td></tr>
<tr><td>地盤高</td><td colspan="4">・基盤地図情報数値標高モデル 5mDEM（国土地理院）</td></tr>
<tr><td>盛土構造物</td><td colspan="4">・道路盛土（圏央道一部はカルバートとして設定）
・調節池の周囲堤　等</td></tr>
<tr><td>建物占有率
(空隙率･透過率)</td><td colspan="4">・基盤地図情報建築物の外周線（国土地理院）</td></tr>
<tr><td>外力</td><td>降雨波形</td><td colspan="4">令和 5 年 9 月 8 日　実績降雨波形
（その他、比較条件に併せ、令和元年降雨など）</td></tr>
</table>

4.6.　再現計算

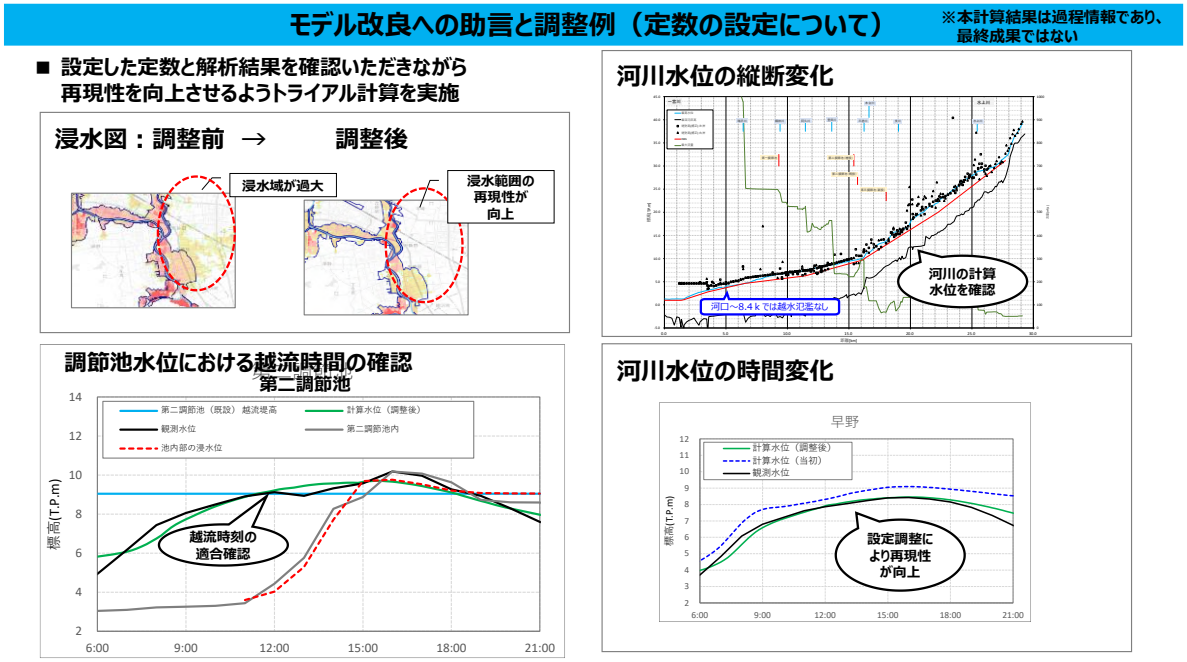
4.6.1.　再現計算の妥当性確認

4.1.の構成で作成したモデルで氾濫解析を行い、計算結果と観測された氾濫状況の整合性を確認し、再現性を確認するとともに、必要に応じて、再現性を向上させるよう定数調整を行うなどのキャリブレーションを行った。

氾濫の範囲・深さや河川水位の縦断変化、時間変化および調節池の越流開始時刻などが再現できるよう変数である定数調整を行っている。以下に調整例を示す。

シミュレーションモデルの再現性確認と調整

■ **浸水要因（内水、施工不備、変状、越水など）を反映できるシミュレーションモデルとなるよう、委員からモデルへのご指導をいただき、観測データ、洪水痕跡、記録映像、SNS等の動画・画像のほか、住民ヒアリングなどの情報**（2.3.1.浸水状況参照）**の再現性を向上させるよう調整**



