

9. 各排水樋管ゲートの操作

9-1. 操作手順における「総合的判断」

排水樋管の操作手順における前提条件としては、降雨がある場合や大雨警報が発令されているなど、降雨の恐れがある場合にはゲートを全開にするものとし、排水樋管が受け持つ流域での降雨の状況や気象予報、大雨警報などの発令状況、雨域の移動状況、台風の進路予測、河川水位とその変動傾向、上流域での降雨状況、小河内ダムでの放流情報などの周辺状況をもとに、ゲート操作について総合的に判断することとしている。

表9-1-1にゲート操作の総合的な判断に活用する情報一覧を示し、図9-1-1に国土交通省の「川の防災情報」、図9-1-2に「川崎市防災気象情報」の例を示す。

表 9-1-1 総合的判断とする情報一覧

情報	確認方法	情報参照先	
周辺状況	排水樋管流域での降雨状況	インターネット、庁内LAN	川崎市防災気象情報、気象庁、レインネットかわさき
	天気予報	インターネット	川崎市防災気象情報、気象庁
	大雨警報などの発令状況	インターネット	川崎市防災気象情報、気象庁
	雨域の移動状況	インターネット、庁内LAN	川崎市防災気象情報、気象庁、レインネットかわさき
	台風の進路予測	インターネット	川崎市防災気象情報、気象庁
	河川水位とその変動傾向	インターネット	国土交通省「川の防災情報」
	上流域での降雨状況	インターネット FAX	川崎市防災気象情報、国土交通省「川の防災情報」 多摩川氾濫注意情報(関東地方整備局・気象庁)
	小河内ダムの放流情報	FAX	小河内ダム放流情報(東京都水道局)
	周辺状況	パトロール、市民通報、区危機管理担当との情報共有	
丸子ポンプ場の状況 (山王排水樋管のみ)	電話連絡	加瀬水処理センター	



図 9-1-1 国土交通省「川の防災情報」



図 9-1-2 川崎市防災気象情報

9-2. 山王排水樋管（合流）ゲートの操作

9-2-1. 排水樋管ゲートの操作手順

山王排水樋管ゲートの操作要領及び操作手順を以下に示す。

山王排水樋管 操作要領

目次

第一章 総則（第一条－第二条）

第二章 樋管のゲート操作の方法等（第三条－第五条）

附則

第一章 総則

（趣旨）

第一条

多摩川 山王排水樋管（以下「樋管」という。）のゲート操作については、この操作要領の定めるところによる。

（操作の目的）

第二条

樋管のゲート操作は、多摩川の洪水・高潮及び遡上した津波による逆流を防止し、流域住民の生命や財産を災害から防御することを目的とする。

第二章 樋管のゲート操作の方法等

（ゲートの操作方法）

第三条

中部下水道事務所長（以下「所長」という。）は、樋管の点検・修繕・操作訓練時または震災等の影響により排水不能になり樋管から逆流が予想されるとき、樋管のゲートを閉にできるものとする。

（操作等に関する記録）

第四条

所長は、樋管のゲートを操作したときは、次に掲げる事項を記録しておくものとする。

- (1) 操作の開始及び終了の年月日及び時刻
- (2) 気象及び水象の状況
- (3) 操作したゲートの名称及び開度
- (4) 操作の際又は操作しない際に行った連絡及び周知の状況
- (5) その他参考となるべき事項

（点検及び整備）

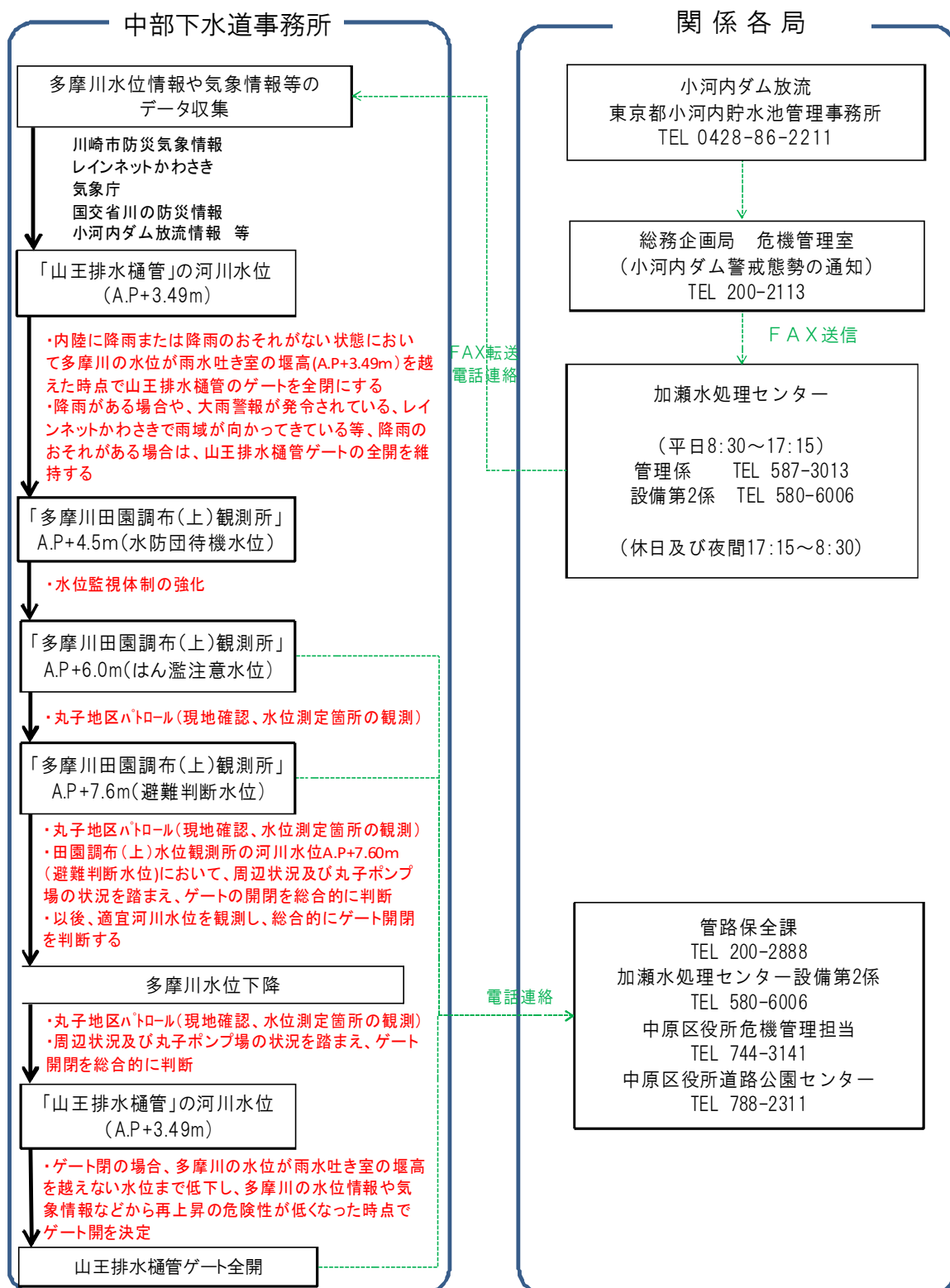
第五条

所長は、樋管及び樋管のゲートを操作するための機械、器具等については、点検及び整備を行い、これらを常に良好な状態に保つものとする。

附則

本操作要領は、平成27年4月1日から施行する。

山王排水樋管ゲート操作手順



※ 丸子ポンプ場の状況により加瀬水処理センターからゲート操作の要請があった場合は、周辺の状況を踏まえ総合的に判断する。

※ 河川管理者からゲート操作の指示があった場合は、その指示により操作を行う。

図 9-2-1 山王排水樋管ゲートの操作手順

○操作手順における判断について

降雨がある場合や、大雨警報が発令されている等、降雨の恐れがある場合は、内水の排水経路を確保するため、樋管ゲートの全開を維持する。

- ・「山王排水樋管」の河川水位 (A. P+3. 49m)

内陸に降雨または降雨のおそれがない状態において多摩川の水位が A. P+3. 49mを超えた時点で山王排水樋管ゲートを全閉にする。

水位の根拠

- ・山王排水樋管の多摩川の水位が A. P+3. 49mを超えると、合流式下水の構造上、河川水が下水管内へ逆流して丸子ポンプ場に流入する可能性がある水位。

- ・「多摩川田園調布（上）観測所」の河川水位 A. P+7. 60m（避難判断水位）

田園調布（上）水位観測所の河川水位 A. P+7. 60mにおいて周辺状況及び丸子ポンプ場の状況を踏まえ、ゲートの開閉を総合的に判断する。

水位の根拠

- ・田園調布（上）水位観測所において避難準備などの氾濫発生に対する警戒を求める「避難判断水位」であること。
- ・これまでの実績で溢水発生の可能性がある水位。

9-2-2. 排水樋管ゲートの操作判断

(1) 台風当日のゲート操作判断状況

当日のゲート操作判断状況を示す。

表 9-2-1 台風当日のゲート操作判断状況

日付	時刻	活動内容	気象発表 降雨予測	山王排水樋管ゲート操作判断項目				大雨警報等 発令状況	雨域の 移動状況	台風進路予測	小河内ダムの放流情 報	丸子ポンプ場 の状況
				時間雨量 (mm) (中原区役所計測)	多摩川水位 (m) (田園調布(上))	多摩川水位 変動状況	水位測定 (m)					
10月 12日 (土)	9:05	バトロール①	7:40発表 横浜地方気象台	11.0	4.08	上昇	3.83	大雨警報等 発令 (7:05)	降雨または降雨 のおそれがある		93m ³ /s(9:00)	
	9:40	水位測定①	32日朝から1時 間に50mm以上 の非常に激しい 雨が降り、12日 経過からは1 時間に80mmの 猛烈な雨が降る 恐れ有り	8.0	4.75							
	11:14	バトロール②		5.0	5.45							
	11:30	水位測定②		7.0	5.58							
	12:48	バトロール③		7.0	6.03							
	13:30	水位測定③		18.0	6.51							
	14:00	水位測定④			6.88							
	14:05	バトロール④		10.0	7.18							
	14:20	水位測定⑤			7.58							
	14:50	水位測定⑥			7.73							
	15:00	【判断】ゲート閉を維持		19.0	8.12							
	15:30	水位測定⑦			8.26							
	15:45	溢水を確認		9.0	9.21							
	17:40	バトロール⑤			9.87							
19:15	水位測定⑧	7:48発表 横浜地方気象台	7.0	9.87								
21:15	バトロール⑥	32日夜遅くまで1 時間に50mm以 上の非常に激し い雨が降り、局 地的には1時間 に80mmの猛烈 な雨が降る所が ある見込み	7.0	10.32								
22:27	【判断】ゲート閉			10.80								
22:39	バトロール⑦			10.81								
22:52	ゲート閉鎖開始			10.58								
23:45	バトロール⑧			9.73								
10月 13日 (日)	1:47	バトロール⑨			9.73							
	2:12	バトロール⑩			9.51							
	3:50	バトロール⑪			8.84							
	9:35	バトロール⑫	降雨なし		6.85							
	10:50	ゲート閉鎖完了 (計7回操作)			6.58							
	16:20	バトロール⑬			5.14							
16:50	【判断】ゲート全開			5.09								

(2) ゲート操作判断時の気象状況

当日、ゲート操作判断した際に参考とした気象情報等について、河川情報は国土交通省ホームページ「川の防災情報」にて田園調布(上)水位観測所の水位変化を確認し、雨量情報は川崎市ホームページ「防災気象情報」にて中原区役所の雨量観測所の雨量を確認した。

次頁に各ゲート操作判断時点の気象状況と当時の判断内容を整理する。



図 9-2-2 ゲート操作判断した際に参考とした気象情報等

表 9-2-2 各ゲート操作判断時点の気象状況と当時の判断内容 (1)

山王排水樋管(合流)

日時	時間雨量 (中原区役所)	多摩川水位 ※1	小河内ダム 放流量	台風進路予測 (当日の天気図を示す※2)	雨域の移動状況(レーダー雨量)	気象庁天気予報 (横浜地方気象台発表)	上段: 状況の考察
							下段: 判断
10月12日(土) 10:00	8.0 mm/h	4.75m	139.5 m ³ /s (10:00)	10月12日9:00 	10月12日10:00 	(7:05) 大雨警報発令 (7:40発表) 12日朝から1時間に50ミリ以上の非常に激しい雨が降り、12日昼過ぎからは1時間に80ミリの猛烈な雨が降るおそれがある。	山王排水樋管部の水位がA.P+3.49mを超えそうであり、今後も降雨が継続する見込みであった。 台風は関東地方に接近しており、排水樋管周辺地域には降雨があった。多摩川の水位は上昇傾向であった。
		上昇傾向					ゲート開の維持を判断
10月12日(土) 15:00	19.0 mm/h	7.73m	417 m ³ /s (15:00)	八丈島の西南西にあって1時間におよそ20キロの速さで北へ進み、中心の気圧は945hPa。	10月12日15:00 		多摩川水位がA.P+7.6mを超えたことを確認。台風は関東地方に接近しており、排水樋管周辺地域には降雨があった。多摩川の水位は上昇傾向であった。ゲート閉鎖すると降雨があるため、内水氾濫が拡大するおそれがある。
		上昇傾向					ゲート開の維持を判断

各ゲート操作判断時点の気象状況と当時の判断内容 (2)

山王排水樋管(合流)

日時	時間雨量 (中原区役所)	多摩川水位 ※1	小河内ダム 放流量	台風進路予測 (当日の天気図を示す※2)	雨域の移動状況(レーダー雨量)	気象庁天気予報 (横浜気象台発表)	上段: 状況の考察
							下段: 判断
10月12日(土) 22:27	7.0 mm/h	10.80m	750 m ³ /s (18:00)	10月12日21:00 	10月12日22:20 	(17:48発表) 12日夜遅くまで1時間に50ミリ以上の非常に激しい雨が降り、局地的には1時間に80ミリの猛烈な雨が降る所がある見込み	加瀬水処理センターからゲート閉鎖の要請。台風が通過しており、周辺地域に降雨があり大雨警報も発令中ではあったが、今後降雨が減少する見込みであることを確認した。
		上昇傾向		関東地方に上陸し、1時間におよそ40キロの速さで北北東へ進み、中心の気圧は960hPa			ゲート全閉を判断
10月13日(日) 16:50	0.0 mm/h	5.09m	300 m ³ /s (7:00)	10月13日09:00 	10月13日16:50 	大雨警報解除(13日3:37) 大雨注意報解除(13日11:58)	山王排水樋管部の河川水位がA.P+3.49mを下回ったことを確認した。周辺地域に降雨及び降雨の可能性がなく、大雨注意報も解除されていることを確認した。
		下降傾向					ゲートの全開を判断

※1 田園調布(上)水位観測所の河川水位

※2 台風第19号による大雨、防風等(気象庁)より引用

9-2-3. 山王排水樋管ゲートの当日のゲート操作

山王排水樋管ゲートは、2連のゲートとなっており、ゲート閉鎖する場合は自重降下を基本とし、閉鎖に至らなかった場合に手動操作を行う構造となっている。

台風当時、令和元年10月12日22:52に第1回目のゲート閉鎖の操作を行い、自重降下しなかったために手動操作に切り換えているが、ゲートは降下しなかった。以降、操作を繰り返し、最終的にゲート操作が完了したのは13日10:50であった。

当日の山王排水樋管におけるゲート操作状況を以下に示す。

表 9-2-3 山王排水樋管ゲート操作状況

ゲートでの 操作 回数	河川水位 (現地測定)	日時	操作状況	
			上流側ゲート (ゲート高さ 2.43m)	下流側ゲート (ゲート高さ 2.43m)
1回目	9.70m	12日 22:52	自重降下：降下せず 手動操作：降下せず	自重降下：降下せず 手動操作：降下せず
2回目	9.00m	13日 00:30	自重降下：降下せず 手動操作：降下せず	自重降下：降下せず 手動操作：降下せず
3回目	8.20m	13日 02:50	自重降下：降下せず 手動操作：降下せず	自重降下： <u>残り 1.5mまで降下</u> 。 手動で 10 cm程度上昇させ閉鎖を試みるも降下位置変わらず。 手動操作：降下せず
4回目	7.80m	13日 03:50	自重降下： <u>残り 0.8mまで降下</u> 。手動で 10 cm程度上昇させ閉鎖を試みるも降下位置変わらず。 手動操作：降下せず	自重降下： <u>残り 0.8mまで降下</u> 。 手動で 10 cm程度上昇させ閉鎖を試みるも降下位置変わらず。 手動操作：降下せず
5回目	7.27m (測定不能のため計算値)	13日 05:00	自重降下： <u>残り 0.7mまで降下</u> 。手動で 10 cm程度上昇させ閉鎖を試みるも降下位置変わらず。 手動操作：降下せず	自重降下： <u>残り 0.3mまで降下</u> 。 手動で 10 cm程度上昇させ閉鎖を試みるも降下位置変わらず。 手動操作：降下せず
6回目	7.16m (未測定のため計算値)	13日 05:27	現地にて多摩川へ排水していることを確認したため、現状維持	現地にて多摩川へ排水していることを確認したため、現状維持
7回目	5.20m	13日 10:50	自重降下：閉鎖完了	自重降下：閉鎖完了

9-2-4. 山王排水樋管のゲートの点検

当日のゲート閉鎖に時間を要した事象について検証を行うため、平成31年(令和元年)の点検状況を整理した。結果、いずれの点検・動作確認においても、河川水位が下がった状態ではあるが、開閉動作の不具合や異常がないことを確認した。

○排水樋管の平成31年(令和元年)点検等実施状況

- ・ゲートメーカーによる点検整備 : 3月11日
- ・職員による動作点検 : 4月11日、6月19日
- ・河川管理者の検査 : 5月22日
- ・台風前後の職員による動作点検 : 10月10日、10月21日
- ・台風後のメーカー立会点検 : 10月24日



河川管理者による検査状況



10月10日点検状況

写真 9-2-1 山王排水樋管のゲートの点検状況

9-2-5. ゲート閉鎖に時間を要した要因

ゲート閉鎖に時間を要した要因について考察する。

- ・当日のゲート操作では、上流側と下流側ゲートの閉鎖状況が異なることや、降下停止後にゲートの引き上げが可能であったが手動操作による降下ができなかったことから、ゲート閉鎖に時間を要した主たる原因は、異物の噛み込みの可能性が考えられる。(水圧の影響のみの場合、上下流側のゲートの動きは同じとなる。)
- ・国土交通省の「堰・水門等ゲート設備の危機管理に関する検討会」における「ゲート設備の危機管理対策の推進について(平成19年8月)」での提言には、『直接的に制水の働きを持つゲートの「扉体」については、異物の噛み込みや土砂堆積といった外的要因によるものが主な故障の原因となっている。』との記載がある。
- ・今回の事象について、ゲートメーカーへ「操作水深、ゲート操作判断水位、台風当日の最高水位」の水位条件におけるゲート閉鎖に関する検証を依頼し、次の見解を得た。
 - ゲートメーカーの検証の結果は、計算上操作は可能である。
 - ゲート閉操作に時間がかかった原因として、空き缶や著しい雑草・小枝等の雑介物が挟まれるような過トルクが生じる要因が発生した場合は、閉操作が不可能となる。
- ・第三者より、「泥水の比重」及び「動水圧」、「浮力」を考慮し計算すべきとの意見があり、市にて再計算を行ったところ、ゲートの閉操作が可能となる計算結果であった。
- ・台風後の排水樋管周辺の状況は、次の写真のとおり、多くの土砂堆積や雑草・小枝等が確認されている。



排水樋管周辺状況(平常時)



排水樋管周辺状況(当日)



排水樋管周辺状況(台風後)



扉体上部状況(台風後)

写真 9-2-2 平常時・台風当日・台風後の山王排水樋管ゲートの状況

9-2-6. ゲート閉鎖に時間を要した要因のまとめ

ゲート閉鎖に時間を要した要因についてとりまとめる。

- ・上下流側ゲートの閉鎖状況の違いから、水圧が主たる原因とは考えにくい。
- ・台風後の現場状況や国土交通省の検討会提言やメーカーの見解から、何らかの異物が扉体の戸当り部に噛み込み、ゲート閉鎖に時間を要した可能性が高い。
- ・戸当り部での異物による噛み込み対応として、人力での繰り返しによるゲート開閉操作が容易に行えないことも課題である。また、河川の高水位時の現場作業においては、ゲート操作員の安全も確保する必要がある。



写真 9-2-3 山王排水樋管ゲートの戸当り部の状況

山王排水樋管ゲートの構造や操作に関する今後の課題としては、以下が挙げられる。

【課題】

- ③ 戸当り部への異物混入防止
- ④ ゲート開閉操作の容易化
- ⑤ 河川高水位時におけるゲート操作員の安全確保

■ 第三者からの意見

- ・ ゲート閉鎖に時間を要した要因について

① 当時の状況下におけるゲート閉鎖の動作計算の結果について

第三者の意見	意見を踏まえた川崎市の対応
(A) 計算条件について、当日の状況を踏まえると動水圧を考慮して計算する方が、より適切ではないかと考える。また、川の水は微細粒子を含んでいるため、その点を考慮して計算する方が適切ではないかと考える。 (B) 扉体自体の浮力による影響を考慮するべきではないかと考える。	河川の流速、泥水の密度、ゲートにかかる浮力を考慮し、改めて動作計算した結果、当日の状況でもゲートは閉鎖可能であるという計算結果となった。
(C) 閉まらなかった事例を探してみるべき。	20都市に調査した結果、本市と同じ状況によりゲートが閉まらなかった事例は確認できなかった。

