

第3回 那珂川・久慈川堤防調査委員会

関東地方整備局

令和元年12月2日（月）

I. 堤防決壊と被災メカニズムの分析

【那珂川】

1. 被災メカニズムの分析

1. 1. 那珂川右岸28.6k

1. 2. 那珂川左岸40.0K

1. 3. 那珂川右岸41.2K

2. 決壊原因の特定

【久慈川】

1. 被災メカニズムの分析

1. 1. 久慈川左岸25.5K

1. 2. 久慈川左岸27.0K

1. 3. 久慈川右岸25.5K

2. 決壊原因の特定

【権限代行区間】

1. 被災メカニズムの分析

1. 1. 久慈川左岸34.0k（県管理）

1. 2. 浅川右岸0.6K（県管理）

1. 3. 浅川右岸1.5K（県管理）

2. 決壊原因の特定

II. 決壊のプロセス

III. 本復旧の基本方針について（案）

1. 本復旧にむけての実施方針（案）

2. 本復旧工法（案）



Ⅰ．堤防決壊と被災メカニズムの分析



那珂川

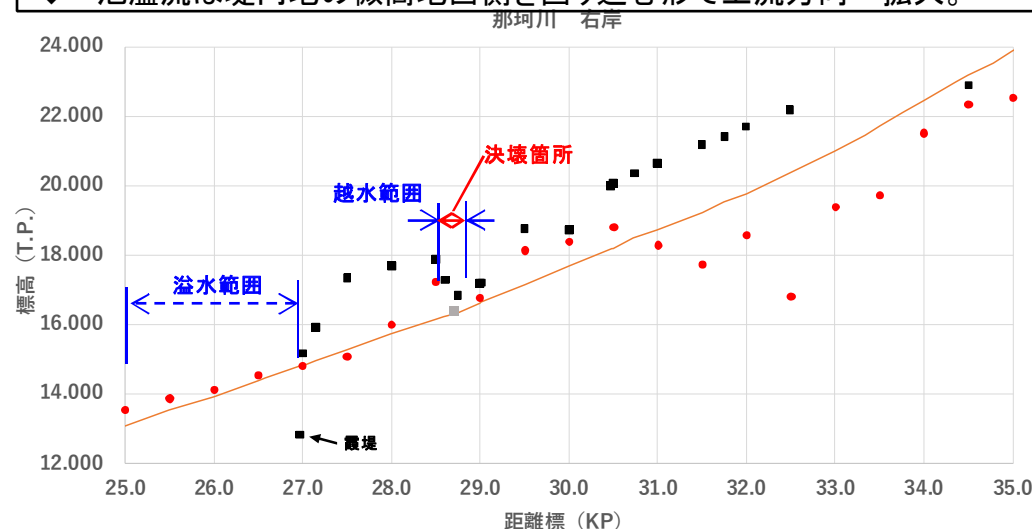


1. 被災メカニズムの分析

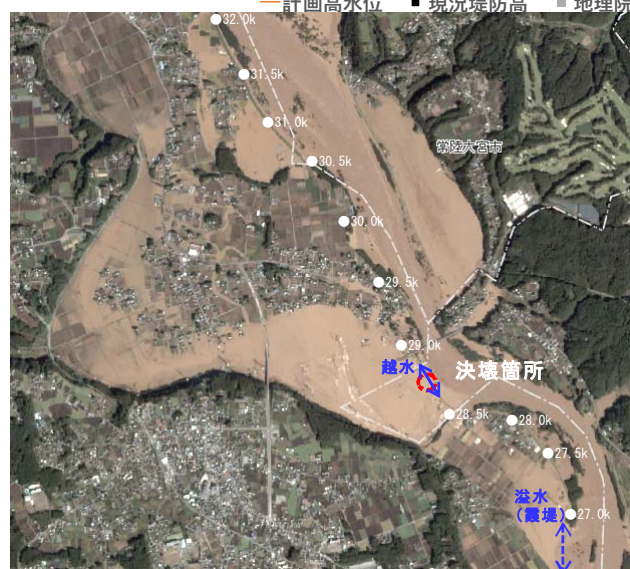
1. 1 (1) 越水に対する分析(越水範囲の特定)

- ◆ 痕跡水位及び現地の状況より、越水範囲は28.6k～28.8kと推定される。
- ◆ 推定される越水深は28.5kの痕跡水位と決壊箇所付近の推定堤防高より、約40cmと推定される。
- ◆ 氾濫流は堤内地の微高地西側を回り込む形で上流方向へ拡大。

(那珂川右岸28.6k)



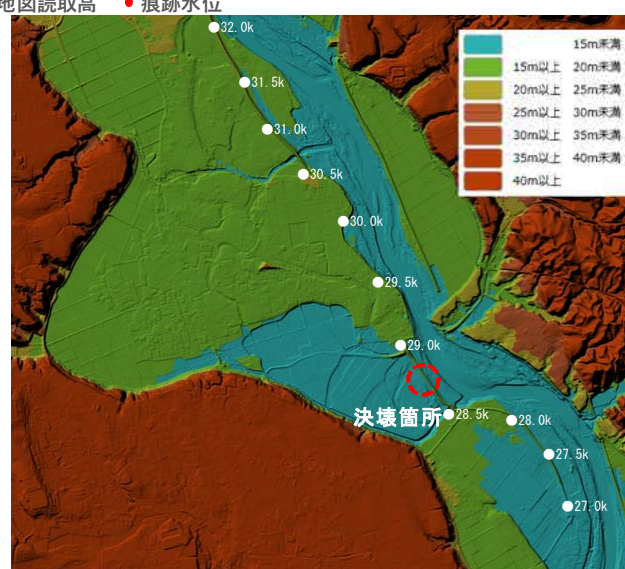
右岸28.6k(越水状況)



出典：防災科学研究所クライシスレスポンスサイト

氾濫流の様子 (10/13撮影、衛星画像)

※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。



出典：国土地理院の電子地形図1/25000を掲載

氾濫原の地形 (標高)



出典：国土地理院地図撮影の航空写真 (2004年以降撮影)

氾濫流の推定

1. 1 (2) 越水に対する分析(被災後の堤防状況)



国土交通省
関東地方整備局

(那珂川右岸28.6k)

- ◆ 堤防天端に越水による漂流物が残存している (①)
- ◆ 決壊前に、川表側から川裏側へ越水が確認されている (②)



①天端に漂流物が残存している。



②越水状況



1. 1(3)浸透に対する分析(堤体の土質)

(那珂川右岸28.6k)

