

# 第2回 千曲川堤防調査委員会

## 議 事 次 第

日時：令和元年11月13日（水） 15:00～17:00

会場：ホテル信濃路 3F 信濃

長野市中御所岡田町 131-4

1. 開 会

2. 挨拶

3. 委員紹介

4. 議 事

（1）緊急復旧工事の実施状況報告

（2）出水及び被災概要

（3）被災メカニズムの検証

5. 閉 会

# 「千曲川堤防調査委員会」

## 名 簿

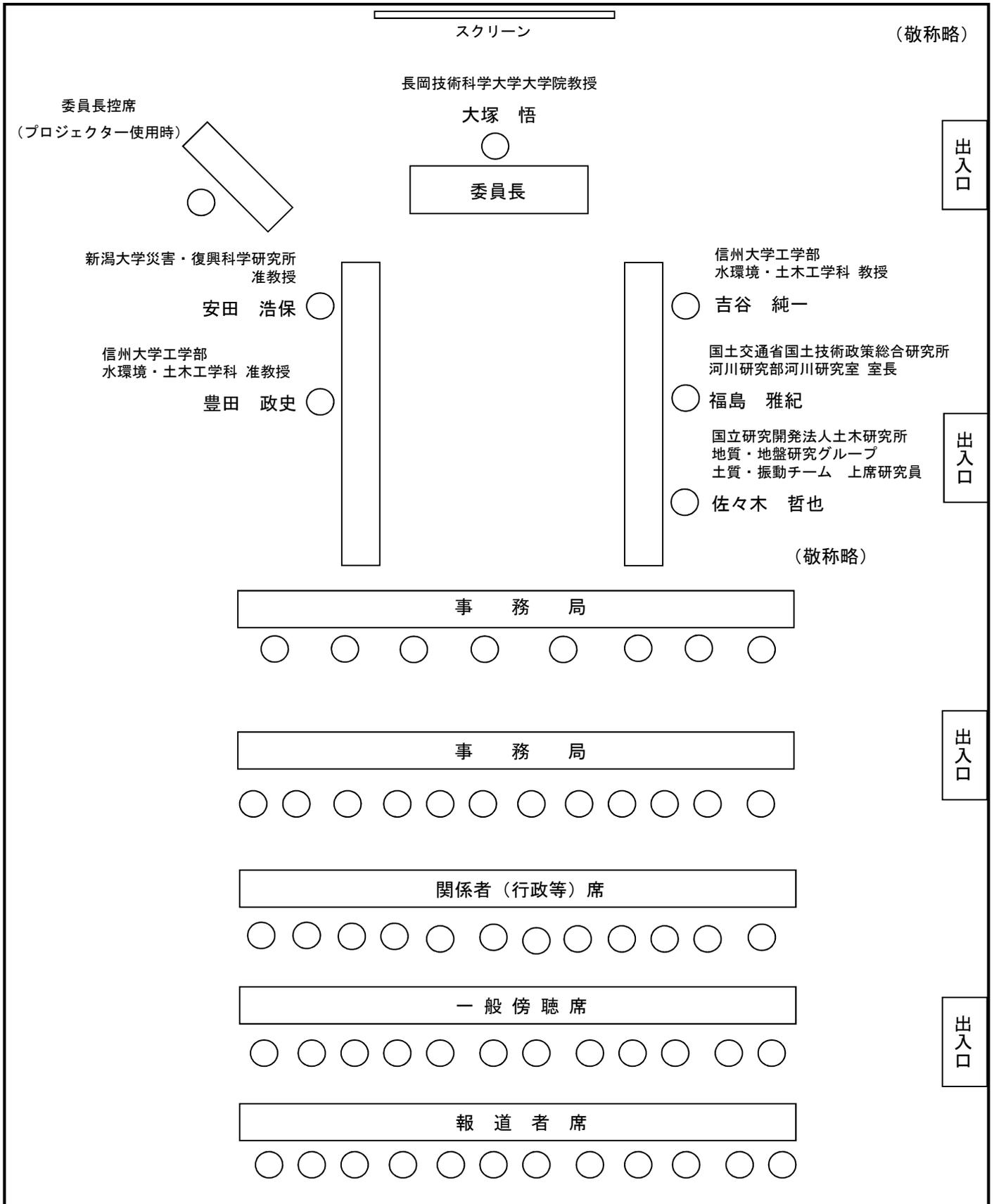
- 委員長 大塚 悟 長岡技術科学大学大学院 教授  
(地盤工学：コアメンバー)
- 委員 宮島 昌克 金沢大学理工研究域 教授  
(地盤工学：コアメンバー)  
※今回は欠席
- 委員 安田 浩保 新潟大学災害・復興科学研究所 准教授  
(河川工学：コアメンバー)
- 委員 吉谷 純一 信州大学工学部水環境・土木工学科 教授  
(河川工学：リバーカウンセラー)
- 委員 豊田 政史 信州大学工学部水環境・土木工学科 准教授  
(水工学：リバーカウンセラー)
- 委員 福島 雅紀 国土交通省国土技術政策総合研究所  
河川研究部 河川研究室 室長  
(コアメンバー)
- 委員 佐々木 哲也 独立行政法人土木研究所地質・地盤研究グループ  
土質・振動チーム 上席研究員  
(コアメンバー)

(敬称略)

# 第2回 千曲川堤防調査委員会 配席図

日時：令和元年11月13日 15:00～

場所：ホテル信濃路 3F 信濃



# 千曲川堤防調査委員会 規約

(名称)

第1条 本会は、「千曲川堤防調査委員会」(以下、「委員会」という。)と称する。

(目的)

第2条 本委員会は、千曲川において、堤防決壊等の甚大な被害が発生した場合、原因究明と再度被害を回避する復旧対策等に対する指導・助言を行うことを目的とする。

(検討内容)

第3条 委員会は、第2条の目的のため次の事項を検討する。

- (1) 堤防決壊メカニズムの調査等
- (2) 堤防復旧工法の検討
- (3) その他委員会で必要と認めた事項

(委員会)

第4条 委員会は、北陸地方整備局河川部長(以下、「河川部長」という。)が設置し、別表に掲げる委員をもって構成する。

(委員長)

第5条 委員会には委員長を置くものとする。

- 2 委員長は委員会を代表し、会務を統括する。
- 3 委員会には委員長代理を置くものとし、委員長の指名によりこれを定める。委員長に事故があるときは、委員長代理がその職を代行する。

(委員会の開催)

第6条 委員会は、委員長が招集し開催する。

- 2 委員会は、必要と認めるときには、委員会に委員以外の者の出席を求めることができる。

(任期)

第7条 委員の任期は2年とし、再任は妨げないものとする。ただし平成27年度に委嘱する場合は平成29年3月31日までとする。

(情報公開)

第8条 委員会は公開を原則とするが、その判断は委員会で決定する。

(事務局)

第9条 事務局は、国土交通省 北陸地方整備局 河川部 河川工事課に置く。

(その他)

第10条 この規約に定めがない事項は、委員会において定める。

附則

(施行月日)

この規約は、平成27年12月 8日から施行する。

千曲川堤防調査委員会 名簿

別表

	氏 名	所 属
委員長	大塚 悟	長岡技術科学大学大学院 教授
委員	宮島 昌克	金沢大学理工研究域 教授
委員	安田 浩保	新潟大学災害・復興科学研究所 准教授
委員	吉谷 純一	信州大学工学部水環境・土木工学科 教授
委員	豊田 政史	信州大学工学部水環境・土木工学科 准教授
委員	諏訪 義雄	国土交通省国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川研究室長
委員	佐々木 哲也	国立研究開発法人土木研究所地質・地盤研究グループ 土質・振動チーム 上席研究員

(敬称略)

# 緊急復旧工事の実施状況報告

令和元年11月13日

国土交通省 北陸地方整備局

# (1)堤防決壊地点(左岸57.5k付近)の復旧状況

- ・10月13日(日) 7:10より24時間体制で緊急復旧工事に着手。
- ・10月17日(水) 仮堤防が完成。
- ・10月30日(水) 9:00鋼矢板仮締切堤防が完成。



## (2)堤防欠損地点(左岸104k付近)の復旧状況

- ・10月13日(日) 8:33 24時間体制で緊急復旧工事に着手。
- ・10月28日(月) 川の流れを変える瀬替工が完成し、被災箇所への水当たりを弱めた。
- ・11月 3日(日) 堤防が完成。



2019年11月3日(日) 16時00分撮影

# (3)堤防欠損地点(左岸104k付近)の瀬替工の様子

・10月28日(月) 川の流れを変える瀬替工が完成し、被災箇所への水当たりを弱めた。



2019.10.17 16時頃



2019.10.22 12時頃(増水時)



2019.10.27 12時頃



2019.11.3 16時頃

# 第2回 千曲川堤防調査委員会資料

令和元年11月13日

国土交通省 北陸地方整備局

# 目次

1. 千曲川流域の概要	p. 2
(1) 流域及び河川の概要	p. 3
(2) 地形・地質特性、降雨特性	p. 4
(3) 河道特性（河床勾配、川幅縦断、河道状況）	p. 5
2. 出水の概要	p. 6
(1) 気象概要	p. 7
(2) 水位状況	p. 8
3. 被災概要	p. 9
(1) 令和元年台風第19号による長野県内の被災状況	p. 10
(2) 堤防決壊地点の状況	p. 11
(3) 堤防欠損地点の状況	p. 13
4. 被災メカニズムの分析	p. 14
4.1 堤防決壊（左岸57.5k付近）	p. 14
(1) 堤防決壊地点周辺における出水前後の河道状況	p. 15
(2) 河道の変遷	p. 16
(3) 堤防決壊地点の状況	p. 18
(4) 堤防決壊地点の堤防特性	p. 20
(5) 被災メカニズムの分析（越水）	p. 21
(6) 被災メカニズムの分析（浸透）	p. 23
(7) 被災メカニズムの分析（侵食）	p. 25
(8) 被災メカニズムの分析（決壊要因の可能性）	p. 26
4.2 堤防欠損（左岸104k付近）	p. 27
(1) 堤防欠損地点周辺における出水前後の河道状況	p. 28
(2) 河道の変遷	p. 29
(3) 堤防欠損地点の状況	p. 30
(4) 被災メカニズムの分析（越水）	p. 32
(5) 被災メカニズムの分析（浸透）	p. 33
(6) 被災メカニズムの分析（侵食）	p. 34
(7) 被災メカニズムの分析（構造物）	p. 36
(8) 被災メカニズムの分析（欠損要因の可能性）	p. 38

# 1. 千曲川流域の概要

# (1)流域及び河川の概要

- 千曲川(信濃川)は、その源を甲武信ヶ岳に発し、佐久盆地・上田盆地を貫流した後、坂城広谷を経て長野盆地に入り、支川の犀川を合わせ、新潟県の越後平野を貫流し日本海に注ぐ幹線流路延長が日本一の大河川。
- 流域の人口、資産は、長野市(38万人)、松本市(24万人)、上田市(16万人)、佐久市(10万人)、新潟市(81万人)、長岡市(28万人)、三条市(10万人)など、盆地(長野県)や平野(新潟県)に集中している。
- 北陸新幹線、長野・上信越自動車道などの高速交通機関をはじめとした基盤整備により、広域交通体系の結節点としての拠点性、地域優位性を持つ。

## 流域の諸元



図-1 信濃川流域図

表-1 信濃川の流域概要

項目	諸元	備考
水源・標高	甲武信ヶ岳 2,475m	
幹川流路延長	367km	1位/109水系
流域面積	11,900km <sup>2</sup>	3位/109水系
流域内人口	約295万人※1	
想定氾濫区域面積	約1,724km <sup>2</sup> ※1	
想定氾濫区域人口	約170万人※1	
想定氾濫区域内資産額	約34兆円※1	
市町村	新潟県	12市4町2村
	長野県	13市12町16村
	群馬県	1町
	合計	25市17町18村

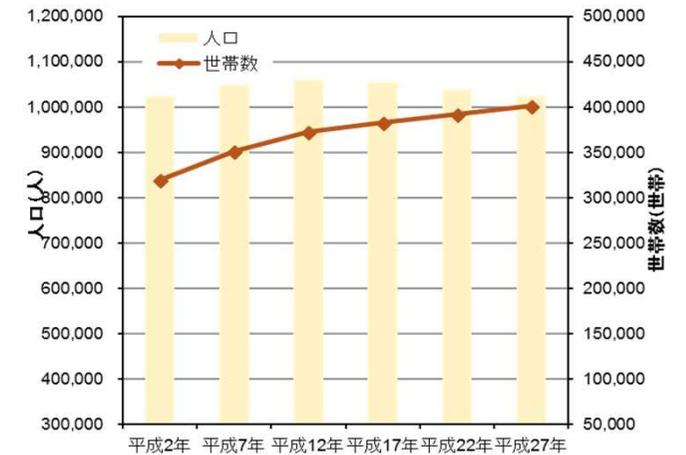
※1 河川現況調査(平成22年時点)

## 地域の開発



図-2 高速交通網の整備状況

## 人口と世帯数の推移



対象人口および対象世帯数:  
想定氾濫区域内市町村(飯山市、中野市、長野市、須坂市、千曲市、上田市、安曇野市、松本市、小布施町、坂城町、野沢温泉村、木島平村、生坂村)

図-3 人口と世帯数の推移 (出典/国勢調査)



図-4 長野市と堤防隣接地区別世帯の推移

# (2)地形・地質特性、降雨特性

- 千曲川流域には佐久、上田、長野、飯山盆地が連なっており、これらの盆地は周辺の山岳地帯からもたらされる大量の土砂と水により形成されたものである。周囲の山々には標高2,000~3,000mの山脈・山地があり、東側を関東山地、西側を飛騨山脈などに挟まれている。(図-1)
- 千曲川本川流域は、糸魚川-静岡構造線と柏崎-千葉構造線の間のフォッサマグナ地帯であり、中・古生代の地層が陥没した大きな溝に、火山噴出物が堆積した新生代の新しい地層に覆われている。(図-1)

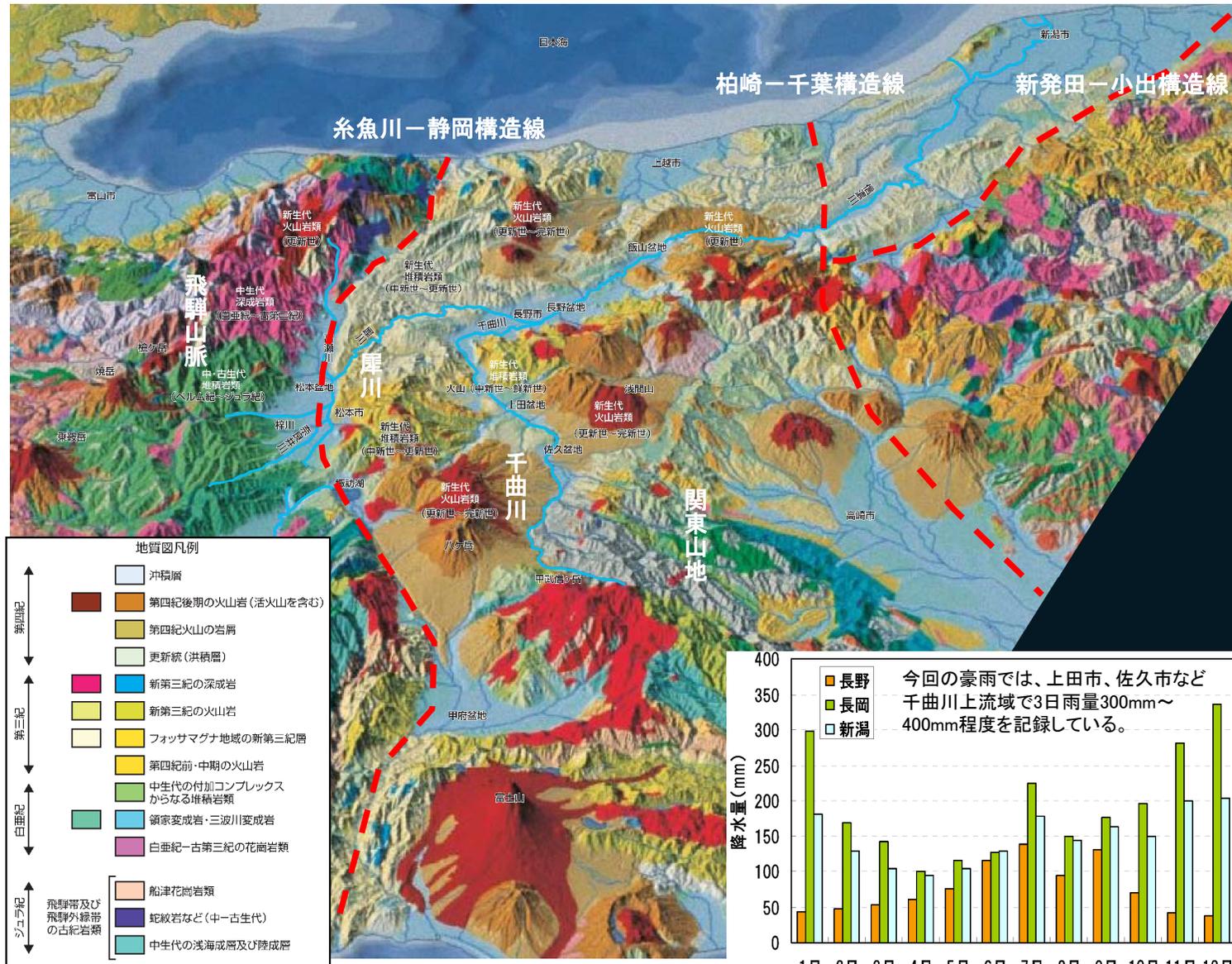


図-1 千曲川の地質 出典:千曲川・犀川の地形と地質

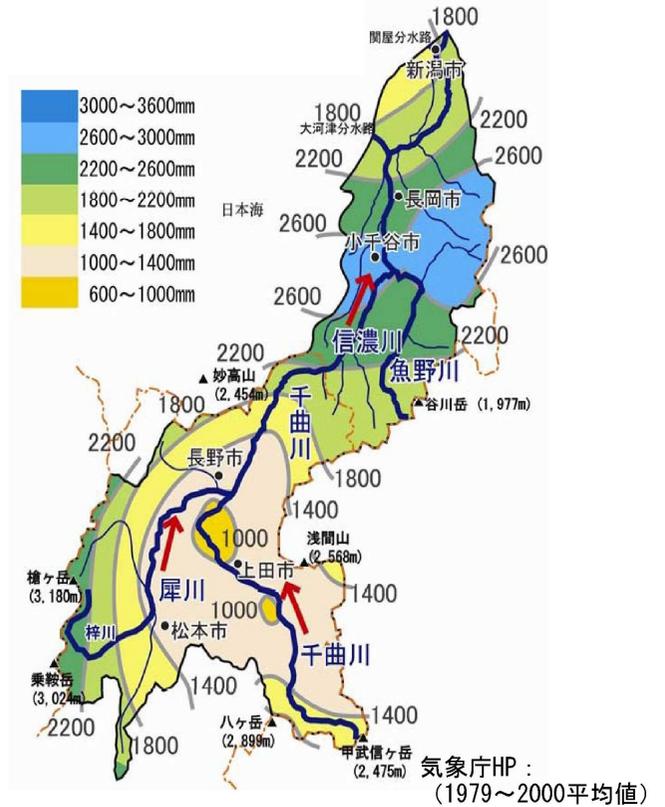


図-2 千曲川流域の年間降水量等雨量線図

- 千曲川(盆地部:長野県)は、内陸性気候の雨が少ない地域であり、年間降水量が長野市で900mm程度である。(図-2)
- 下流の信濃川は、日本海性気候で豪雪地域を含み、年間降水量が長岡市2300mm、新潟市で1800mm程度である。(図-2)