※(A)～(E)は発言者を示している。

② ゲート閉鎖に時間を要した要因について

第三者の意見	意見を踏まえた川崎市の対応
(D) 水圧であれば、最初は動いていて徐々に動かなくなると考える。 (D) 構造物部で流速が落ちるため何かが堆積したと考えることは不自然ではないと考える。 (A) 台風後でも動いているのであれば、構造そのものが歪んで動かなかったとは考えにくい。 (E) 水圧の影響もかなり大きいと思うが、その状況でさらに異物の噛み込みがあり閉まらなかった可能性も考えられる。 (A) 断定はできないが、消去的に言えば、異物の噛み込みと考えられなくはない。	異物が噛み込んだことにより、ゲートが閉鎖しなかったと考え、異物の噛み込み対策を進める。

※(A)～(E)は発言者を示している。

9-3. 宮内排水樋管（分流）ゲートの操作

9-3-1. 排水樋管ゲートの操作手順

宮内排水樋管ゲートの操作要領及び操作手順を以下に示す。

宮内排水樋管 操作要領

目次

第一章 総則（第一条－第二条）

第二章 樋管のゲート操作の方法等（第三条－第五条）

附則

第一章 総則

（趣旨）

第一条

多摩川 宮内排水樋管（以下「樋管」という。）のゲート操作については、この操作要領の定めるところによる。

（操作の目的）

第二条

樋管のゲート操作は、多摩川の洪水・高潮及び遡上した津波による逆流を防止し、流域住民の生命や財産を災害から防御することを目的とする。

第二章 樋管のゲート操作の方法等

（ゲートの操作方法）

第三条

中部下水道事務所長（以下「所長」という。）は、樋管の点検・修繕・操作訓練時または震災等の影響により排水不能になり樋管から逆流が予想されるとき、樋管のゲートを閉にできるものとする。

（操作等に関する記録）

第四条

所長は、樋管のゲートを操作したときは、次に掲げる事項を記録しておくものとする。

- (1) 操作の開始及び終了の年月日及び時刻
- (2) 気象及び水象の状況
- (3) 操作したゲートの名称及び開度
- (4) 操作の際又は操作しない際に行った連絡及び周知の状況
- (5) その他参考となるべき事項

（点検及び整備）

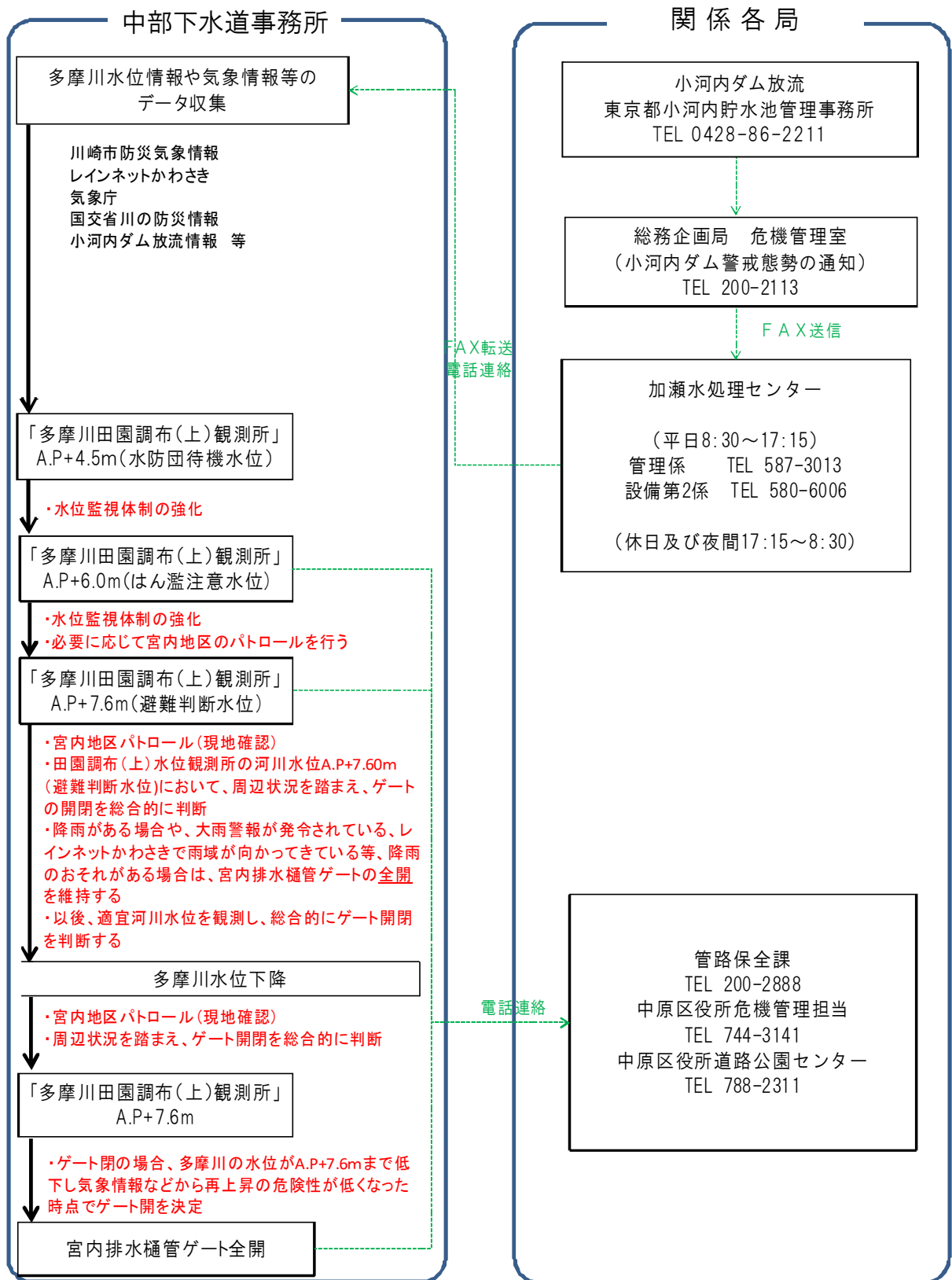
第五条

所長は、樋管及び樋管のゲートを操作するための機械、器具等については、点検及び整備を行い、これらを常に良好な状態に保つものとする。

附則

本操作要領は、平成27年4月1日から施行する。

宮内排水樋管ゲート操作手順



※ 河川管理者からゲート操作の指示があった場合は、その指示により操作を行う。

図 9-3-1 宮内排水樋管ゲートの操作手順

○操作手順における判断について

降雨がある場合や、大雨警報が発令されている等、降雨の恐れがある場合は、内水の排水経路を確保するため、樋管ゲートの全開を維持する。

- ・「多摩川田園調布（上）観測所」 A. P+7.6m（避難判断水位）

田園調布（上）水位観測所の河川水位 A. P+7.60mにおいて周辺状況を踏まえ、ゲートの開閉を総合的に判断する。

水位の根拠

- ・田園調布（上）水位観測所において避難準備などの氾濫発生に対する警戒を求める「避難判断水位」であること。

- ・多摩川水位下降

周辺状況を踏まえ、ゲート開閉を総合的に判断する。

9-3-2. 排水樋管ゲートの操作判断

(1) 台風当日のゲート操作判断状況

当日のゲート操作の判断状況を示す。

表 9-3-1 台風当日のゲート操作判断状況

○宮内排水樋管(分流)

(水位:A.P(m)) ゲート操作判断時

宮内排水樋管ゲート操作判断項目										
日付	時刻	活動内容	気象発表 降雨予測	時間雨量(mm) (新作消防)	多摩川水位(m) (田園調布(上))	水位変動状況	大雨警報等 発令状況	雨域の 移動状況	台風進路予測	小河内ダムの放流情 報
10月 12日 (土)	14:05	パトロール①	7:40発表 横浜地方気象台 12日朝から1時間(50 ミリ)以上の非常に激し い雨が降り、12日昼通 ぎからは1時間に50ミリ の猛烈な雨が降る恐れ 有り	19.0	6.88	上昇	大雨警報発令 洪水警報発令 (7:05)	降雨または降雨の おそれがある		93m ³ /s(9:00)
	15:00	【判断】ゲート開を維持		28.0	7.73					139.5m ³ /s(10:00)
	16:20	パトロール②		8.0	8.63					201m ³ /s(11:00)
	16:35	溢水を確認		8.0	8.70					275.5m ³ /s(12:00)
	22:37	パトロール③		6.0	10.81					319m ³ /s(13:00)
23:10	【判断】ゲート開を維持	下降	10.74		366m ³ /s(14:00)					
10月 13日 (日)	0:55	パトロール④	17:48発表 横浜地方気象台 12日夜遅くまで1時間に 50ミリ以上の非常に激 しい雨が降り、局地的 には1時間に80ミリの猛 烈な雨が降る所がある 見込み	0.0	10.11		大雨注意報 (3:37)	降雨のおそれが少 ない	下田市南西約130km (16:00) 12日夜から13日見込み で伊豆半島から関東地 方を通過(17:18) 関東地方を通過	417m ³ /s(15:00)
	6:32	パトロール⑤			7.85					532m ³ /s(16:00)
	10:30	パトロール⑥			6.66					647m ³ /s(17:00)
	15:00	パトロール⑦			5.34					750m ³ /s(18:00)
	17:00	パトロール⑧			5.06					550m ³ /s(1:00)
									300m ³ /s(7:00)	

(2) ゲート操作判断時の気象状況

当日、ゲート操作を判断した際に参考とした気象情報等について、河川情報は国土交通省ホームページ「川の防災情報」にて田園調布（上）水位観測所の水位変化を確認し、雨量情報は川崎市ホームページ「防災気象情報」にて新作消防雨量観測所の雨量を確認した。

以下に各ゲートの操作を判断した時点の気象状況と当時の判断内容を整理する。



図 9-3-2 ゲート操作判断した際に参考とした気象情報等

表 9-3-2 各ゲート操作判断時点の気象状況と当時の判断内容

宮内排水樋管(分流)				台風進路予測 (当日の天気図を示す※2)	雨域の移動状況(レーダー雨量)	気象庁天気予報 (横浜地方気象台発表)	上段:状況の考察	
日時	時間雨量 (新作消防)	多摩川水位 ※1	小河内ダム放流量				下段:判断	
10月12日(土) 15:00	28.0 mm/h	7.73m 上昇傾向	417 m ³ /s (15:00)	10月12日9:00 	10月12日15:00 	(7:05) 大雨警報発令 (7:40発表) 12日朝から1時間に50ミリ以上の非常に激しい雨が降り、12日昼過ぎからは1時間に80ミリの猛烈な雨が降るおそれがある。	多摩川水位がA.P+7.6mを超えたことを確認。台風は関東地方に接近しており、排水樋管周辺地域には降雨があった。多摩川の水位は上昇傾向であることを確認した。ゲート閉鎖すると降雨があるため、内水氾濫が拡大するおそれがある。	ゲート開の維持を判断
10月12日(土) 23:10	0.0 mm/h	10.74m 下降傾向	750 m ³ /s (18:00)	10月12日21:00 	10月12日23:10 	(17:48発表) 12日夜遅くまで1時間に50ミリ以上の非常に激しい雨が降り、局地的には1時間に80ミリの猛烈な雨が降る所がある見込み	台風は関東地方を通過し、大雨警報が発令されているが、排水樋管周辺地域に降雨が確認されなくなった。多摩川の水位は下降傾向であることを確認した。分流地区であるため、ゲートを閉鎖すると内水排除ができなくなる。	ゲート開の維持を判断

※1 田園調布(上)水位観測所の河川水位

※2 台風第19号による大雨、防風等(気象庁)より引用

9-4. 諏訪排水樋管（分流）ゲートの操作

9-4-1. 排水樋管ゲートの操作手順

諏訪排水樋管ゲートの操作要領及び操作手順を以下に示す。

諏訪排水樋管 操作要領

目次

第一章 総則（第一条—第二条）

第二章 樋管のゲート操作の方法等（第三条—第五条）

附則

第一章 総則

（趣旨）

第一条

多摩川 諏訪排水樋管（以下「樋管」という。）のゲート操作については、この操作要領の定めるところによる。

（操作の目的）

第二条

樋管のゲート操作は、多摩川の洪水・高潮及び遡上した津波による逆流を防止し、流域住民の生命や財産を災害から防御することを目的とする。

第二章 樋管のゲート操作の方法等

（ゲートの操作方法）

第三条

中部下水道事務所長（以下「所長」という。）は、樋管の点検・修繕・操作訓練時または震災等の影響により排水不能になり樋管から逆流が予想されるとき、樋管のゲートを閉にできるものとする。

（操作等に関する記録）

第四条

所長は、樋管のゲートを操作したときは、次に掲げる事項を記録しておくものとする。

- (1) 操作の開始及び終了の年月日及び時刻
- (2) 気象及び水象の状況
- (3) 操作したゲートの名称及び開度
- (4) 操作の際又は操作しない際に行った連絡及び周知の状況
- (5) その他参考となるべき事項

（点検及び整備）

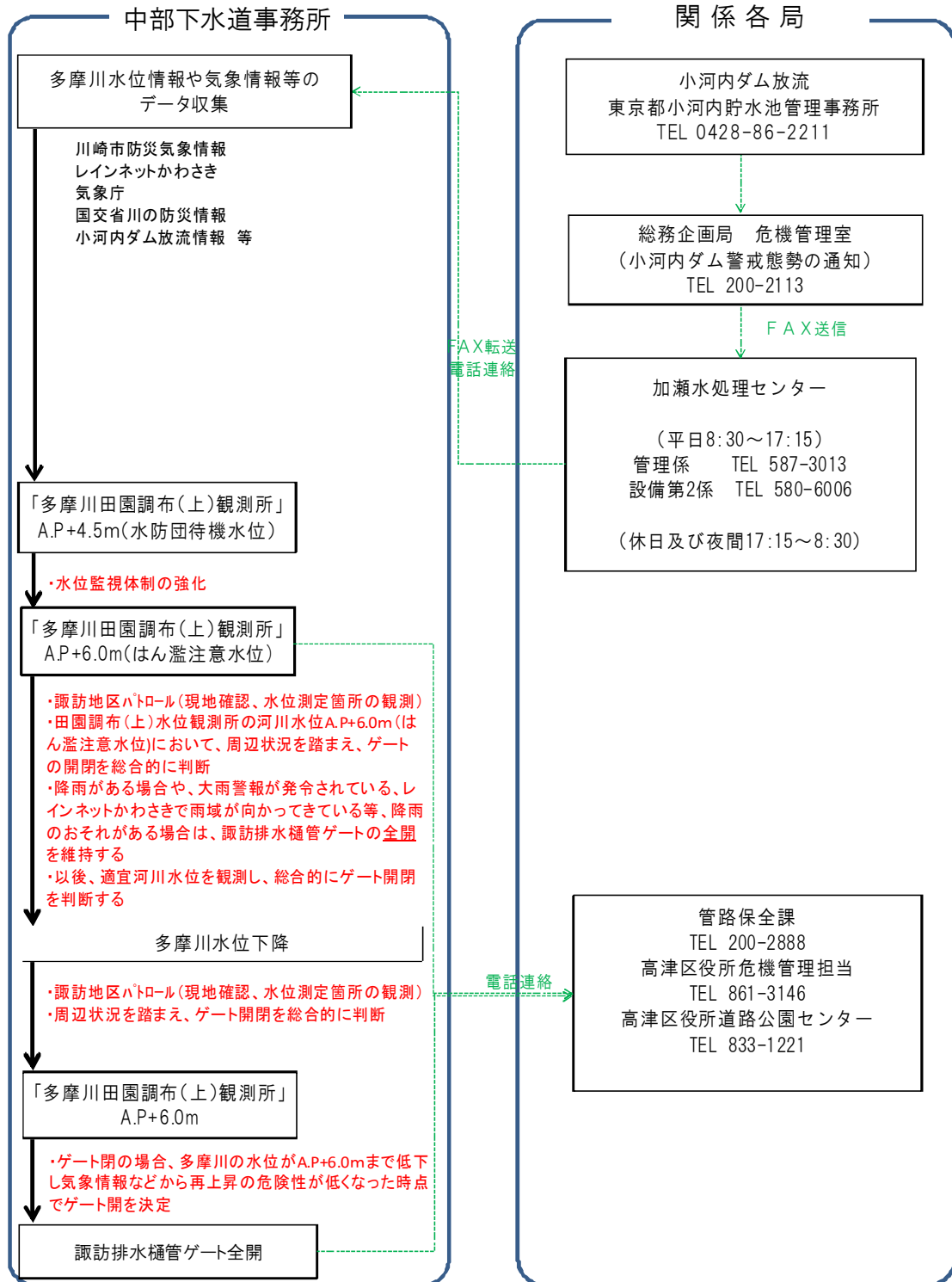
第五条

所長は、樋管及び樋管のゲートを操作するための機械、器具等については、点検及び整備を行い、これらを常に良好な状態に保つものとする。

附則

本操作要領は、平成27年4月1日から施行する。

諏訪排水樋管ゲート操作手順



※ 河川管理者からゲート操作の指示があった場合は、その指示により操作を行う。

図 9-4-1 諏訪排水樋管ゲートの操作手順

○操作手順における判断について

降雨がある場合や、大雨警報が発令されている等、降雨の恐れがある場合は、内水の排水経路を確保するため、樋管ゲートの全開を維持する。

- ・「多摩川田園調布（上）観測所」A. P+6.0 m（はん濫注意水位）

田園調布（上）水位観測所の河川水位 A. P+6.0mにおいて、周辺状況を踏まえ、ゲート開閉を総合的に判断する。

水位の根拠

- ・過去の浸水実績により、溢水発生の可能性がある水位。

- ・多摩川水位下降

周辺状況を踏まえ、ゲート開閉を総合的に判断する。

9-4-2. 排水樋管ゲートの操作判断

(1) 台風当日のゲート操作判断状況

当日のゲート操作の判断状況を示す。

表 9-4-1 台風当日のゲート操作判断状況

○諏訪排水樋管(分流)

水位測定は測点(諏訪2-15地先)で計測

(水位:A.P(m))

ゲート操作判断時

日付	時刻	活動内容	気象発表 降雨予測	時間雨量(mm) (高津区DKC)	諏訪排水樋管ゲート操作判断項目				台風進路予測	小河内ダムの放流情報
					多摩川水位(m) (田園調布(上))	水位変動状況	水位測定(m)	大雨警報等 発令状況		
10月 12日 (土)	9:05	バトロール①	7:40発表 横浜地方気象台 12日朝から1時間に50ミ リ以上の非常に激しい 雨が降り、12日昼過ぎ からは1時間に80ミリの 猛烈な雨が降る恐れ有 り	13.0	4.08	上昇	大雨警報発令 洪水警報発令 (7:05)	降雨または降雨の おそれがある		93m3/s(9:00)
	9:11	水位測定①			4.25					
	11:14	バトロール②		9.0	5.45					139.5m3/s(10:00)
	11:30	水位測定②			5.58		9.17			201m3/s(11:00)
	12:40	【判断】ゲート開を維持		9.0	6.03					275.5m3/s(12:00)
	12:48	バトロール③								
	13:10	バトロール④			6.30					
	13:20	水位測定③		30.0	6.39		9.76			319m3/s(13:00)
	13:30	バトロール⑤ 水位測定④			6.51		10.27			
	14:00	溢水を確認		18.0	6.88				下田市南南西 約130km (16:00)	366m3/s(14:00)
	14:10	移動式ポンプ運転開始			7.08				12日夜から13日 見込みで伊豆 半島から関東地 方を通過	417m3/s(15:00)
	16:23	移動式ポンプ積載車水 没のため、移動後安全な 場所待機		8.0	8.63					532m3/s(16:00)
	17:22	諏訪排水所故障		13.0	9.06					647m3/s(17:00)
	18:00	バトロール⑥	17:48発表 横浜地方気象台	15.0	9.37					750m3/s(18:00)
21:15	バトロール⑦	12日夜遅くまで1時間に 50ミリ以上の非常に激し い雨が降り、局地的に は1時間に80ミリの猛烈 な雨が降る所がある見込 み	5.0	10.32	下降		降雨のおそれが少 ない	関東地方を通 過		
10月 13日 (日)	0:32	バトロール⑧		0.0	10.24					550m3/s(1:00)
	3:42	バトロール⑨			8.90					
	12:10	バトロール⑩			6.14		大雨注意報 (3:37)			300m3/s(7:00)

(2) ゲート操作判断時の気象状況

当日、ゲート操作を判断した際に参考とした気象情報等について、河川情報は国土交通省ホームページ「川の防災情報」にて田園調布（上）水位観測所の水位変化を確認し、雨量情報は川崎市ホームページ「防災気象情報」にて高津道路公園センター雨量観測所の雨量を確認した。以下に各ゲートの操作を判断した時点の気象状況と当時の判断内容を整理する。