◆ 堤体は礫質土で構成され、砂は細砂～中砂を主体。

決壊区間上流端部－観察結果

川裏側



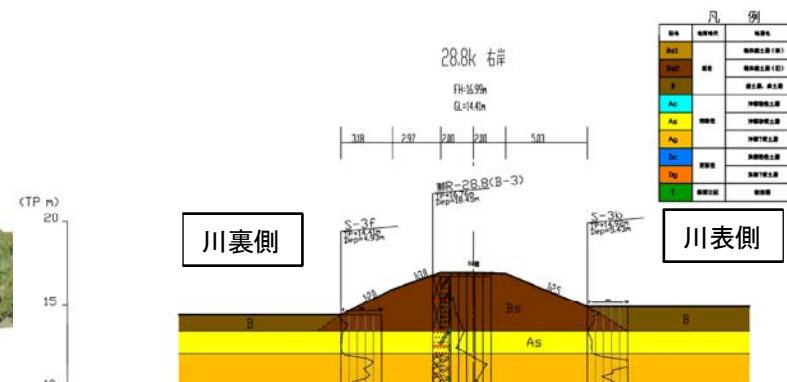
土質：細粒分混り砂質礫
色調：褐灰
層相：砂は細砂～中砂で細粒部を含む。φ100mm以下の垂円礫を多く混入。



令和元年10月16日撮影

川表側

決壊区間上流側－推定地質断面図(詳細点検28.8k)



決壊区間下流端部－観察結果

川表側



土質：細粒分混り砂質礫～粒径幅の広い砂質礫
色調：暗褐灰
層相：砂は細砂～中砂で、上流側より礫の混入量が多い。

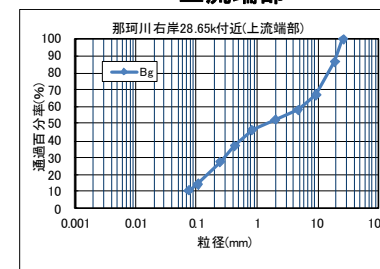


令和元年10月16日撮影

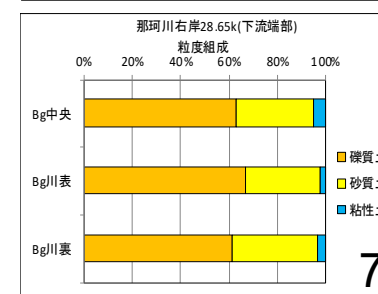
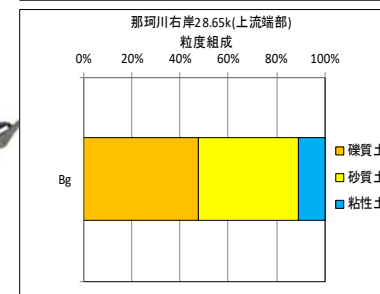
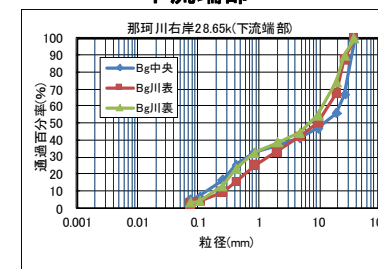
川裏側

決壊区間端部－粒度試験結果

上流端部



下流端部

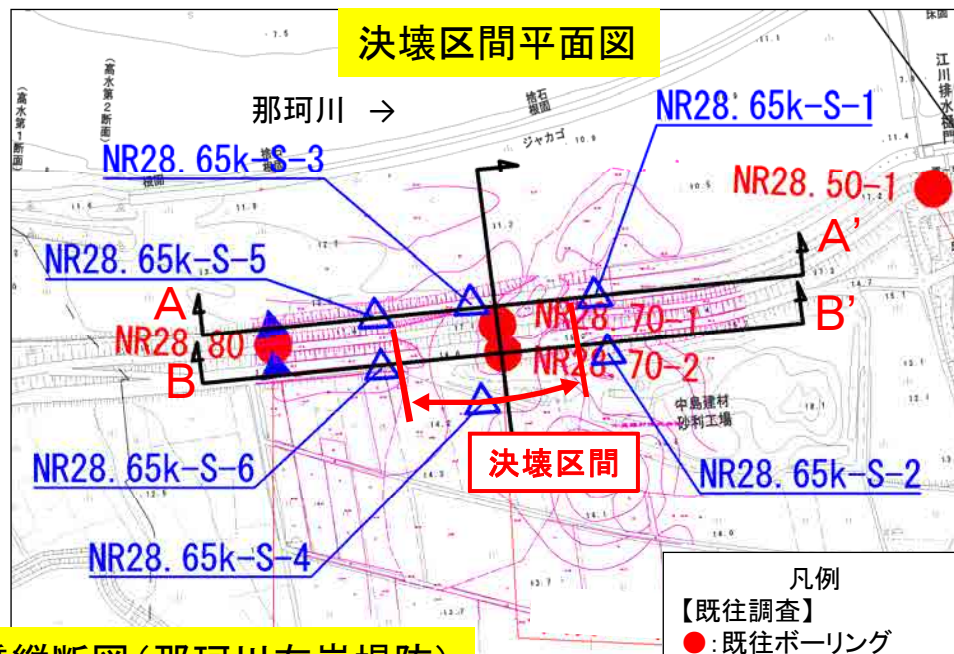


※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

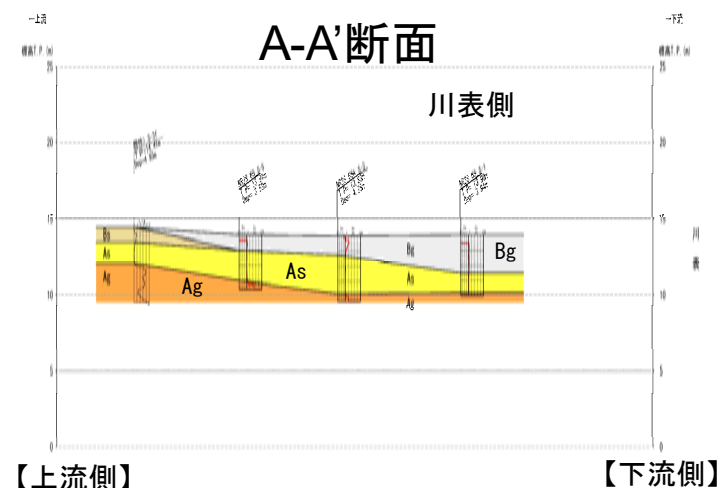
1. 1(4)浸透に対する分析(基礎地盤の土質)

(那珂川右岸28.6k)