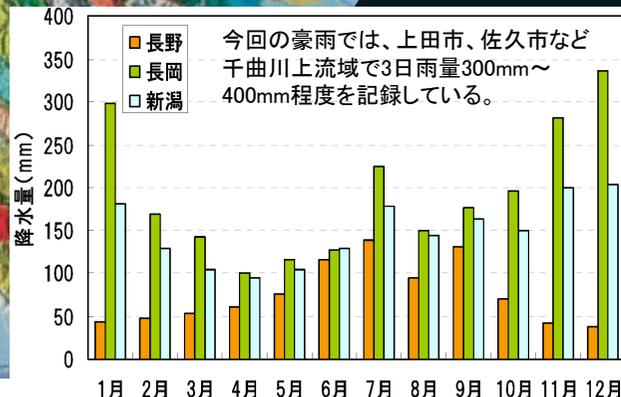


図-3 月別降水量比較(1976~2018年の平均)

# (3)河道特性(河床勾配、川幅縦断、河道状況)

■ 千曲川は佐久、上田、長野、飯山の盆地と山あいの狭窄区間を交互に流れ下るため川幅が大きく変化している。特に長野盆地下流の立ヶ花狭窄部と飯山盆地の戸狩狭窄部は、両岸に急斜面が迫る溪谷となっている。

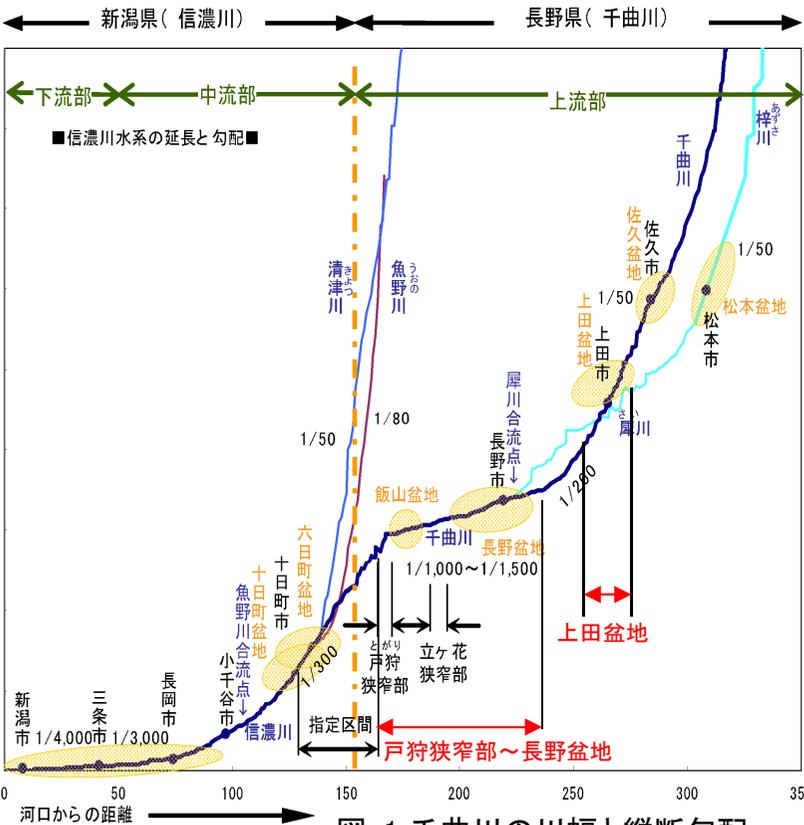
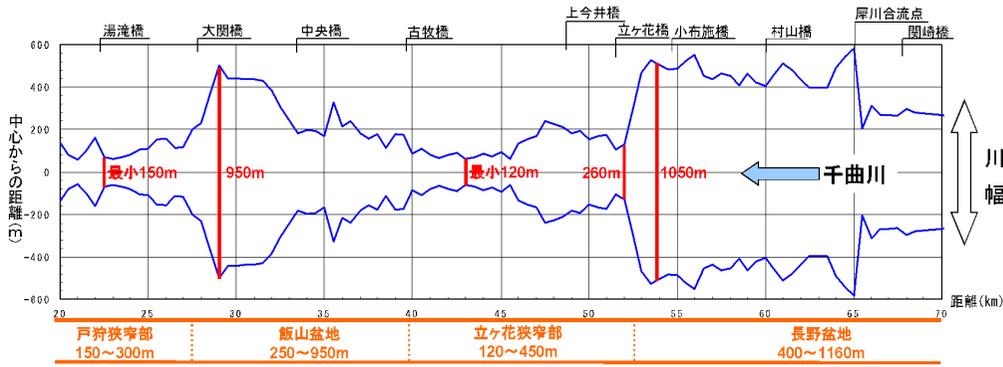


図-1 千曲川の川幅と縦断勾配

戸狩地区狭窄部状況



立ヶ花地区狭窄部状況



図-2 平常時の状況

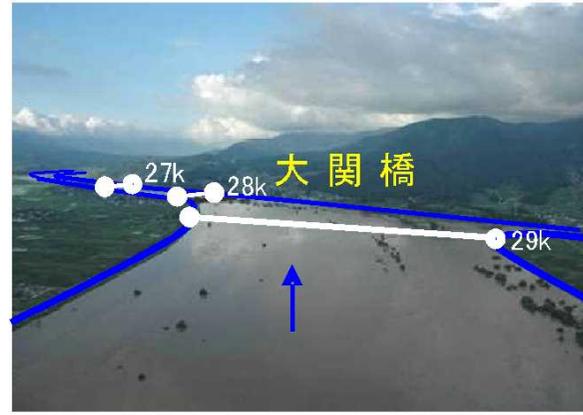


図-3 平成18年7月洪水の状況

## 2. 出水の概要



# (2)水位状況

- 立ヶ花(中野市)、杭瀬下(千曲市)、生田(上田)水位観測所で観測史上第1位の水位を観測。
- 千曲川本川の3観測所において計画高水位を超過。

※数値等は速報値のため、今後の精査等により変更する場合があります。

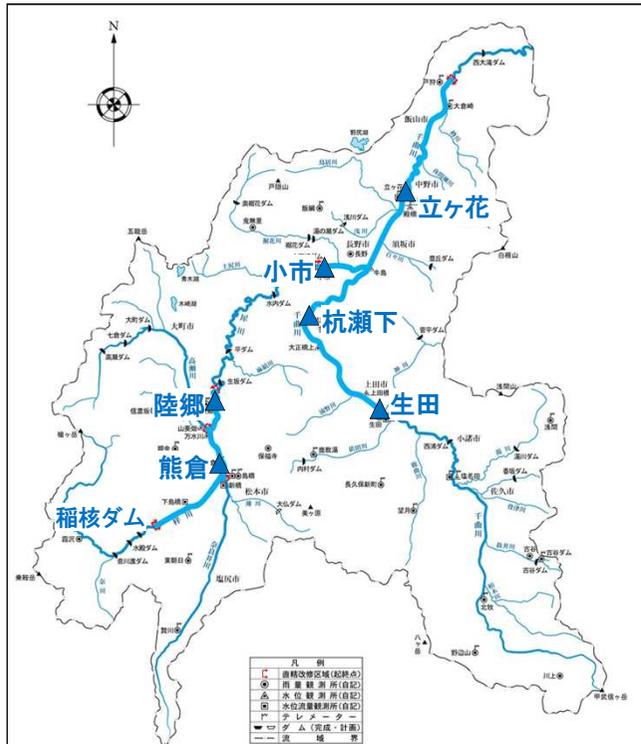


図-1 水位観測所位置図

観測所名 (地先名)	いくた 生田 (上田市 生田)	くいせけ 杭瀬下 (千曲市 杭瀬下)	たてがはな 立ヶ花 (中野市 立ヶ花)	いねこき 稲核ダム (松本市 安曇島々)	くまくら 熊倉 (安曇野市 豊科熊倉)	りくごう 陸郷 (安曇野市 明科南陸郷)	こいち 小市 (長野市 川中島)
区分							
最高水位 毎正時 (10分)	5.80m (5.87m)	6.39m (6.40m)	12.44m (12.46m)	111m <sup>3</sup> /s (111m <sup>3</sup> /s)	3.99m (4.07m)	4.09m (4.19m)	0.03m (0.03m)
計画高水位	5.75m	5.42m	10.75m	1,800m <sup>3</sup> /s	7.15m	7.47m	5.03m
氾濫危険 水位	5.00m	5.00m	9.60m	780m <sup>3</sup> /s	6.00m	4.80m	1.80m
避難判断 水位	4.50m	4.60m	9.10m	690m <sup>3</sup> /s	5.80m	4.50m	1.50m
氾濫注意 水位	1.90m	1.60m	5.00m	300m <sup>3</sup> /s	4.00m	3.30m	0.00m
水防団待機 水位	0.80m	0.70m	3.00m	220m <sup>3</sup> /s	3.50m	2.50m	-0.50m

表-1 今回出水の最高水位と水防基準水位

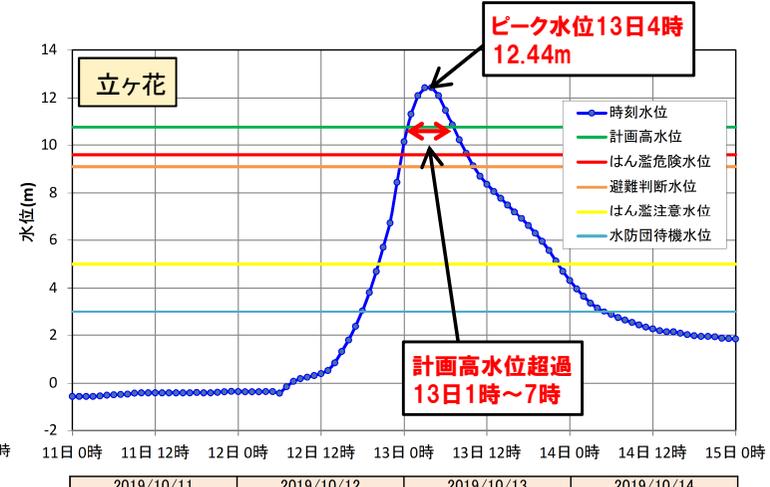
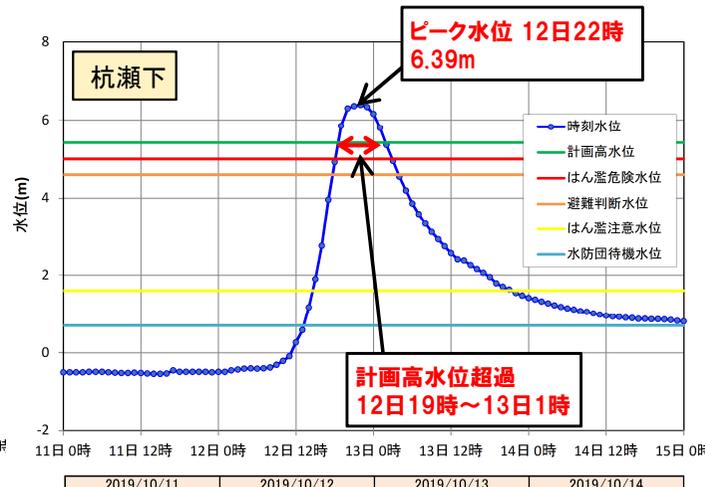
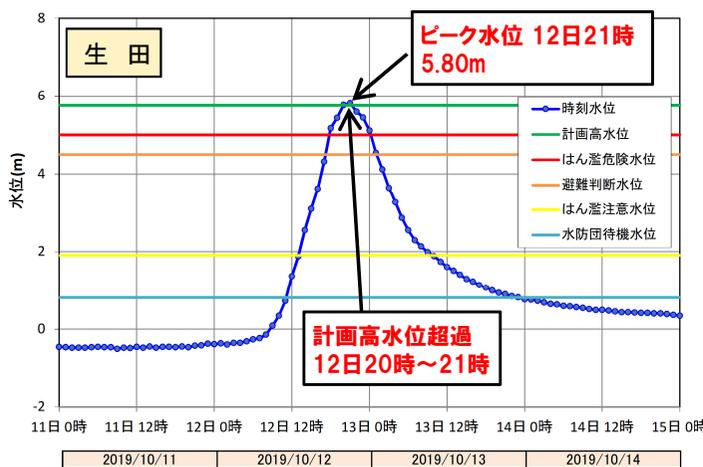


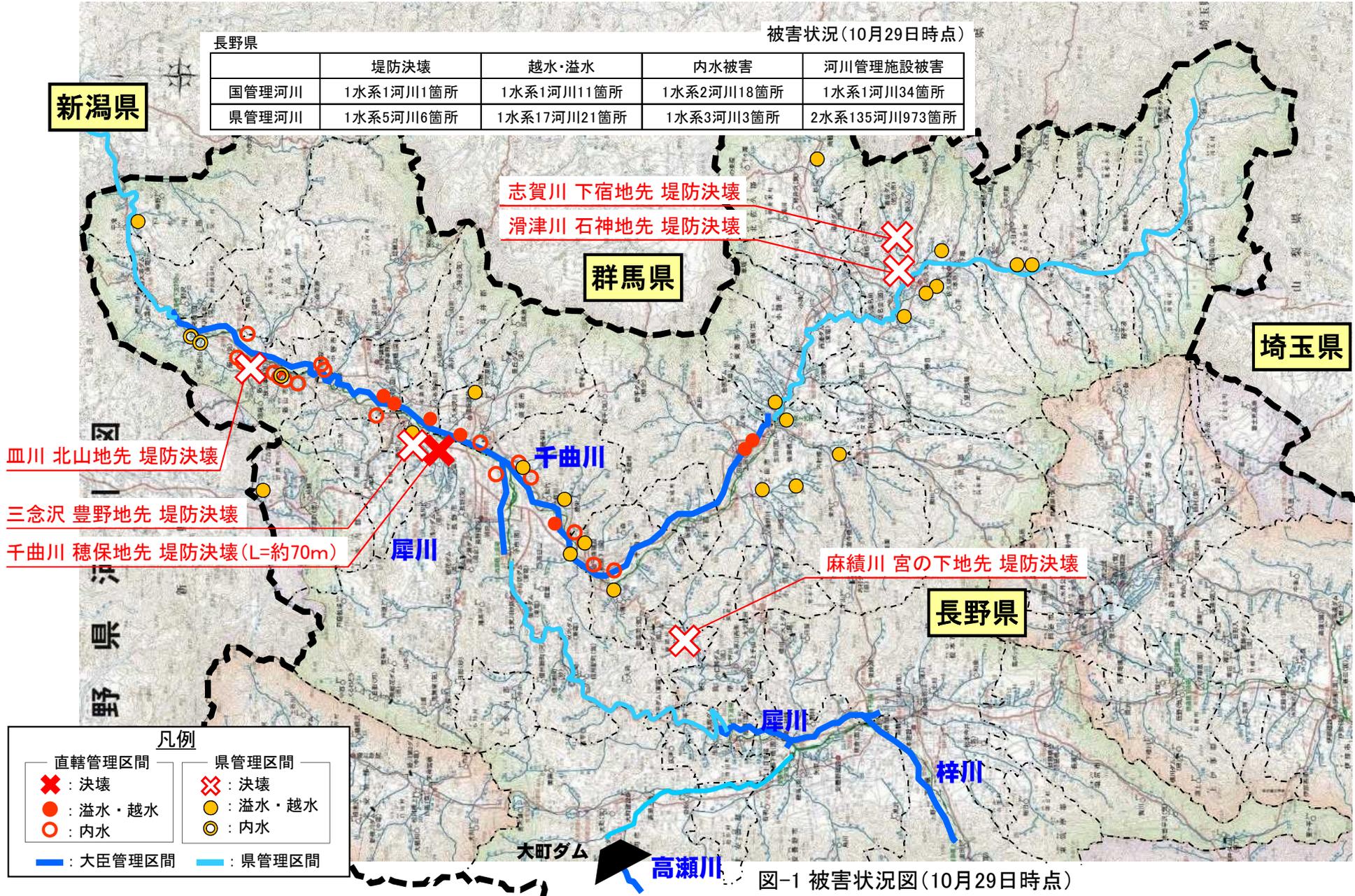
図-2 各観測所のハイドログラフ

# 3. 被災概要

# (1) 令和元年 台風第19号による長野県内の被災状況

■ 令和元年の台風第19号により、長野県内において、国管理河川の千曲川において堤防決壊が発生。県管理河川では皿川及び三念沢、志賀川、滑津川、麻績川にて堤防決壊が発生し、浸水被害をもたらした(図-1)。

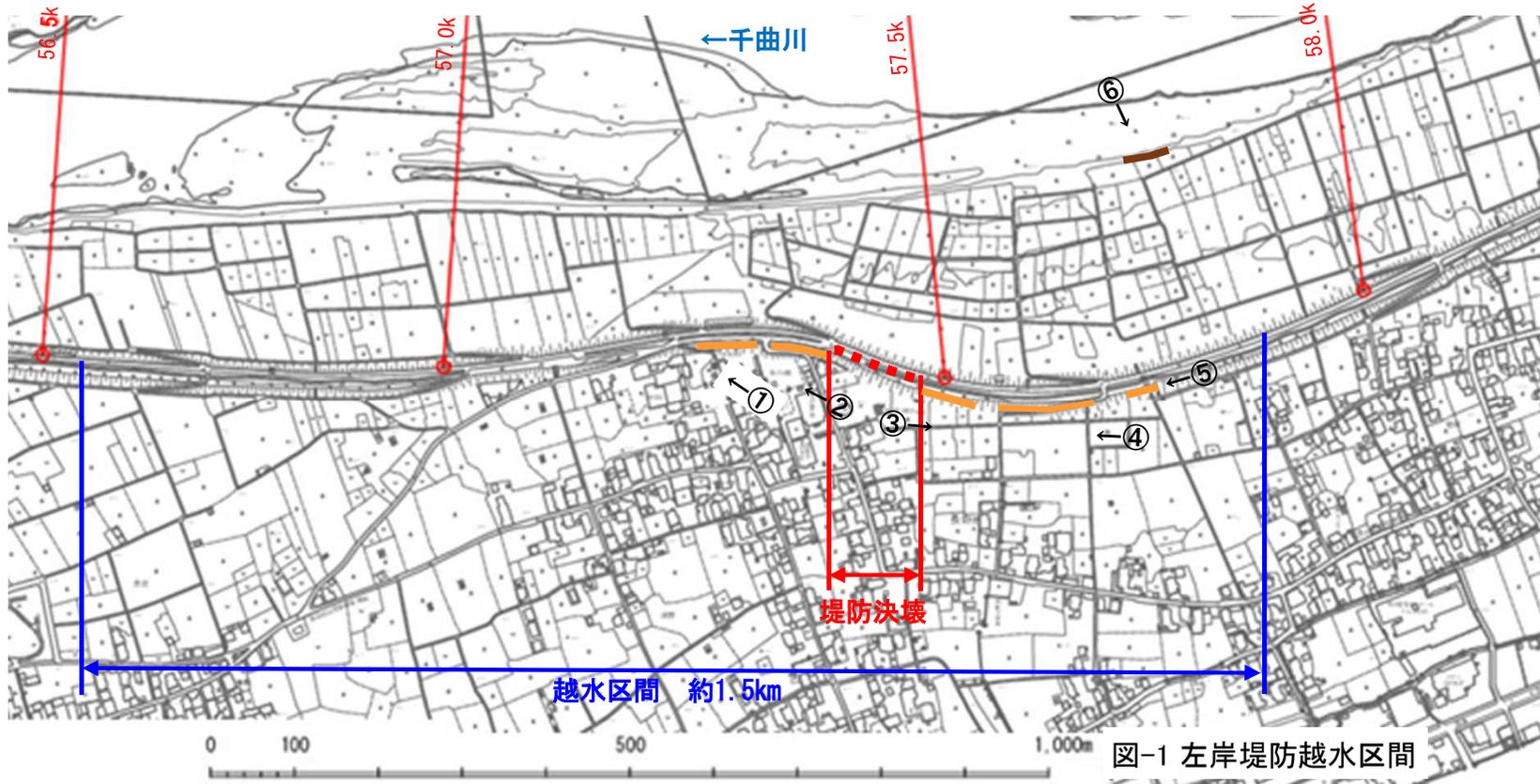
※数値等は速報値のため、今後の精査等により変更する場合があります。



# (2)堤防決壊地点の状況 1)被害状況

- 千曲川左岸57.5k付近の堤防は約70mにわたり決壊した。堤防決壊地点を含む約1.5kmで越水し、裏法崩れ等が発生している。(図-1)
- なお、被災箇所周辺では漏水等による噴砂等の状況は確認されていない。