本洪水では、洪水後に仮締切堤防の変状が確認されており、洪水中のいずれかの時間帯に発生していると考えられるが、発生時刻などの特定は極めて困難であった。

一方、施工不備の影響など微細な計算をする必要から、変状発生時間は非常に重要な変数である。このため、2.4.3.(2)に整理する、仮締切堤防が被災した後に確認された被災形態の分類を基本とし、実績の浸水位挙動を確認しながら再現性が確保されるまで条件を変えながらトライアル計算をおこなった。

各検討ケースによる感度分析と改善について次に示す。

シミュレーションモデルにおける仮締切堤防変状

■ 洪水後に仮締切堤防の変状が確認されているが、発生時間などの特定は困難。一方、施工不備の影響などを計算する必要から、変状時間の設定が重要。

■ 委員意見を求めながら、変状箇所ごとの被災形態や実績の浸水位挙動を確認し、トライアル計算により、再現性を確保。

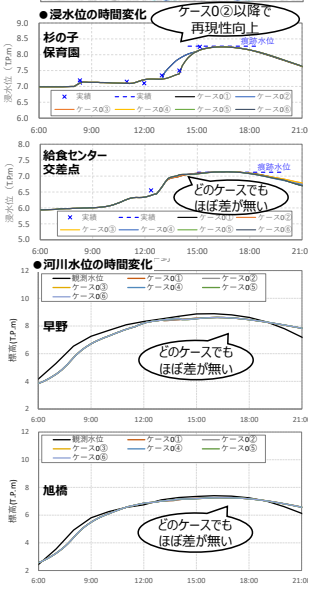
現況再現計算のケースごとの感度分析（変状時間設定について）

■ 被災形態と内外水位などから発生時間を推定し、解析結果を確認し、トライアル計算で再現性を確保

●現況再現ケースの感度分析（ケース０の変状時間設定について）

	ケース0①	0②	0③	0④	0⑤	0⑥
設定：形態c	13時	13時	14時	14時	14時	16時
形態b	15時	15時	14時	14時	14時	14時
形態a	18時	21時	21時	氾濫戻勘案(15-22時)	氾濫戻勘案'(16-21時)	氾濫戻勘案'(16-21時)
設定のための想定	変状形態からの初期設定仮値	→ aが21時	→ cbが14時	→ aが氾濫戻り開始	→ aが氾濫戻り＋画像確認	→ cが16時
（問題点）	a法面のすべり(残留水圧)は、内水高外水低の変状のはずだが、その水位関係前に変状させてしまう箇所がある。	c浸透b越水は、時刻を断定する根拠に乏しい。	aは、氾濫戻り箇所でもある。氾濫戻りは最高水位付近でも起こるとの解析結果を受け、一部では時間が早めではないか。	再度、変状画像を確認すると、aの変状開始が早すぎる箇所がある。	c浸透は内外水差で外水が高い時は起こり得るため、実際はもっと遅かったケースでの適合度も確認しておく必要がある。	0⑤と比べ変状箇所の通水挙動が若干変化。氾濫が一度止まり再度氾濫する挙動となっており、0⑤の方が一般的か
（改善ポイント）	a残留水圧の想定時間を遅らせる。	c14時b14時の想定でも計算し、感度分析を行う。	a箇所毎にケース0③で、氾濫or戻りの時間を確認し、戻り発生時間を想定時間とする。	a箇所の一部を画像確認時刻に併せて是正する。	cは、内外水が同一程度となる１６時以降は起こらないと判断し、最遅16時で感度分析する	河川水位や氾濫の適合度はほぼ0⑤と同じことから適合度の幅値として取り扱う
適合度確認	いずれもピーク水位や最大浸水範囲、浸水位の時間変化で一定の適合度が確認された。変状時間を変えた各感度分析から、変状は次のような発生時刻と推定された。**c浸透 13～16時（水位上昇期からピーク間）　b越水 14時～15時（ピーク付近）　a法面のすべり 15時～22時（内水高-外水低の期間（残留水圧などの外水低減期）**					
(1)浸水位の時間変化	浸水位急上昇が13-15時の間で発生	浸水位急上昇が13-15時の間で発生	浸水位急上昇が14-15時の間で発生。0②より実績適合	0③と同じ適合度	0③と同じ適合度	0③と同じ適合度
(2)変状箇所の通水挙動	aは形態から想定される水位関係前に変状を起こす設定となる箇所がある	0①よりもaの適合が改善(変状後の氾濫ケースが減少)	0②と同じ適合度	0③よりもaのうち、氾濫戻りの表現が改善	0④を画像で再検証し、更に再現度を向上	変状-6箇所の挙動が、0⑤と異なる
最大適合					◎（(1)(2)とも感度良）	