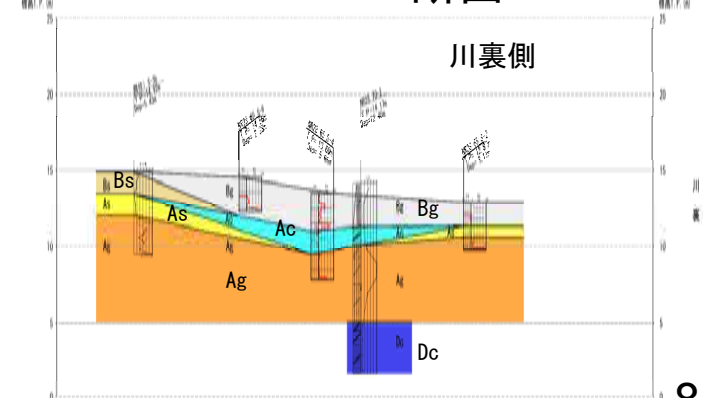
◆ 堤防縦断方向の基礎地盤は礫質土層の表層に砂質土と粘性土が分布している。



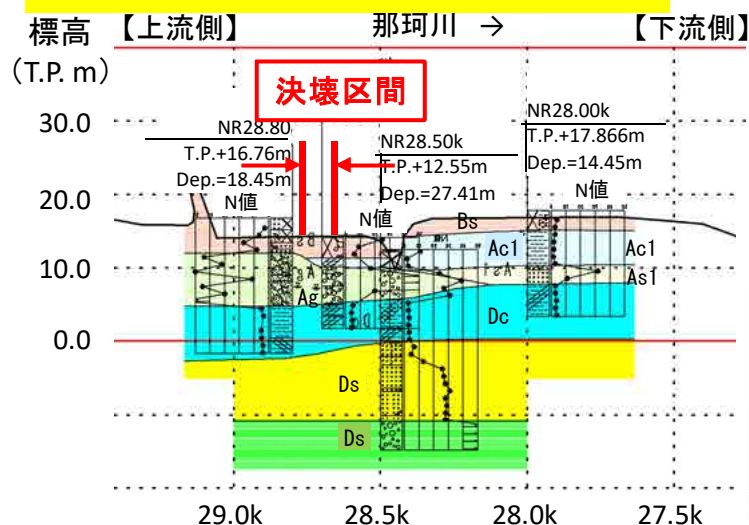
推定地質縦断図(サウンディング結果)



B-B'断面



推定地質縦断図(那珂川右岸堤防)



地質断面図凡例						
地質年代		地層名	記号	層相		
新生代	第四紀	沖積層	Bs	埴土		
			Ap1	腐植土		
			Ac1	粘性土		
			As1	砂質土		
			Ag1	砂礫		
		更新世	洪積層	Ac2	粘性土	
				As2	砂質土	
				Ag2	砂礫	
				Ac3	粘性土	
				As3	砂質土	
	更新世	洪積層	Dc	粘性土		
			Ds	砂質土		
			Dg	砂礫		
			第三紀	中新世	Tr	砂岩・泥岩
					第三紀	白垩紀
P	頁岩					
中・古生代						

1. 1(5)浸透に対する分析(照査結果)

(那珂川右岸28.6k)

◆ 今次出水における浸透に対する照査の結果、すべり、パイピングともに基準値を満足している。

- ◆ 検討断面：決壊箇所の断面（断面調査時測量）に現地土質構成を記載
- ◆ 土質定数：既往資料に今回試験値（決壊断面の粒度試験まで）を反映して設定
- ◆ 検討外力：今次出水の降雨、水位ハイドロにより設定（水位は観測地点の水位とHQ式から流量を求め28.5kのHQ式を用いて設定、最高水位は堤防天端高とした）

地盤モデル

土層		単位体積重量 γ t (kN/m³)	透水係数 k (cm/s)	粘着力 c (kN/m²)	内部摩擦角 φ (°)	設定根拠
基礎地盤	Bg 礫質土	20.0	4.10E-2	1.0	37.0	詳細点検Bs2を準用
	Ac 粘性土	17.0	1.00E-5	24.0	0.0	H10地質調査
	As 砂質土	19.0	2.90E-3	0.0	26.0	
	Ag 粘性土	20.0	1.40E+0	0.0	36.0	
	Dc 粘性土	16.0	3.50E-7	70.0	0.0	

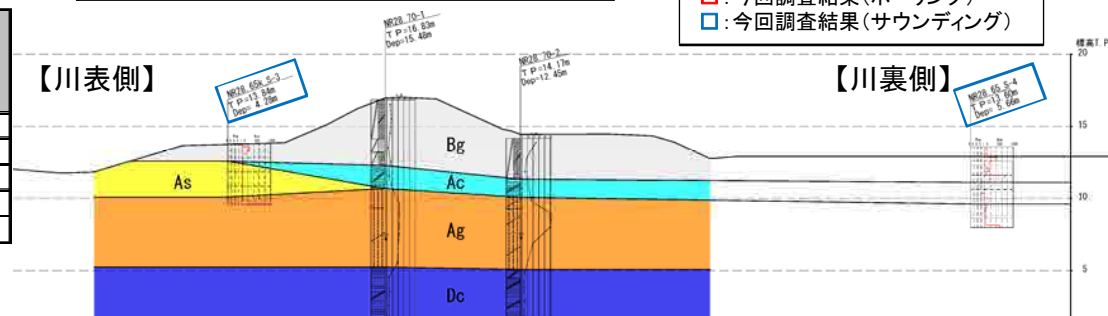
※赤字は今回試験値

※青字は既往資料に基づく設定値

※黒字は詳細点検（那珂川右岸28.8k）の設定値

検討断面（決壊箇所 那珂川右岸28.6k）

【川表側】



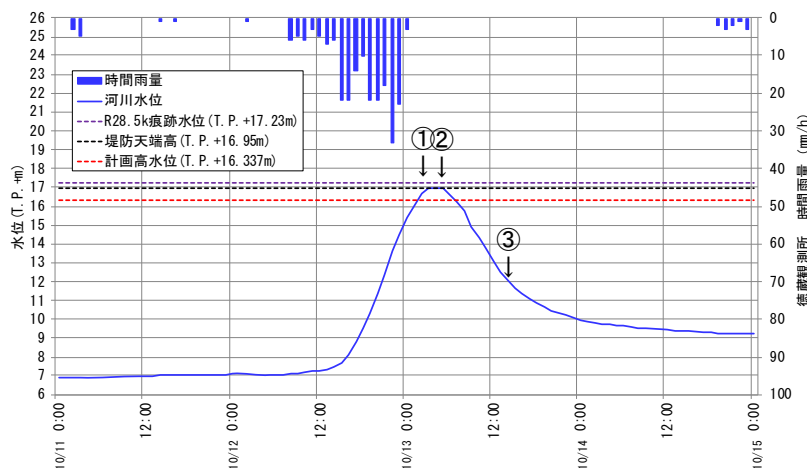
【川裏側】

照査結果

河川水位	時刻	すべり破壊		パイピング破壊	
		川表 Fs	川裏 Fs	鉛直 iv	水平 ih
①天端到達時	10/13 03:00	-	1.947	0.082	0.102
②越水終了時	10/13 05:00	-	1.534	0.254	0.378
③水位低下時	10/13 15:00	1.657	-	-	-
基準値		$F_s \geq 1.0$	$F_s \geq 1.452$	$iv < 0.5$	$ih < 0.5$
		: SAFE		: OUT	