凡 例	
	堤防決壊
	裏法崩れ
	護岸欠損



⑥護岸欠損 11月2日 9:20撮影



⑤裏法崩れ 10月13日 9:50撮影



①決壊地点下流側の裏法崩れ  
10月13日 14:00撮影



②決壊地点下流側の裏法崩れ  
10月20日 16:00撮影



③決壊地点上流の裏法崩れ  
10月13日 14:50撮影



④決壊地点上流の裏法崩れ  
10月31日 15:40撮影

図-1 左岸堤防越水区間

# (2)堤防決壊地点の状況 2)浸水範囲の状況

※数値等は速報値のため、今後の精査等により変更する場合があります。

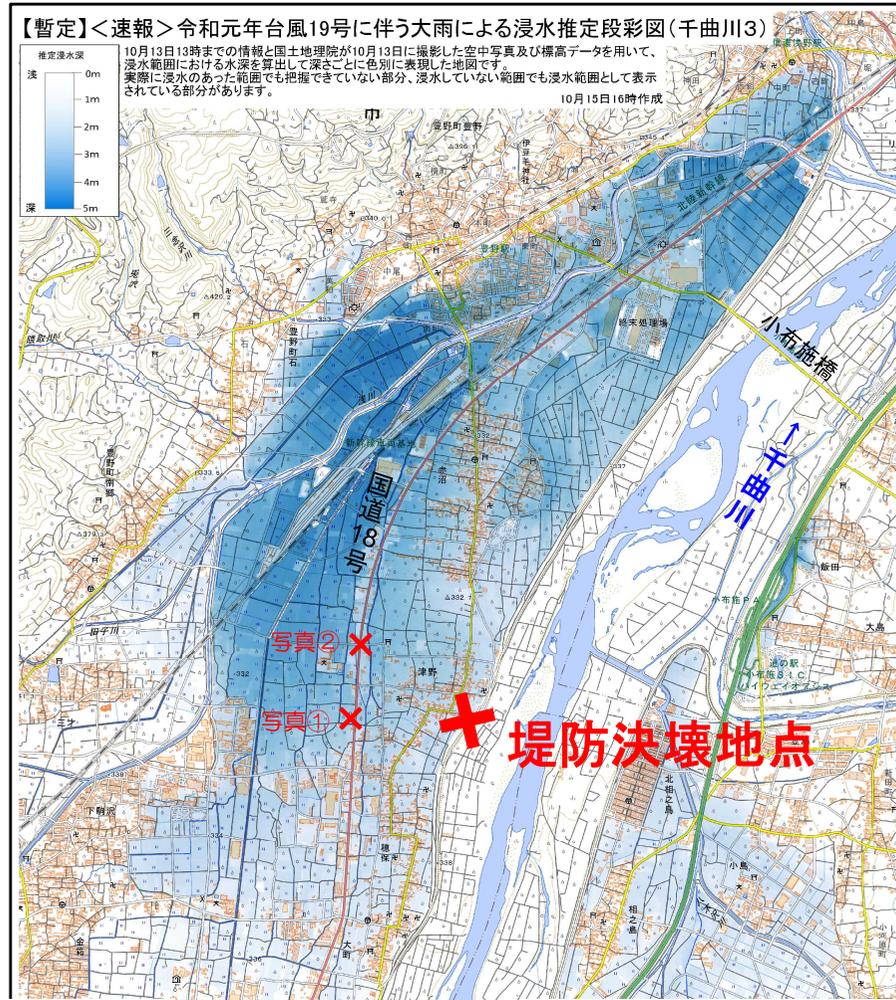
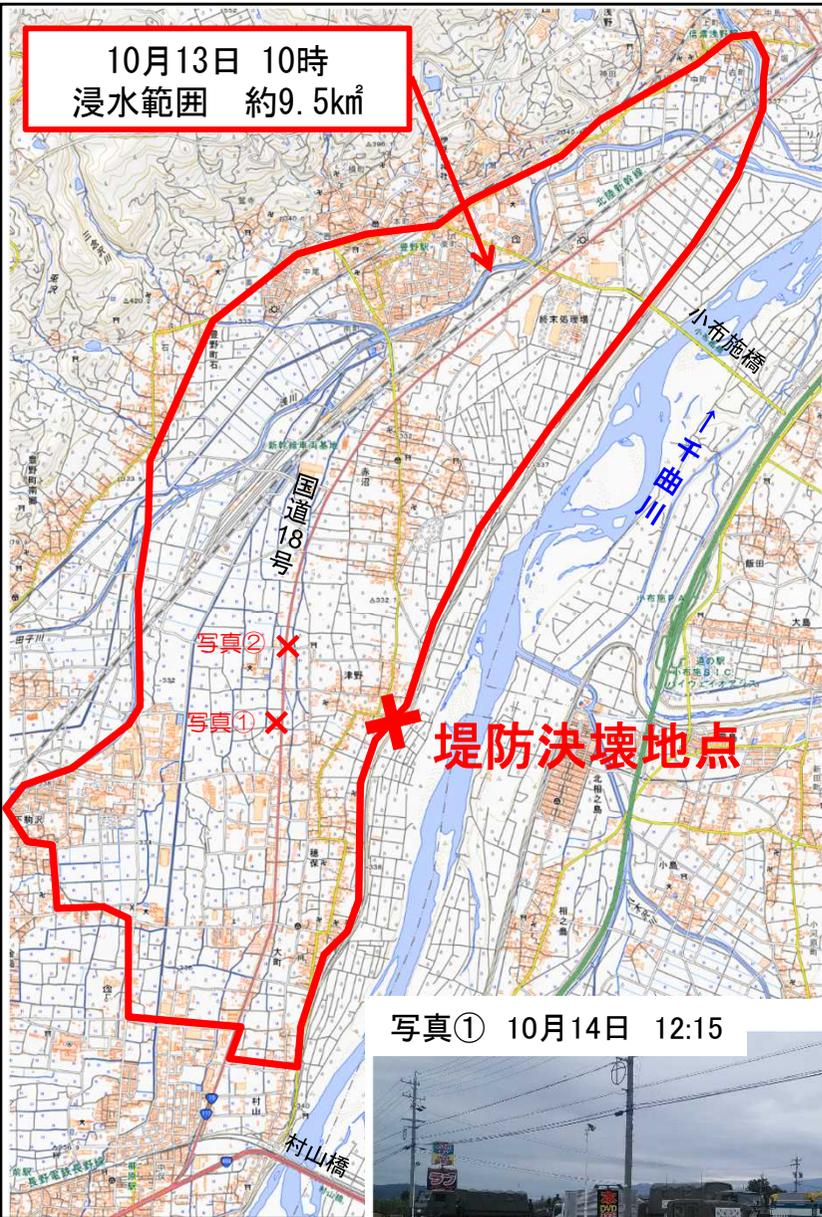


表-1 長野県の被害状況  
(11月11日10:00現在)  
:長野県災害対策本部

人的被害(人)	死者	5	
	行方不明者	0	
	負傷者	重傷	7
		軽傷	130
	計	142	
住家被害(世帯)	全壊	863	
	半壊	2,002	
	一部損壊	2,522	
	上記以外	床上浸水	565
		床下浸水	2,220
	計	8,172	

写真① 10月14日 12:15



写真② 10月14日 11:37



図-1 浸水範囲図  
:千曲川河川事務所

図-2 浸水推定段彩図  
:国土地理院

# (3) 堤防欠損地点の状況

- 千曲川左岸104k付近の堤防が延長約300mにわたり欠損した。(図-2、図-3)
- また、千曲川橋梁（上田電鉄）左岸側橋台が被災をうけ落橋した。(図-2)



図-1 台風第19号出水前の状況



図-2 2019.10.14撮影



図-3 2019.10.14撮影

## 4.被災メカニズムの分析

### 4.1 堤防決壊(左岸57.5k付近)

# (1) 堤防決壊地点周辺における出水前後の河道状況

■ 今回の出水前後の河道状況を比較する。出水後も低水路砂州は概ね維持されており、滞筋の変化もみられない。(図-1、図-2)

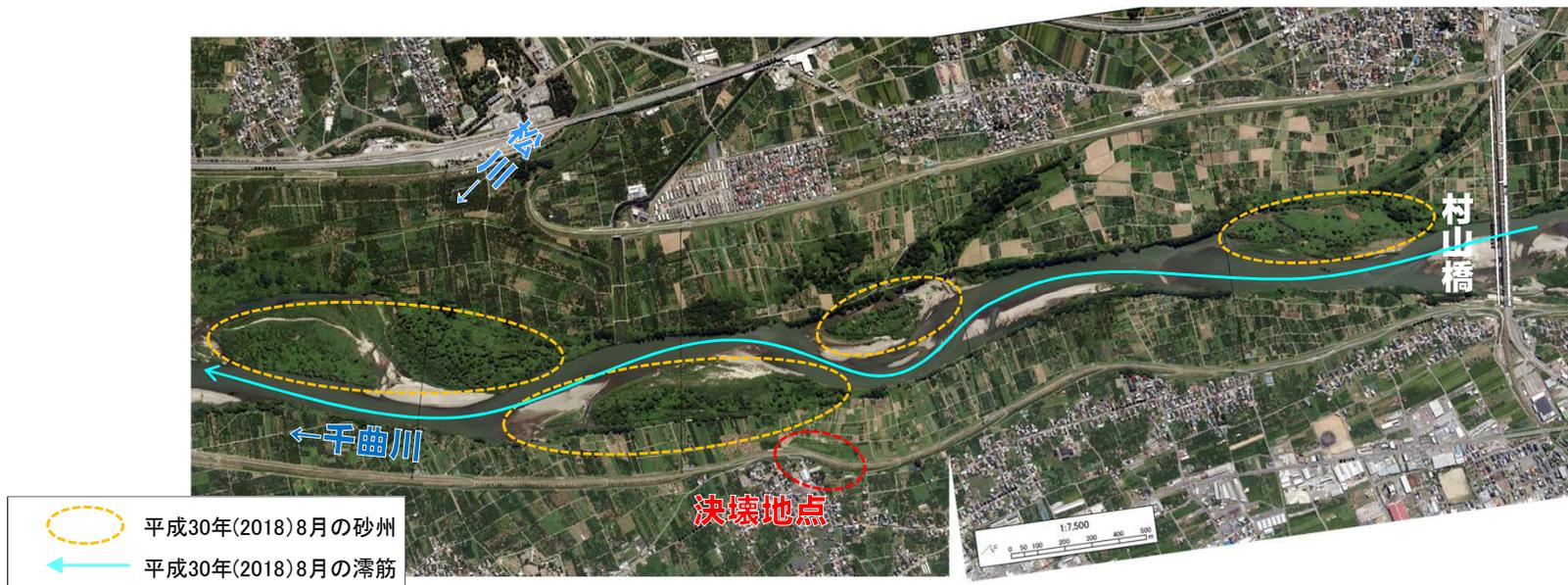


図-1 出水前(2018.8撮影)

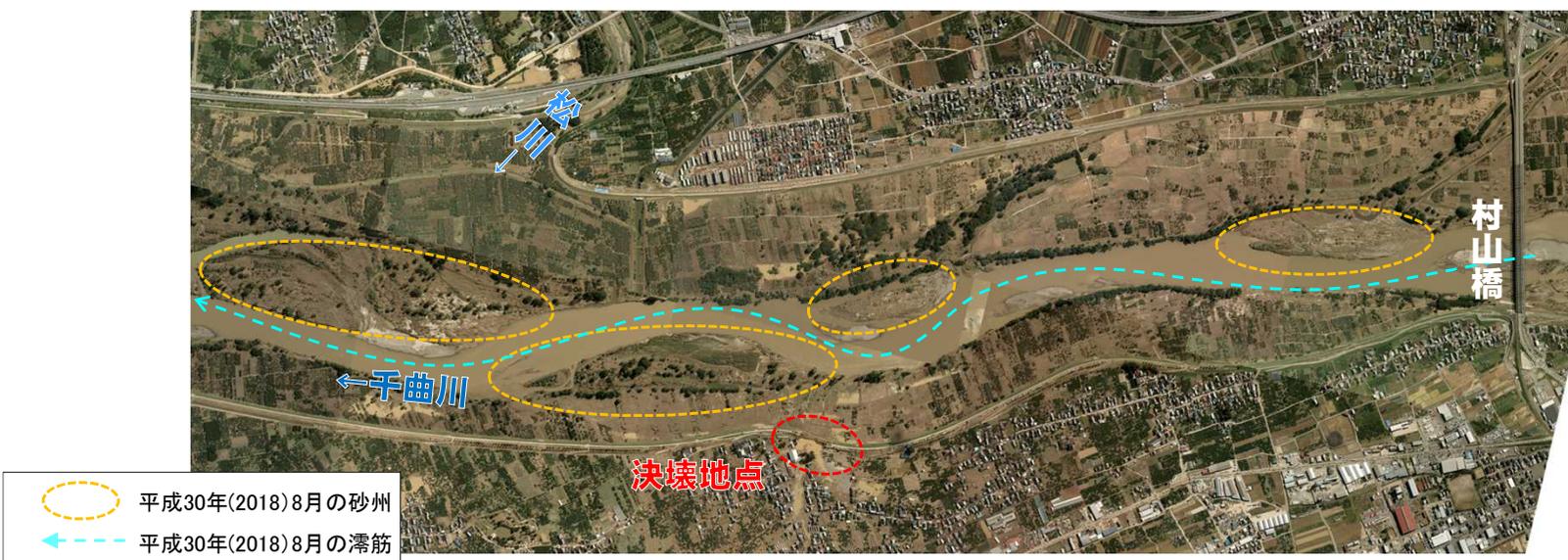


図-2 出水後(2019.10.16撮影)

# (2)河道の変遷 1)河道内の変遷

- 堤防決壊地点周辺の高水敷は近年大きな変化はみられない。また、低水路内は56k下流の砂州が平成18年7月洪水により左岸側から右岸側へ変化しているが、決壊地点周辺の砂州位置や形状に大きな変化はみられない。(図-1)
- 堤防決壊地点周辺の縦断形状(平均河床)は大きな変化はみられない。(図-2)
- 堤防決壊地点周辺の横断形状は低水路内で変動があるものの、滞筋は概ね固定されている。(図-3)

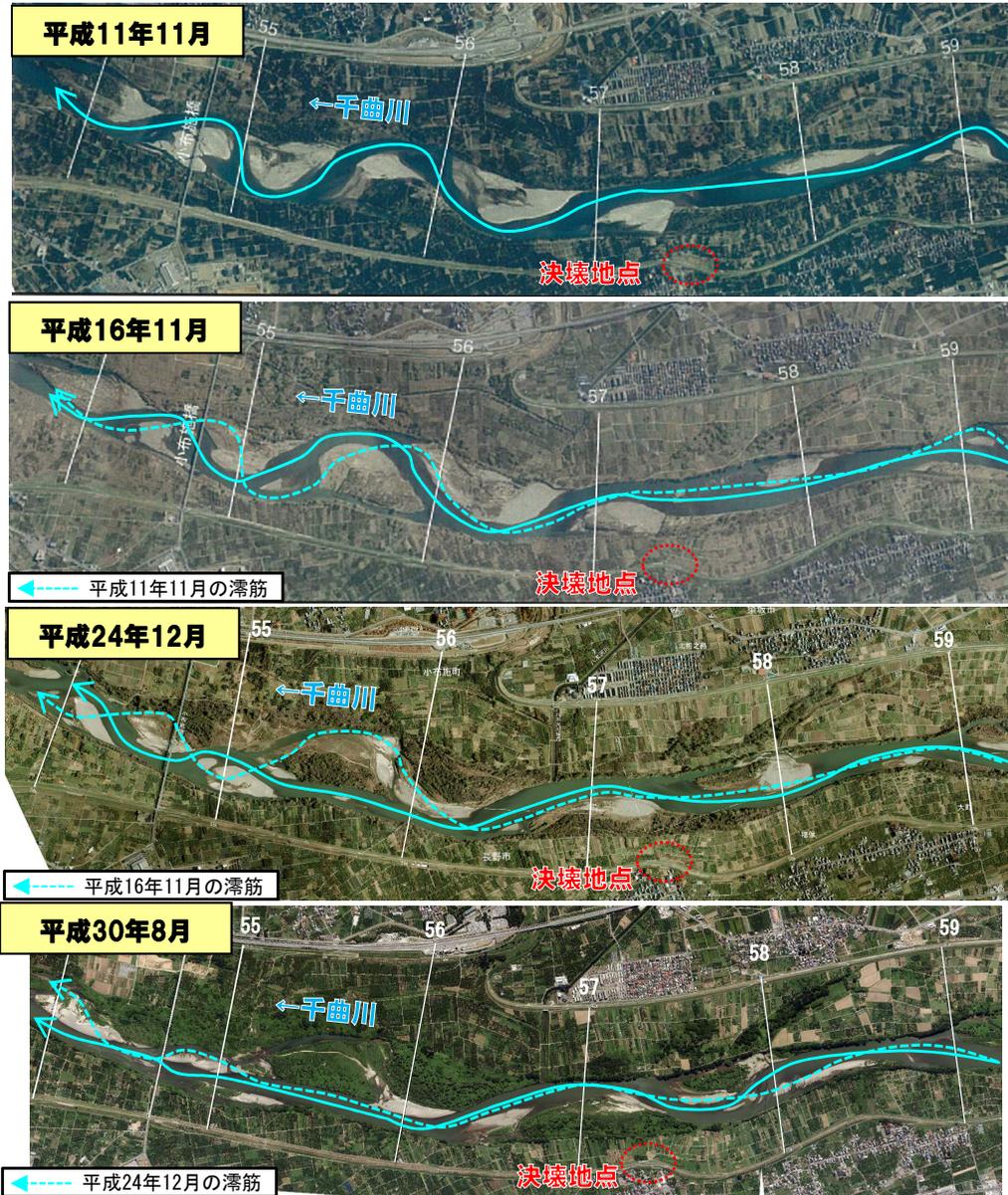


図-1 千曲川河道変遷

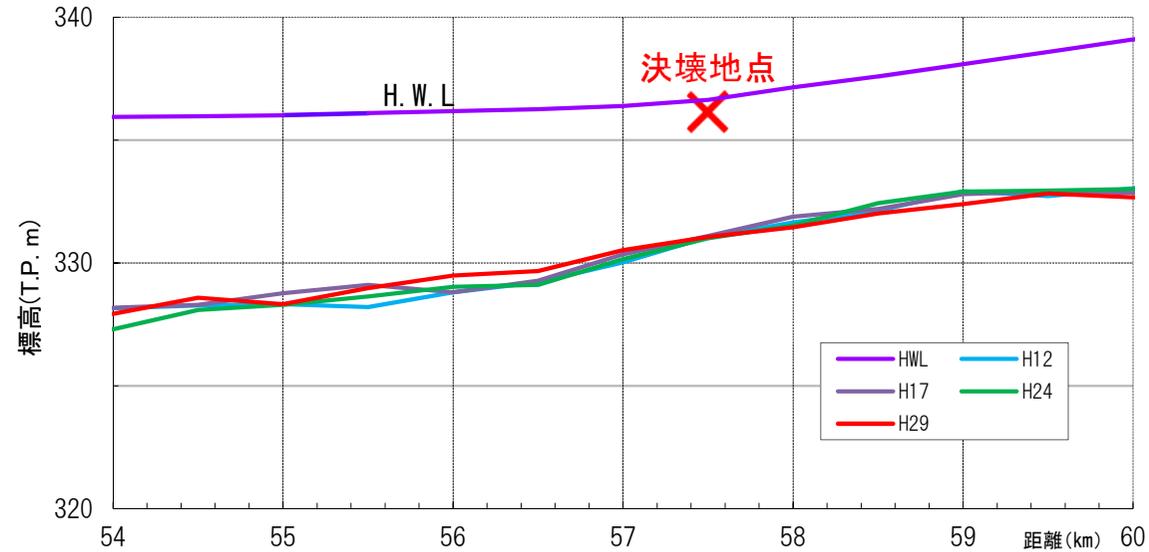


図-2 千曲川縦断図(平均河床)