図 9-4-2 ゲート操作判断した際に参考とした気象情報等

表 9-4-2 各ゲート操作判断時点の気象状況と当時の判断内容

諏訪排水樋管(分流)				台風進路予測 (当時の天気図を示す※2)	雨域の移動状況(レーダー雨量)	気象庁天気予報 (横浜地方気象台発表)	上段: 状況の考察
日時	時間雨量 (高津DKC)	多摩川水位 ※1	小河内ダム放流量				下段: 判断
10月12日(土) 12:40	9.0 mm/h	6.03m	275.5 m ³ /s (12:00)	10月12日9:00 六文島の西東西にあって1時間におよそ30km/hの速さで北へ進み、中心の気圧は945hPa。	10月12日12:40 高津区	(7:05) 大雨警報発令 (7:40発表) 12日朝から1時間に50ミリ以上の非常に激しい雨が降り、12日昼過ぎからは1時間に80ミリの猛烈な雨が降るおそれがある。	多摩川水位がAP+6.0mを超えたことを確認。台風は関東地方に接近しており、排水樋管周辺地域には降雨があった。多摩川の水位は上昇傾向であった。降雨があるため、ゲート閉鎖すると内水氾濫するおそれがある。
		上昇傾向					ゲート開の維持を判断
10月12日(土) 23:10	0.0 mm/h	10.74m	750 m ³ /s (18:00)	10月12日21:00 関東地方に上陸し、1時間におよそ40km/hの速さで北北東へ進み、中心の気圧は960hPa。	10月12日23:10 高津区	(17:48発表) 12日夜遅くまで1時間に50ミリ以上の非常に激しい雨が降り、局地的には1時間に80ミリの猛烈な雨が降る所がある見込み	台風は関東地方を通過し、大雨警報が発令されているが、排水樋管周辺地域に降雨が確認されなくなった。多摩川の水位は下降傾向であることを確認した。分流地区であるため、ゲートを閉鎖すると内水排除ができなくなる。
		下降傾向					ゲート開の維持を判断

※1 田園調布(上)水位観測所の河川水位

※2 台風第19号による大雨、防風等(気象庁)より引用

9-5. 二子排水樋管（分流）ゲートの操作

9-5-1. 排水樋管ゲートの操作手順

二子排水樋管ゲートの操作要領及び操作手順を以下に示す。

二子排水樋管 操作要領

目次

第一章 総則（第一条－第二条）

第二章 樋管のゲート操作の方法等（第三条－第五条）

附則

第一章 総則

（趣旨）

第一条

多摩川 二子排水樋管（以下「樋管」という。）のゲート操作については、この操作要領の定めるところによる。

（操作の目的）

第二条

樋管のゲート操作は、多摩川の洪水・高潮及び遡上した津波による逆流を防止し、流域住民の生命や財産を災害から防御することを目的とする。

第二章 樋管のゲート操作の方法等

（ゲートの操作方法）

第三条

中部下水道事務所長（以下「所長」という。）は、樋管の点検・修繕・操作訓練時または震災等の影響により排水不能になり樋管から逆流が予想されるとき、樋管のゲートを閉にできるものとする。

（操作等に関する記録）

第四条

所長は、樋管のゲートを操作したときは、次に掲げる事項を記録しておくものとする。

- (1) 操作の開始及び終了の年月日及び時刻
- (2) 気象及び水象の状況
- (3) 操作したゲートの名称及び開度
- (4) 操作の際又は操作しない際に行った連絡及び周知の状況
- (5) その他参考となるべき事項

（点検及び整備）

第五条

所長は、樋管及び樋管のゲートを操作するための機械、器具等については、点検及び整備を行い、これらを常に良好な状態に保つものとする。

附則

本操作要領は、平成27年4月1日から施行する。

二子排水樋管ゲート操作手順

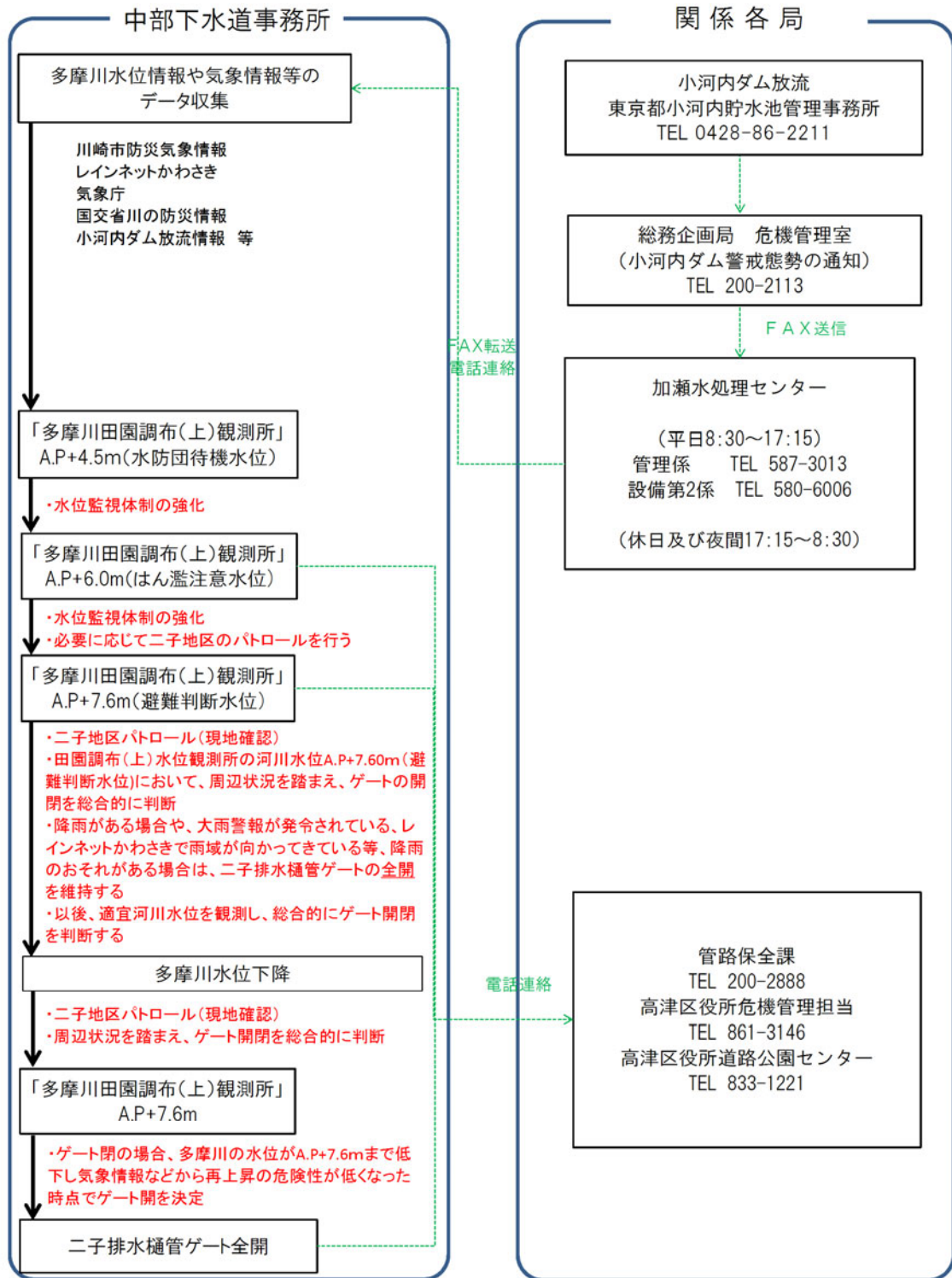


図 9-5-1 二子排水樋管ゲートの操作手順

○操作手順における判断について

降雨がある場合や、大雨警報が発令されている等、降雨の恐れがある場合は、内水の排水経路を確保するため、樋管ゲートの全開を維持する。

- ・「多摩川田園調布（上）観測所」 A. P+7.6m（避難判断水位）

田園調布（上）水位観測所の河川水位 A. P+7.60mにおいて周辺状況を踏まえ、ゲートの開閉を総合的に判断する。

水位の根拠

- ・田園調布（上）水位観測所において、避難準備などの氾濫発生に対する警戒を求める「避難判断水位」であること。

- ・多摩川水位下降

周辺状況を踏まえ、ゲート開閉を総合的に判断する。

9-5-2. 排水樋管ゲートの操作判断

(1) 台風当日のゲート操作判断状況

当日のゲート操作判断状況を示す。

表 9-5-1 台風当日のゲート操作判断状況

○二子排水樋管（分流）										
(水位：A.P(m))										
ゲート操作判断時										
二子排水樋管ゲート操作判断項目										
日付	時刻	活動内容	気象発表降雨予測	時間雨量(mm) (高津区DKC)	多摩川水位(m) (田園調布(上))	水位変動状況	大雨警報等発令状況	雨域の状況	台風進路予測	小河内ダムの放流 情報
10月 12日 (土)	14:05	パトロール①	7:40発表 横浜地方気象台 12日朝から1時間に50mm以上の非常に激しい雨が降り、12日昼過ぎからは1時間に80mm以上の猛烈な雨が降る恐れあり	18.0	6.88	上昇	大雨警報発令 洪水警報発令 (7:05)	降雨または降雨のおそれがある		93m ³ /s (9:00) 139.5m ³ /s (10:00) 201m ³ /s (11:00) 275.5m ³ /s (12:00) 319m ³ /s (13:00) 366m ³ /s (14:00)
	15:00	【判断】 ゲート開を維持		27.0	7.73					417m ³ /s(15:00)
	15:05	パトロール②			7.73				下田市南南西約30km(16:00) 12日夜から13日見込みで伊豆半島から関東地方を通過	
	18:00	パトロール③ (北部下水)	7:40発表 横浜地方気象台 12日夜遅くまで1時間に50mm以上の非常に激しい雨が降り、局地的に1時間に80mm以上の猛烈な雨が降る所がある見込み	15.0	9.37					532m ³ /s(16:00) 647m ³ /s(17:00) 750m ³ /s (18:00)
	18:30	溢水を確認			9.61					
	19:20	パトロール④ (西部下水)			12.0	9.91				
	21:15	パトロール⑤			5.0	10.32				
23:10	【判断】 ゲート開を維持				10.74	下降		降雨のおそれが少ない	関東地方を通過	
10月 13日 (日)	15:00	パトロール⑥		0.0	5.34		大雨注意報 (3:37)			550m ³ /s(1:00) 300m ³ /s(7:00)

(2) ゲート操作判断時の気象状況

当日、ゲート操作を判断した際に参考とした気象情報等について、河川情報は国土交通省ホームページ「川の防災情報」にて田園調布（上）水位観測所の水位変化を確認し、雨量情報は川崎市ホームページ「防災気象情報」にて高津道路公園センター雨量観測所の雨量を確認した。以下に各ゲートの操作を判断した時点の気象状況と当時の判断内容を整理する。

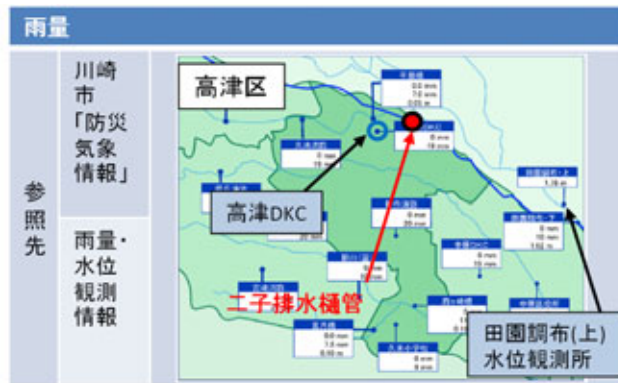


図 9-5-2 ゲート操作判断した際に参考とした気象情報等

表 9-5-2 各ゲート操作判断時点の気象状況と当時の判断内容

日時	時間雨量 (高津DKC)	多摩川水位 ※1	小河内ダム 放流量	台風進路予測 (当日の天気図を示す※2)	雨域の移動状況(レーダー雨量)	気象庁天気予報 (横浜地方気象台 発表)	上段: 状況の考察
							下段: 判断
10月 12日 (土) 15:00	27.0 mm/h	7.73m	417 m ³ /s (15:00)	10月12日9:00 八丈島の西寄りにあって1時間 におよそ30キロの速さで北へ進み、 中心の気圧は945hPa。	10月12日15:00 高津区	(7:05) 大雨警報発令 (7:40発表) 12日朝から1時 間に50ミリ以上の非常に激しい 雨が降り、12日 昼過ぎからは1 時間に80ミリの 猛烈な雨が降る おそれがある。	多摩川水位がA.P+7.6mを超えたことを確認。 台風は関東地方に接近しており、排水樋管 周辺地域には降雨があった。多摩川の水位 は上昇傾向であった。ゲート閉鎖すると降雨 があるため、内水氾濫が拡大するおそれ がある。
		上昇 傾向					ゲート開の維持を判断
10月 12日 (土) 23:10	0.0 mm/h	10.74m	750 m ³ /s (18:00)	10月12日21:00 関東地方に上陸し、1時間におよそ40 キロの速さで北北東へ進み、中心の 気圧は940hPa。	10月12日23:10 高津区	(17:48発表) 12日夜遅くまで 1時間に50ミリ 以上の非常に 激しい雨が降り、 局地的には1時 間に80ミリの猛 烈な雨が降る所 がある見込み	台風は関東地方を通過し、大雨警報が発令 されているが、排水樋管周辺地域に降雨が 確認されなくなった。多摩川の水位は下降傾 向であることを確認した。分流地区であるた め、ゲートを閉鎖すると内水排除ができなく なる。
		下降 傾向					ゲート開の維持を判断

※1 田園調布(上)水位観測所の河川水位

※2 台風第19号による大雨、防風等(気象庁)より引用

9-6. 宇奈根排水樋管（分流）ゲートの操作

9-6-1. 排水樋管ゲートの操作手順

宇奈根排水樋管ゲートの操作要領及び操作手順を以下に示す。

宇奈根排水樋管 操作要領

目次

- 第一章 総則（第一条－第二条）
- 第二章 樋管のゲート操作の方法等（第三条－第五条）
- 附則

第一章 総則

（趣旨）

第一条

多摩川 宇奈根排水樋管（以下「樋管」という。）のゲート操作については、この操作要領の定めるところによる。

（操作の目的）

第二条

樋管のゲート操作は、多摩川の洪水・高潮及び遡上した津波による逆流を防止し、流域住民の生命や財産を災害から防御することを目的とする。

第二章 樋管のゲート操作の方法等

（ゲートの操作方法）

第三条

中部下水道事務所長（以下「所長」という。）は、樋管の点検・修繕・操作訓練時または震災等の影響により排水不能になり樋管から逆流が予想されるとき、樋管のゲートを閉にできるものとする。

（操作等に関する記録）

第四条

所長は、樋管のゲートを操作したときは、次に掲げる事項を記録しておくものとする。

- (1) 操作の開始及び終了の年月日及び時刻
- (2) 気象及び水象の状況
- (3) 操作したゲートの名称及び開度
- (4) 操作の際又は操作しない際に行った連絡及び周知の状況
- (5) その他参考となるべき事項

（点検及び整備）

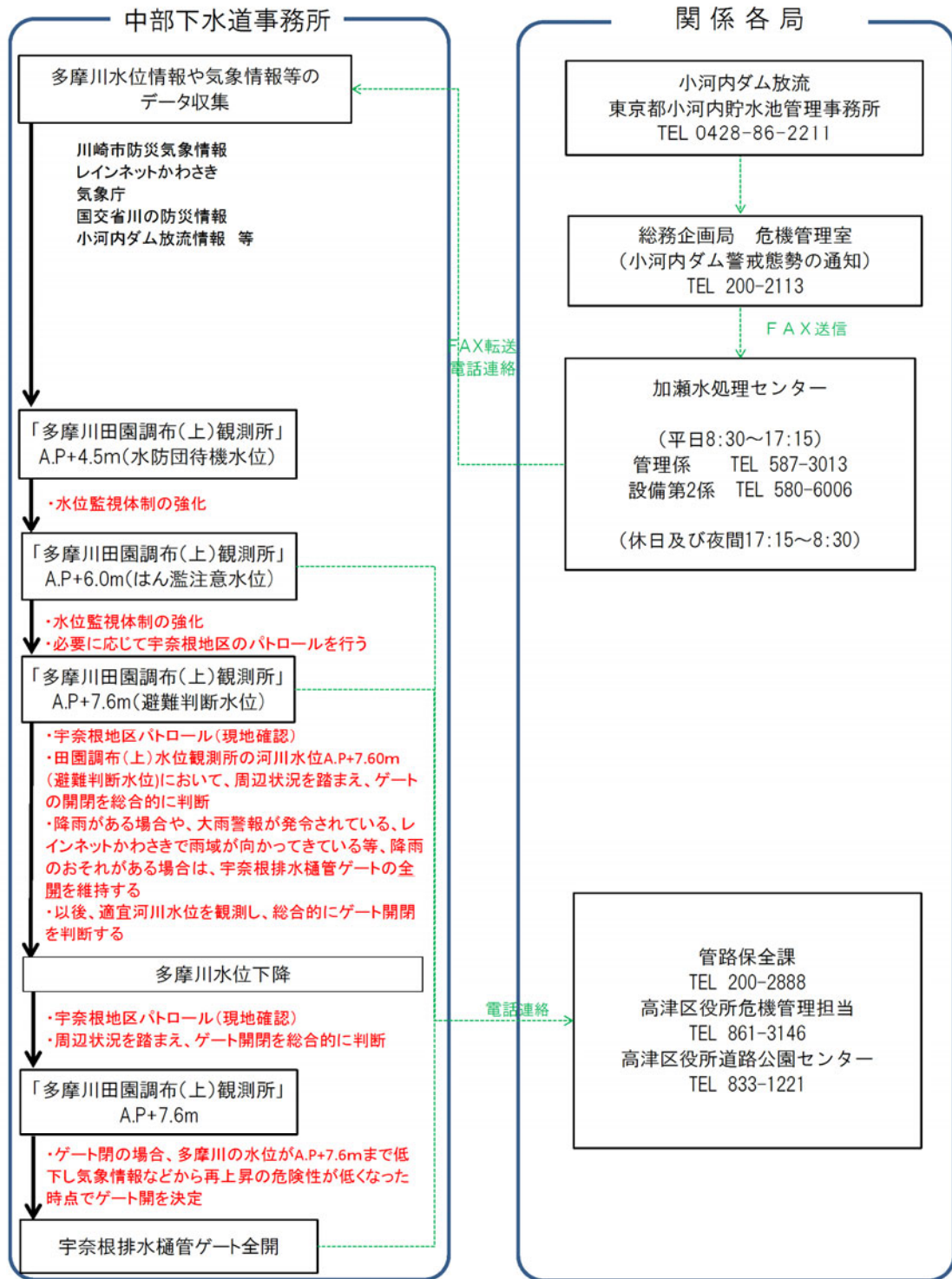
第五条

所長は、樋管及び樋管のゲートを操作するための機械、器具等については、点検及び整備を行い、これらを常に良好な状態に保つものとする。

附則

本操作要領は、平成27年4月1日から施行する。

宇奈根排水樋管ゲート操作手順



※ 河川管理者からゲート操作の指示があった場合は、その指示により操作を行う。

図 9-6-1 宇奈根排水樋管ゲートの操作手順

○操作手順における判断について

降雨がある場合や、大雨警報が発令されている等、降雨の恐れがある場合は、内水の排水経路を確保するため、樋管ゲートの全開を維持する。

- ・「多摩川田園調布（上）観測所」 A. P+7.6m（避難判断水位）

田園調布（上）水位観測所の河川水位 A. P+7.60mにおいて周辺状況を踏まえ、ゲートの開閉を総合的に判断する。

水位の根拠

- ・田園調布（上）水位観測所において、避難準備などの氾濫発生に対する警戒を求める「避難判断水位」であること。

- ・多摩川水位下降

周辺状況を踏まえ、ゲート開閉を総合的に判断する。

9-6-2. 排水樋管ゲートの操作判断

(1) 台風当日のゲート操作判断状況

当日のゲート操作判断状況を示す。

表 9-6-1 台風当日のゲート操作判断状況

○宇奈根排水樋管（分流）

(水位: A.P(m)) ゲート操作判断時

宇奈根排水樋管ゲート操作判断項目												
日付	時刻	活動内容	気象発表降雨予測	時間雨量 (mm) (久地消防)	多摩川水位 (m) (田園調布(上))	水位変動状況	大雨警報等 発令状況	雨域の状況	台風進路予測	小河内ダムの放流 情報		
10月 12日 (土)	14:05	パトロール①	7:40発表 横浜地方気象台 12日朝から1時間に50ミ リ以上の非常に激しい 雨が降り、12日昼過ぎ からは1時間に80ミリの 猛烈な雨が降る恐れ有 り	20.0	6.88	上昇	大雨警報発令 洪水警報発令 (7:05)	降雨または降雨の おそれがある		93m ³ /s(9:00)		
	15:00	【判断】 ゲート開を維持		33.0	7.73						下田市南南西約 130km(16:00)	139.5m ³ /s(10:00)
	18:00	パトロール②		17.0	9.37						12日夜から13日 見込みで伊豆半 島から関東地方を 通過	201m ³ /s(11:00)
	19:10	溢水を確認		13.0	9.87							319m ³ /s(13:00)
	21:15	パトロール③④		4.0	10.32							366m ³ /s(14:00)
	23:10	【判断】 ゲート開を維持			10.74	下降		降雨のおそれがな い	関東地方を通過	417m ³ /s(15:00)		
10月 13日 (日)	0:30	パトロール⑤ (北部下水)										
	2:30	パトロール⑥ (北部下水)								550m ³ /s(1:00)		
	4:30	パトロール⑦ (北部下水)		0.0			大雨注意報 (3:37)					
	9:40	パトロール⑧			8.58					300m ³ /s(7:00)		
	13:15	パトロール⑨ (北部下水)			5.84							
	15:00	パトロール⑩			5.34							

(2) ゲート操作判断時の気象状況

当日、ゲート操作を判断した際に参考とした気象情報等について、河川情報は国土交通省ホームページ「川の防災情報」にて田園調布（上）水位観測所の水位変化を確認し、雨量情報は川崎市ホームページ「防災気象情報」にて久地消防雨量観測所の雨量を確認した。