外力条件（台風19号）

那珂川右岸28.6k



②越水終了時

$F_s = 1.534$

特性値番号	砂質土	粘性土	砂質土	粘性土	砂質土	粘性土
1	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
2	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
3	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
4	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
5	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m^3)

パイピング照査地点

※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

1. 1(6)浸透に対する分析(過去の被災履歴と対策履歴)



国土交通省
関東地方整備局

◆ 今次出水の決壊箇所及び近傍1km以内は、過去に被災履歴はない。

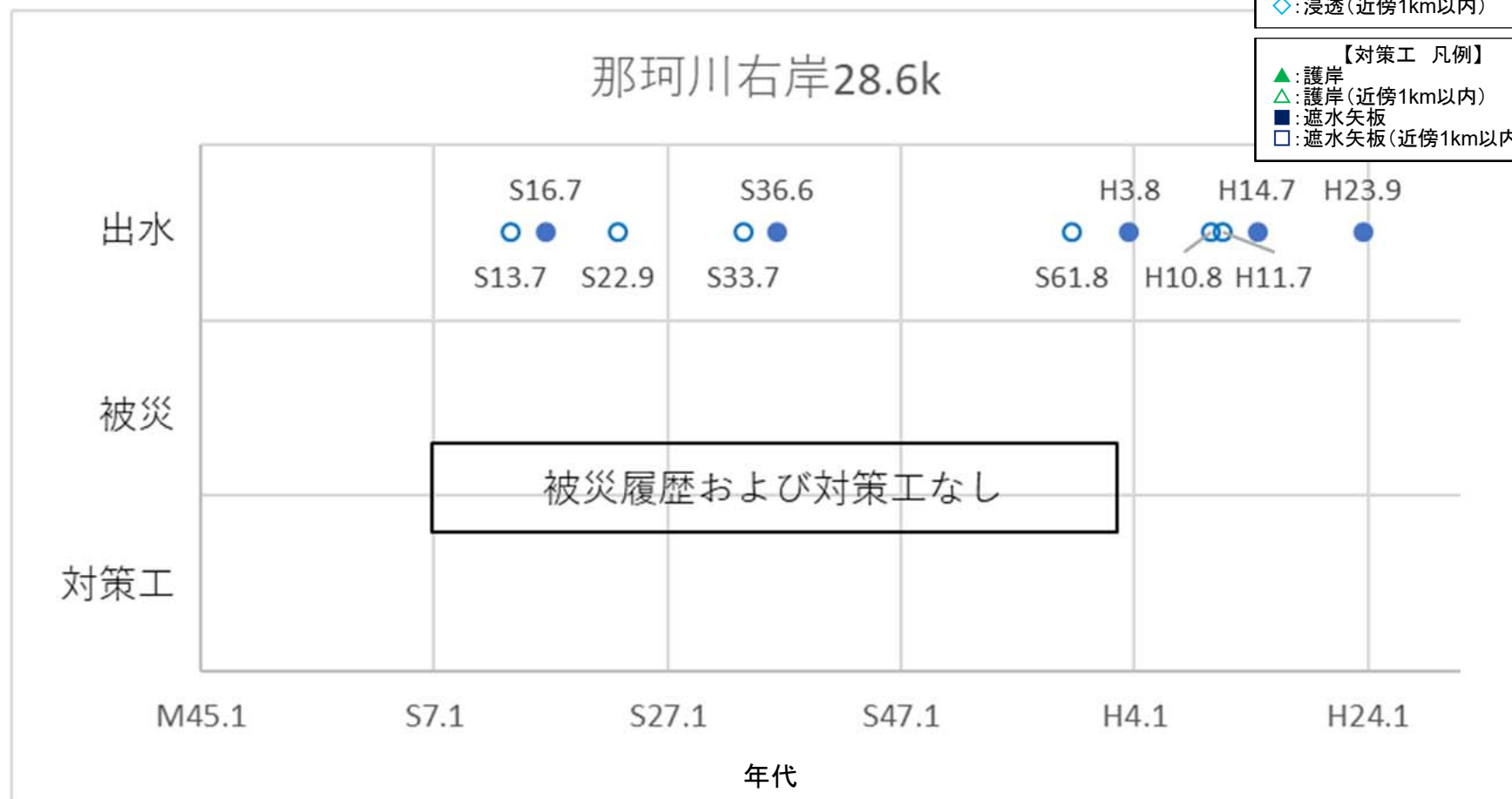
(那珂川右岸28.6k)

【出水 凡例】
○: 主な出水
●: 過去を上回る出水※

※記録が残る中で、降雨・水位・流量記録のいずれかが過去を上回る出水、流量は氾濫戻し流量以外を対象

【被災 凡例】
×: 決壊
—: 越水
▲: 侵食
△: 侵食(近傍1km以内)
◆: 浸透
◇: 浸透(近傍1km以内)