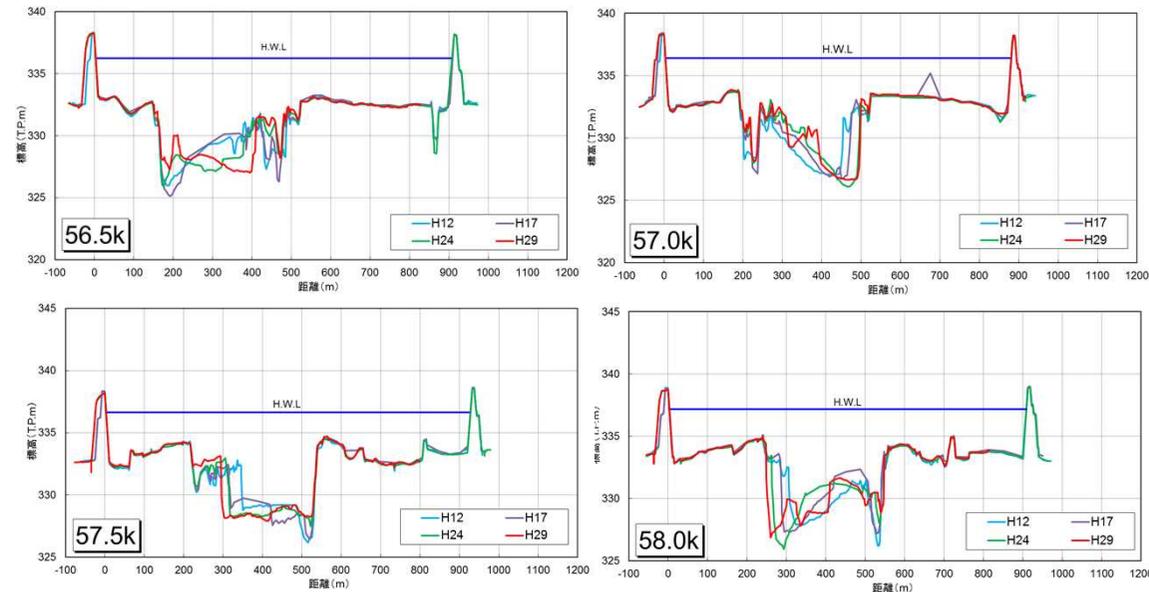


図-3 千曲川横断重ね図

# (2)河道の変遷 2)治水地形分類図

- 堤防決壊箇所の地質は氾濫堆積物を主としており、堤防は微高地に位置する。
- 堤防決壊地点前面の高水敷に旧流路が見られる。

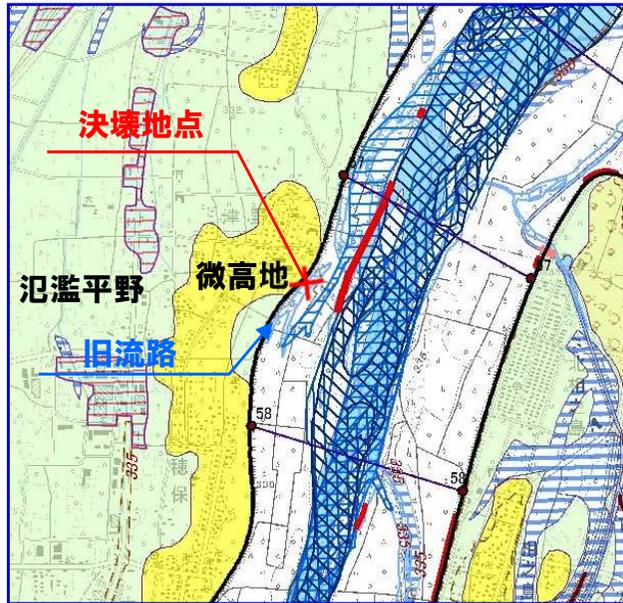


図-2 治水地形分類図【拡大】

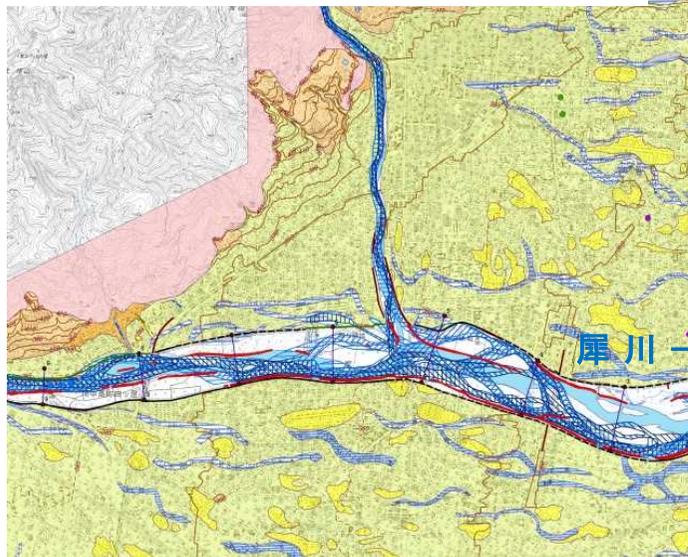
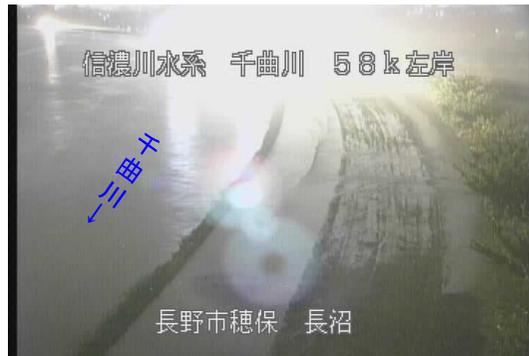


図-1 治水地形分類図 (国土地理院 H21.1)

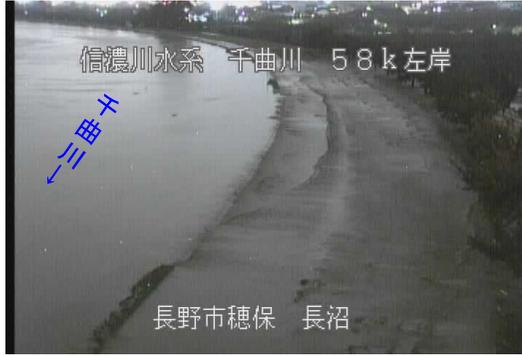
大分類	中分類	小分類	細分類	記号	
山地					
台地・段丘	段丘面	崖(段丘崖)			
		深い谷			
	山麓の堆積地形	山麓の堆積地形			
		扇状地	扇状地の一般面		
氾濫平野	氾濫平野	氾濫平野の一般面			
		扇状地	微高地		
	氾濫平野	旧河道	旧河道(明確)		
			旧河道(不明瞭)		
氾濫平野	後背湿地				
砂州・砂丘	砂州・砂丘				
人工改変地形	人工改変地形	干拓地			
		埋立地			
		切土地			
		連続盛土			
その他の地形等	天井川の区間	現河道・水面	旧流路	昭和37年	
				昭和27年	
				昭和04年	
				大正元年	
				明治26年	
	地盤高線	主曲線			
			補助曲線		
	河川管理施設等	旧堤防	旧堤防		
河川管理施設		堤防	完成堤防		
			暫定堤防		
			暫々定堤防		
護岸		河川工作物	水位観測所		
			流量観測所		
			水質観測所		
			雨量観測所		
			橋門・橋管		
	水門・閘門				
	機場				
事務所・出張所	事務所	事務所			
		出張所			
距離標					

# (3)堤防決壊地点の状況 1)堤防決壊前後の時系列変化

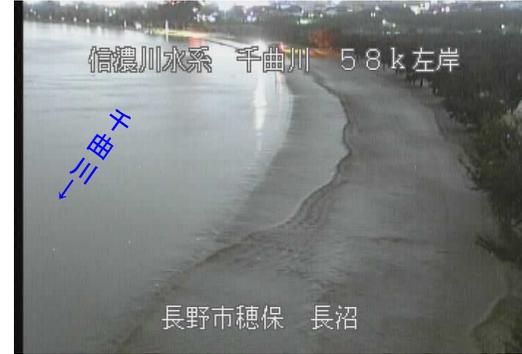
- 堤防決壊箇所に設置されたCCTVカメラにより、10月13日0:55頃越水が始まったことを職員が確認した。
- 同日の2:15以降、CCTVカメラが倒壊し監視不能となった。



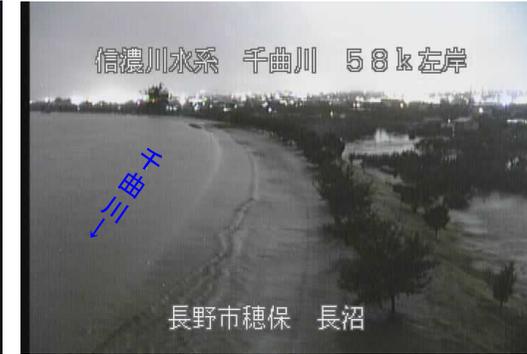
①2019.10.13 1:00 越水開始直後



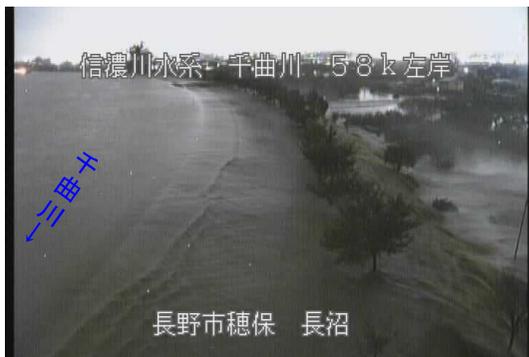
②2019.10.13 1:10



③2019.10.13 1:20



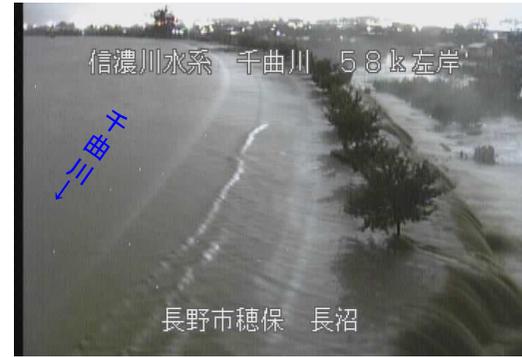
④2019.10.13 1:40



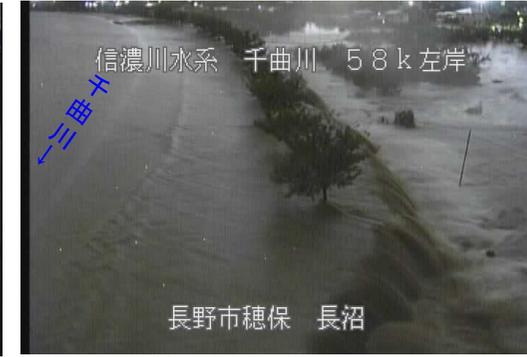
⑤2019.10.13 1:50



⑥2019.10.13 2:00



⑦2019.10.13 2:10



⑧2019.10.13 2:15



⑨カメラ倒壊



⑩2019.10.13. 13.10頃(UAV写真)

図-1 堤防決壊前後の時系列変化

# (3)堤防決壊地点の状況 2) 堤防の決壊状況

- 堤防決壊地点周辺は昭和58～59年度に治水計画上必要な高さ断面を有する堤防を整備し、平成17～19年度にかけて堤防川裏側に桜づつみ(二種側帯)を整備している。(図-3)
- 植樹した桜の根などが堤防に影響を与えないよう、堤防裏側に縁切として吸出防止材を設置している。(図-4)
- 堤防決壊地点下流の川裏側に上段部市道と下段部坂路(いずれもAs舗装)が施工されていたが、全崩壊は免れている。(図-6、7)



図-1 垂直写真(2019.10.16撮影)



図-2 決壊部上流側(2019.10.13撮影)

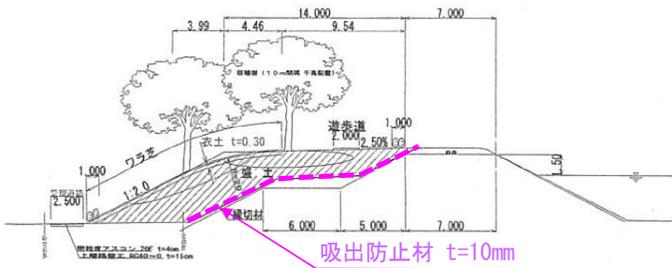


図-3 長野桜づつみ工事標準断面図



図-4 吸出防止材(縁切)設置状況(2008.3撮影)



図-5 決壊地点上流側(2019.10.21撮影)



図-6 決壊部下流側(2019.10.13撮影)



図-7 決壊地点下流側取付の市道坂路(2019.10.25撮影)

# (4) 堤防決壊地点の堤防特性

- 堤防決壊地点周辺の堤防断面形状は、桜づつみの擦り付け区間で、下流に坂路、上流に桜づつみが施工され、複雑な形状となっている。(図-1、図-2)
- 堤防決壊地点は桜づつみの吸出防止材(縁切)が設置されていた。(図-2)

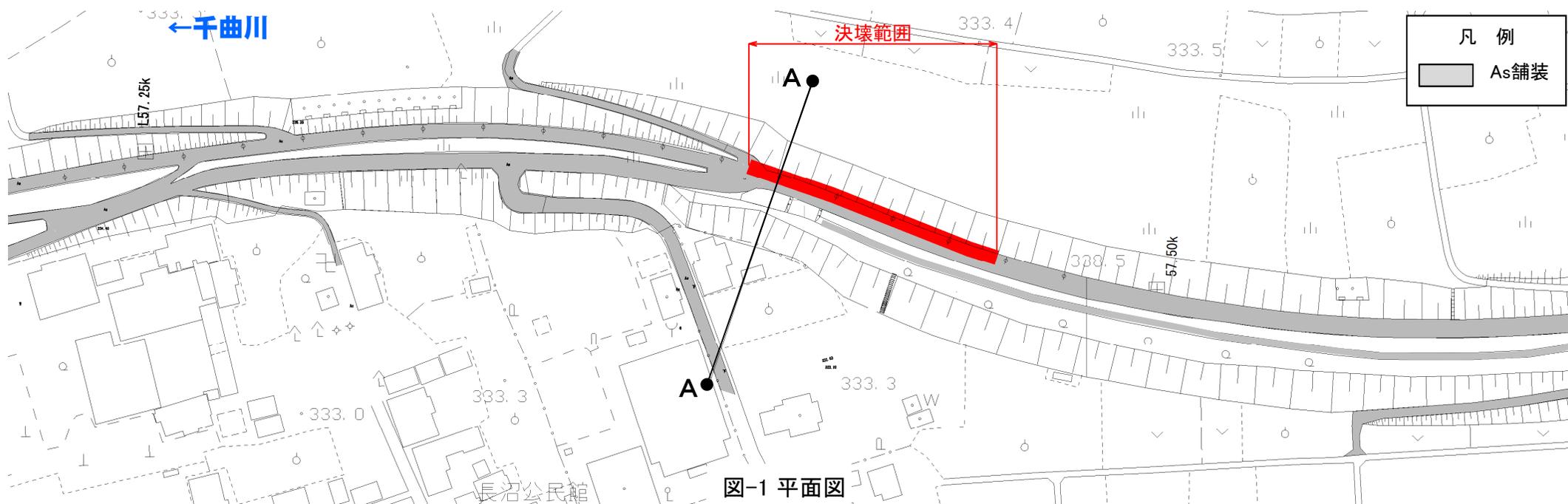


図-1 平面図

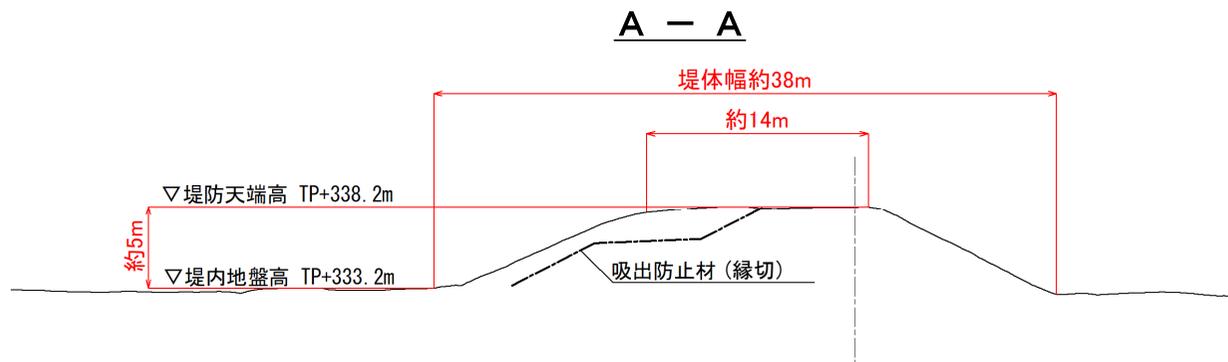


図-2 堤防横断図(A-A) H25測量

# (5)被災メカニズムの分析(越水) 1) 決壊地点の越水の状況

- 堤防決壊地点付近に設置されている危機管理型水位計の記録では、10月13日0:50頃から堤防天端に達し2時間程度で最高水位に達している。
- その後、水位観測は不能となった。