以下に各ゲートの操作を判断した時点の気象状況と当時の判断内容を整理する。



図 9-6-2 ゲート操作判断した際に参考とした気象情報等

表 9-6-2 各ゲート操作判断時点の気象状況と当時の判断内容

宇奈根排水樋管(分流)				台風進路予測 (当日の天気図を示す※2)		雨域の移動状況(レーダー雨量)		気象庁天気予報 (横浜地方気象台発表)		上段:状況の考察 下段:判断	
日時	時間雨量 (久地消防)	多摩川水位 ※1	小河内ダム放流量								
10月12日(土) 15:00	33.0 mm/h	7.73m	417 m ³ /s (15:00)	10月12日9:00	10月12日15:00			(7:05) 大雨警報発令 (7:40発表) 12日朝から1時間に50ミリ以上の非常に激しい雨が降り、12日昼過ぎからは1時間に80ミリの猛烈な雨が降るおそれがある。	多摩川水位がA.P+7.6mを超えたことを確認。台風は関東地方に接近しており、排水樋管周辺地域には降雨があった。多摩川の水位は上昇傾向であった。ゲート閉鎖すると降雨があるため、内水氾濫が拡大するおそれがある。		
		上昇傾向							ゲート開の維持を判断		
10月12日(土) 23:10	0.0 mm/h	10.74m	750 m ³ /s (18:00)	10月12日21:00	10月12日23:10			(17:48発表) 12日夜遅くまで1時間に50ミリ以上の非常に激しい雨が降り、局地的には1時間に80ミリの猛烈な雨が降る所がある見込み	台風は関東地方を通過し、大雨警報が発令されているが、排水樋管周辺地域に降雨が確認されなくなった。多摩川の水位は下降傾向であることを確認した。分流地区であるため、ゲートを閉鎖すると内水排除ができなくなる。		
		下降傾向							ゲート開の維持を判断		

※1 田園調布(上)水位観測所の河川水位

※2 台風第19号による大雨、防風等(気象庁)より引用

9-7. 各排水樋管における操作判断のまとめ

各排水樋管において、ゲート操作手順に基づき、気象情報や河川水位からゲート操作判断を行った状況を検証した。

○山王排水樋管

- ・当日の気象予報は、朝から1時間に50ミリ以上の非常に激しい雨が降り、昼過ぎから80ミリ以上の猛烈な雨が降る所があると出ており、降雨が続く中、気象情報や、河川水位についての情報を収集し、「降雨がある場合や降雨の恐れがある場合は、ゲートの全開を維持する」判断を行っていた。
- ・10月12日22:27のゲート閉鎖の判断は、加瀬水処理センターから要請があったものである。丸子ポンプ場の機能喪失による影響を考慮し、降雨があり、大雨警報が発令されていたが、台風は通過しており、雨域の移動状況から降雨が少なくなる見込みもあったため、ゲート閉鎖を決定した。
- ・ゲート閉鎖を判断した時点では、すでに計画高水位を超えており、その状況でゲート操作を行った。
- ・10月13日16:50に山王排水樋管の河川水位がA.P+3.49mを下回ったことから、操作手順に基づきゲートの全開を判断した。
- ・浸水の色等、溢水の状況は河川水の逆流が考えられるものであるが、周辺状況として総合的判断の情報とされなかった。
- ・丸子ポンプ場は、ポンプ場の水没の恐れが生じるまで河川水の流入を認識しながらも最大限ポンプ排水を継続し、河川水の流入による影響について、中部下水道事務所へその情報が送られなかった。

○宮内・諏訪・二子・宇奈根排水樋管

- ・当日の気象予報は、朝から1時間に50ミリ以上の非常に激しい雨が降り、昼過ぎから80ミリ以上の猛烈な雨が降る所があると出ており、降雨が続く中、気象情報や、河川水位についての情報を収集し、「降雨がある場合や降雨の恐れがある場合は、ゲートの全開を維持する」判断を行っていた。
- ・10月12日23:10には降雨が実測されなくなり、雨域の移動状況から降雨のおそれはなかったが、大雨警報が発令中であり、河川水位が下降傾向となったため、内水排除のためゲート開を維持した。
- ・浸水の色等、溢水の状況は河川水の逆流が考えられるものであるが、周辺状況として総合的判断の情報とされなかった。

以上により、今回のゲート操作判断は、いずれも操作手順どおりに行われていた。

しかし、山王排水樋管では、21:10に計画高水位を超え、その10分後に丸子ポンプ場で浸水が始まっており、その状況が中部下水道事務所と加瀬水処理センターで共有できていれば、ゲート操作について異なる選択をしたことも考えられる。

操作手順には具体的に示されていないが、水の色等、溢水の状況は河川水の逆流の手がかりとなるものであり、周辺状況として総合的判断の情報の一つとなるものと考えられる。

降雨があったことにより、操作の判断としては操作手順どおりではあるが、河川水に含まれる土砂の堆積による被害防止の観点からも、逆流への対応は必要といえる。

【課題】

- ②迅速な情報収集・提供と確実なゲート操作（再掲）
- ⑥河川水の逆流防止

10. 浸水シミュレーションによる検証

10-1. 浸水シミュレーションの目的

当日の浸水被害として、図 10-1-1 に示すパターン及び図 10-1-2 で示すイメージでの浸水が想定されることから、浸水シミュレーションにより当日の再現を図るとともに、ゲート操作の検証等を行うことを目的とする。



○多摩川水位上昇前

多摩川水位が低く、堤内地に降った雨は下水管を流下し、支障なく多摩川へ排水される。



①内水による浸水

多摩川の水位が高くなったことで、下水管内の水位が上昇し、その影響で地盤の低い箇所での溢水を含め、浸水が発生する。



②逆流した河川水や内水による浸水

多摩川の水位がより高くなり、堤内地側の水と多摩川の水が押し合っている状態であり、順流も逆流も発生する。その結果、内水や河川水が溢水し、浸水が発生する。



③逆流した河川水による浸水

多摩川の水位がさらに高くなり、完全に逆流となることで、河川水が溢水し浸水が発生する。

図 10-1-1 浸水被害発生パターン

【例】浸水イメージ

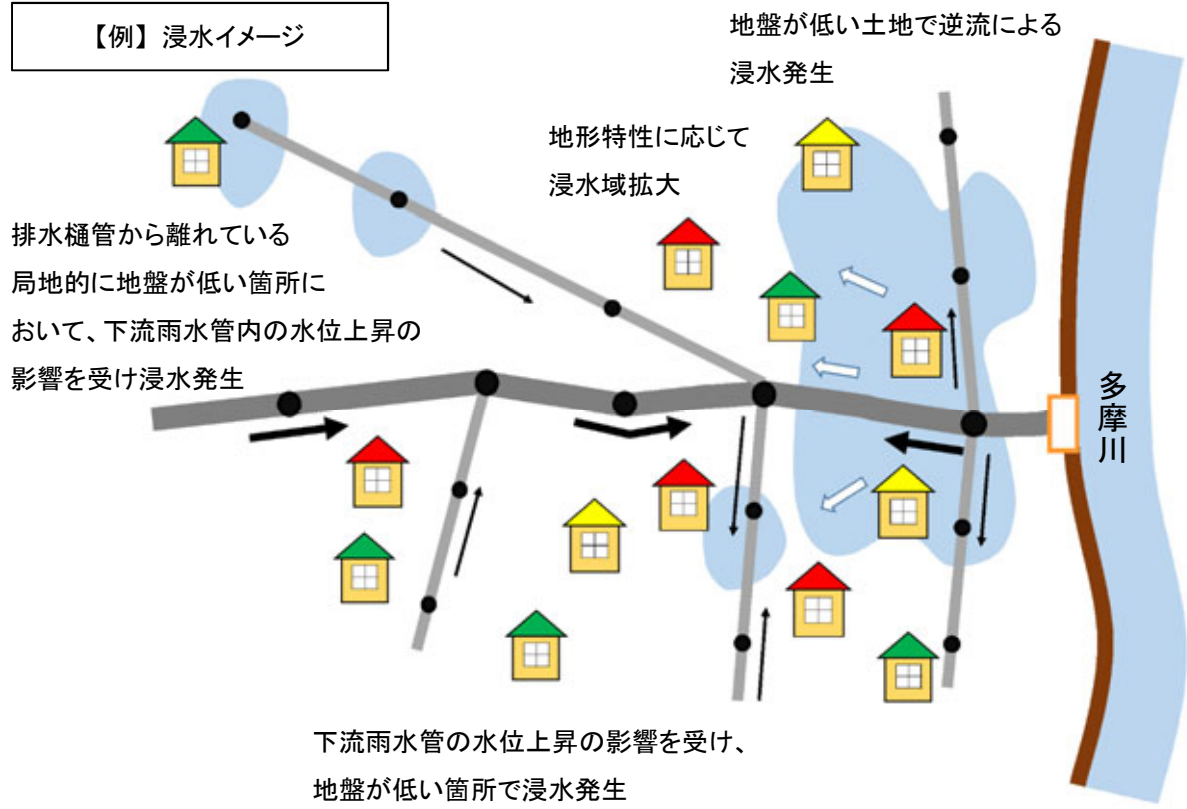


図 10-1-2 浸水被害発生例

10-2. 浸水シミュレーションの概要及び計算条件

10-2-1. 浸水シミュレーションの概要

今回の検証においては、令和元年東日本台風時の管きょ内の水位上昇や地表面の浸水の広がり方、水の溜まり方などを再現し、浸水原因の把握や対策の効果を確認するため、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。

流出解析モデルの概要を以下に示す。

モデル概要

① 解析手法

下水管きょ内の計算を一次元解析モデルにて解析し、地表面に溢れた水を汎用解析モデルを用いて二次元不定流モデルにて解析する。

この場合、地表面をメッシュ等で表現するため、道路・宅地等へ面的に広がる浸水状況を表現することができる。

② 使用ソフトウェア

流出解析モデル利活用マニュアル（発刊：公益財団法人 日本下水道新技術機構）に記載されているソフトウェアを使用。

③ 下水道施設等のモデル化

下水管きょや水路、ポンプ施設、貯留管等をモデル化。

④ 地表面のモデル化

100m²（10m×10m に相当）を上限とするメッシュを作成し、国土地理院基盤地図情報 5m 標高メッシュの情報から各メッシュの平均地盤高を算出。

各マンホールに雨量データや流達時間、流出係数から算出した流量を与える。

（算出した流量は全て、マンホール内から管きょ内に流れ込むと仮定）

マンホールから地表メッシュに溢水し、溢水した雨水が地表メッシュの低いほうへ流れる。また、管きょ内の水位が低下すれば、マンホールから管きょ内に溢水した水が戻る。

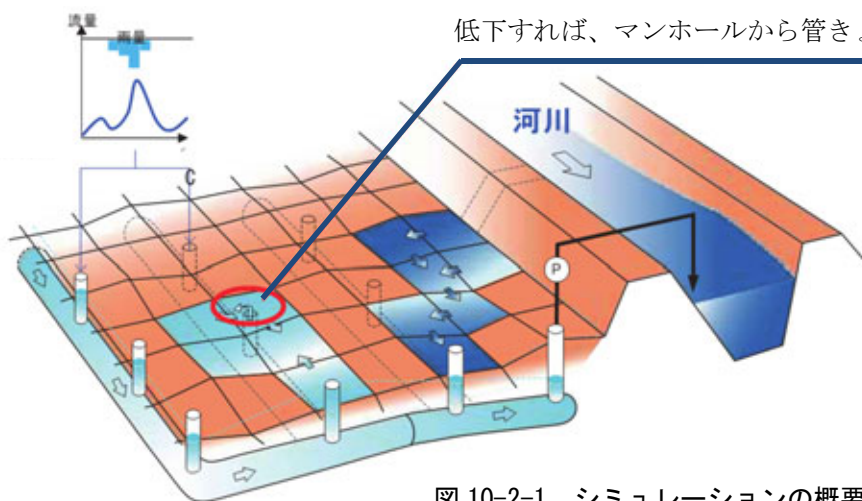


図 10-2-1 シミュレーションの概要図

（出典：流出解析モデル利活用マニュアル（発刊：公益財団法人 日本下水道新技術機構））

10-2-2. 雨量観測所及び水位観測所の位置関係

シミュレーション対象とした雨量観測所及び水位観測所の位置関係を図 10-2-2 に示す。



図 10-2-2 雨量観測所及び水位観測所の位置関係

10-2-3. 降雨条件の設定

降雨条件として、対象排水区近傍の雨量観測所のデータを参照した。参照した雨量観測所のデータを表 10-2-1 に示す。

表 10-2-1 令和元年 10 月 12 日の降水量

排水樋管	雨量観測所	総降水量 (mm)	最大時間降水量 (mm)
山王排水樋管	中原区役所	219	22 (12 日 7 : 30~8 : 30)
宮内排水樋管	高津消防署新作出張所 (以下、新作消防)	280	37 (12 日 12 : 40~13 : 40)
諏訪排水樋管	高津区役所 道路公園センター	267	30 (12 日 12 : 40~13 : 40)
二子排水樋管	高津区役所 道路公園センター	267	30 (12 日 12 : 40~13 : 40)
宇奈根排水樋管	高津消防署久地出張所 (以下、久地消防)	286	34 (12 日 14 : 40~15 : 40)

10-2-4. 河川水位条件の設定

河川水位条件としては、当日の水位測定における実測値及び洪水痕跡からピーク水位を設定するとともに、河川水位の波形としては、排水樋管近傍の水位観測所のデータを参照した。各排水樋管箇所における河川水位を表 10-2-2、図 10-2-3 に、水位観測所の水位波形を図 10-2-4 に示す。

表 10-2-2 各排水樋管箇所における河川水位

排水樋管	水位観測所 (波形設定)	樋管箇所 想定河川水位 (ピーク水位)	備考
山王排水樋管	田園調布(下) 水位観測所	A. P +9.700	ピーク水位は 当日の水位測定による実測値
宮内排水樋管	玉川水位観測所	A. P +12.316	ピーク水位は洪水痕跡より
諏訪排水樋管	玉川水位観測所	A. P +13.015	ピーク水位は洪水痕跡より
二子排水樋管	玉川水位観測所	A. P +14.612	ピーク水位は洪水痕跡より
宇奈根排水樋管	玉川水位観測所	A. P +18.099	ピーク水位は洪水痕跡より

※洪水痕跡高は本市測量による、ピーク時刻は田園調布(上)水位観測所から 22:30 と想定

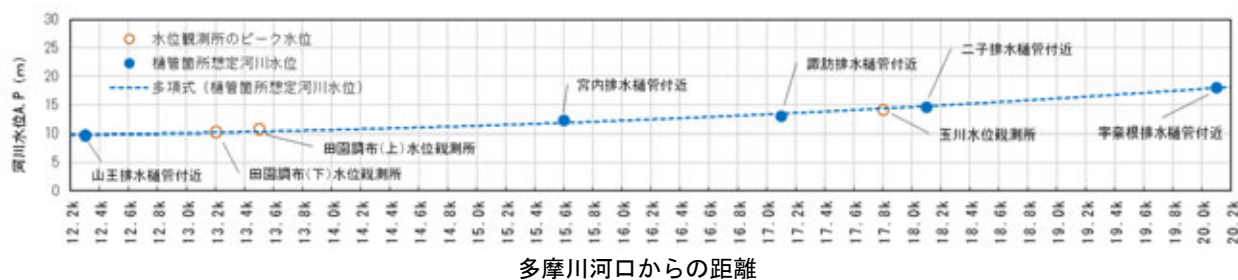


図 10-2-3 各排水樋管箇所における想定河川水位(当日の水位測定及び洪水痕跡)

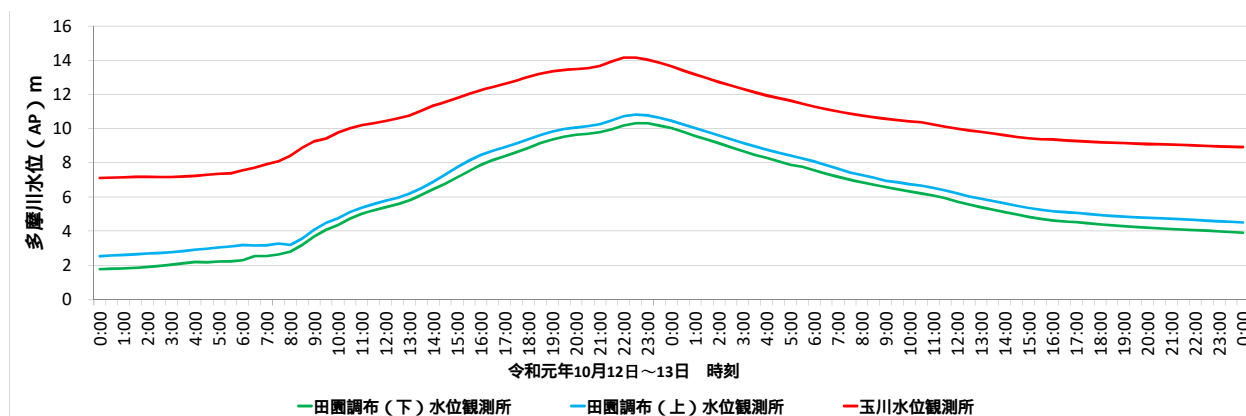


図 10-2-4 水位観測所の水位波形(田園調布(上)、田園調布(下)、玉川)