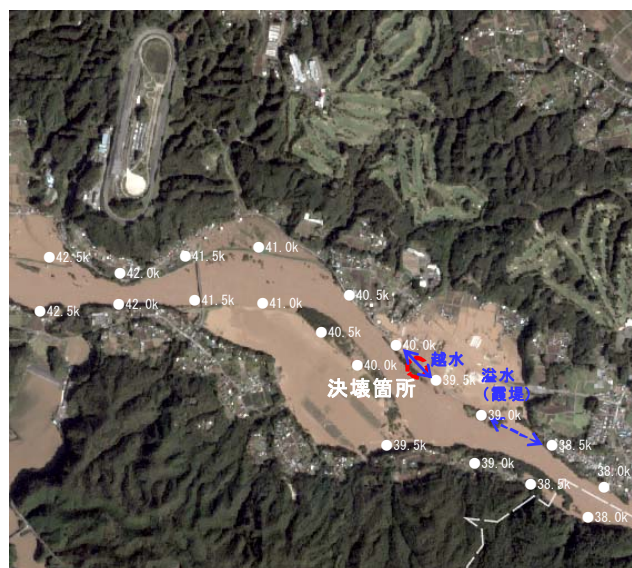
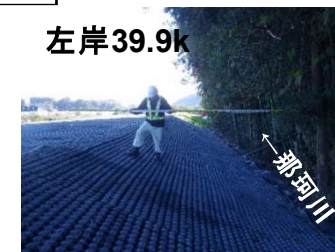
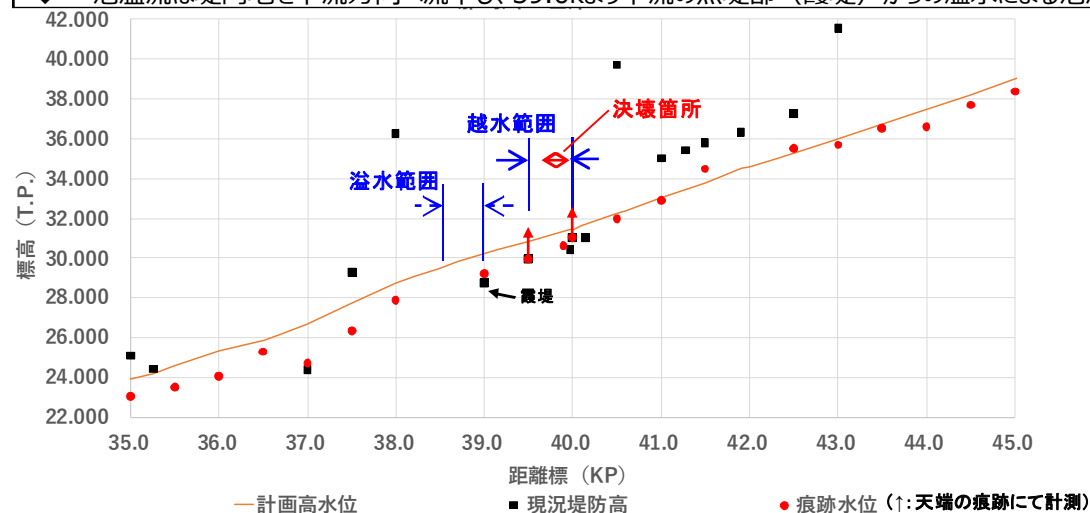
【対策工 凡例】
▲: 護岸
△: 護岸(近傍1km以内)
■: 遮水矢板
□: 遮水矢板(近傍1km以内)



1. 2 (1) 越水に対する分析(越水範囲の特定)

(那珂川左岸40.0k)

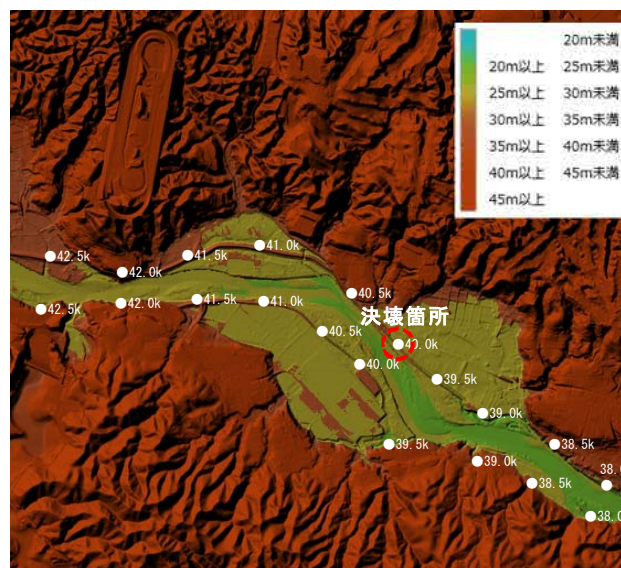
- ◆ 39.5k と40.0kの痕跡水位は写真より天端の漂流物を計測しており、天端高よりも高い水位であったことが推定されることから、越水範囲は39.5k～40.0kと推定される。
- ◆ 推定される越水深は39.9kの痕跡水位と決壊箇所付近の推定堤防高より、約20cmと推定される。
- ◆ 氾濫流は堤内地を下流方向へ流下し、39.0kより下流の無堤部（霞堤）からの溢水による氾濫流と合流したと推定される。



出典：防災科学研究所クライシスレスポンスサイト

氾濫流の様子 (10/13撮影、衛星画像)

※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。



出典：国土地理院の電子地形図1/25000を掲載

氾濫原の地形 (標高)



出典：国土地理院地図撮影の航空写真 (2004年以降撮影)

氾濫流の推定

1. 2 (2) 越水に対する分析(被災後の堤防状況)



国土交通省
関東地方整備局

- ◆ 川裏部に越流水によると推定される洗掘が見られる。(①)
- ◆ また、堤防裏法面の植生は川裏側に倒伏している(②)、天端には越水による砂が残存している。(③)

(那珂川左岸40.0k)



R1/10/15撮影

①川裏部が洗掘されている。



R1/11/9撮影



R1/10/15撮影

②川裏側法面植生は川裏側に倒伏している。



R1/10/15撮影



天端に残る痕跡(砂)

R1/11/9撮影

③天端に越水による砂が残存している。

1. 2(3)浸透に対する分析(堤体の土質)

(那珂川左岸40.0k)

◆ 堤体は砂質土で構成されている。下流側は川裏側に礫質土が腹付けされている。

決壊区間上流端部一観察結果

川表側



土質：シルト質細砂
色調：褐灰
層相：砂は細砂で細粒分が多い。

川裏側



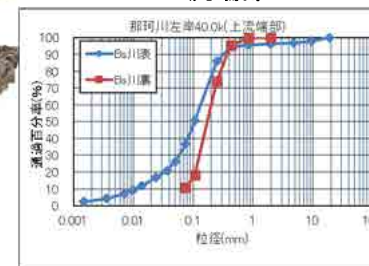
土質：シルト質細砂
色調：褐灰
層相：均一な細砂で細粒分を混入。



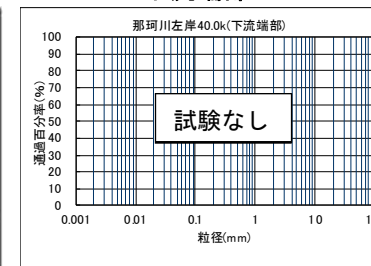
令和元年10月15日撮影

決壊区間端部一粒度試験結果

上流端部



下流端部



決壊区間下流端部一観察結果

川裏側



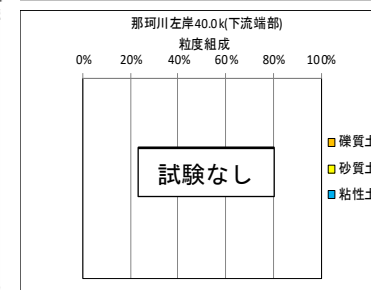
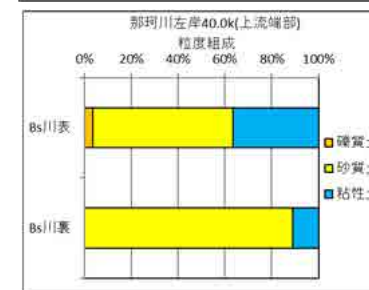
土質：玉石混り砂礫
色調：褐灰
層相：礫量多く最大径400mm。