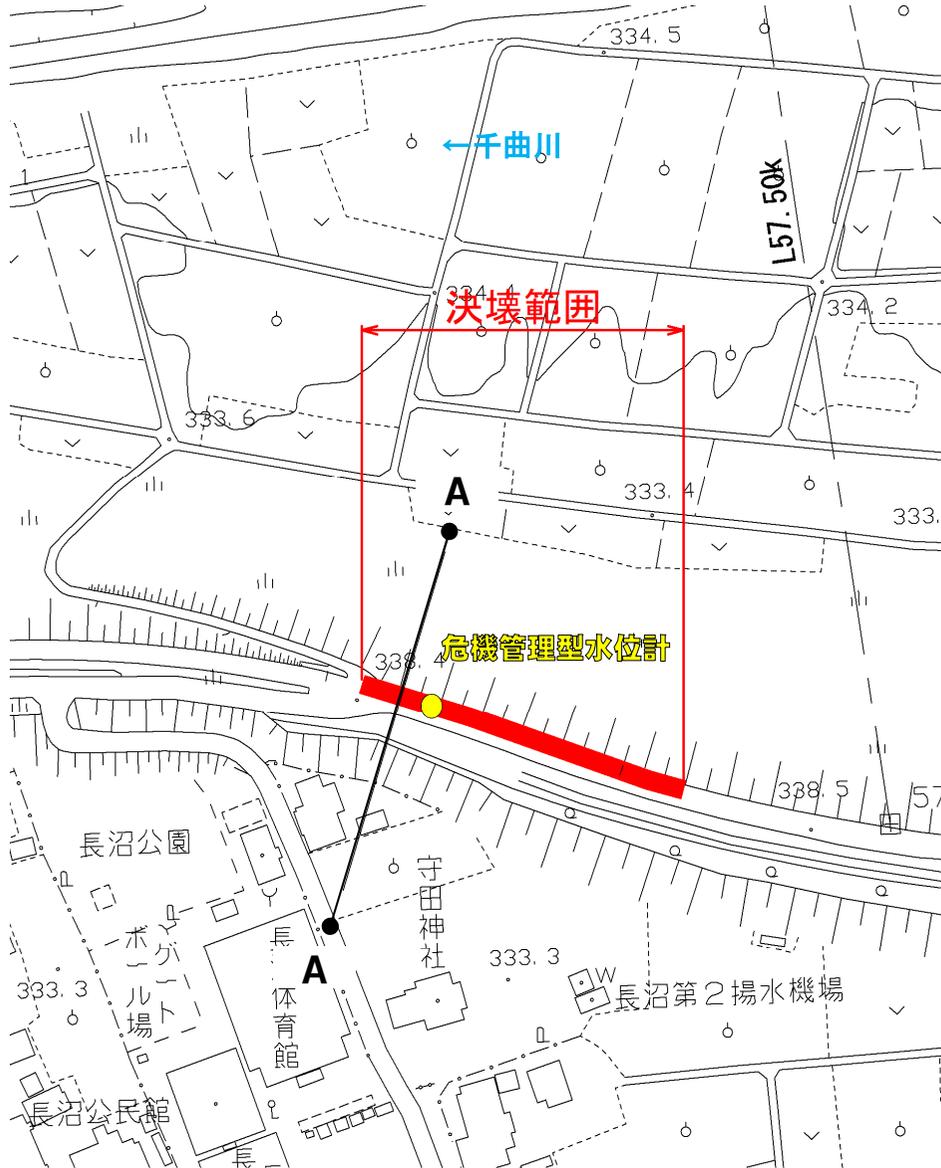


図-1 決壊範囲平面図

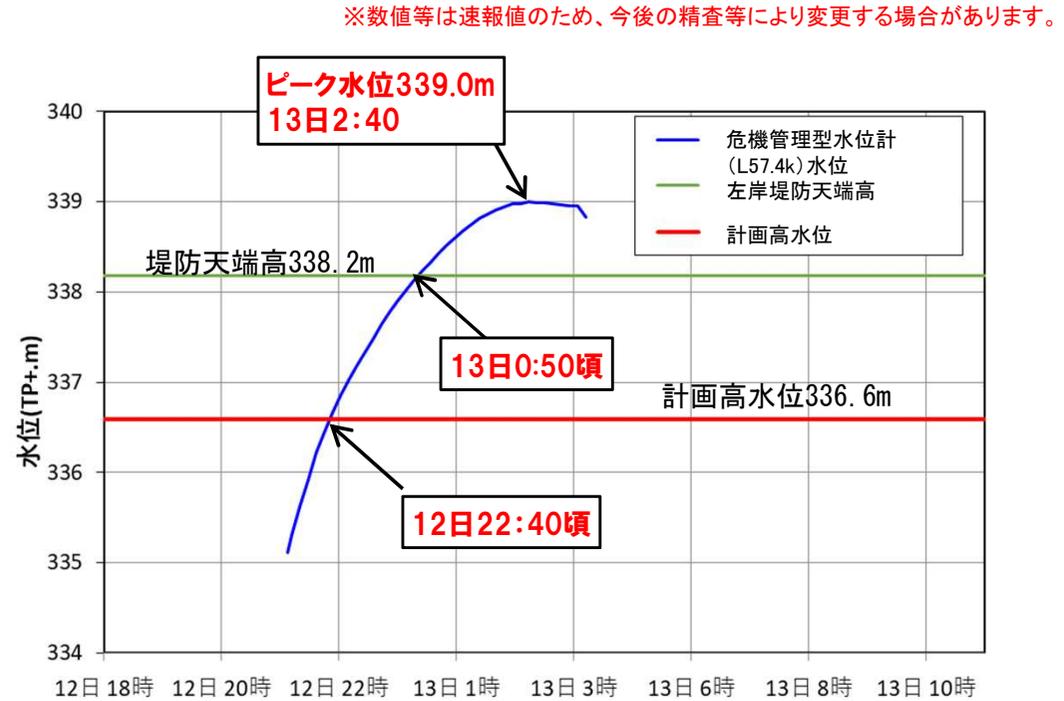


図-2 千曲川左岸57.4k危機管理型水位計

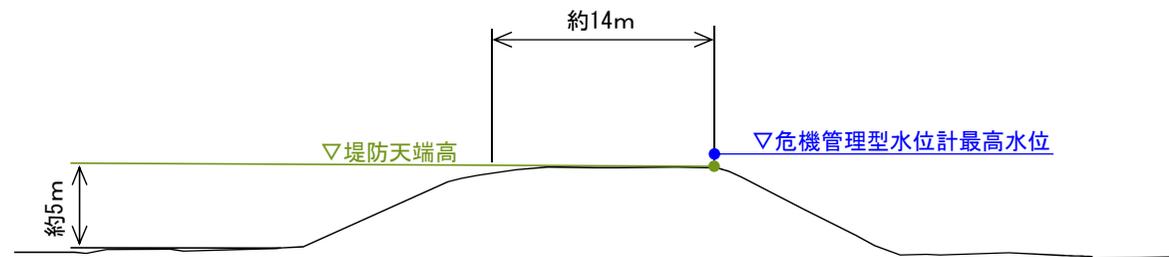


図-3 決壊箇所の越水状況(A-A断面) H25 測量

# (5)被災メカニズムの分析(越水) 2) 落堀、洗堀状況

- 決壊地点川裏側に落堀が形成されている。
- 堤防決壊後に実施した測量から、川裏法尻部で約2.4mの洗堀が発生したと推定される。

※数値等は速報値のため、今後の精査等により変更する場合があります。

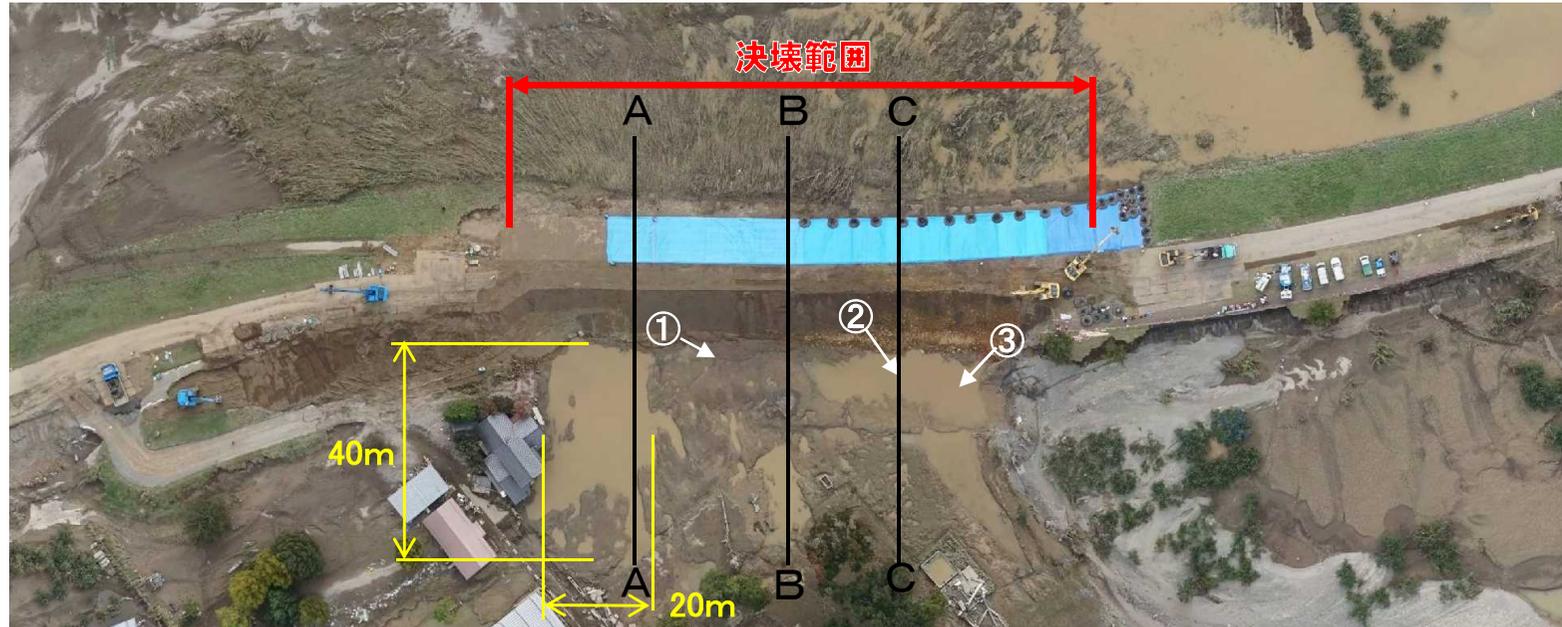


図-1 測量時空撮・仮堤防完成時 (2019. 10. 18撮影)



落堀、洗堀削の状況 撮影:10月18日(金)7:20頃

凡例  
 — : H25測量  
 — : R1. 10. 18 測量

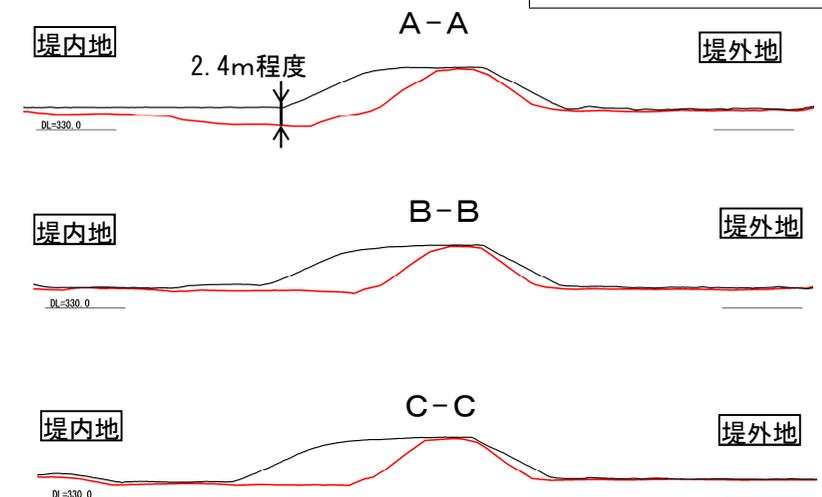


図-3 横断面重図

# (6)被災メカニズムの分析(浸透)

- 堤防決壊地点は過去に地質調査を実施しており、基礎地盤に厚い粘性土層が確認されている。(図-2、図-3)
- 2019. 10. 25に決壊範囲の上下流川表・川裏でサウンディングを行った結果、基礎地盤は既往調査同様に粘性土と確認されている。(図-4)
- 堤防決壊地点の堤防は3回に渡って盛土が行われているが、既往調査時(H17, H18)は桜づつみが未整備であったため、2019. 11. 1に桜づつみ盛土(Bs2)の試料採取・粒度試験を行った結果、砂質土に区分され、Bs1層と同等の粒度分布であった。
- また、決壊地点下流で試料採取したBc層も既往調査と同等の粒度分布であった。

図-1 地質調査位置(千曲川左岸堤防)

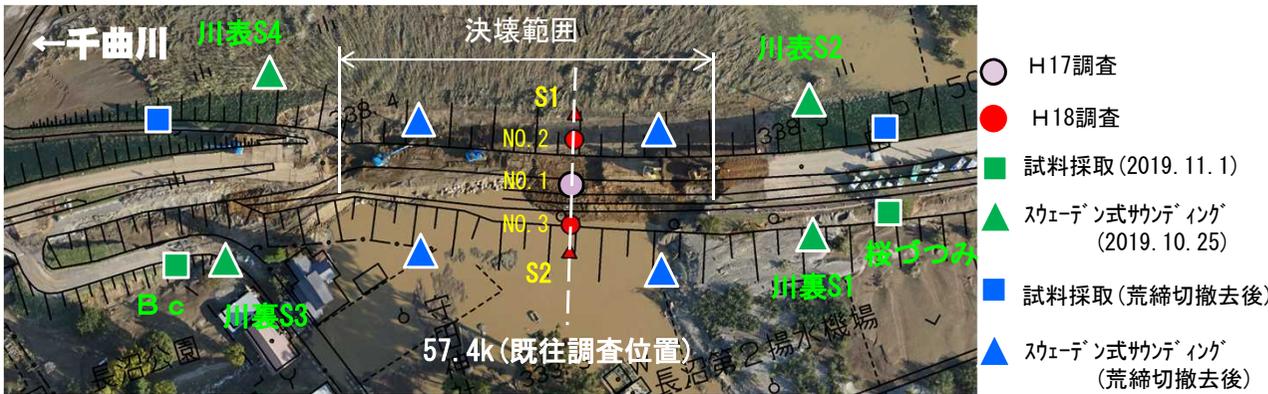


図-2 推定地質縦断図(千曲川左岸堤防)

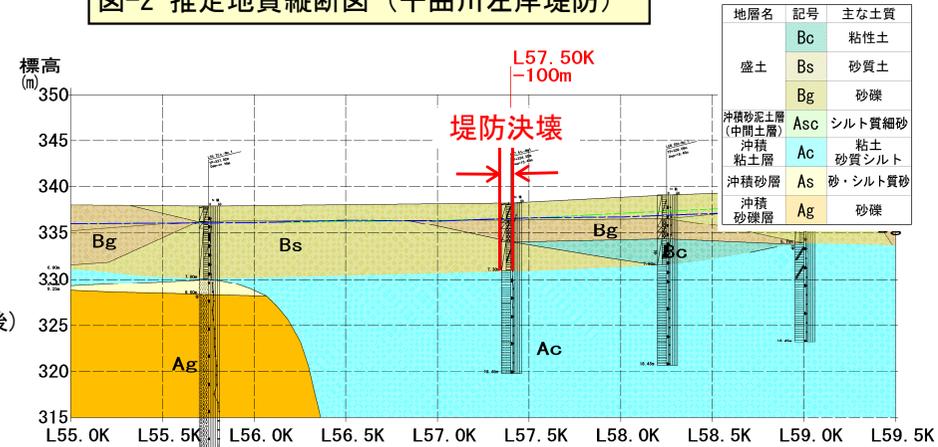


図-3 既往地層想定横断図と粒度分布

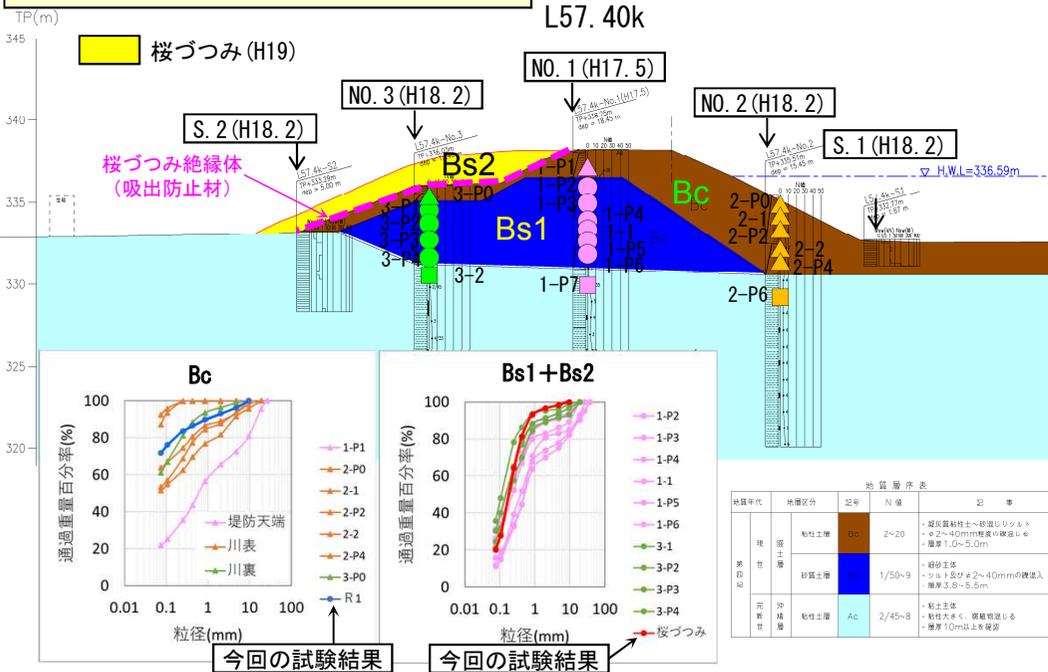
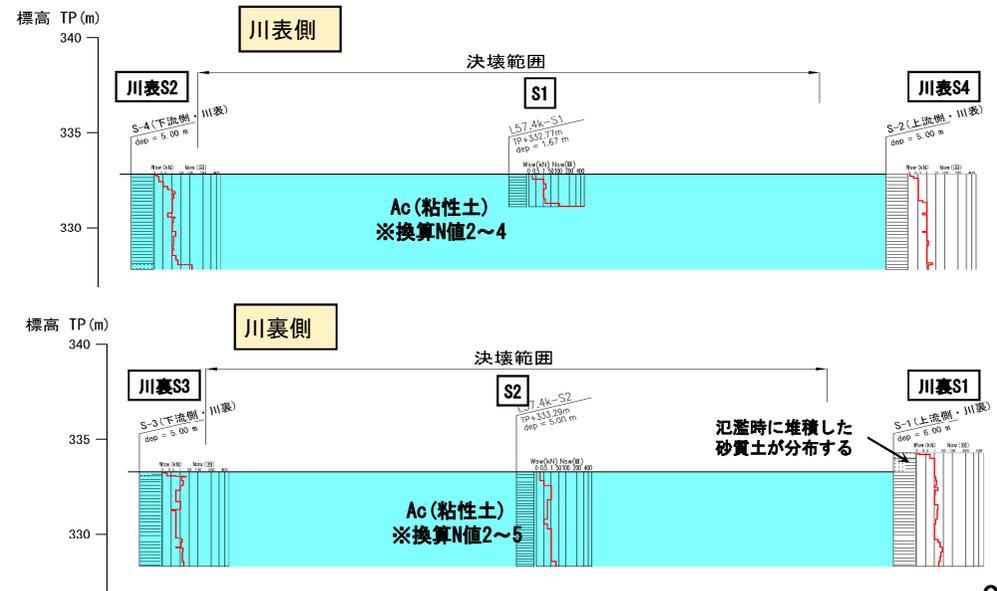


図-4 法尻部(川表・川裏)の土質構成(2019. 10. 25調査結果)



# (6)被災メカニズムの分析(浸透)

- 検討断面：決壊箇所断面に57.4kの地層構成を投影
- 土質定数：表-1のとおり設定した。桜つつみ盛土(Bs2)の土質定数は粒度試験結果、Bs1と同等であることから透水係数以外はBs1の定数とした。
- 検討外力：雨量は長野観測所、外水位は立ヶ花水位観測所の実績とし、実現象を再現するため最高水位を危機管理型水位計の観測値を設定した。
- 検討結果から、浸透に対する照査基準値を満足する結果となった。