(1) 山王排水樋管箇所における降水量（中原区役所雨量観測所）と河川水位（想定）の関係

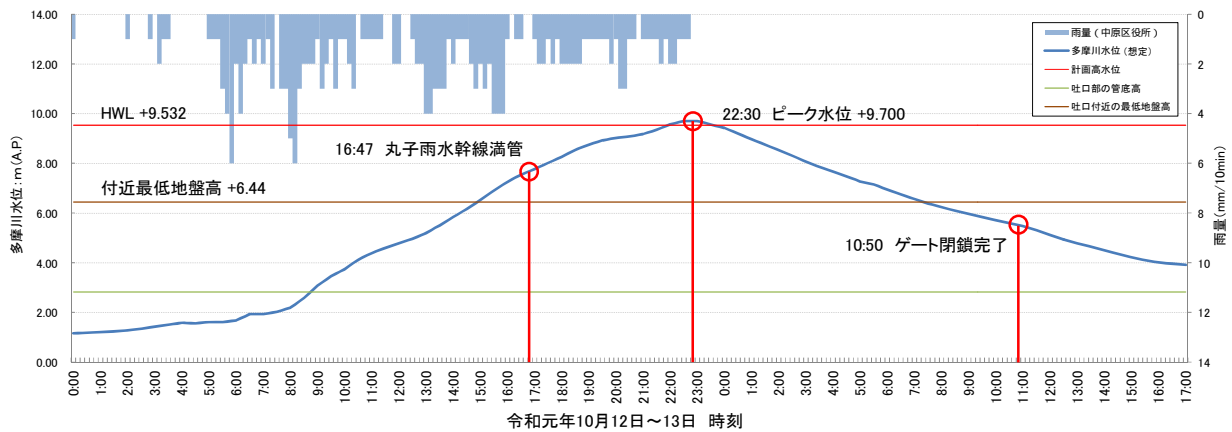


図 10-2-5 山王排水樋管における降水量と河川水位の関係

(2) 宮内排水樋管箇所における降水量（新作消防雨量観測所）と河川水位（想定）の関係

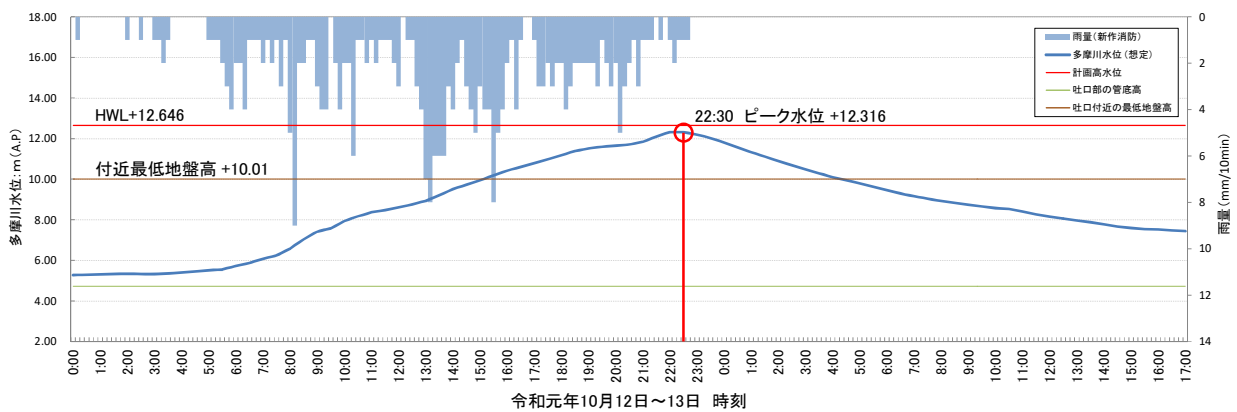


図 10-2-6 宮内排水樋管における降水量と河川水位の関係

(3) 諏訪排水樋管箇所における降水量（高津区役所道路公園センター雨量観測所）と河川水位（想定）の関係

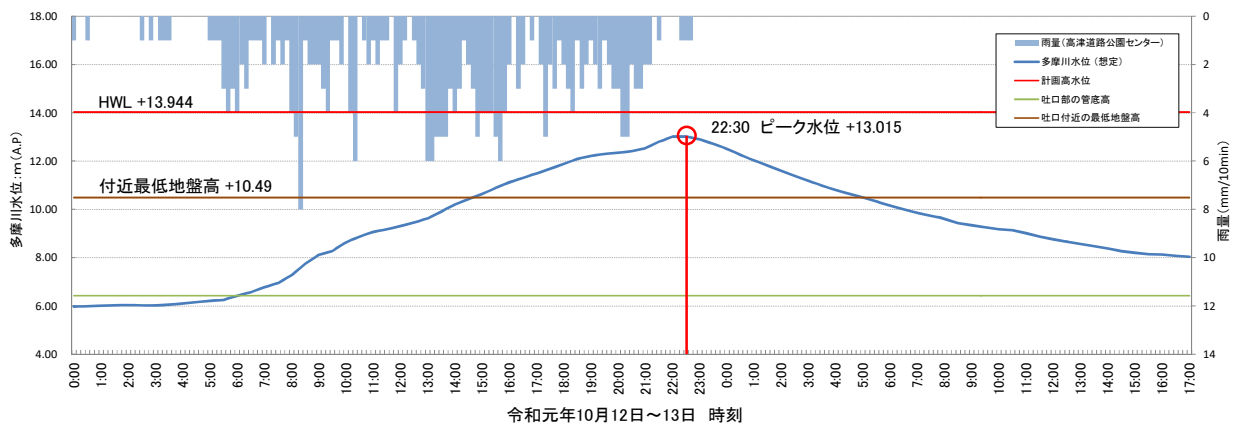


図 10-2-7 諏訪排水樋管における降水量と河川水位の関係

(4) 二子排水樋管箇所における降水量（高津区役所道路公園センター雨量観測所）と河川水位（想定）の関係

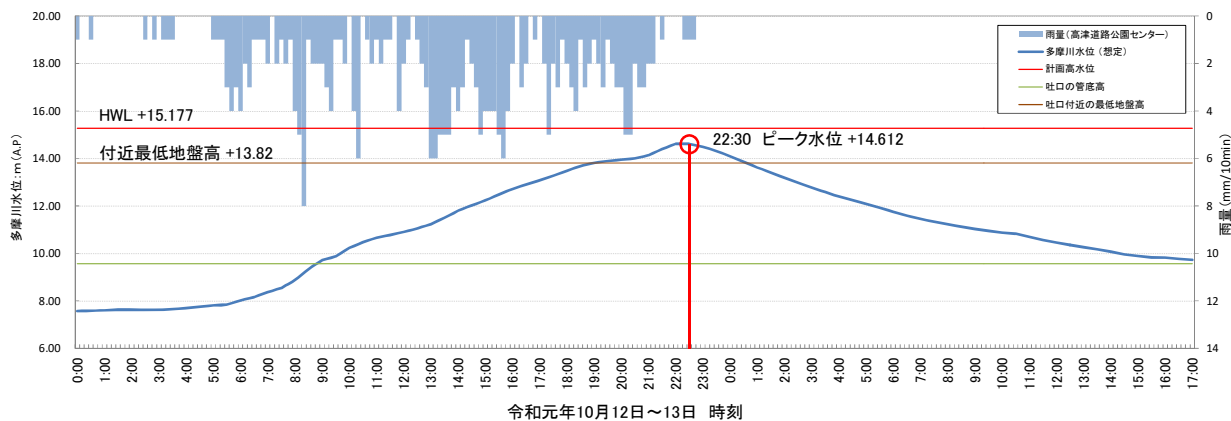


図 10-2-8 二子排水樋管における降水量と河川水位の関係

(5) 宇奈根排水樋管箇所における降水量（久地消防雨量観測所）と河川水位（想定）の関係

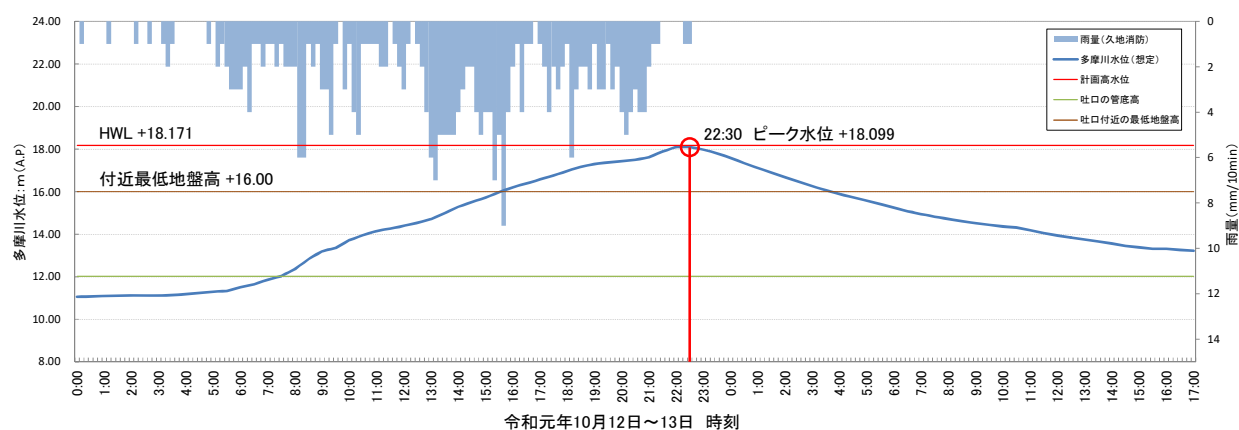


図 10-2-9 宇奈根排水樋管における降水量と河川水位の関係

10-3. 山王排水樋管周辺地域の検証

10-3-1. 浸水シミュレーションの再現性の確認

浸水シミュレーションを実施するにあたり、パトロール等で確認した浸水範囲や浸水深、国土地理院ウェブサイトに掲載されている令和元年東日本台風に関する航空写真(浸水後の土砂堆積状況)を比較するとともに、各区役所で発行している罹災証明を参照することで、解析のベースとなるモデルの再現性が図られていることを確認した。

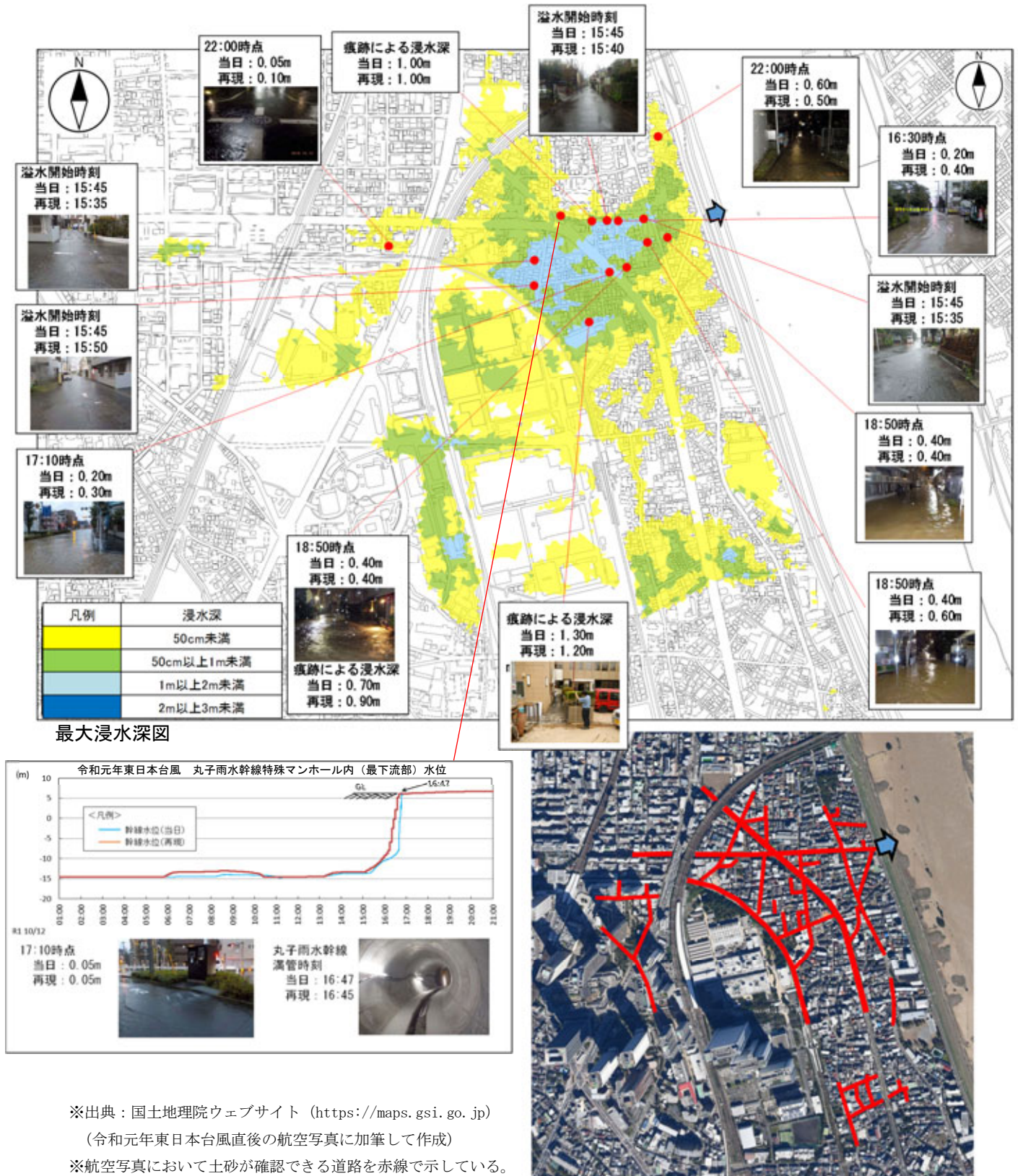


図 10-3-1 山王排水樋管周辺のモデル再現性確認

10-3-2. 浸水シミュレーションによる時系列での浸水状況の推移

シミュレーションを活用し、時系列での浸水状況の推移を確認した。

→ 地上面の浸水の
広がり方

①10月12日
15:00 時点
田園調布(上)
避難判断水位
A. P7.6m 到達



- ・この時点では浸水が発生していない。
- ・田園調布(上)観測所の水位は避難判断水位(7.6m)に到達している。

②10月12日
18:00 時点
田園調布(上)
A. P9.37m



- ・上丸子山王町地区において浸水が発生している。

③10月12日
21:00 時点
田園調布(上)
A. P10.26m



- ・21:10において、田園調布(上)観測所の水位は計画高水位(10.35m)に達する。
- ・18:00時点と比較し、浸水域、浸水深ともに拡大している。

④10月12日
22:30 時点
田園調布(上)
ピーク水位
A. P10.81m



- ・河川水位は概ねピーク(10.81m)に達している。
- ・21:00時点と比較し、浸水域、浸水深が拡大している。

⑤10月13日
0:00 時点
田園調布(上)
A. P10.45m



- ・浸水域が地表面を通じて低い方へ広がっている。

⑥10月13日
3:00 時点
田園調布(上)
A. P9.17m



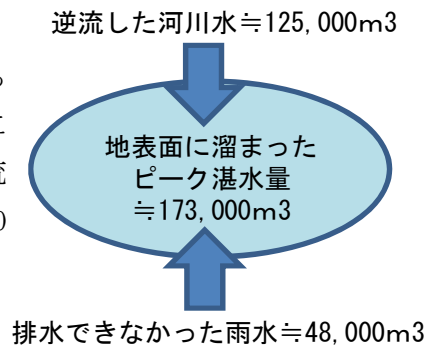
- ・浸水域が地表面を通じて低い方へ広がっている。

図 10-3-2 山王排水樋管周辺の浸水状況の推移

凡例	浸水深
	50cm未満
	50cm以上1m未満
	1m以上2m未満
	2m以上3m未満

10-3-3. ピーク湛水量

シミュレーションによると、継続的な逆流は12日14:05から開始し、13日3:40に終了している。また、排水区内の地表面に溜まったピーク湛水量は約173,000m³であり、このうち、逆流した河川水が約125,000m³、排水できなかった雨水が約48,000m³との計算結果となった。



10-3-4. 丸子雨水幹線の当日の状況

- 丸子地区では、時間雨量 52mm を超える降雨があった際に浸水被害が頻発していたことから、時間雨量 58mm（10年確率降雨）にも対応できること及び時間雨量 92mm（既往最大降雨）に対して床上浸水（浸水深 45cm）が発生しないことを目標に整備。
- 丸子雨水幹線は、丸子その1排水区に時間雨量 52mm 以上の局地的な大雨等が降った際における浸水被害の軽減を図るため、上流域などから既存幹線に流入する雨水を分水（カット）したうえで、丸子雨水幹線に貯留（8,200m³の貯留機能）し、丸子その1排水区の整備水準の向上を図ることを目的とした施設であり、平成29年4月から供用を開始している。

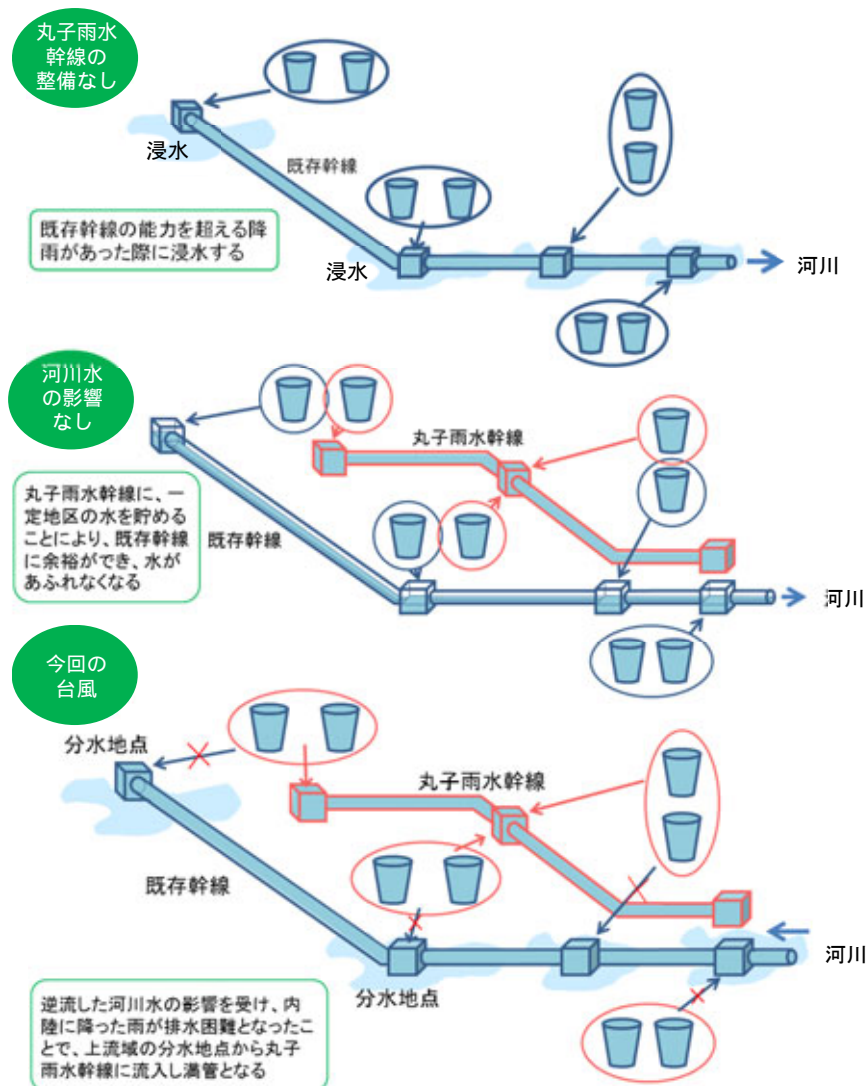


図 10-3-3 今回の台風の丸子雨水幹線への分水イメージ

台風後において、丸子雨水幹線には土砂の堆積が確認されていないことから、逆流した河川水の影響を受け、内陸に降った雨が排水困難となったことで、上流域の分水地点から丸子雨水幹線に流入し、16:47に満管になったものと考えられる。満管になるまでは貯留効果を発揮していた。

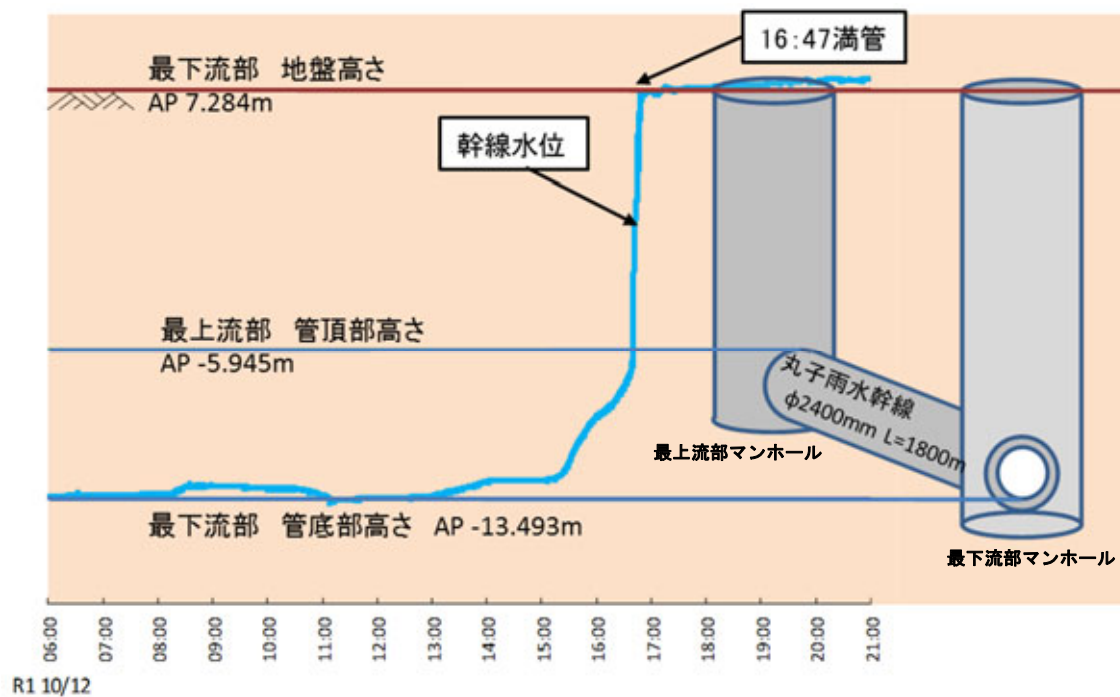


図 10-3-4 10月12日の丸子雨水幹線流末の水位記録



最下流部マンホール



最下流部マンホールから上流

写真 10-3-1 丸子雨水幹線の内部状況




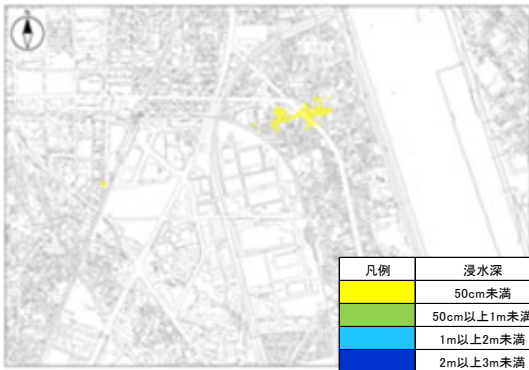












10-3-5. 当日の気象予報を踏まえた浸水シミュレーション

当日の気象予報から以下の計算条件を設定し、シミュレーションにより浸水状況を確認した。
 気象予報どおりの降雨及び河川水位が既往最高水位でおさまっていた場合、ゲート開を維持することで、浸水規模はゲート閉鎖時とほとんど変わらない。(②と③の比較)

気象予報どおりに降雨があった場合、ゲートを閉鎖すると広い範囲で浸水が起きており、内水氾濫の危険を考慮すると、ゲート操作の判断は難しいものであった。③

また、今回の降雨では、操作判断時(7.6m)において、ゲートを閉鎖することで、結果として浸水規模が小さくなる。(①と④の比較)

表 10-3-1 当日の気象予報を踏まえたシミュレーション結果

パターン	① (当日の状況)	② (当日の想定)										
ゲート操作	ゲート開	ゲート開										
河川水位	当日の最高水位 10.81m (22:30)	既往最高水位 9.07m (19:00 と仮定)										
降雨	当日の降雨	気象予報より時間雨量 50mm (19:00 と仮定)、 12日6時～13日6時までの総降雨量を 300mm										
最大 浸水深図												
パターン	③ (仮定 1)	④ (仮定 2)										
ゲート操作	ゲート閉 (15:00 避難判断水位 7.6m 時点)											
河川水位	ゲート閉鎖後は河川水位の影響なし											
降雨	気象予報より時間雨量 50mm (19:00 と仮定)、 12日6時～13日6時までの総降雨量を 300mm	当日の降雨										
最大 浸水深図												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>凡例</th> <th>浸水深</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>50cm未満</td> </tr> <tr> <td></td> <td>50cm以上1m未満</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1m以上2m未満</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2m以上3m未満</td> </tr> </tbody> </table>	凡例	浸水深		50cm未満		50cm以上1m未満		1m以上2m未満		2m以上3m未満
凡例	浸水深											
	50cm未満											
	50cm以上1m未満											
	1m以上2m未満											
	2m以上3m未満											




※既往最高水位は「国土交通省水文水質データベース」より、田園調布(上)水位観測所で記録された水位(昭和49年9月)

※気象予報より、当日の降雨波形を基に、時間雨量 50mm (19:00 の前後 1 時間と仮定)、12日6時～13日6時までの総降雨量を 300mm と設定 (12日6時から15時までは当日の降雨量 103mm、15時以降は 197mm)





(参考) 河川水位による影響確認

当日の降雨で、河川水位を変化させた場合は、水位が高くなるにしたがって浸水規模も大きくなる。

表 10-3-2 河川水位による影響確認シミュレーション

ゲート操作	ゲート開	
降雨	当日の降雨	
河川水位	氾濫危険水位 8.40m (19:00 と仮定)	既往最高水位 9.07m (19:00 と仮定)
最大 浸水深図		
ゲート操作	ゲート開	
降雨	当日の降雨	
河川水位	当日の最高水位 10.81m	
最大 浸水深図		