川表側

土質：細粒分質砂
色調：褐灰
層相：砂は細砂で細粒分を混入。

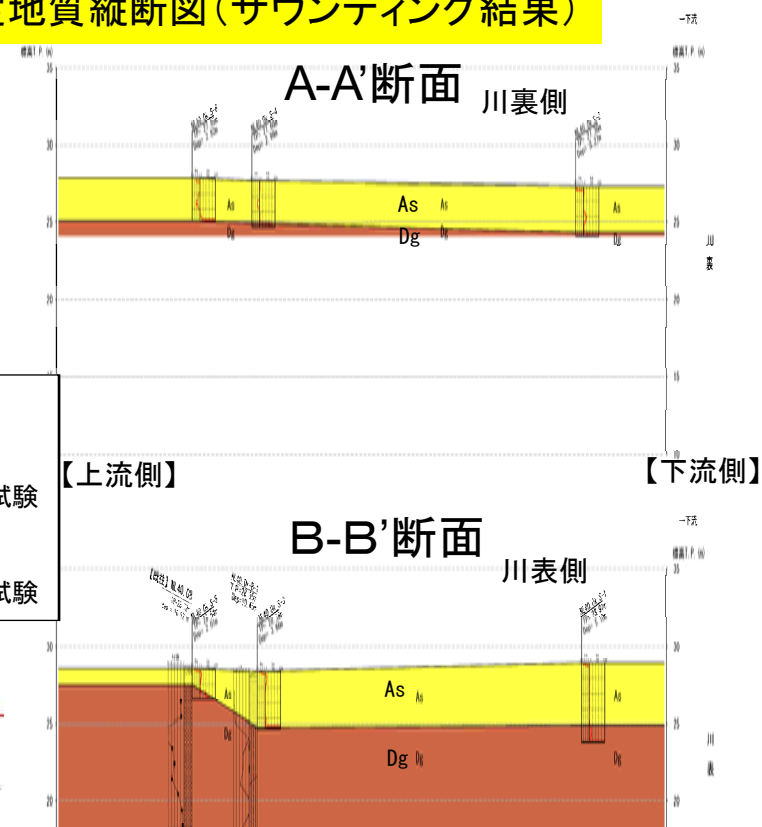


令和元年10月15日撮影



国土交通省
関東地方整備局

推定地質縦断図(サウンディング結果) (那珂川左岸40.0k)



1. 2 (5) 浸透に対する分析(照査結果)

(那珂川左岸40.0k)

◆ 今次出水における浸透に対する照査の結果、パイピングの基準値を満たしていない。

- ◆ 検討断面：決壊箇所の断面（定期横断40.0k）に現地土質構成を記載
- ◆ 土質定数：今回試験値（粒度試験・現場透水試験まで）を反映して設定
- ◆ 検討外力：今次出水の降雨、水位ハイドロにより設定（水位は観測地点の水位とHQ式から流量を求め40.0kのHQ式を用いて設定、最高水位は堤防天端高とした）

地盤モデル

断面	土層	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	透水係数 k (cm/s)	粘着力 c (kN/m^2)	内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)	設定根拠
那珂川 左岸 40.0k	堤体 Bs	砂質土 19.0	1.00E-3	1.0	36.0	決壊断面粒度D20
	基礎 As	砂質土 17.0	1.00E-3	0.0	30.0	
	地盤 Dg	礫質土 20.0	1.90E-2	0.0	36.0	現場透水試験