※数値等は速報値のため、今後の精査等により変更する場合があります。

表-1 土質定数

	土質	記号	単位体積重量		透水係数		粘着力		内部摩擦角	
			$\gamma t$ (kN/m <sup>3</sup> )		k (m/s)		c (kN/m <sup>2</sup> )		$\phi$ (°)	
堤体	砂質土	Bs1	19.3	試験値	7.0.E-06	試験値	1.0	手引き	25.0	試験値
	砂質土	Bs2	19.3	Bs1踏襲	8.7.E-06	57.6kクレガ- 推定値	1.0	手引き	25.0	Bs1踏襲
	粘性土	Bc	17.7	試験値	1.0.E-08	手引き	50.0	試験値	0.0	-
基礎地盤	粘性土	Ac	17.4	試験値	1.0.E-08	手引き	45.0	試験値	0.0	-

※吸出防止材は透水係数を1.0.E-04(m/s)としている(ドレーン工設計マニュアル)

図-2 外力条件

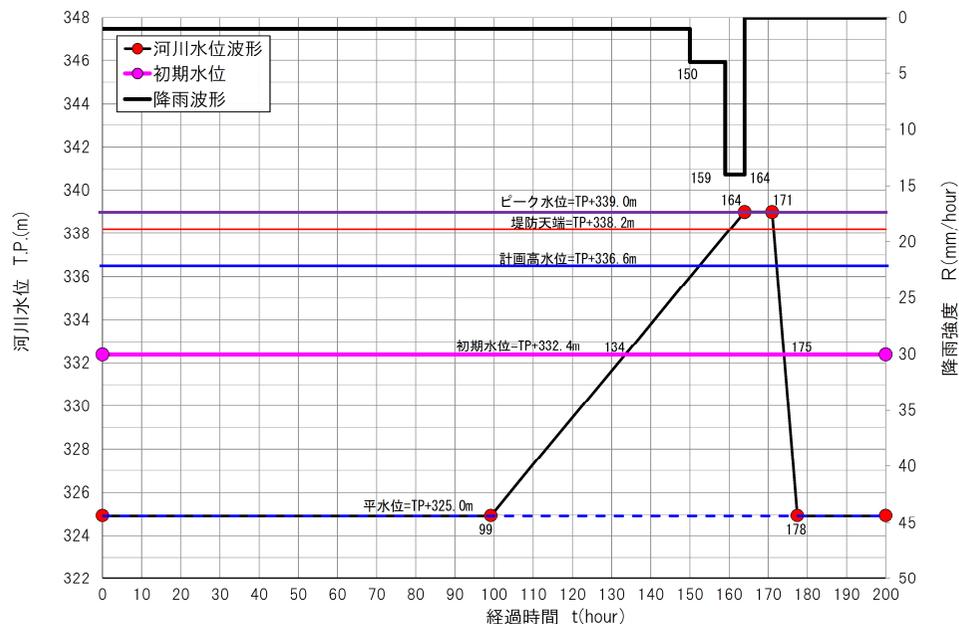


図-1 検討断面

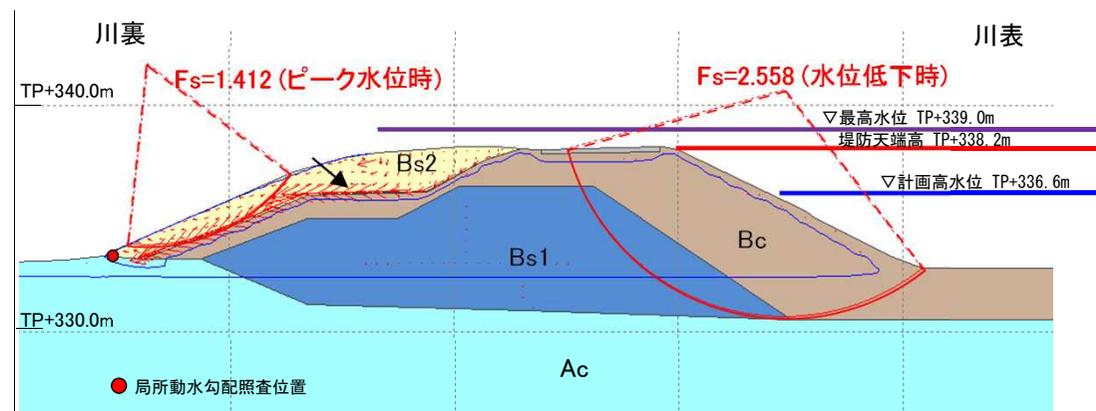


表-2 照査結果

すべり破壊		パイピング破壊		評価
川裏安全率 ( $F_s \geq 1.320$ )	川表安全率 ( $F_s \geq 1.000$ )	局所動水勾配(<0.5)		
		ih(水平)	iv(鉛直)	
1.412 (ピーク水位時)	2.558 (水位低下時)	0.458	-	<b>OK</b>

浸透に対する照査基準値を満足する

# (7)被災メカニズムの分析(侵食)

- 高水敷の植生は倒伏しているが、目立った流失はしておらず、高水敷上の洗掘等も確認できない。
- また、決壊地点の上下流とも川表法面に目立った侵食の痕跡は確認できない。



図-1 垂直写真(2019.10.16撮影)



①川表法尻状況(正面)



②川表法尻状況(坂路)



③川表法尻状況



④川表法尻状況

(2019.10.21撮影)

# (8)被災メカニズムの分析(決壊要因の可能性)

■ 堤防決壊要因の可能性は下記の通り推察される。

決壊要因の可能性		影響程度
越水による堤防決壊	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 決壊地点では越流が生じており、落堀りが確認されていることから、「越水による洗堀」が決壊の要因になったことが推察される。</li> </ul>	○
浸透による堤防決壊	パイピング破壊 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 決壊地点の基礎地盤は厚い粘性土層の分布が確認されており、パイピングが起きにくい地質構成になっている。</li> <li>● 今回出水の降雨・水位を再現した安定計算結果から、照査基準値を満足しており、被災後の現地調査からも噴砂跡等は確認されておらず、パイピングが決壊の主要因となった可能性は低いと推察される。</li> </ul>	×
	すべり破壊	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 今回出水の降雨・水位を再現した安定計算結果から、照査基準値を満足しており、浸透が決壊の主要因となった可能性は低いと推察される。</li> </ul>
侵食による堤防決壊	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 決壊地点の上下流とも川表法面に目立った侵食の痕跡は確認できないことから、侵食が決壊の主要因となった可能性は低いと推察される。</li> </ul>	×

## 4.2 堤防欠損(左岸104k付近)

# (1) 堤防欠損地点周辺における出水前後の河道状況

- 千曲川左岸104k付近堤防欠損地点周辺は、今回の出水を受け砂州の移動など河道が大きく変化した。
- 特に、滞筋は位相が左右岸で逆転するような大きな変化となり、平成年代で水衝部ではなかった箇所が現在水衝部となっている。

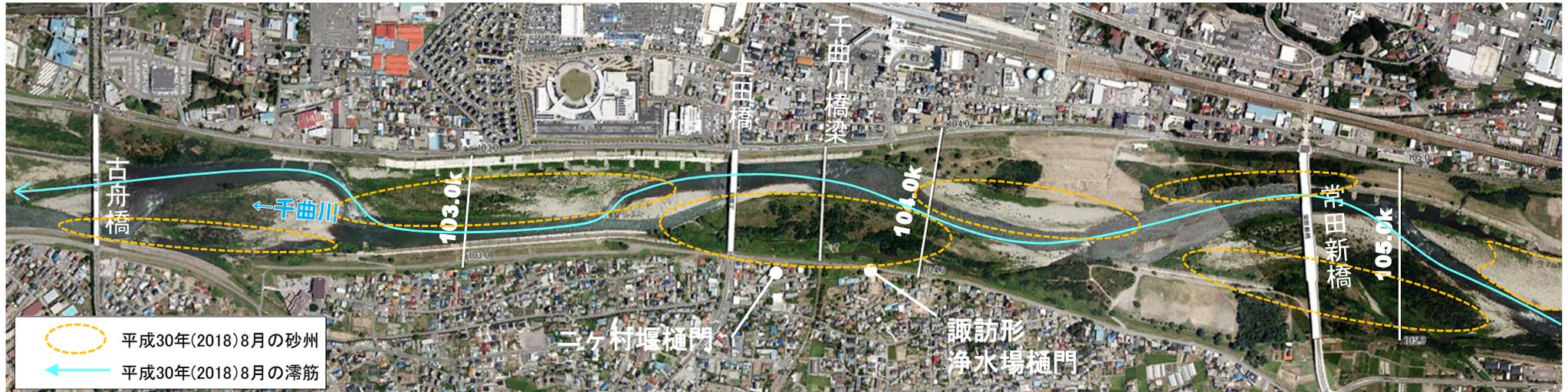


図-1 出水前(2018.8撮影)

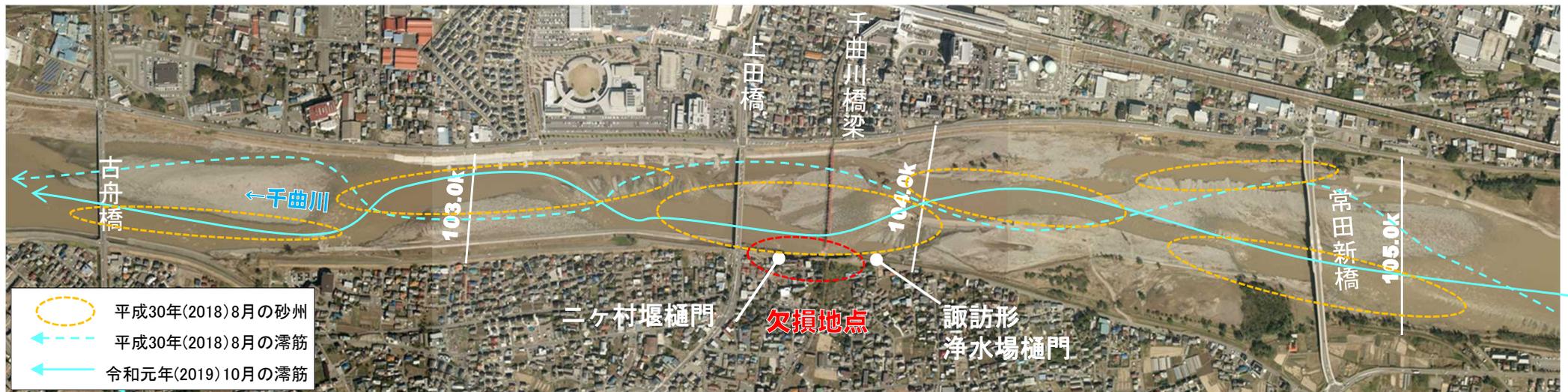


図-2 出水後(2019.10.16撮影)

# (2)河道の変遷 1)河床高の経年変化(千曲川上流部)

- 平成11年8月出水以降、近年まで大きな滞筋の変化までは見られない。(図-1)
- 欠損箇所周辺は、平成11年8月出水以前から左岸側に砂州が堆積しており、104kの横断重ね図からも背の高い砂州が左岸側に固定化している。(図-2、図-3)

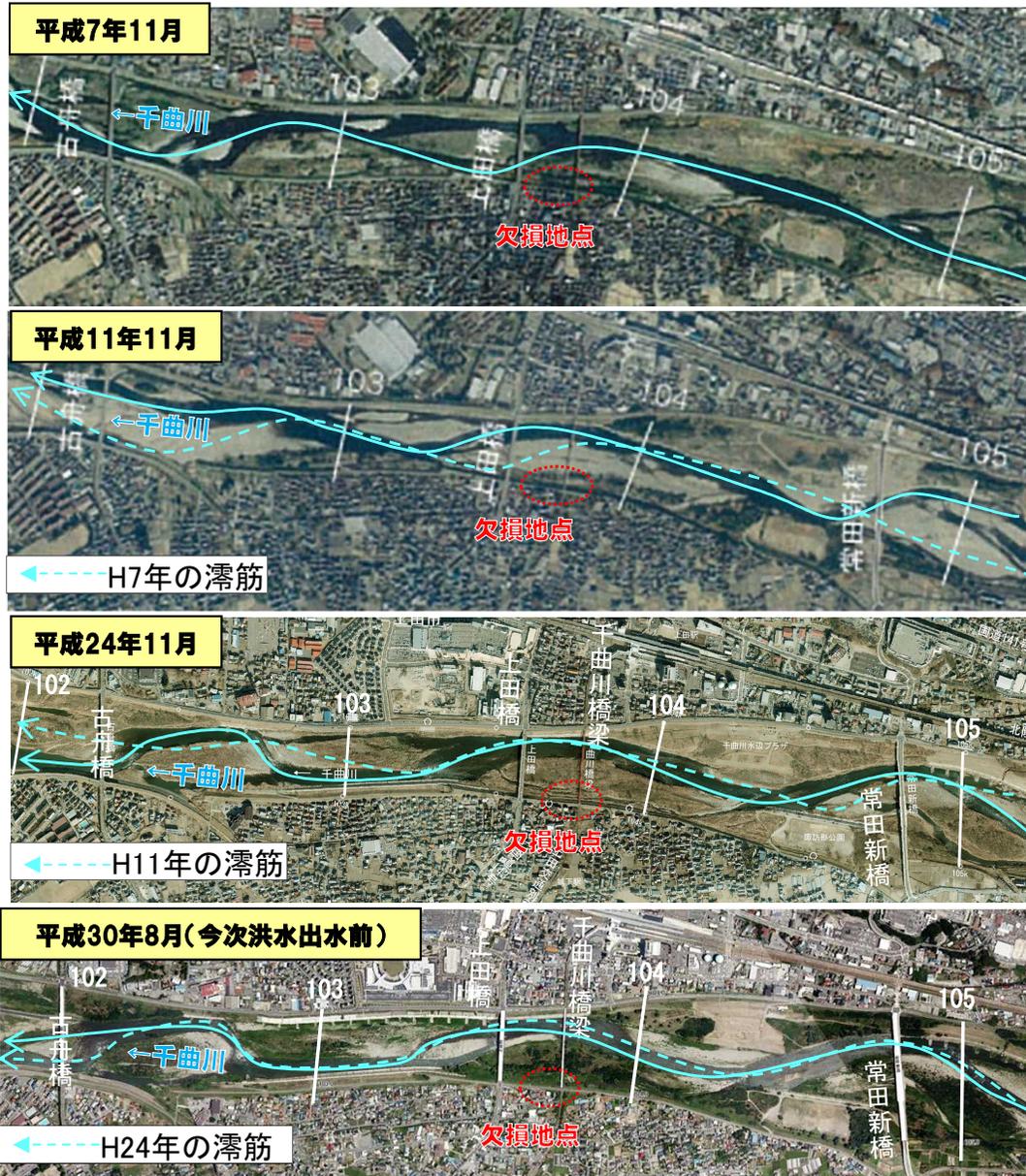


図-1 千曲川河道変遷

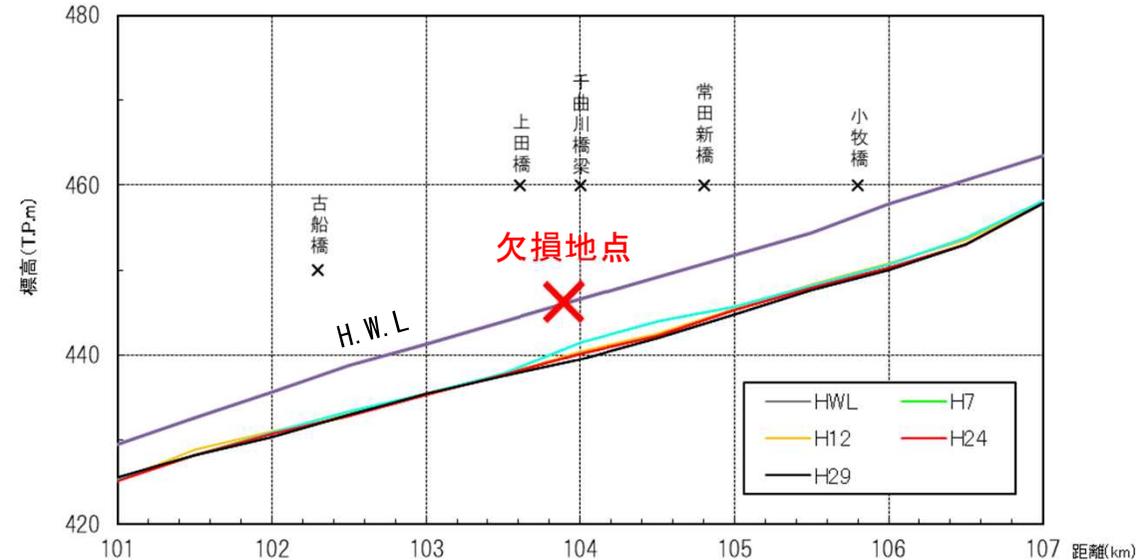


図-2 千曲川縦断図(平均河床)