箇所図



a　法面のすべり

b　越水

c　浸透

これらの調整を経て作成したモデルの妥当性に関し、以下の 4 項目に着目し、今回の検証に足りうる再現性が確保されていることを確認した。

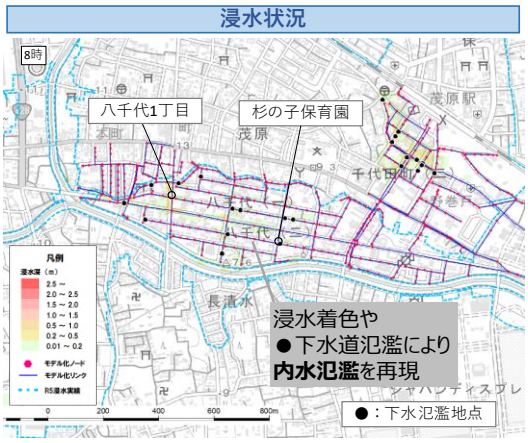
（着目点）

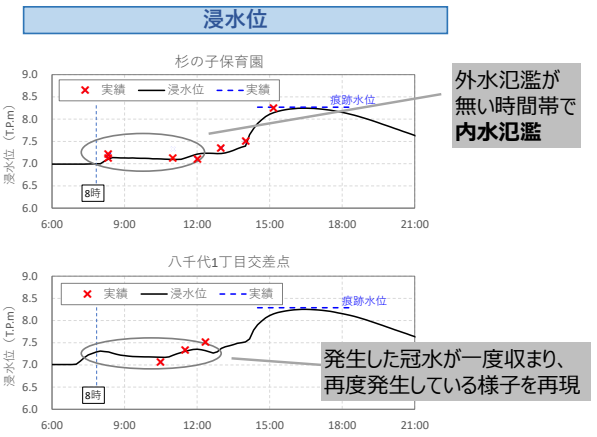
(1) 内水の発生

河川からの氾濫が起こる前の時間帯で内水氾濫が表現出来ているか。

（確認内容）

9月8日　8時～11時ころ　河川水位は、堤防を超えておらず、内水浸水が確認されている。
計算結果でも、この時間帯に浸水が確認されており、今次降雨の**内水氾濫が表現できるモデルとなっている。**