※既往最高水位は「国土交通省水文水質データベース」より、田園調布（上）水位観測所で記録された水位（昭和 49 年 9 月）









凡例	浸水深
	50cm未満
	50cm以上1m未満
	1m以上2m未満
	2m以上3m未満





10-3-6. ゲート閉鎖に時間を要したことについての検証

ゲート閉鎖に時間を要した場合と 22:52 にゲートが閉鎖できた場合について、浸水状況をシミュレーションにより確認した結果を表 10-3-3 に示す。

結果、ゲートが 22:52 に閉鎖できた場合と、ゲート閉鎖に時間を要した場合の最大浸水深図を比較すると、ゲート閉鎖できた場合、浸水規模が小さくなることが確認された。また、時系列の比較では、22:52 に閉鎖できた場合、浸水解消時間が早まることが確認された。

表 10-3-3 ゲート閉鎖に時間を要した場合のシミュレーション

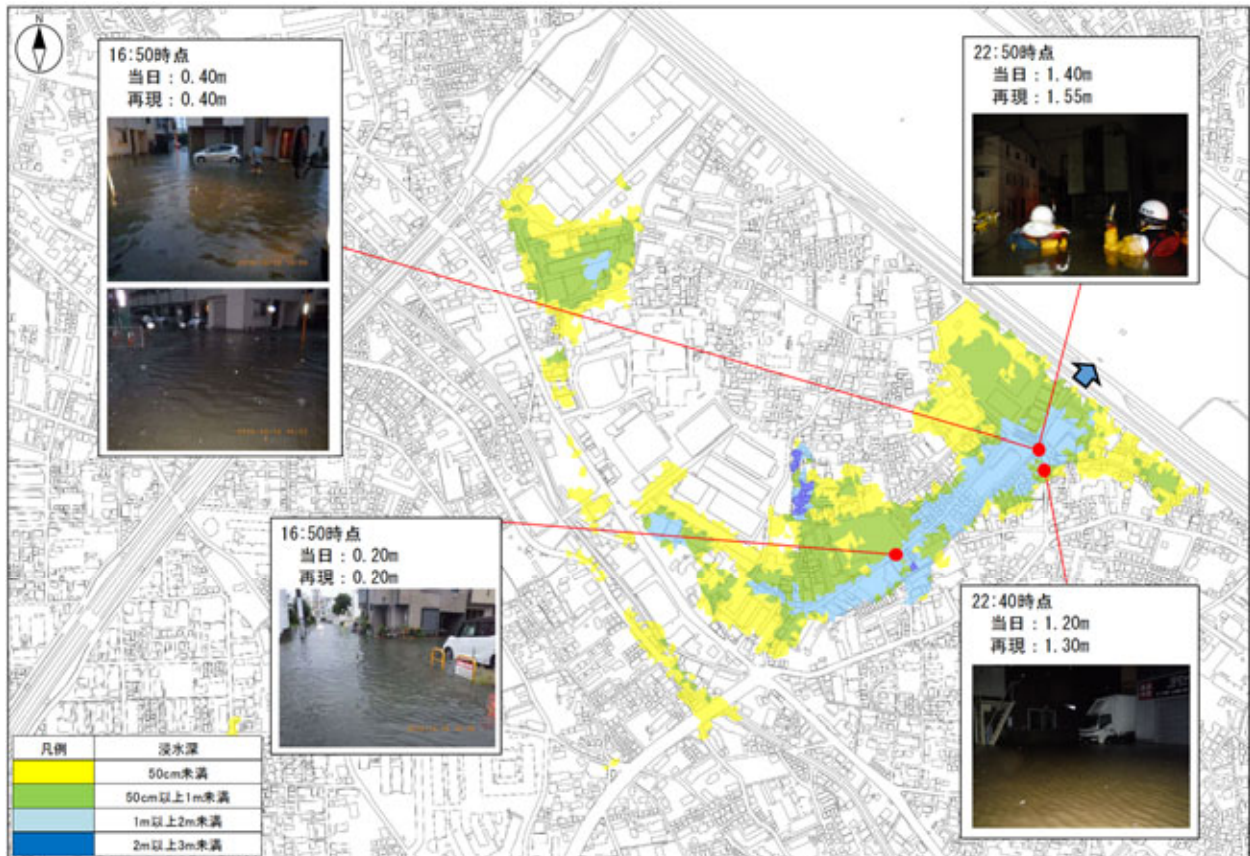
	(仮定) ゲート閉鎖 10/12 22:52	(当日) ゲート閉鎖に時間を要した場合 10/13 10:50
最大 浸水深図		
10/13 0:00 時点		
10/13 3:00 時点		
10/13 6:00 時点		

凡例	浸水深
	50cm未満
	50cm以上1m未満
	1m以上2m未満
	2m以上3m未満

10-4. 宮内排水樋管周辺地域の検証

10-4-1. 浸水シミュレーションの再現性の確認

浸水シミュレーションを実施するにあたり、パトロール等で確認した浸水範囲や浸水深、国土地理院ウェブサイトに掲載されている令和元年東日本台風に関する航空写真(浸水後の土砂堆積状況)を比較するとともに、各区役所で発行している罹災証明を参照することで、解析のベースとなるモデルの再現性が図られていることを確認した。



最大浸水深図



※出典：国土地理院ウェブサイト (<https://maps.gsi.go.jp>)
(令和元年東日本台風直後の航空写真に加筆して作成)
※航空写真において土砂が確認できる道路を赤線で示している。

図 10-4-1 宮内排水樋管周辺モデル再現性確認

10-4-2. 浸水シミュレーションによる時系列での浸水状況の推移

シミュレーションを活用し、時系列での浸水状況の推移を確認した。

→ 地表面の浸水の
広がり方

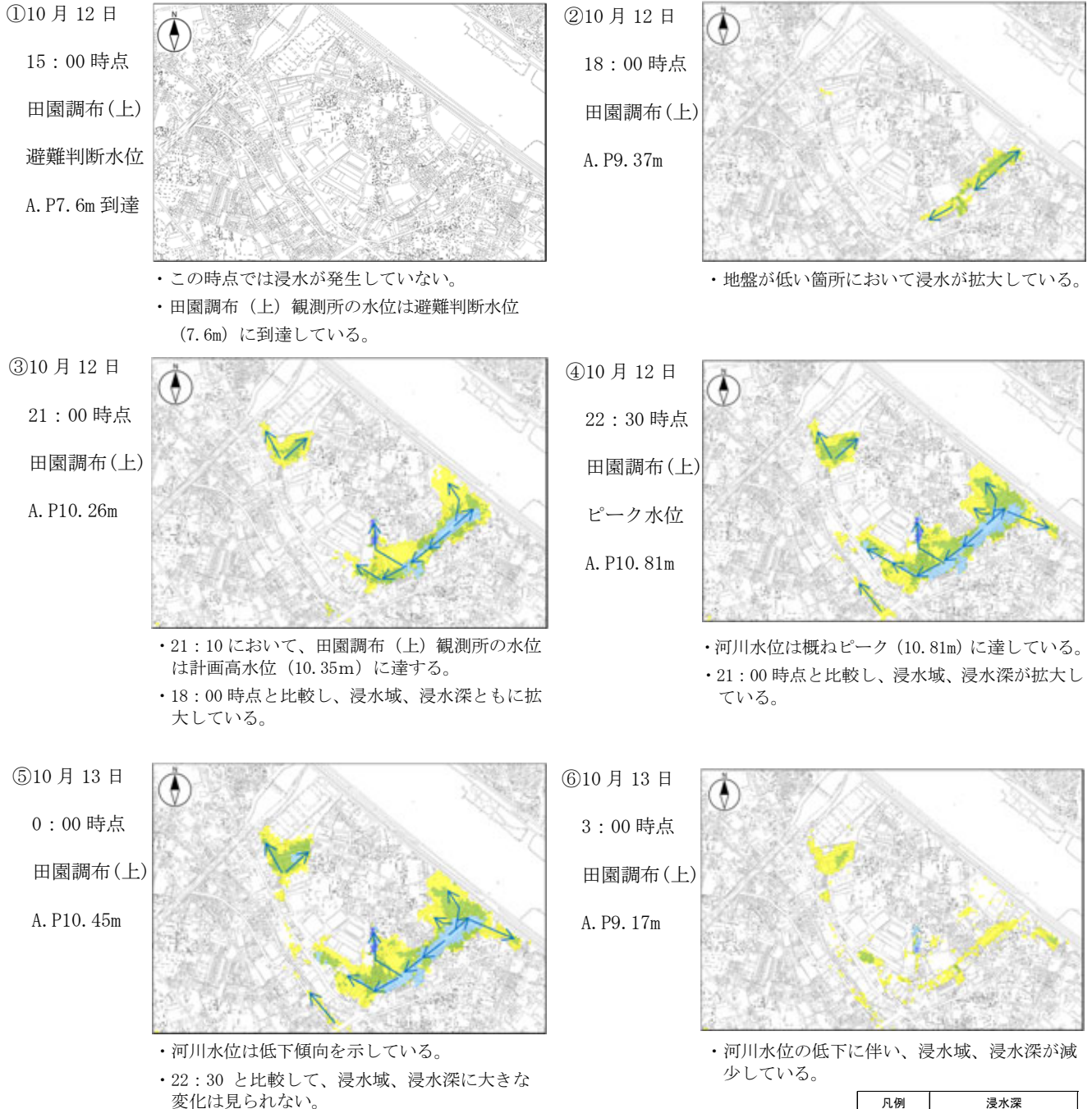
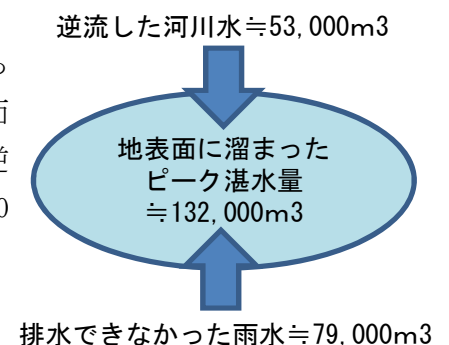


図 10-4-2 宮内排水樋管周辺の浸水状況の推移

凡例	浸水深
黄色	50cm未満
緑	50cm以上1m未満
青	1m以上2m未満
濃青	2m以上3m未満

10-4-3. ピーク湛水量

シミュレーションによると、継続的な逆流は12日20:45から開始し、12日23:10に終了している。また、排水区内の地表面に溜まったピーク湛水量は約132,000m³であり、このうち、逆流した河川水が約53,000m³、排水できなかった雨水が約79,000m³との計算結果となった。




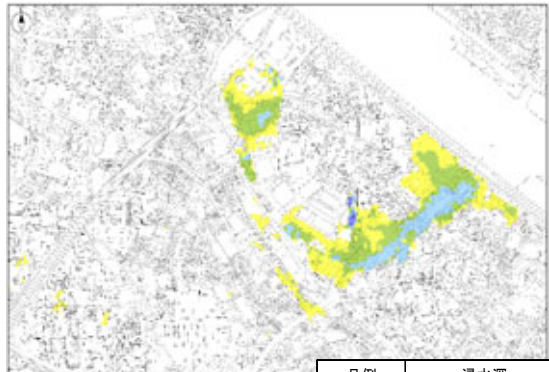


10-4-4. 当日の気象予報を踏まえた浸水シミュレーション

当日の気象予報から以下の計算条件を設定し、シミュレーションにより浸水状況を確認した。
 気象予報どおりの降雨及び河川水位が既往最高水位でおさまっていた場合、ゲート開を維持することで、浸水規模はゲート閉鎖時より小さくなる。(②と③の比較)

また、今回の降雨では、操作判断時 (7.6m) において、ゲートを閉鎖した場合、結果として浸水規模はほとんど変わらない。(①と④の比較)

表 10-4-1 当日の気象予報を踏まえたシミュレーション結果

パターン	① (当日の状況)	② (当日の想定)										
ゲート操作	ゲート開	ゲート開										
河川水位	当日の最高水位 10.81m (22:30)	既往最高水位 9.07m (19:00 と仮定)										
降雨	当日の降雨	気象予報より時間雨量 50mm (19:00 と仮定)、12日6時～13日6時までの総降雨量を 300mm										
最大浸水深図												
パターン	③ (仮定 1)	④ (仮定 2)										
ゲート操作	ゲート閉 (15:00 避難判断水位 7.6m 時点)											
河川水位	ゲート閉鎖後は河川水位の影響なし											
降雨	気象予報より時間雨量 50mm (19:00 と仮定)、12日6時～13日6時までの総降雨量を 300mm	当日の降雨										
最大浸水深図												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>凡例</th> <th>浸水深</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>50cm未満</td> </tr> <tr> <td></td> <td>50cm以上1m未満</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1m以上2m未満</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2m以上3m未満</td> </tr> </tbody> </table>	凡例	浸水深		50cm未満		50cm以上1m未満		1m以上2m未満		2m以上3m未満
凡例	浸水深											
	50cm未満											
	50cm以上1m未満											
	1m以上2m未満											
	2m以上3m未満											




※既往最高水位は「国土交通省水文水質データベース」より、田園調布(上)水位観測所で記録された水位(昭和49年9月)

※気象予報より、当日の降雨波形を基に、時間雨量 50mm (19:00 の前後 1 時間と仮定)、12日6時～13日6時までの総降雨量を 300mm と設定 (12日6時から15時までは当日の降雨量 147mm、15時以降は 153mm)





(参考) 河川水位による影響確認

当日の降雨で、河川水位を変化させた場合は、水位が高くなるにしたがって浸水規模も大きくなる。

表 10-4-2 河川水位による影響確認シミュレーション

ゲート操作	ゲート開	
降雨	当日の降雨	
河川水位	氾濫危険水位 8.40m (19:00 と仮定)	既往最高水位 9.07m (19:00 と仮定)
最大 浸水深図		
ゲート操作	ゲート開	
降雨	当日の降雨	
河川水位	当日の最高水位 10.81m	
最大 浸水深図		

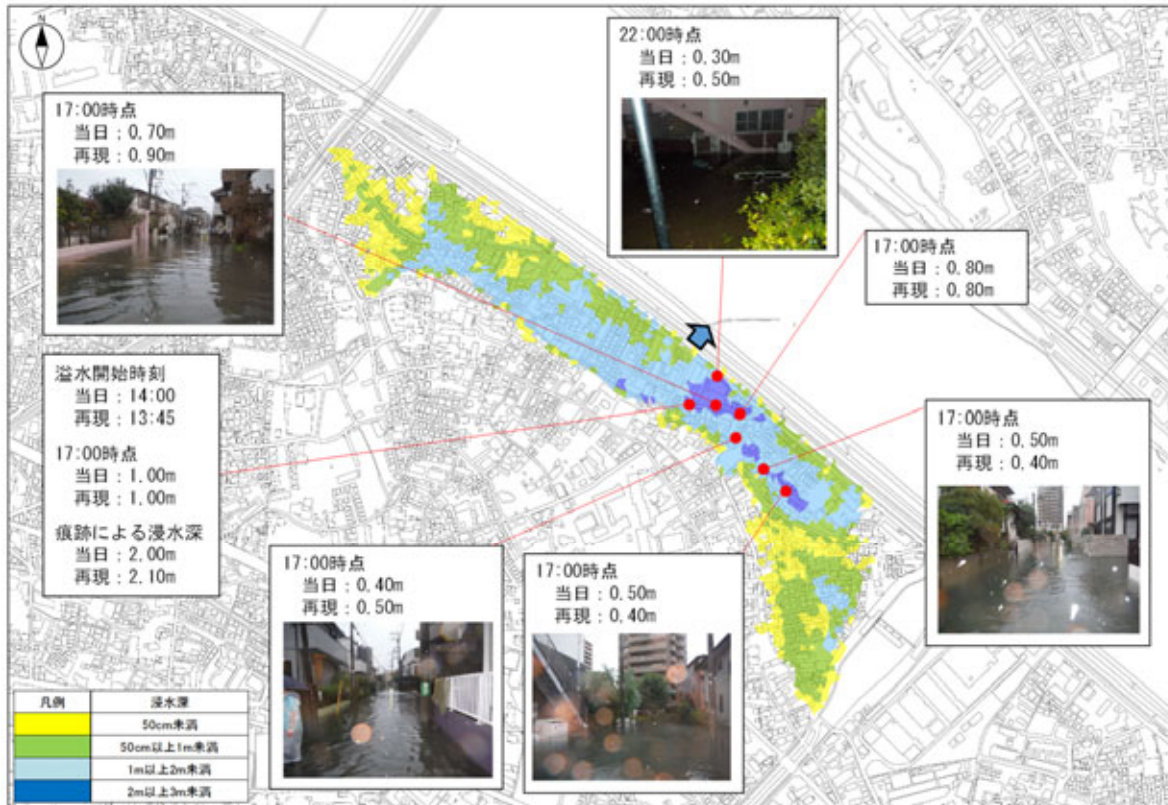
※既往最高水位は「国土交通省水文水質データベース」より、田園調布（上）水位観測所で記録された水位（昭和49年9月）

凡例	浸水深
	50cm未満
	50cm以上1m未満
	1m以上2m未満
	2m以上3m未満

10-5. 諏訪排水樋管周辺地域の検証

10-5-1. 浸水シミュレーションの再現性の確認

浸水シミュレーションを実施するにあたり、パトロール等で確認した浸水範囲や浸水深、国土地理院ウェブサイトに掲載されている令和元年東日本台風に関する航空写真(浸水後の土砂堆積状況)を比較するとともに、各区役所で発行している罹災証明を参照することで、解析のベースとなるモデルの再現性が図られていることを確認した。



最大浸水深図



※出典：国土地理院ウェブサイト (<https://maps.gsi.go.jp>)
(令和元年東日本台風直後の航空写真に加筆して作成)
※航空写真において土砂が確認できる道路を赤線で示している。

図 10-5-1 諏訪排水樋管周辺のモデル再現性確認

10-5-2. 浸水シミュレーションによる時系列での浸水状況の推移

シミュレーションを活用し、時系列での浸水状況の推移を確認した。

→ 地表面の浸水の
広がり方

①10月12日

15:00 時点

田園調布(上)

避難判断水位

A. P7. 6m 到達



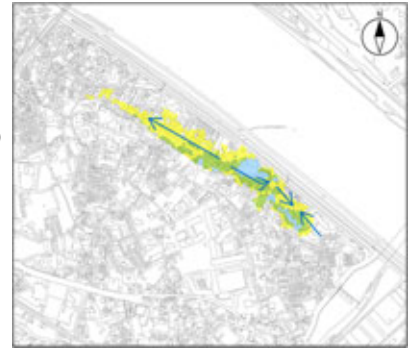
・田園調布(上)観測所の水位は避難判断水位(7.6m)に到達している。

②10月12日

18:00 時点

田園調布(上)

A. P9. 37m



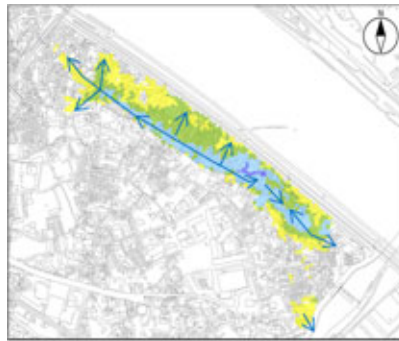
・地盤が低い箇所において浸水が拡大している。

③10月12日

21:00 時点

田園調布(上)

A. P10. 26m



・21:10において、田園調布(上)観測所の水位は計画高水位(10.35m)に達する。
・18:00時点と比較し、浸水域、浸水深ともに拡大している。

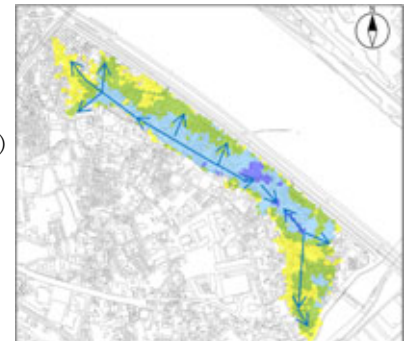
④10月12日

22:30 時点

田園調布(上)

ピーク水位

A. P10. 81m



・河川水位は概ねピーク(10.81m)に達している。
・21:00時点と比較し、浸水域、浸水深が拡大している。

⑤10月13日

0:00 時点

田園調布(上)

A. P10. 45m



・河川水位は低下傾向を示している。
・22:30と比較して、浸水域、浸水深に大きな変化は見られない。

⑥10月13日

3:00 時点

田園調布(上)

A. P9. 17m



・河川水位の低下に伴い、浸水域、浸水深が減少している。

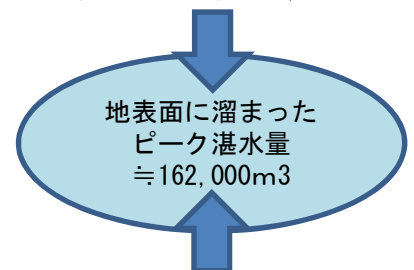
図 10-5-2 諏訪排水樋管周辺の浸水状況の推移

凡例	浸水深
Yellow	50cm未満
Green	50cm以上1m未満
Blue	1m以上2m未満
Dark Blue	2m以上3m未満

10-5-3. ピーク湛水量

シミュレーションによると、継続的な逆流は12日21:05から開始し、12日22:50に終了している。また、排水区内の地表面に溜まったピーク湛水量は約162,000m³であり、このうち、逆流した河川水が約64,000m³、排水できなかった雨水が約98,000m³との計算結果となった。