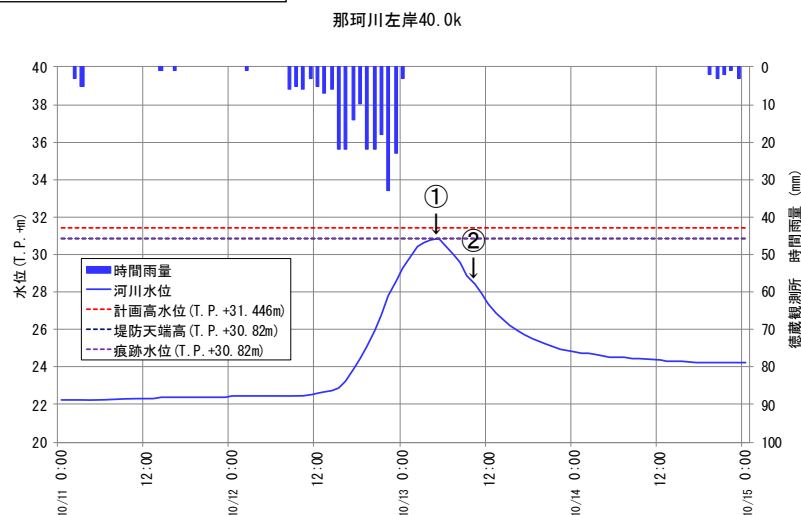
※赤字は今回試験値・推定値

Bs層は、採取2試料のD20(0.00341mm・0.111mm) からそれぞれクレーガーの推定方法で透水係数を推定し、その平均値を採用

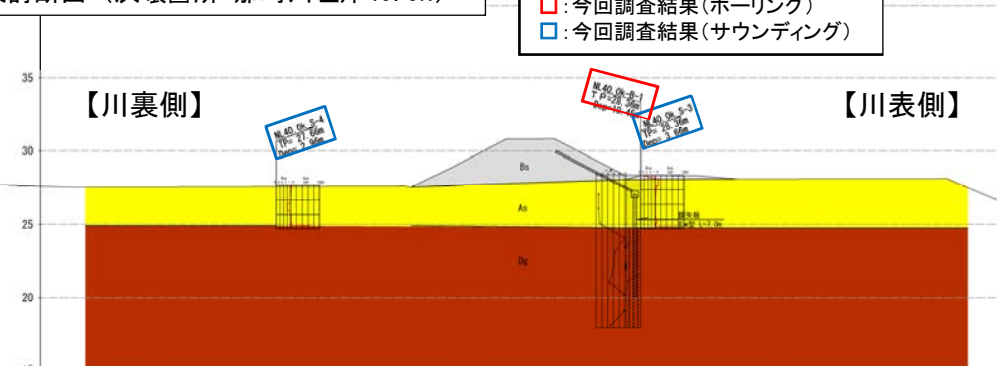
※青字はN値による換算値

※黒字は一般値

外力条件（台風19号）



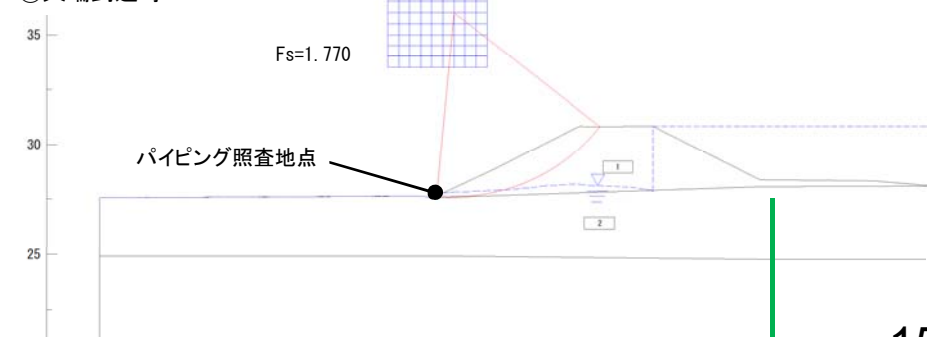
検討断面（決壊箇所 那珂川左岸40.0k）



照査結果

河川水位	時刻	すべり破壊		パイピング破壊	
		川表 Fs	川裏 Fs	鉛直 iv	水平 ih
①天端到達時	10/13 05:00	-	1.770	0.802	0.551
②水位低下時	10/13 11:00	1.056	-	-	-
基準値		$Fs \geq 1.0$	$Fs \geq 1.2$	$iv < 0.5$	$ih < 0.5$
			: SAFE		: OUT

①天端到達時

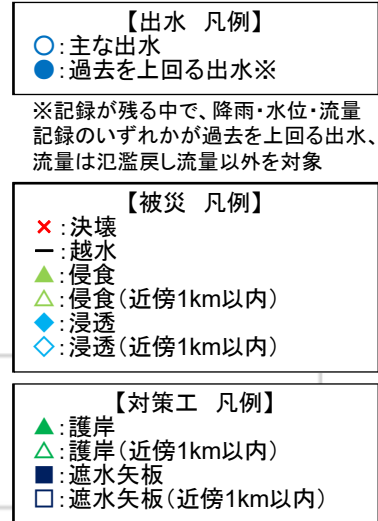


※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

1. 2 (6) 浸透に対する分析(過去の被災履歴と対策履歴)

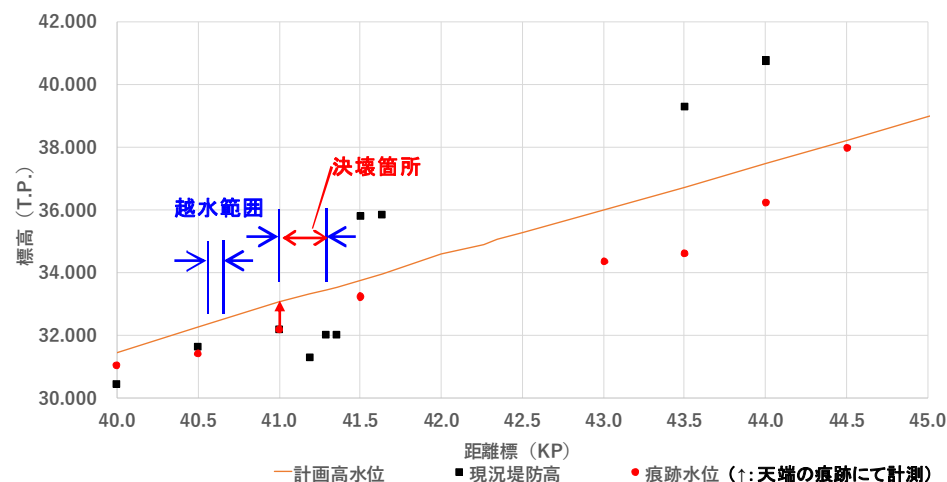
(那珂川左岸40.0k)

- ◆ 今次出水の決壊箇所は、近傍で過去に被災事例あり。
- ◆ H10.8出水（台風第4号）では、決壊箇所上流で浸透（地盤）による被災（漏水）があり、今回の決壊箇所を含む範囲で川表護岸（連節ブロック）と川表遮水矢板が施工された。
- ◆ 今次出水では、決壊箇所周辺で噴砂や漏水は確認されなかった。



1. 3 (1) 越水に対する分析(越水範囲の特定)

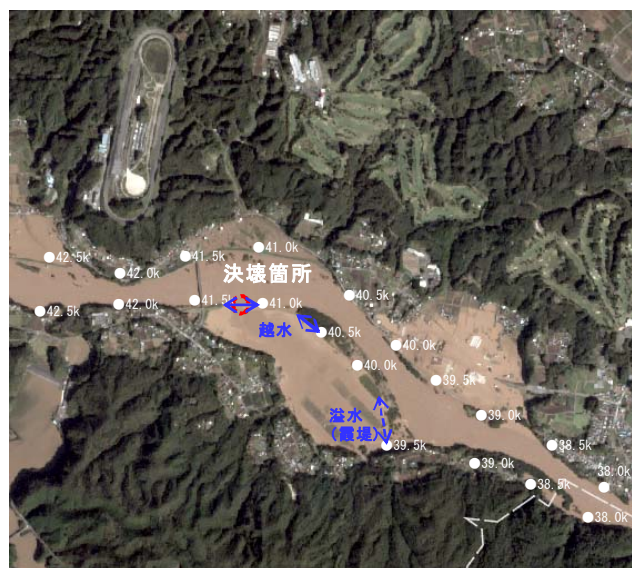
- ◆ 41.0k の痕跡水位は天端の漂流物で計測しており、天端高よりも高い水位であったことが推定される。また、41.0k と41.5k の痕跡水位との間の現況堤防高が低いことより越水範囲は41.0k～41.3kと推定される。
- ◆ 推定される越水深は41.0kの痕跡水位と決壊箇所付近の現況堤防高より、約20cmと推定される。
- ◆ 氾濫流は堤内地を下流方向へ流下し、40.6k付近の越水による氾濫流と合流。