委員ご提供　防犯カメラ映像【杉の子保育園付近】

(2) 氾濫の進展

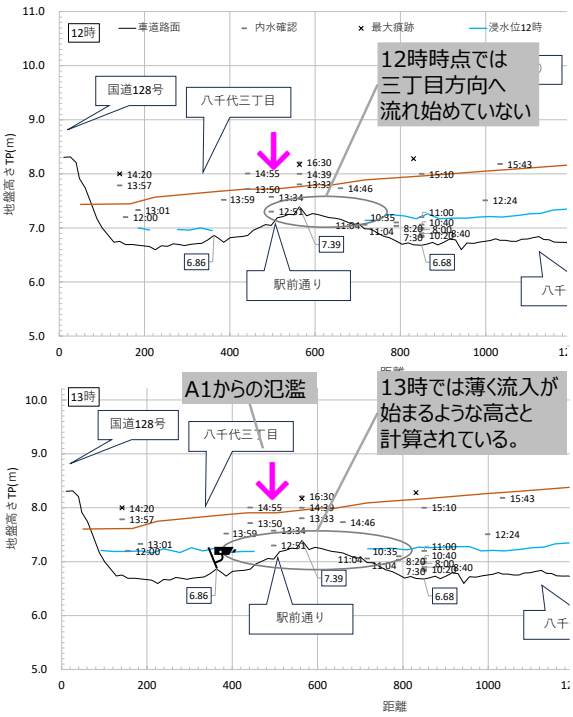
施工不備箇所から河川水の流入がはじまっているか。

八千代地区上流域の 2 つのくぼ地地形に浸水が発生しているか。

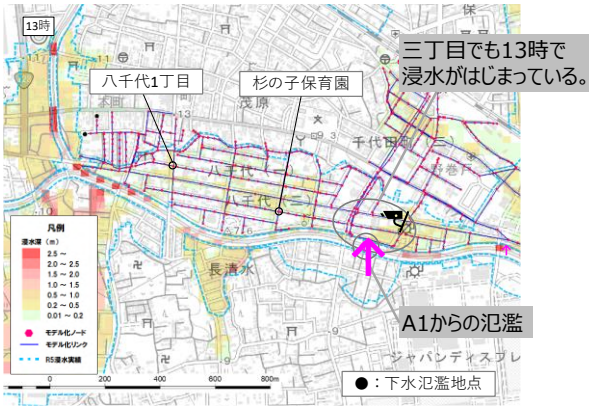
（確認内容）

9月8日　12時～13時ころ　八千代１丁目の浸水位が上昇するとともに、**八千代３丁目に到達**している ことが、計算結果で再現されている。
施工不備（A1）箇所から住宅地側に流れ込んでいることが再現されている。