逆流した河川水 ≒ 64,000m³



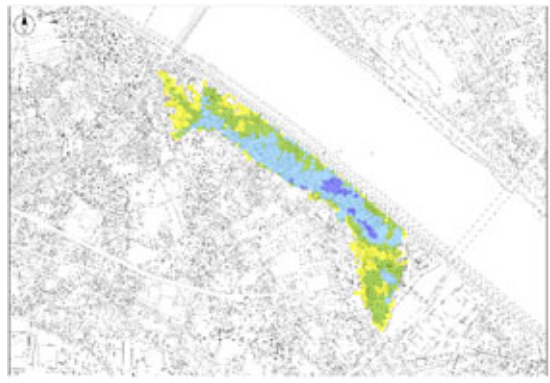

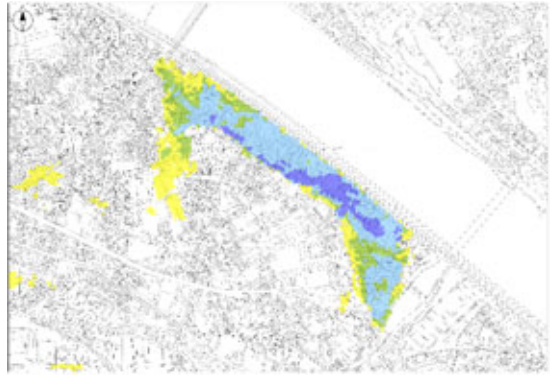
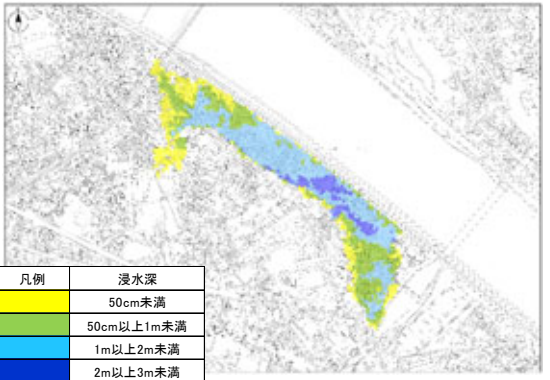
排水できなかった雨水 ≒ 98,000m³

10-5-4. 当日の気象予報を踏まえた浸水シミュレーション

当日の気象予報から以下の計算条件を設定し、シミュレーションにより浸水状況を確認した。
 気象予報どおりの降雨及び河川水位が既往最高水位でおさまっていた場合、ゲート開を維持することで、浸水規模はゲート閉鎖時より小さくなる。(②と③の比較)

また、今回の降雨では、操作判断時(6.0m)において、ゲートを閉鎖した場合、結果として浸水規模は大きくなる。(①と④の比較)

表 10-5-1 当日の気象予報を踏まえたシミュレーション結果

パターン	① (当日の状況)	② (当日の想定)										
ゲート操作	ゲート開	ゲート開										
河川水位	当日の最高水位 10.81m (22:30)	既往最高水位 9.07m (19:00 と仮定)										
降雨	当日の降雨	気象予報より時間雨量 50mm (19:00 と仮定)、12日6時～13日6時までの総降雨量を 300mm										
最大浸水深図												
パターン	③ (仮定1)	④ (仮定2)										
ゲート操作	ゲート閉 (12:40 氾濫注意水位 6.0m 時点)											
河川水位	ゲート閉鎖後は河川水位の影響なし											
降雨	気象予報より時間雨量 50mm (19:00 と仮定)、12日6時～13日6時までの総降雨量を 300mm	当日の降雨										
最大浸水深図												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>凡例</th> <th>浸水深</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>50cm未満</td> </tr> <tr> <td></td> <td>50cm以上1m未満</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1m以上2m未満</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2m以上3m未満</td> </tr> </tbody> </table>		凡例	浸水深		50cm未満		50cm以上1m未満		1m以上2m未満		2m以上3m未満
凡例	浸水深											
	50cm未満											
	50cm以上1m未満											
	1m以上2m未満											
	2m以上3m未満											




※既往最高水位は「国土交通省水文水質データベース」より、田園調布(上)水位観測所で記録された水位(昭和49年9月)

※気象予報より、当日の降雨波形を基に、時間雨量 50mm (19:00 の前後 1 時間と仮定)、12日6時～13日6時までの総降雨量を 300mm と設定 (12日6時から12時40分までは当日の降雨量 81mm、12時40分以降は 219mm)





(参考) 河川水位による影響確認

当日の降雨で、河川水位を変化させた場合は、水位が高くなるにしたがって浸水規模も大きくなる。

表 10-5-2 河川水位による影響確認シミュレーション

ゲート操作	ゲート開	
降雨	当日の降雨	
河川水位	氾濫危険水位 8.40m (19:00 と仮定)	既往最高水位 9.07m (19:00 と仮定)
最大 浸水深図		
ゲート操作	ゲート開	
降雨	当日の降雨	
河川水位	当日の最高水位 10.81m	
最大 浸水深図		

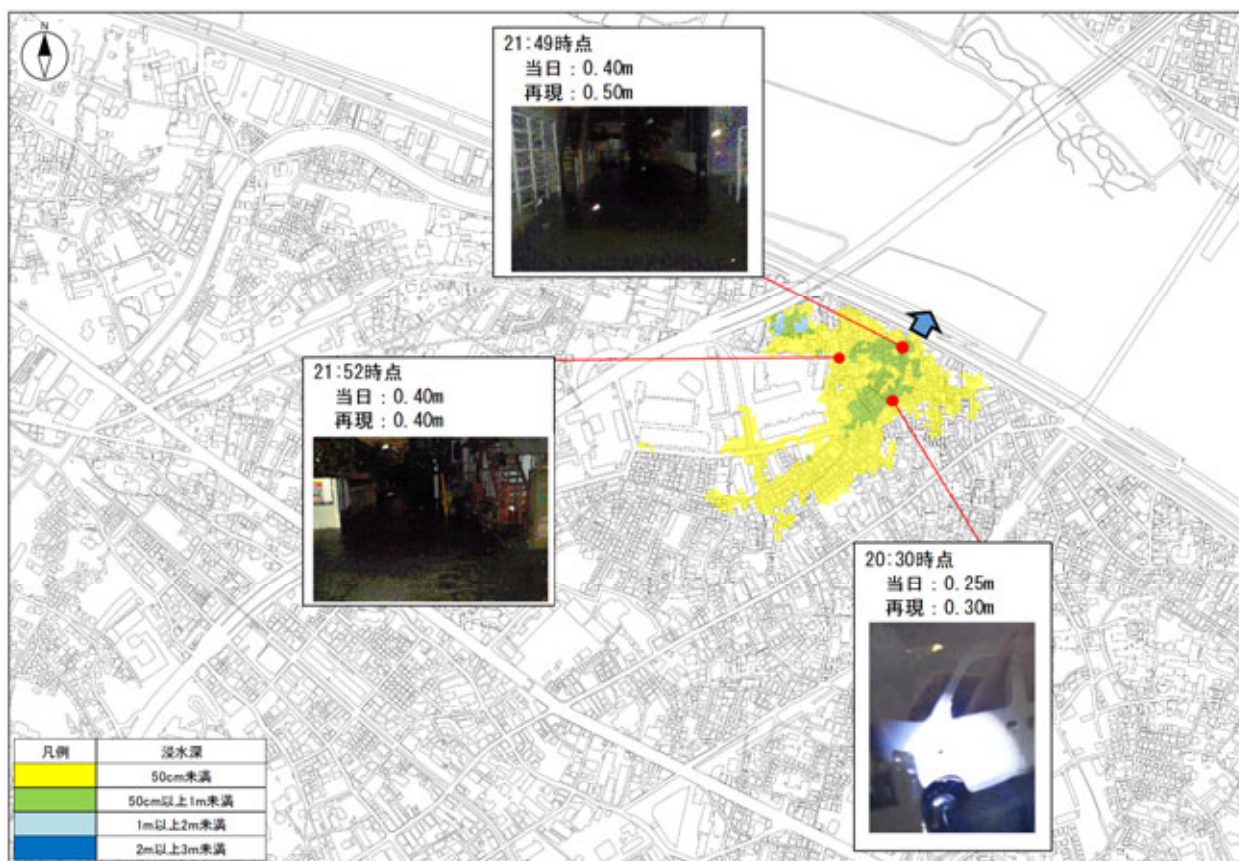
※既往最高水位は「国土交通省水文水質データベース」より、田園調布(上)水位観測所で記録された水位(昭和49年9月)

凡例	浸水深
	50cm未満
	50cm以上1m未満
	1m以上2m未満
	2m以上3m未満

10-6. 二子排水樋管周辺地域の検証

10-6-1. 浸水シミュレーションの再現性の確認

浸水シミュレーションを実施するにあたり、パトロール等で確認した浸水範囲や浸水深、国土地理院ウェブサイトに掲載されている令和元年東日本台風に関する航空写真(浸水後の土砂堆積状況)を比較するとともに、各区役所で発行している罹災証明を参照することで、解析のベースとなるモデルの再現性が図られていることを確認した。



最大浸水深図



※出典：国土地理院ウェブサイト (<https://maps.gsi.go.jp>)
(令和元年東日本台風直後の航空写真に加筆して作成)
※航空写真において土砂が確認できる道路を赤線で示している。

図 10-6-1 二子排水樋管周辺モデル再現性確認

10-6-2. 浸水シミュレーションによる時系列での浸水状況の推移

シミュレーションを活用し、時系列での浸水状況の推移を確認した。

→ 地表面の浸水の
広がり方

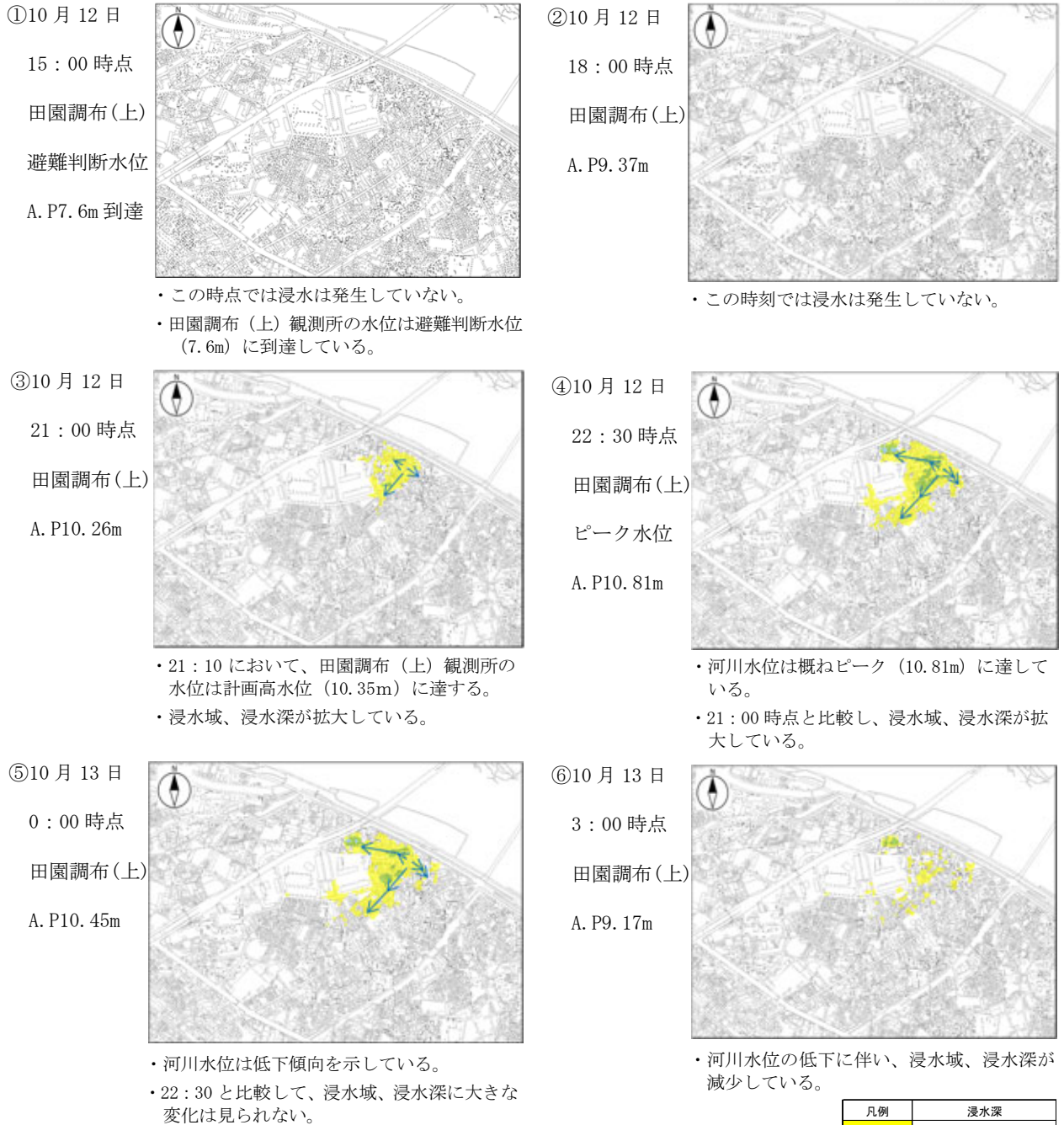
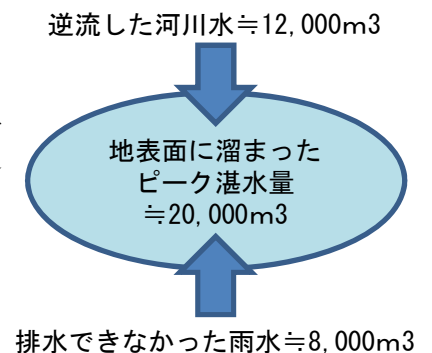


図 10-6-2 二子排水樋管周辺の浸水状況の推移

凡例	浸水深
黄色	50cm未満
緑	50cm以上1m未満
水色	1m以上2m未満
紺色	2m以上3m未満

10-6-3. ピーク湛水量

シミュレーションによると、継続的な逆流は12日21:10から開始し、12日22:50に終了している。また、排水区内の地表面に溜まったピーク湛水量は約20,000m³であり、このうち、逆流した河川水が約12,000m³、排水できなかった雨水が約8,000m³との計算結果となった。

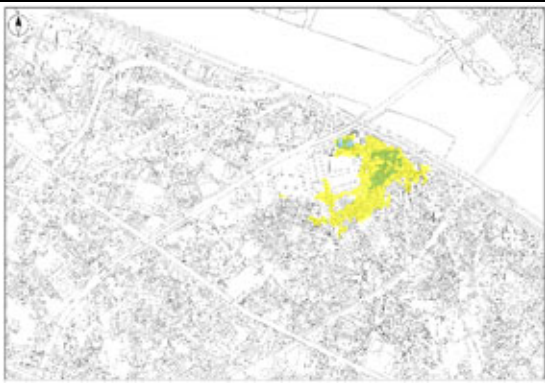

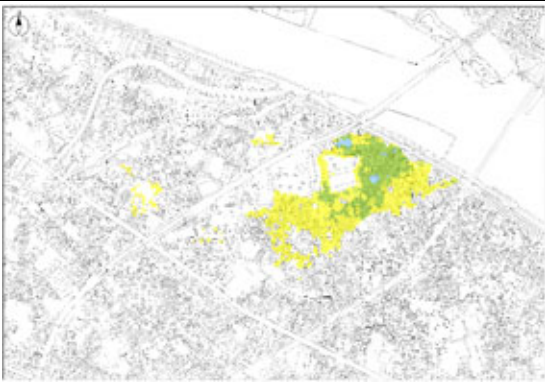
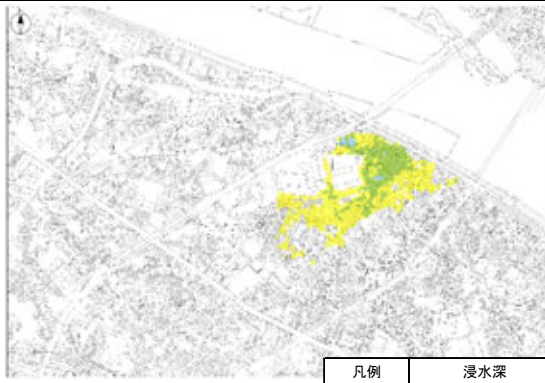





10-6-4. 当日の気象予報を踏まえた浸水シミュレーション

当日の気象予報から以下の計算条件を設定し、シミュレーションにより浸水状況を確認した。
 気象予報どおりの降雨及び河川水位が既往最高水位でおさまっていた場合、ゲート開を維持することで、浸水規模はゲート閉鎖時より小さくなる。(②と③の比較)

また、今回の降雨では、操作判断時(7.6m)において、ゲートを閉鎖した場合、結果として浸水規模は大きくなる。(①と④の比較)

表 10-6-1 当日の気象予報を踏まえたシミュレーション結果

パターン	① (当日の状況)	② (当日の想定)
ゲート操作	ゲート開	ゲート開
河川水位	当日の最高水位 10.81m (22:30)	既往最高水位 9.07m (19:00 と仮定)
降雨	当日の降雨	気象予報より時間雨量 50mm (19:00 と仮定)、 12日6時～13日6時までの総降雨量を 300mm
最大 浸水深図		
パターン	③ (仮定 1)	④ (仮定 2)
ゲート操作	ゲート閉 (15:00 避難判断水位 7.6m 時点)	
河川水位	ゲート閉鎖後は河川水位の影響なし	
降雨	気象予報より時間雨量 50mm (19:00 と仮定)、 12日6時～13日6時までの総降雨量を 300mm	当日の降雨
最大 浸水深図		

凡例	浸水深
	50cm未満
	50cm以上1m未満
	1m以上2m未満
	2m以上3m未満

※既往最高水位は「国土交通省水文水質データベース」より、田園調布(上)水位観測所で記録された水位(昭和49年9月)

※気象予報より、当日の降雨波形を基に、時間雨量 50mm (19:00 の前後 1 時間と仮定)、12日6時～13日6時までの総降雨量を 300mm と設定 (12日6時から15時までは当日の降雨量 134mm、15時以降は 166mm)





(参考) 河川水位による影響確認

当日の降雨で、河川水位を変化させた場合は、水位が高くなるにしたがって浸水規模も大きくなる。

表 10-6-2 河川水位による影響確認シミュレーション

ゲート操作	ゲート開	
降雨	当日の降雨	
河川水位	氾濫危険水位 8.40m (19:00 と仮定)	既往最高水位 9.07m (19:00 と仮定)
最大 浸水深図		
ゲート操作	ゲート開	
降雨	当日の降雨	
河川水位	当日の最高水位 10.81m	
最大 浸水深図		

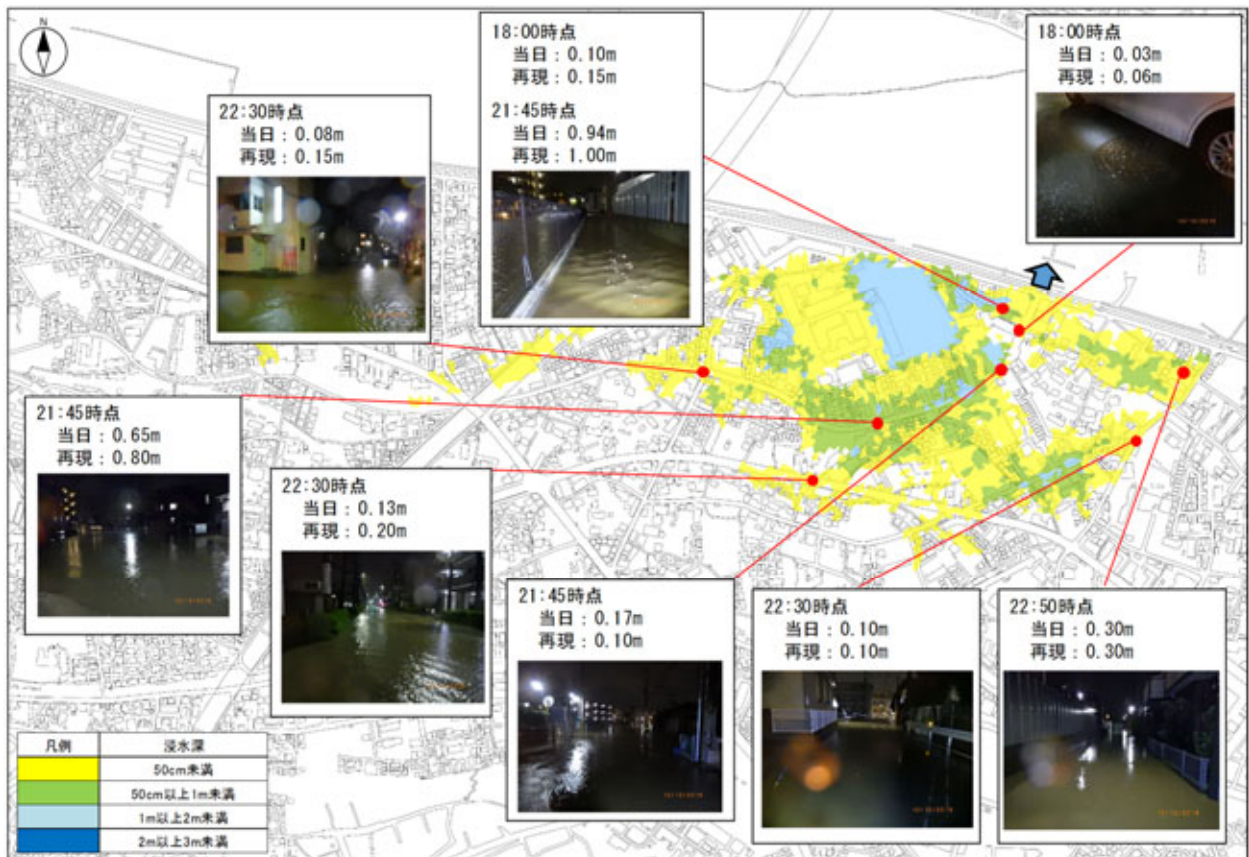
※既往最高水位は「国土交通省水文水質データベース」より、田園調布（上）水位観測所で記録された水位（昭和49年9月）