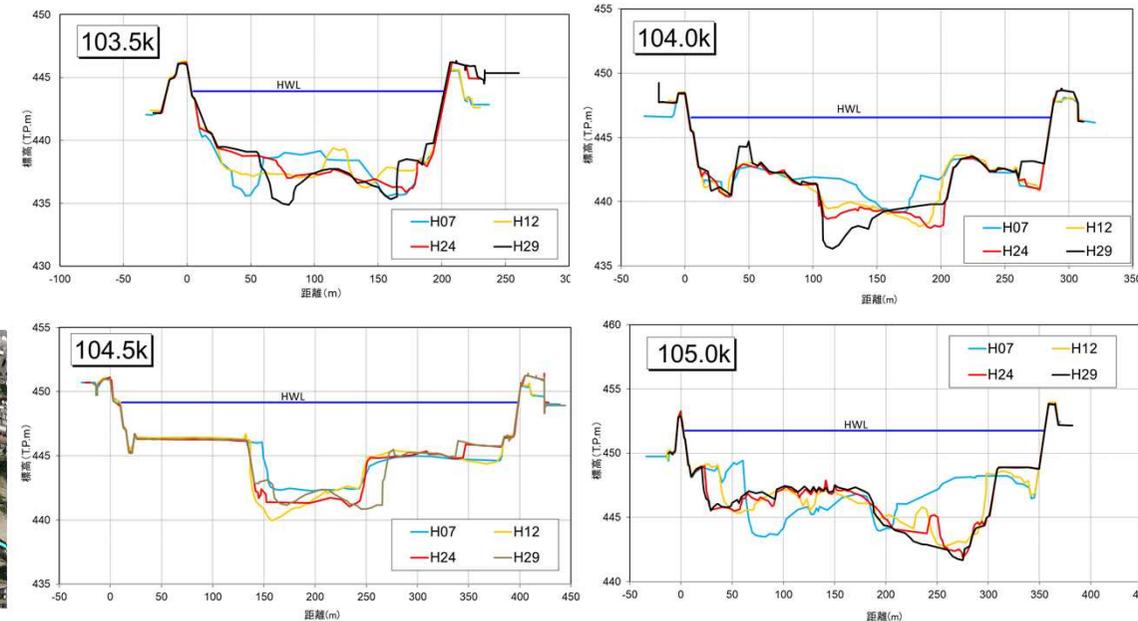
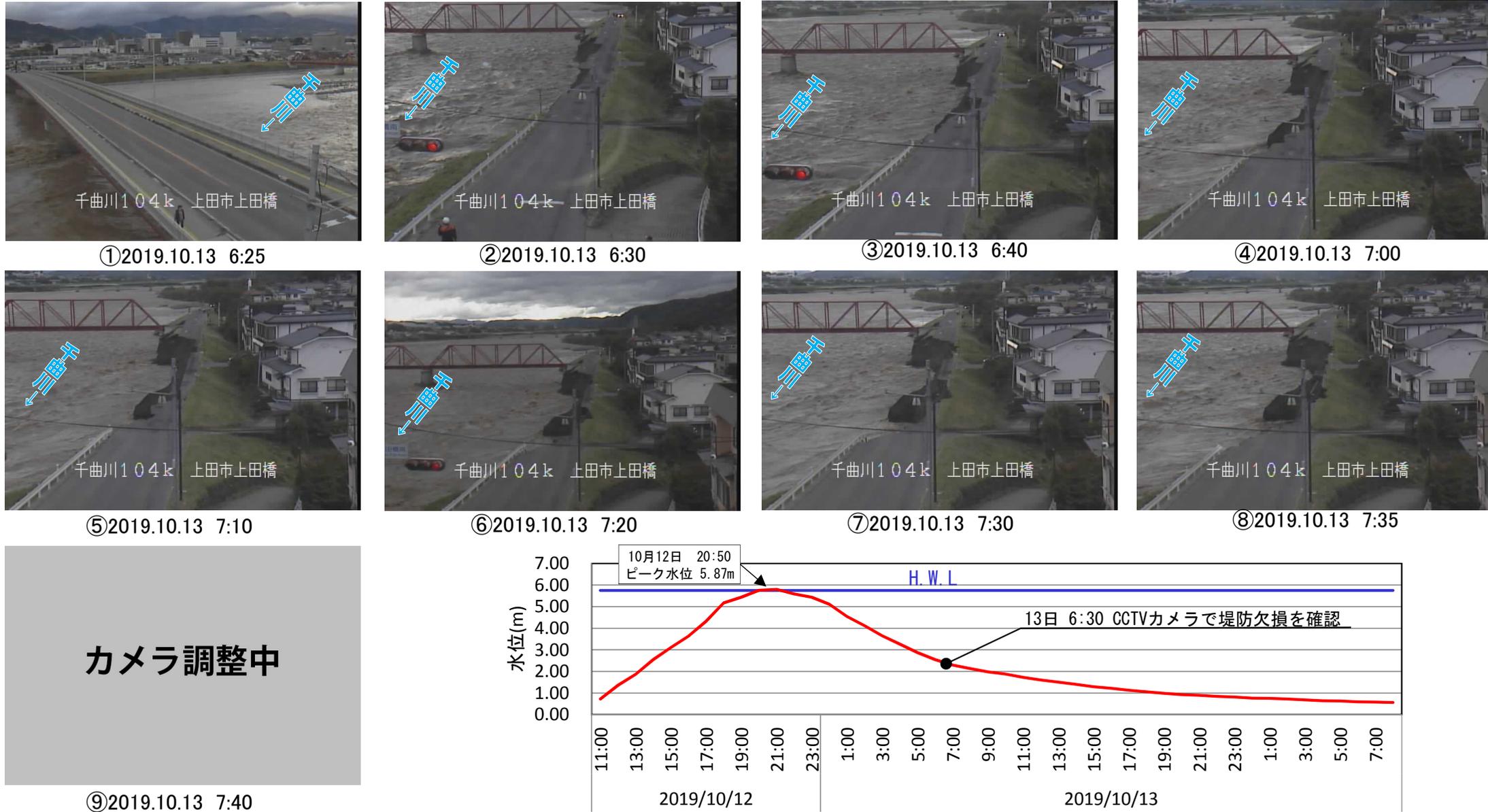


図-3 千曲川横断重ね図

# (3)堤防欠損地点の状況 1)堤防欠損前後の時系列変化

- 堤防欠損は10月13日6時30分にCCTVカメラで確認したが、欠損が発生した時間は不明である。
- 堤防欠損を確認した10月13日6:30から30分程度の経過で欠損幅が約2倍に広がっている。(図-1)
- 当該箇所約4km上流にある生田水位観測所の最高水位は12日20時50分で、堤防欠損を確認(13日6時30分)した時間は洪水の減水期であった。(図-2)

※数値等は速報値のため、今後の精査等により変更する場合があります。



カメラ調整中

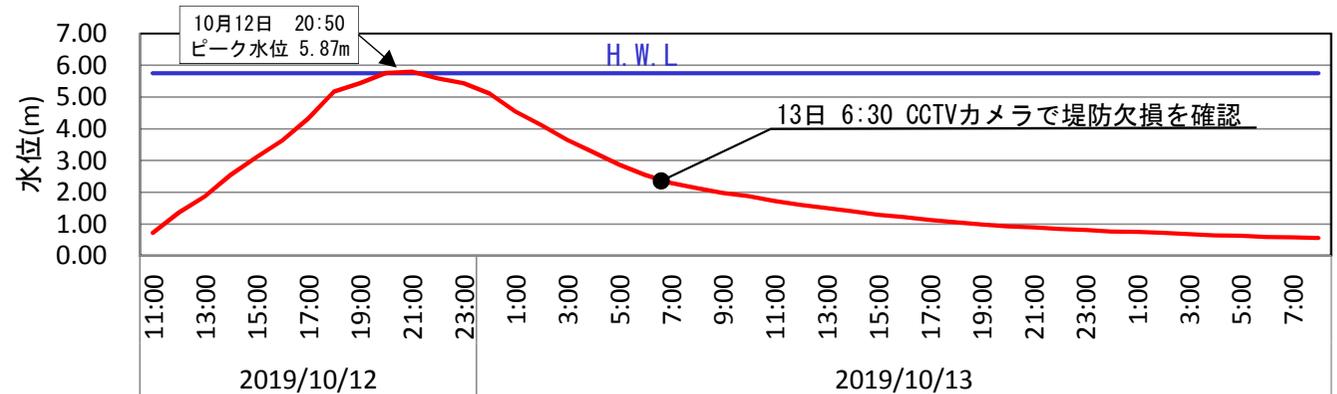


図-1 堤防欠損の時系列変化

図-2 生田観測所水位ハイドロと堤防欠損確認時間

# (3)堤防欠損地点の状況 2)堤防欠損地点の河道特性

- 今回出水の直前で規模が大きい平成11年8月出水(生田観測所での最高水位4.86m、流量3,620m<sup>3</sup>/s)による河床変動状況を確認する。
- 図-3から、上田橋下流側から滯筋の変化がみられるが、特に古船橋付近では左岸側にあった滯筋が出水後右岸側へ移動している。(図-3)
- 今回の台風第19号出水は平成11年8月出水規模を大きく上回っていることから、より大きな河床変動が発生したと推察される。

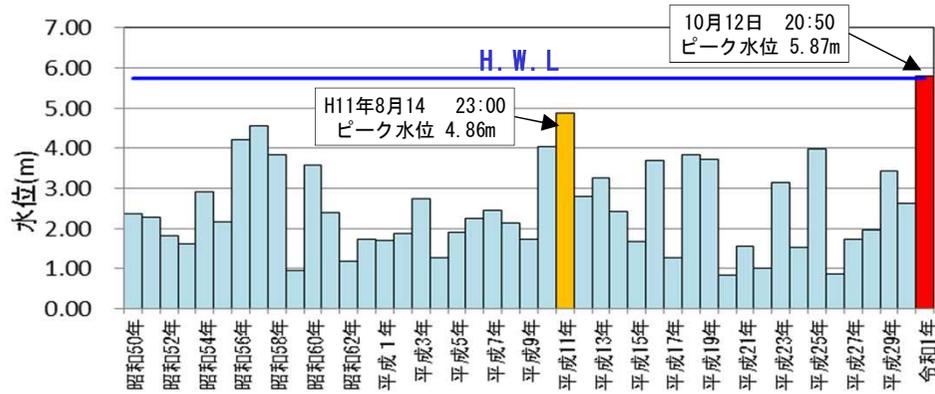


図-1 千曲川(生田水位観測所)の年最高水位比較図

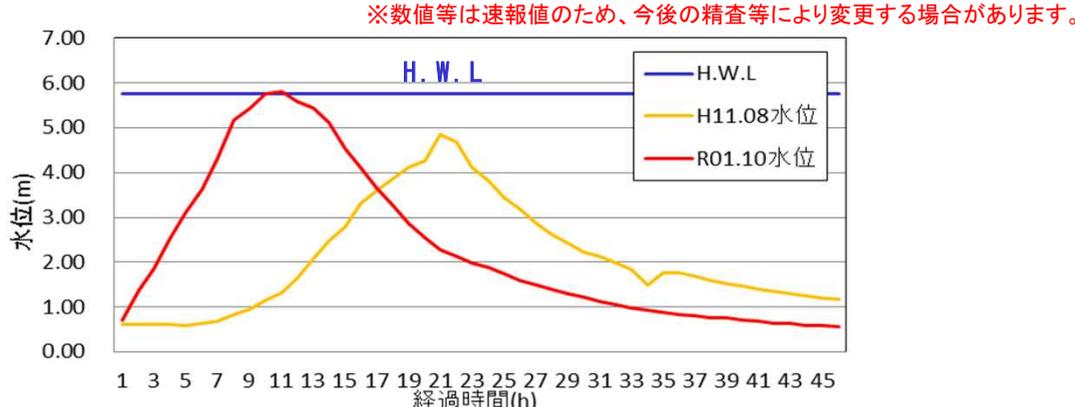
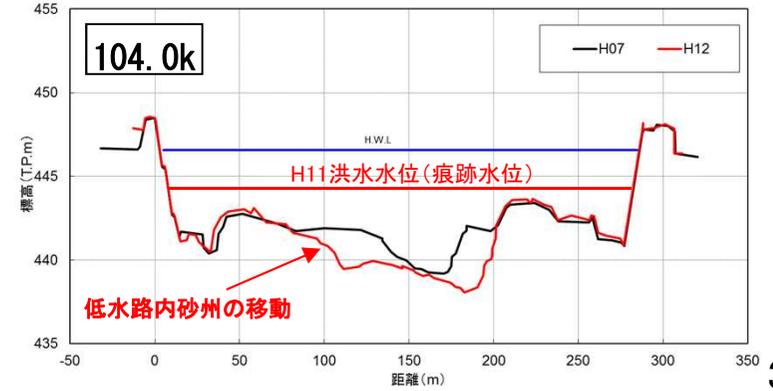
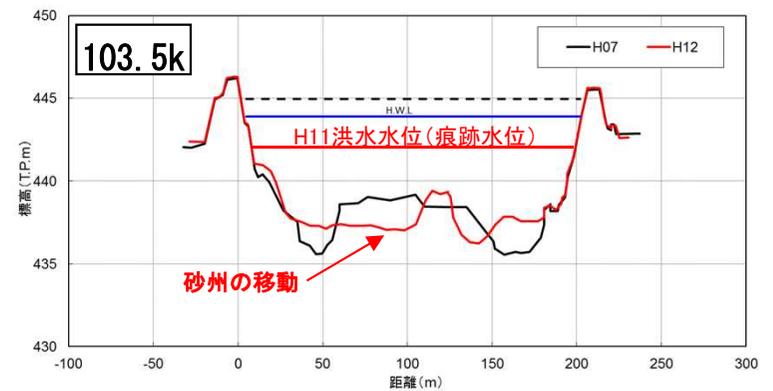


図-2 H11年8月とR1年10月出水ハイドロ比較図(生田観測所)



図-3 平成11年8月出水前後の滯筋変化



# (4)被災メカニズムの分析(越水)

■ 堤防欠損地点は、洪水痕跡から越水は生じていない。

※数値等は速報値のため、今後の精査等により変更する場合があります。

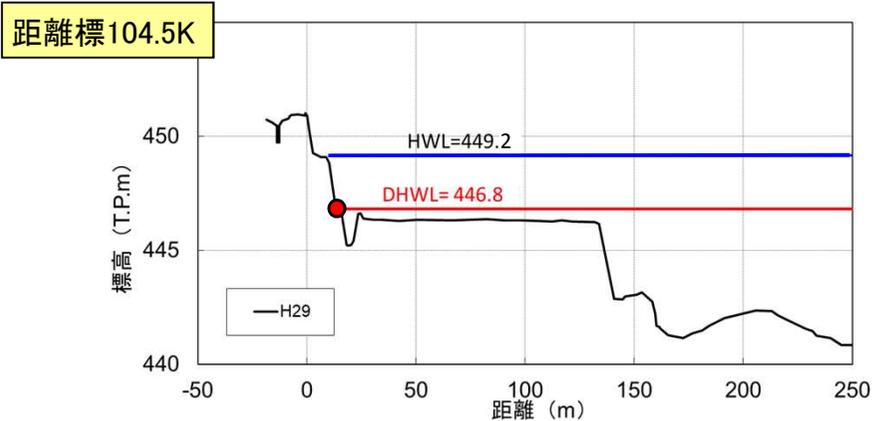
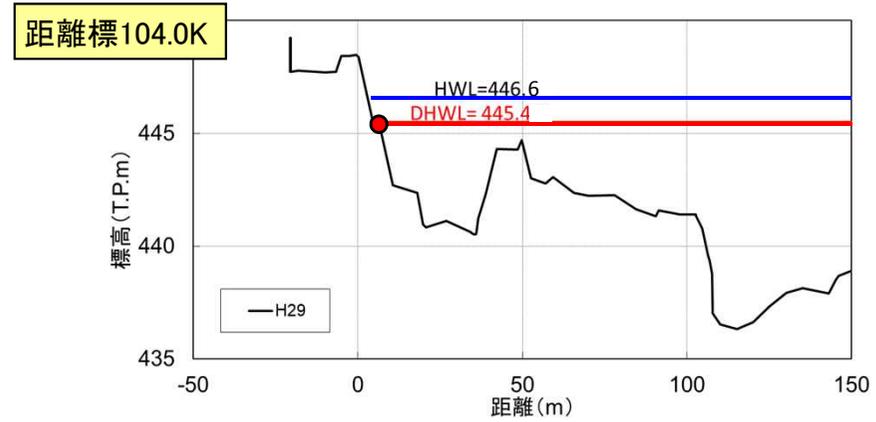
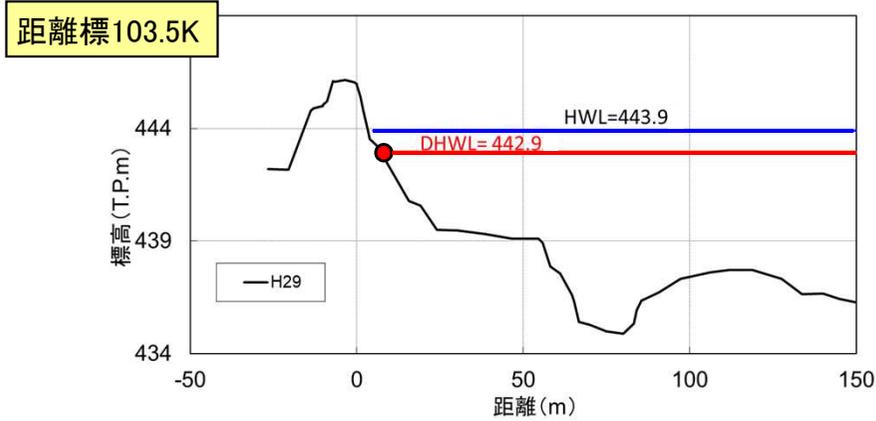


図-1 台風第19号出水・洪水痕跡水位(H29測量断面図)

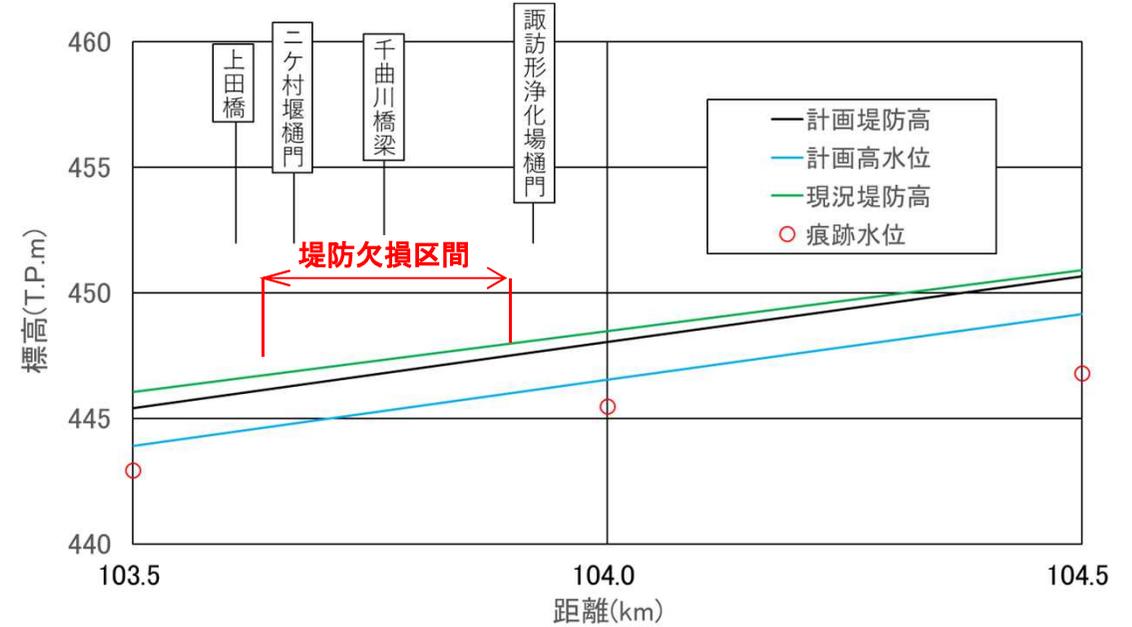


図-2 左岸側痕跡水位縦断面図

# (5)被災メカニズムの分析(浸透)

- 検討断面：現地で欠損面の土質及び基礎部露岩状況を確認(図-4)し、既往調査で把握されている土質と同様と判断し断面設定を行った。
- 土質定数：堤体は築堤履歴が同等の103.25kの土質定数を、基礎地盤は岩の分布が把握されている106.5kの土質定数を使用した。(表-1)
- 検討外力：雨量、外水位は生田観測所の実績とし、実現象を再現するため最高水位は104.0kの痕跡水位として設定した。
- 検討結果から、浸透に対する照査基準値を満足する結果となった。

表-1 土質定数

	土質	記号	単位体積重量		透水係数		粘着力		内部摩擦角	
			$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )		k (m/s)		c (kN/m <sup>2</sup> )		$\phi$ (°)	
堤体	砂質土	Bs	19.2	試験値	3.5 E-06	推定値	1.0	手引き	34.8	試験値
	礫質土	Bg	20.3	試験値	1.2 E-04	試験値等	1.0	手引き	38.3	試験値
基礎地盤	礫質土	Ag	21.0	一般値	5.6 E-04	試験値等	0.0	手引き	40.5	推定値
	岩	M	20.0	一般値	1.0 E-08	手引き	65.5	推定値	39.2	推定値