浸水状況



第2回委員会資料抜粋　12:51　八千代三丁目交差点

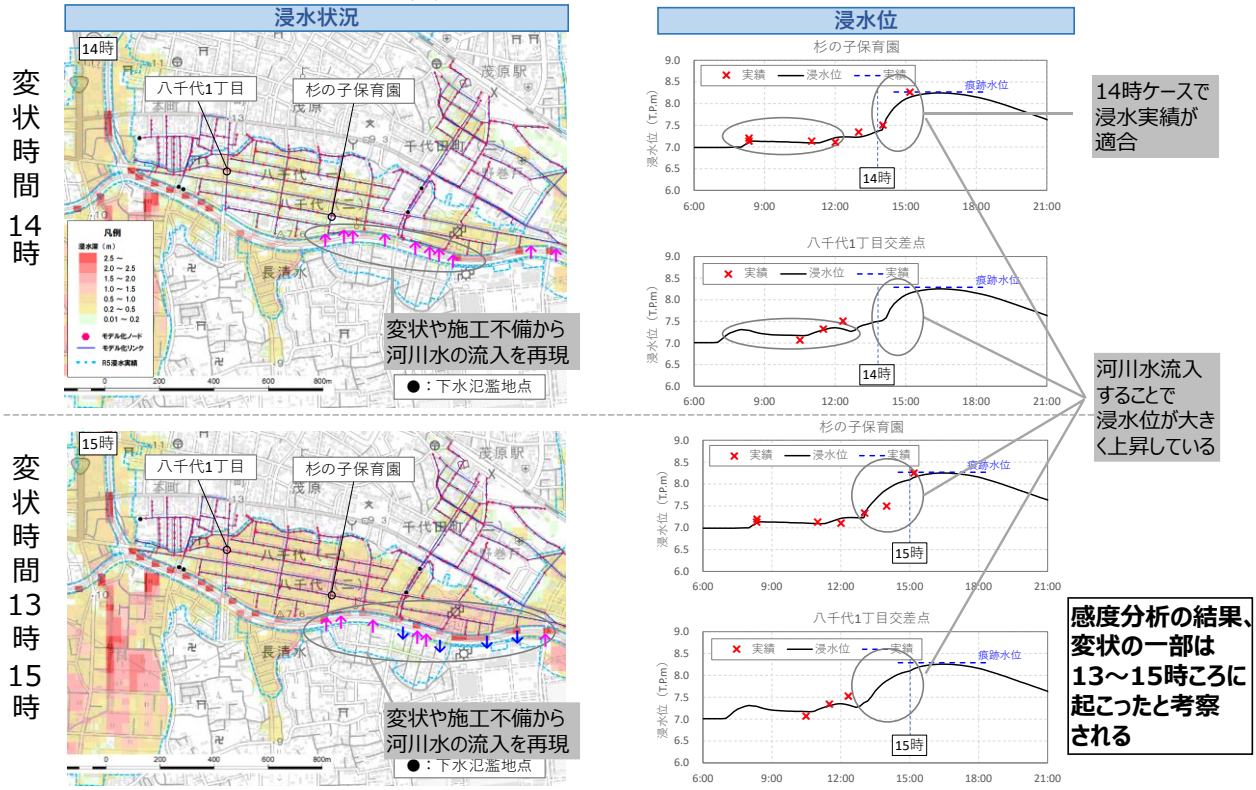


(3) 河川水の流入

河川水位が高くなってくる時間で施工不備や変状箇所から河川水が流入し、浸水位が上昇しているか。

（確認内容）

9月8日13時～15時ころ　変状の条件により河川水が住宅地側に流入してきており、浸水位が大きく上昇している。変状要因ABが14時に変状した仮定のケースとA13,B15時に変状した仮定のケースで感度分析し、共に一定の再現性を確認。なお、14時変状ケースが浸水位の上昇度合いと最も適合する結果となった。

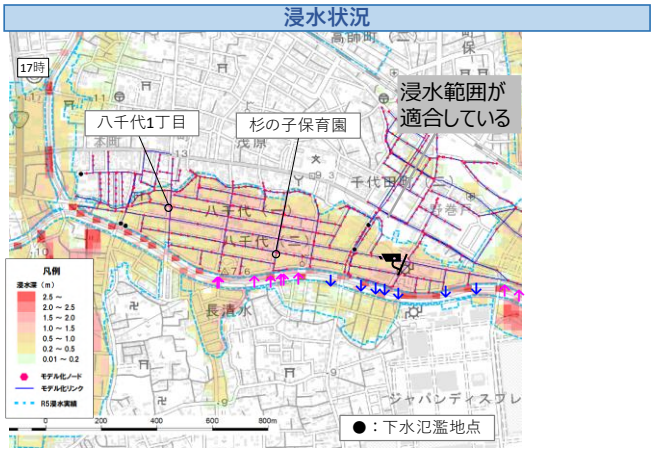


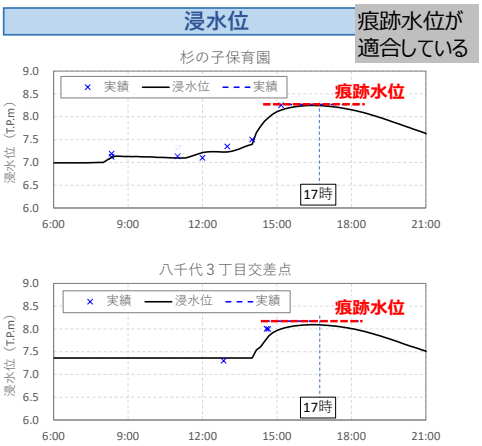
(4) 浸水位のピーク

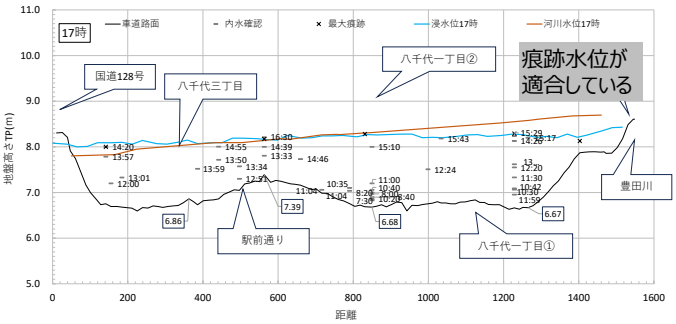
浸水位の痕跡、浸水範囲が適合するか。

（確認内容）

9月8日16時～17時ころに痕跡水位付近に到達しており、実績浸水範囲や痕跡水位と適合する結果となっている。







第2回委員会資料抜粋　16:30　八千代三丁目交差点
SNSから取得　SNS投稿時間と推定浸水位