凡例	浸水深
	50cm未満
	50cm以上1m未満
	1m以上2m未満
	2m以上3m未満

10-7. 宇奈根排水樋管周辺地域の検証

10-7-1. 浸水シミュレーションの再現性の確認

浸水シミュレーションを実施するにあたり、パトロール等で確認した浸水範囲や浸水深、国土地理院ウェブサイトに掲載されている令和元年東日本台風に関する航空写真(浸水後の土砂堆積状況)を比較するとともに、各区役所で発行している罹災証明を参照することで、解析のベースとなるモデルの再現性が図られていることを確認した。



最大浸水深図



※出典：国土地理院ウェブサイト (<https://maps.gsi.go.jp>)
(令和元年東日本台風直後の航空写真に加筆して作成)
※航空写真において土砂が確認できる道路を赤線で示している。

図 10-7-1 宇奈根排水樋管周辺モデル再現性確認

10-7-2. 浸水シミュレーションによる時系列での浸水状況の推移

シミュレーションを活用し、時系列での浸水状況の推移を確認した。

→ 地表面の浸水の
広がり方

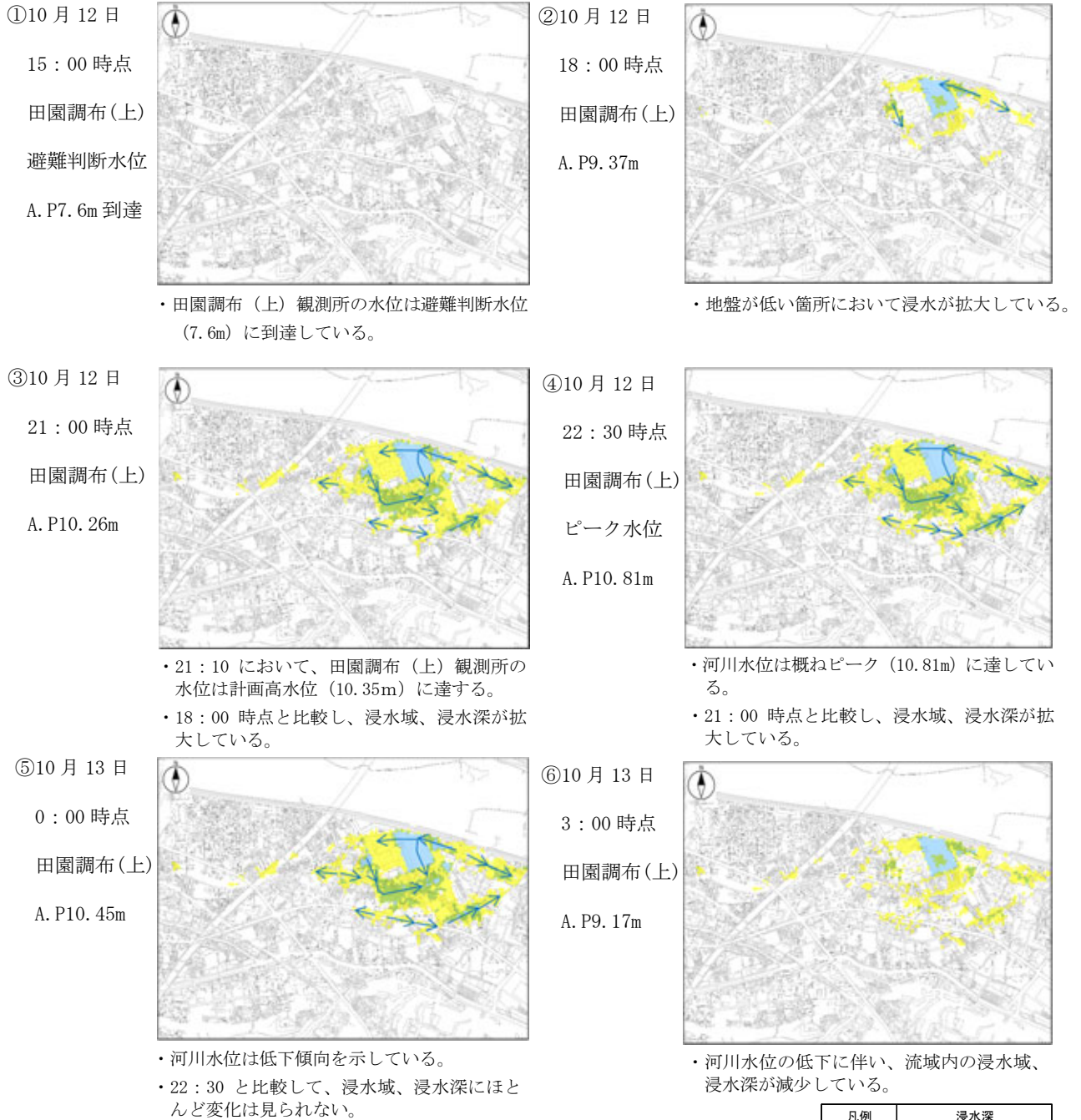


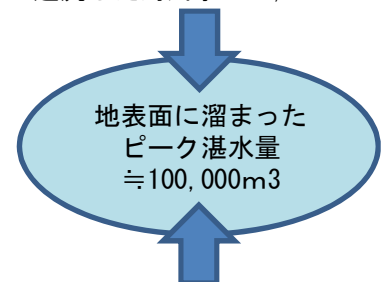
図 10-7-2 宇奈根排水樋管周辺の浸水状況の推移

凡例	浸水深
黄色	50cm未満
緑	50cm以上1m未満
青	1m以上2m未満
濃青	2m以上3m未満

10-7-3. ピーク湛水量

シミュレーションによると、継続的な逆流は12日16:45から開始し、13日1:00に終了している。また、排水区内の地表面に溜まったピーク湛水量は約100,000m³であり、このうち、逆流した河川水が約53,000m³、排水できなかった雨水が約47,000m³との計算結果となった。

逆流した河川水 ≒ 53,000m³



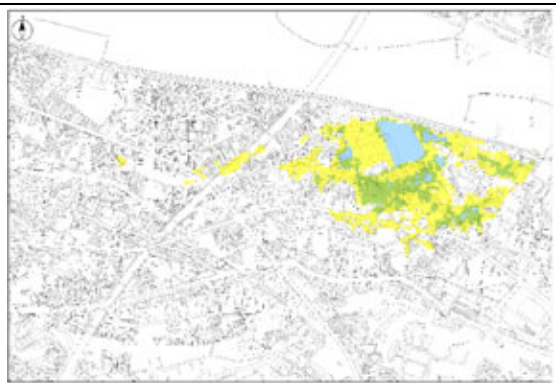


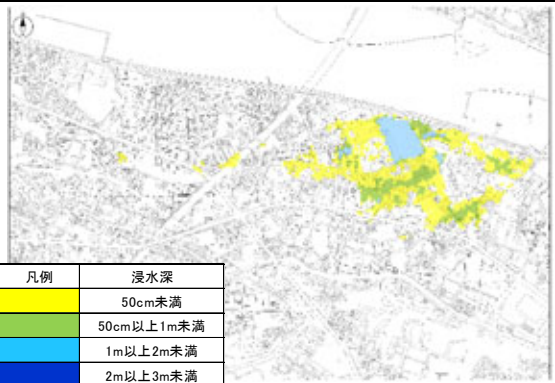
排水できなかった雨水 ≒ 47,000m³

10-7-4. 当日の気象予報を踏まえた浸水シミュレーション

当日の気象予報から以下の計算条件を設定し、シミュレーションにより浸水状況を確認した。
 気象予報どおりの降雨及び河川水位が既往最高水位でおさまっていた場合、ゲート開を維持することで、浸水規模はゲート閉鎖時に比べて若干小さくなる。(②と③の比較)

また、今回の降雨では、操作判断時(7.6m)において、ゲートを閉鎖した場合、結果として浸水規模は小さくなる。(①と④の比較)

表 10-7-1 当日の気象予報を踏まえたシミュレーション結果

パターン	① (当日の状況)	② (当日の想定)										
ゲート操作	ゲート開	ゲート開										
河川水位	当日の最高水位 10.81m (22:30)	既往最高水位 9.07m (19:00 と仮定)										
降雨	当日の降雨	気象予報より時間雨量 50mm (19:00 と仮定)、12日6時～13日6時までの総降雨量を 300mm										
最大浸水深図												
パターン	③ (仮定1)	④ (仮定2)										
ゲート操作	ゲート閉 (15:00 避難判断水位 7.6m 時点)											
河川水位	ゲート閉鎖後は河川水位の影響なし											
降雨	気象予報より時間雨量 50mm (19:00 と仮定)、12日6時～13日6時までの総降雨量を 300mm	当日の降雨										
最大浸水深図												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>凡例</th> <th>浸水深</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>50cm未満</td> </tr> <tr> <td></td> <td>50cm以上1m未満</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1m以上2m未満</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2m以上3m未満</td> </tr> </tbody> </table>		凡例	浸水深		50cm未満		50cm以上1m未満		1m以上2m未満		2m以上3m未満
凡例	浸水深											
	50cm未満											
	50cm以上1m未満											
	1m以上2m未満											
	2m以上3m未満											



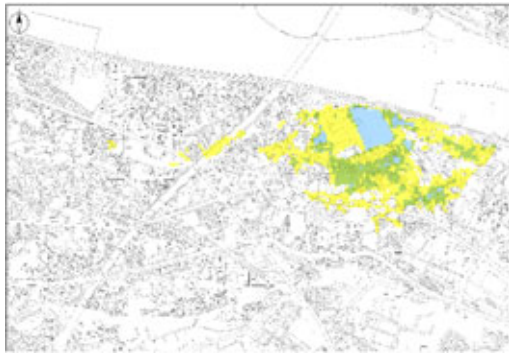
※既往最高水位は「国土交通省水文水質データベース」より田園調布(上)水位観測所で記録された水位(昭和49年9月)

※気象予報より、当日の降雨波形を基に、時間雨量 50mm (19:00 の前後 1 時間と仮定)、12日6時～13日6時までの総降雨量を 300mm と設定 (12日6時から15時までは当日の降雨量 140mm、15時以降は 160mm)





(参考) 河川水位による影響確認

当日の降雨で、河川水位を変化させた場合は、水位が高くなるにしたがって浸水規模も大きくなる。

表 10-7-2 河川水位による影響確認シミュレーション

ゲート操作	ゲート開	
降雨	当日の降雨	
河川水位	氾濫危険水位 8.40m (19:00 と仮定)	既往最高水位 9.07m (19:00 と仮定)
最大 浸水深図		
ゲート操作	ゲート開	
降雨	当日の降雨	
河川水位	当日の最高水位 10.81m	
最大 浸水深図		

※既往最高水位は「国土交通省水文水質データベース」より田園調布(上)水位観測所で記録された水位(昭和49年9月)

凡例	浸水深
	50cm未満
	50cm以上1m未満
	1m以上2m未満
	2m以上3m未満

10-8. 浸水シミュレーションによる検証のまとめ

浸水シミュレーションを活用し、当日の状況を再現するとともに、浸水の原因やゲート操作について検証した。

10-8-1. 浸水原因について

浸水の原因としては、過去最高を記録した河川水位の影響により、逆流した河川水の溢水や、その影響を受け流下しづらくなった内水が溢水し、地盤が低い箇所では浸水するとともに、溢水した水が地表面を通じて低い方へ広がり浸水域が拡大している結果となった。

10-8-2. ゲート操作について

(1) 山王排水樋管（合流）

- ・ 避難判断水位 A. P+7.60m までにゲートを閉鎖した場合、今回の降雨においては、結果として浸水規模が小さくなる。
- ・ 気象予報どおりの降雨及び多摩川が既往最高水位でおさまっていた場合は、ゲート開を維持することで、浸水規模はゲート閉鎖時とほとんど変わらない。
- ・ ゲートが 22:52 に閉鎖できた場合、ゲート閉鎖に時間を要した場合に比べ、浸水規模が小さくなること、また、浸水解消時間が早まることが確認された。

(2) 宮内・諏訪・二子・宇奈根排水樋管（分流）

- ・ 避難判断水位 A. P+7.60m（諏訪のみ氾濫注意水位 A. P+6.00m）時点でゲートを閉鎖した場合、降雨の影響を受け、広範囲で浸水が発生する。
- ・ 気象予報どおりの降雨及び河川水位が既往最高水位でおさまっていた場合、ゲート開を維持することで、浸水規模はゲート閉鎖時より小さくなる。

シミュレーションの結果、山王排水樋管箇所とその他の排水樋管箇所においては、浸水状況の傾向が異なることが分かった。合流地区である山王排水樋管にてゲート閉鎖を行った場合は、下流にポンプ場を有していることから、今回の降雨であれば、浸水規模が減少することが分かった。

これに対し、分流地区である宮内・諏訪・二子・宇奈根排水樋管は、ゲートを閉鎖した場合、河川水の逆流はなくなるが、排水先もなくなることから、雨水が滞留し浸水が発生する。今回の事象では、ゲートの開閉にかかわらず、広範囲で浸水が発生することが分かった。

いずれの樋管においても、ゲート開を維持した場合、河川水の逆流が生じており、当日は、河川水に含まれる土砂の堆積による被害があった。

■ 第三者からの意見

・ 浸水シミュレーションの計算条件、当時の浸水状況の再現について

第三者の意見	意見を踏まえた川崎市の対応
<p>(D) 河川の影響を把握する観点でも内水と逆流水の水量を算出し確認すべき。ボリュームも出せれば排水ポンプ車でどのくらい対応できるかも試算できると考える。</p> <p>(B) 地上雨量観測所で得られた降雨データを空間的に一様な分布として入力しているが、実際の降雨分布と差異が無いかXRAIN[®]等のデータを用いて確認した上で、シミュレーションに用いる降雨データを検討すべき。</p> <p>(B) 浸水実績との比較が出来ていない箇所についても、特に浸水深が大きい箇所などで、浸水深を推定できる地点、手法等があれば、情報を補完して比較しておくべき。</p>	<p>内水と逆流水の水量を算出し、再現性の精査を行った。</p> <p>排水ポンプ車を導入した際の効果は、短期対策の効果として示した。</p> <p>XRAINのデータを確認し、各排水区での降雨が概ね同様であったことを確認した。</p> <p>パトロール中に撮影した写真から浸水深を算出し、シミュレーションの再現性の精査を行った。</p>
<p>(D) 条件として間違っている箇所はないと考える。ピークでの最大浸水深の誤差もあるが許容範囲内と思われシミュレーションの再現性は高いと考える。</p> <p>(D) 外水と内水が同じように上昇し、逆流と順流が交互に発生して停滞している状況というのはあり得る現象と考える。</p> <p>(C) シミュレーションの結果、河川水の溢水や内水の溢水、溢水した水が地盤の低い方へ流れた事象が確認されているのであれば、それが原因なのではないかと考える。</p>	<p>再現性を確認したモデルを活用し、操作判断時や対策効果のシミュレーションを行う。</p>
<p>(D) どの地点から溢れて、地表面を伝って、どこへ流れていったかということも示すべき。</p> <p>(C) 何時から逆流し、逆流量がどのくらいなど、逆流の影響の度合を示すべき。</p>	<p>逆流開始時間、逆流量、地表面での水の流れについても報告書に記載する。</p>

* 高性能レーダ雨量計ネットワーク(eXtended RAdar Information Networkの略)

※ (A)～(E)は発言者を示している。

11. ゲート操作の妥当性

各排水樋管における操作判断のまとめ及び浸水シミュレーションによる検証のまとめを踏まえ、各排水樋管のゲート操作の妥当性について検証する。

11-1. 山王排水樋管（合流）

- ・ゲート操作の判断は、操作手順どおり行われていた。
- ・ゲート操作判断水位 A. P+7.60m でゲートを閉鎖した場合、今回の降雨状況であれば、結果として浸水規模が小さくなる。
- ・気象予報どおりに降雨があった場合、ゲートを閉鎖すると広い範囲で内水による浸水が生じることが分かったため、内水氾濫の危険を考慮した判断はやむを得ないと言える。
- ・操作手順は、「降雨がある場合や降雨の恐れがある場合は、ゲート全開を維持する」という前提条件としているが、河川水位と降雨状況により、ゲートを閉鎖すべき場合があることが、シミュレーションにより明らかとなった。
- ・下水道が暗渠であるため、河川水の逆流を把握することが難しく、ゲートを閉鎖するための条件を設定することは課題であるが、近年の気候変動を踏まえ、また、河川水に含まれる土砂の堆積による被害を考慮し、降雨がある場合の操作手順の見直しが必要である。

11-2. 宮内・諏訪・二子・宇奈根排水樋管（分流）

- ・ゲート操作の判断は、操作手順どおり行われていた。
- ・ゲート操作判断水位 A. P+7.60m（諏訪 A. P+6.00m）でゲートを閉鎖した場合、広い範囲で内水による浸水が発生する。
- ・気象予報どおりの降雨及び河川水位が既往最高水位でおさまっていた場合、ゲート開を維持することで、浸水規模はゲート閉鎖時より小さくなる傾向にある。
- ・シミュレーションによる結果からは、内水氾濫の危険を考慮した判断は、やむを得ないと言えるが、河川水に含まれる土砂の堆積による被害を考慮すると、操作手順の見直しが必要である。

【課題】

- ⑥河川水の逆流防止（再掲）
- ⑦内水の排除

■ 第三者からの意見

・ これまでのゲート操作手順について

第三者の意見	意見を踏まえた川崎市の対応
<p>(A) 多摩川の水位が異常に高くなりゲートを開けたままだと、多摩川の水が入り、土砂を含んだ水が浸水するので被害が拡大する。水位があるレベルを超えたら、ゲートは閉め、下水道の内水氾濫は、できるだけ家財被害を最小化するようにソフト対策で対応することが必要と考える。一方で、これまでの操作手順が、「降雨がある場合や降雨のおそれがある場合はゲートを閉鎖しない」となっていることは、内水排除を担う立場としてはしかたない部分もあったのではないかと考える。ただし、今回のような極めて稀な多摩川の高水位に対しては、逆流がゲート操作の判断要素に含まれておらず、ゲートを開けていて被害が生じているため、今後は河川の水位等も考慮して操作手順を見直していくべき。</p> <p>(D) 過去の内水被害の経験がゲート操作の規則に反映されたと思うが、ここまでの大規模な多摩川の増水を経験したことがなかったために、偶然にもその規則に沿った運用では外水による大きな被害がこれまでは出なかったのかもしれないと考える。一方で、平成29年度出水後に操作手順を見直しており、その際に河川水位の影響や逆流に対する検討が十分ではなかったのかもしれないと考える。これを契機に見直すべき。</p> <p>(C) 今回の台風は非常に強いことが予報されていたので、今までの経験やルールが成り立たないということも想定して、対応を検討しておくことも必要だったのではと考える。</p> <p>(E) ゲートの目的から考えれば、逆流が発生している時には閉めることが基本と考える。「降雨がある場合や降雨のおそれがある場合はゲートを閉鎖しない」ことを前提条件としていることに違和感はある。しかしながら、これまでの台風ではそれなりに有効に機能していたルールということが、シミュレーションの結果から分かり、経験的なものとして組織で運用されていたものと考えられる。今回のように、内陸は降雨が少なく河川水位は高くなるという状況では、このルールが合わなかったものと考えられ、見直しを行うべき。</p>	<p>操作手順は、これまでの多摩川の水位や降雨状況であれば機能していたものであったが、今後は今回の事象や気候変動の影響、逆流による土砂の被害の防止の観点から、観測機器の設置や遠隔操作化の導入を行い、操作手順も逆流防止を目的とするものへ見直しを行う。</p>

※(A)～(E)は発言者を示している。

・ 当日のゲート操作判断について

第三者の意見	意見を踏まえた川崎市の対応
<p>(A) 実際に雨が降っていた時に、ゲート開を維持するという判断は、操作手順上そのようになっている以上は、現場の担当者としてはゲート開を維持するしかなかったものとする。多摩川の水位がここまで上がるのは、数十年に1回で極めて稀であり、数年に1回の下水道の内水氾濫とは違う考え方が必要と考える。今回のような多摩川の水位が上がるのは数日前から予測できるので、早め早めに対応していくべき。</p> <p>(D) 結果として川崎市では雨が降っていないが、15時の判断時点で、今後台風が上陸し50mm/h程度の降雨があると予測するのは、そんなにおかしくない認識であったと考える。操作手順で閉めることが可能だったのであればそうすべきだったが、「降雨がある場合や降雨のおそれがある場合はゲートを閉鎖しない」となっているため、現場の判断で規則に従わないゲート操作を行うことは、恐らく困難だったのではと考える。</p> <p>(C) 気象予報どおりの降雨が降った可能性を考えると、今回のゲートを開けておくという判断は操作手順に則ったもので仕方なかったものとする。</p> <p>(E) ゲートの開を維持するというのは、操作手順に従っただけと考える。もっと雨が降っていた場合や、河川水位が今回ほど上がらなかった場合は、ゲートを開いていた方が被害が少なかった可能性もあったと考える。</p>	<p>当日のゲート操作は、操作手順に則ったものであったが、今後は今回の事象や気候変動の影響、逆流による土砂の被害の防止の観点から、観測機器の設置や遠隔操作化の導入を行い、操作手順も逆流防止を目的とするものへ見直しを行う。</p> <p>大規模水害が予測される際は、関係機関と連携して情報共有を図りつつ、川崎市の動員体制の強化を図る。</p>

※(A)～(E)は発言者を示している。