図-2 外力条件

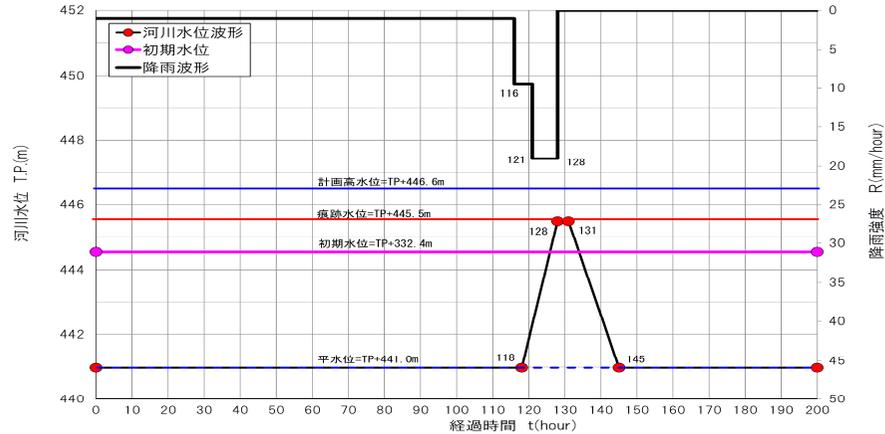
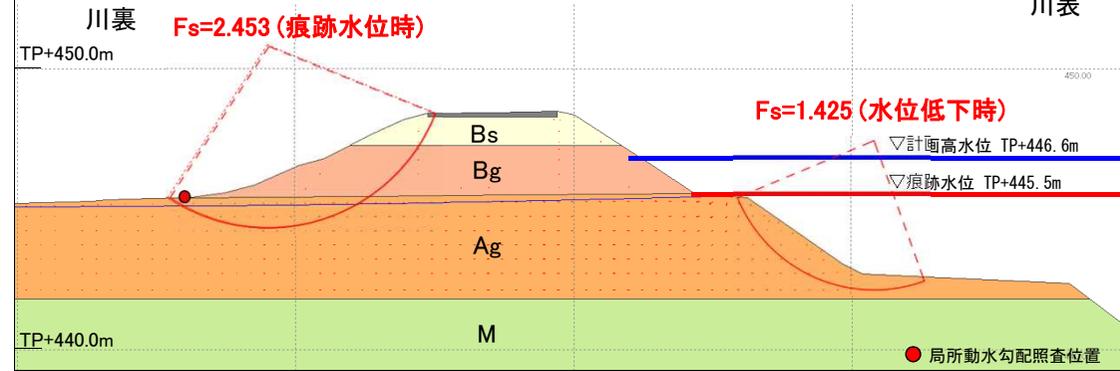


図-1 検討断面



※数値等は速報値のため、今後の精査等により変更する場合があります。

表-2 照査結果

すべり破壊		パイピング破壊		評価
川裏安全率 ( $F_s \geq 1.452$ )	川表安全率 ( $F_s \geq 1.000$ )	局所動水勾配(<0.5)		
		ih(水平)	iv(鉛直)	
2.453 (痕跡水位時)	1.425 (水位低下時)	- ※浸潤線が照査位置 まで上がらない	- ※浸潤線が照査位置 まで上がらない	OK

浸透に対する照査基準値を満足する

図-3 地層想定縦断面図

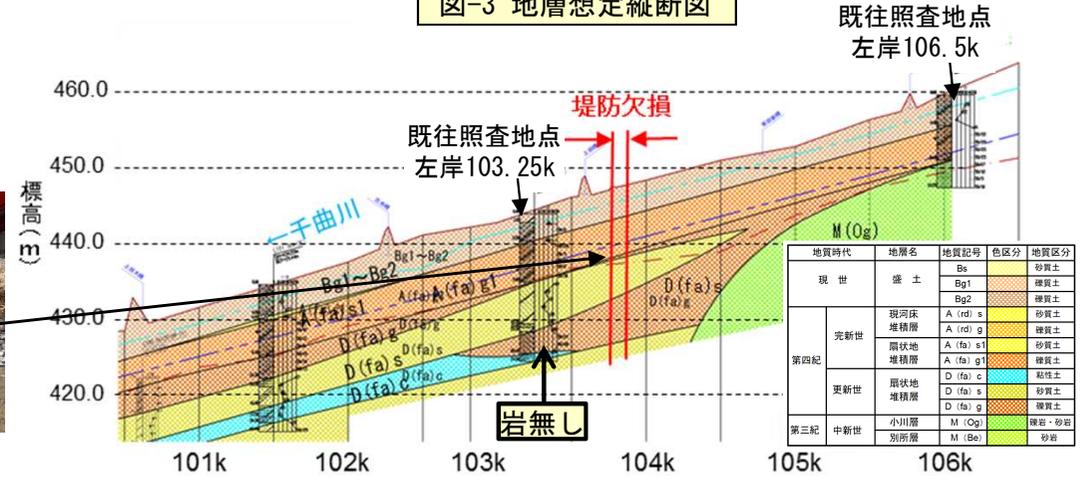


図-4 堤防欠損面及び基礎付近の土質

# (6)被災メカニズムの分析(侵食)

- 堤防欠損範囲は第一期改修時(T7.11~S17.3年)に、樋門や橋梁の一部区間を除いて空石張護岸と木工沈床が施工されている。(図-1)
- 第一期改修時に施工されている堤防欠損箇所上流側の堤防・空石張護岸は、出水後も損傷していない。

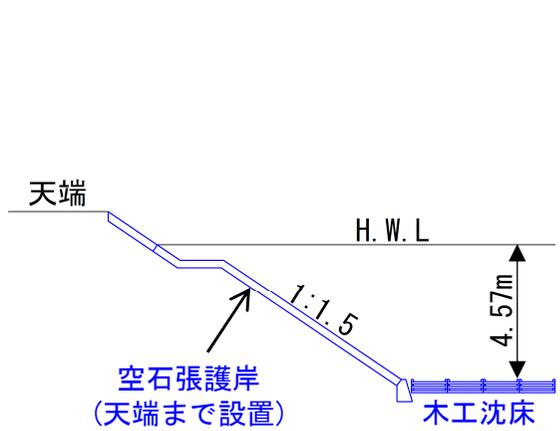


図-1 第一期改修時の護岸構造

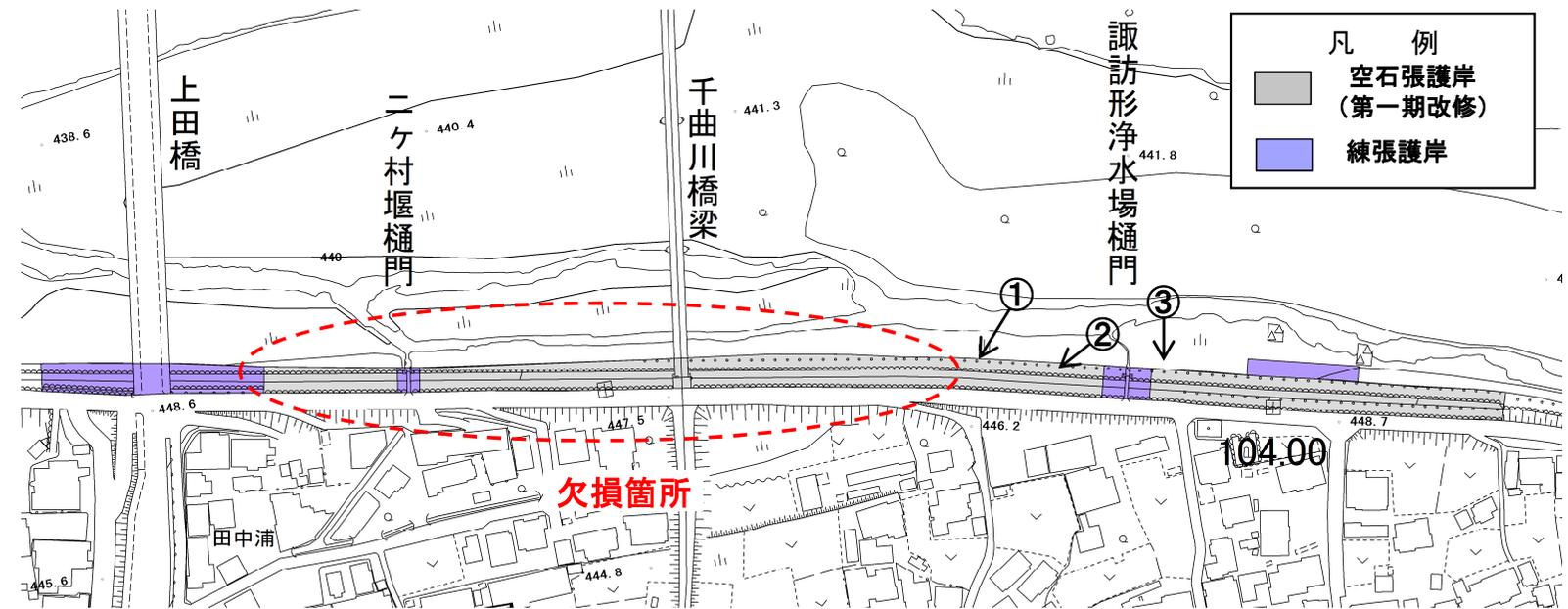


図-2 堤防欠損箇所周辺護岸の状況確認位置図



①木工沈床が流失



②空石張護岸 (諏訪形浄化樋管下流側)



③空石張護岸 (諏訪形浄化樋管上流側)

図-3 欠損箇所上流の洪水後の護岸状況(2019.10.21撮影)

# (6)被災メカニズムの分析(侵食)

- 堤防欠損地点の護岸基礎高は、ニヶ村堰樋門図面や現地で確認した木工沈床の高さから堤防欠損範囲の護岸基礎高を推定し、千曲川橋梁左岸橋台、ニヶ村堰樋門等の基礎高を経年最深河床高縦断面図にプロットした。(図-5)
- 堤防欠損地点周辺護岸及び各施設基礎高は、昭和39年測量以降の最深河床(対岸側)より高い位置に設置されている。(左岸側は砂州により河床が高い)
- 今回の出水前まで左岸側は砂州が発達していたが、今回出水により砂州が侵食し、千曲川橋梁部の左岸側で7m程度の洗掘が生じている。(図-3)
- また、既設護岸基礎高(推定高)から5m程度の洗掘が生じている。(図-4)



図-1 出水前(2018.8撮影)



図-2 出水後(2019.10.16撮影)

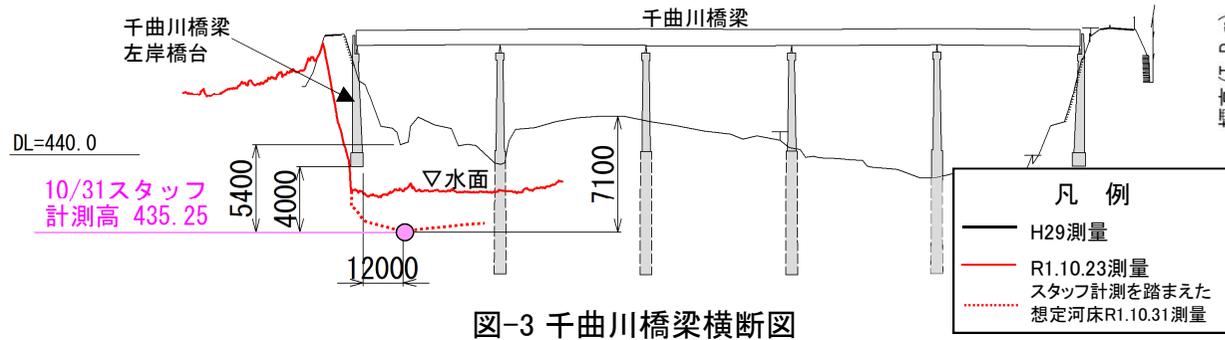


図-3 千曲川橋梁横断面図

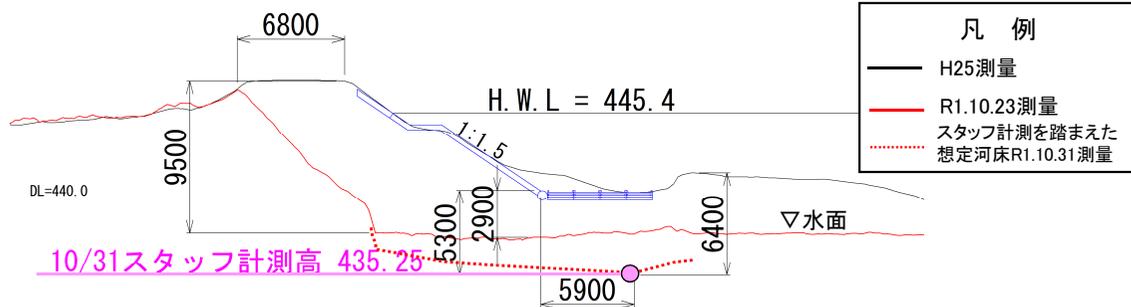


図-4 ①断面横断面図

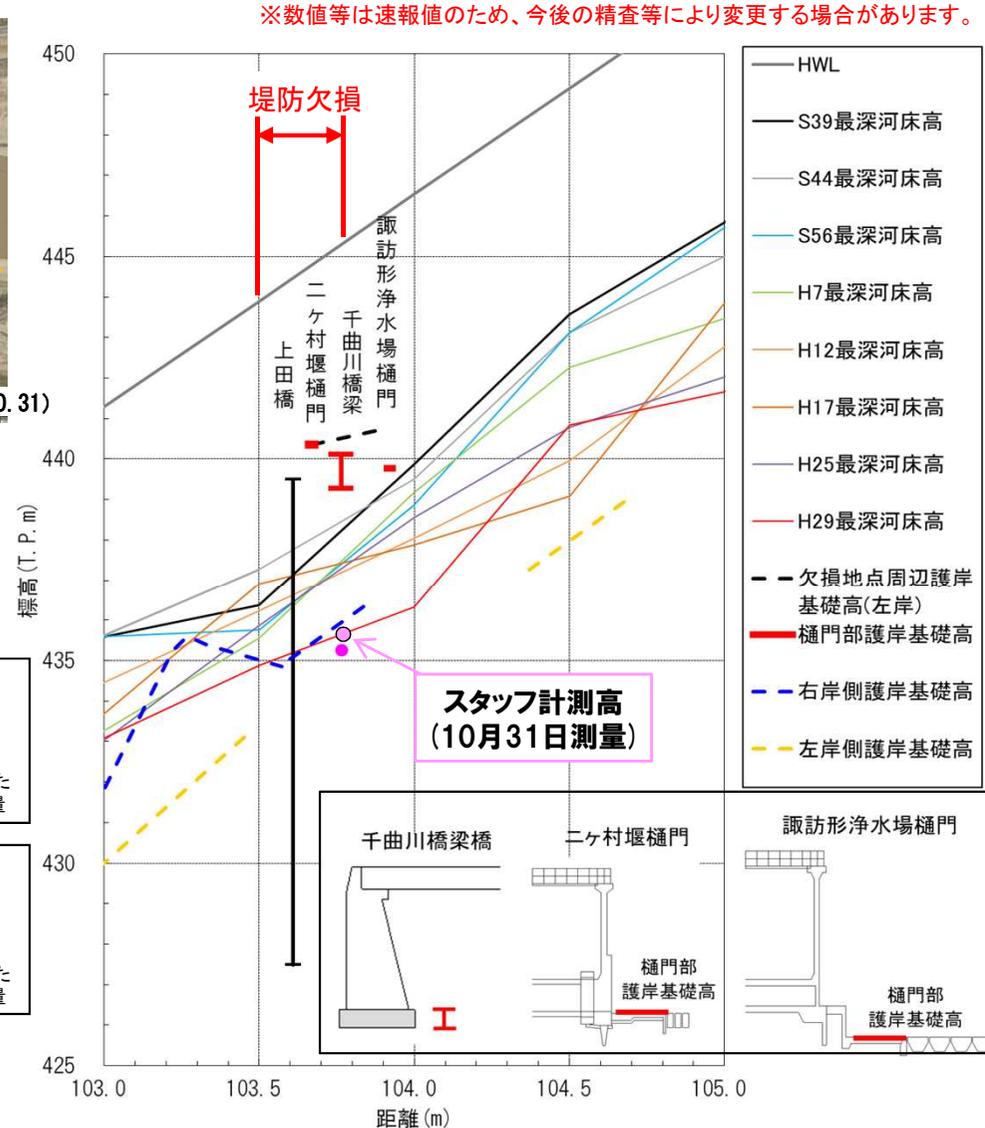


図-5 最深河床高と護岸基礎の関係

※数値等は速報値のため、今後の精査等により変更する場合があります。

# (7)被災メカニズムの分析(構造物の影響)

## ニヶ村堰樋門

- 千曲川左岸103.5k+170mに設置されているニヶ村堰樋門(取水)は、今般の出水により施設が被災し流失した。
- 被災前の平成29年11月と同30年11月に行った施設点検では、施設本体や取付護岸の維持状況、周辺堤防の異常などは認められていない。(図-1)

## 諏訪形浄水場樋門

- 千曲川左岸103.5k+420mに設置されている諏訪形浄水場樋門(排水)は、現在のところ今般の出水による被災は認められていない。
- 出水前の平成29年5月と同30年5月に行った施設点検では、施設本体や取付護岸の維持状況、周辺堤防の異常などは認められていない。(図-2)

### <樋門による堤防欠損への影響>

- 両樋門とも堤防法線の直角方向に設置され、条件護岸も施工されている。一般的な樋門構造で堤防欠損を助長するような構造物ではない。

ニヶ村堰樋門の状況

①河川法78条1項に基づく立入検査  
平成29年11月実施



②施設管理者の自主点検  
平成30年11月実施



③被災後の残された管渠(呑口側)  
(2019. 10. 16撮影)



図-1 ニヶ村堰樋門の状況(点検時と台風第19号出水後)

諏訪形浄水場樋門の状況

④河川法78条1項に基づく立入検査  
平成30年5月実施



⑤台風第19号出水後の施設  
(2019. 10. 21撮影)



図-2 諏訪形浄水場樋門の状況(点検時と台風第19号出水後)

# (7)被災メカニズムの分析(構造物の影響)

## 上田電鉄別所線 千曲川橋梁

- 千曲川左岸103.5k+220mに設置されている上田電鉄別所線千曲川橋梁は、今般の出水で被災を受けた。
- 被災前の平成29年5月と同30年5月に施設管理者が行った点検では、橋梁施設や取付護岸の維持状況、周辺堤防の異常などは認められていない。(図-1)

### <橋梁による堤防欠損への影響>

- 千曲川橋梁は洪水時の流向に対して直角に、橋脚方向は洪水時の流水方向と平行に設置され、橋脚形状は小判型(細い楕円形)であり、堤防欠損を助長するような構造物ではない。



①施設管理者による自主点検 平成30年5月実施



②施設管理者による自主点検 平成29年5月実施

図-1 上田電鉄別所線 千曲川橋梁の状況(点検時)

# (8)被災メカニズムの分析 (欠損要因の可能性)

■ 堤防欠損要因の可能性は下記の通り推察される。

欠損要因の可能性		影響程度
越水による堤防欠損	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 堤防欠損区間では、痕跡水位からも越流が生じていないことが判明していることから、越水による被害ではない。</li> </ul>	×
浸透による堤防欠損	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 今次出水における当該区間は計画高水位以下で流下しており、照査結果からすべり破壊・パイピングともに、照査基準値を満足していることから、浸透が堤防欠損の主要因となった可能性は低いと推察される。</li> </ul>	×
侵食による堤防欠損	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 今次出水により左岸側砂州が侵食し、既設護岸基礎高(推定高)か約5m程度の洗掘が生じていることから、侵食が堤防欠損の主要因となったことが推察される。</li> </ul>	○
構造物の影響による堤防欠損	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ニヶ村堰樋門と諏訪形浄水場樋門は、これまでの検査において異常が認められておらず、設置方向も堤防法線に直角で、一般的な構造であり、堤防欠損を助長するような構造物ではない。</li> <li>● 千曲川橋梁は洪水時の流向に対して直角で、橋脚方向は洪水時の流水方向と平行に設置され、橋脚形状は小判型(細い楕円形)であり、堤防欠損を助長するような構造物ではない。</li> <li>● このことから、構造物が堤防欠損の主要因となった可能性は低いと推察される。</li> </ul>	×