右岸40.0k



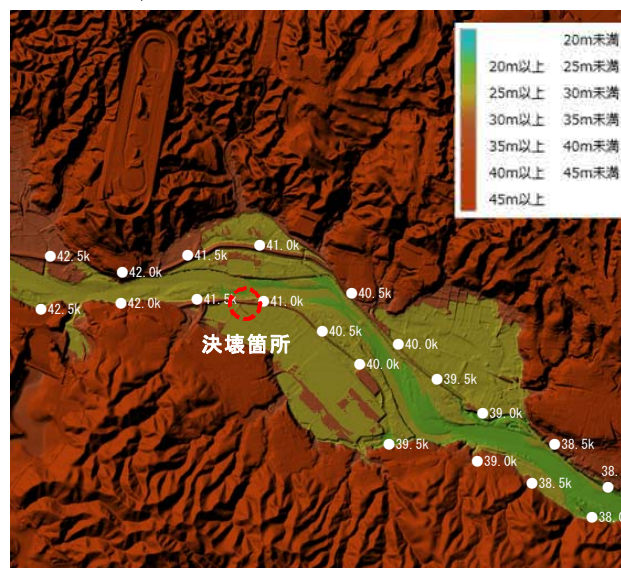
右岸41.0k



出典：防災科学研究所クライシスレスポンスサイト

氾濫流の様子 (10/13撮影、衛星画像)

※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。



出典：国土地理院の電子地形図1/25000を掲載

氾濫原の地形 (標高)

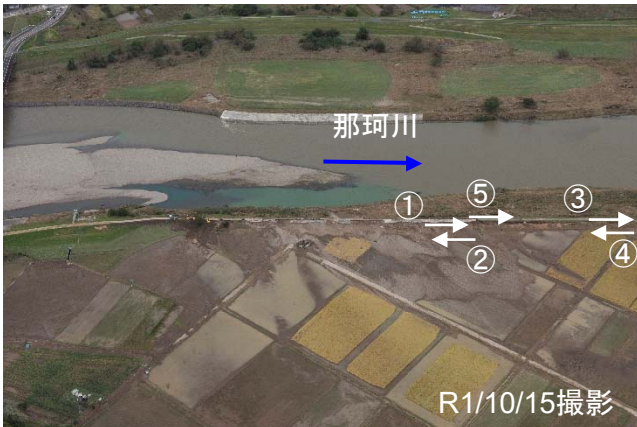
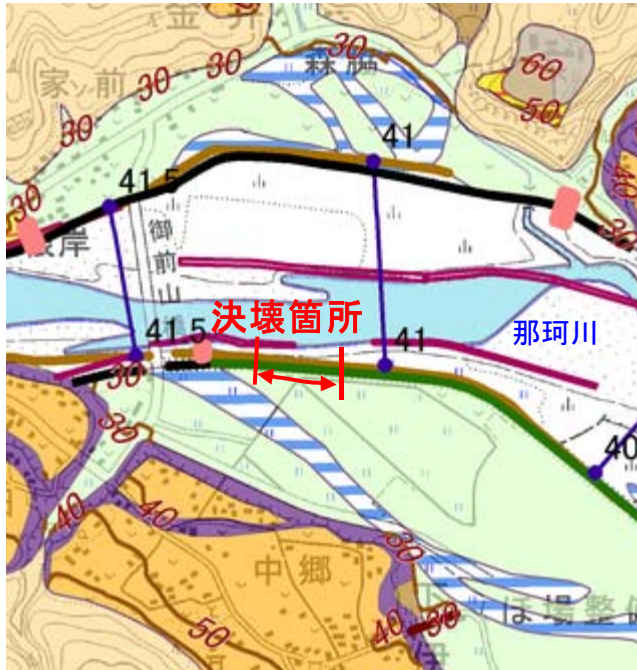


出典：国土地理院地図撮影の航空写真 (2004年以降撮影)

氾濫流の推定

1. 3 (2)越水に対する分析(被災後の堤防状況)

- ◆ 決壊箇所は越流水によると推定される川裏部の洗掘が見られる。(①、②) (那珂川右岸41.2k)
- ◆ また、堤防裏法面の植生は川裏側に倒伏している(③、④)、天端には越水による流木等の漂流物が残存している。(⑤、⑥)



①川裏部が洗掘されている。



③川裏部の植生は川裏側に倒伏している。



②川裏部が洗掘されている。



④川裏部の植生は川裏側に倒伏している。



⑤⑥天端に越水による漂流物(流木)が残存している。

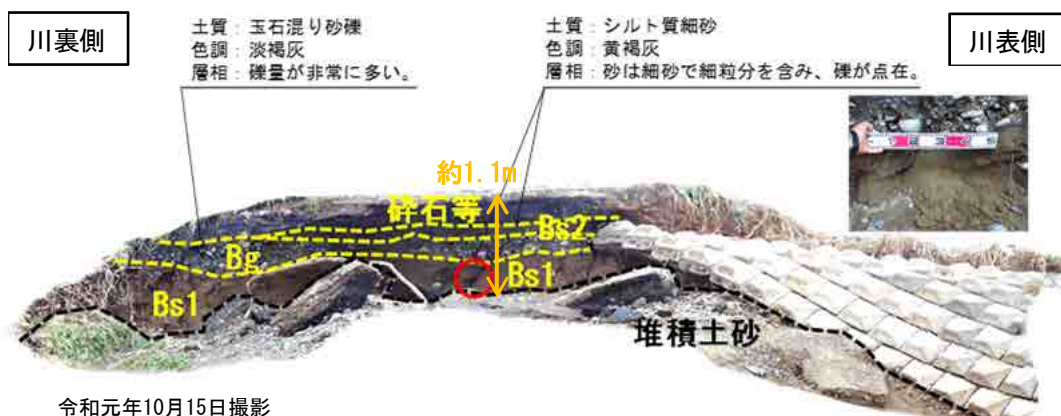


1. 3 (3) 浸透に対する分析(堤体の土質)

(那珂川右岸41.2k)

◆ 堤体は細かく嵩上げされており、礫質土・砂質土・粘性土と土質も様々。

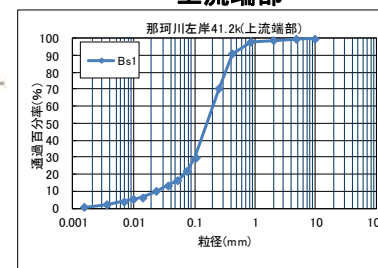
決壊区間上流端部一観察結果



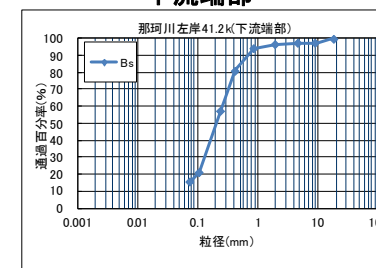
○：試料採取位置

決壊区間端部一粒度試験結果

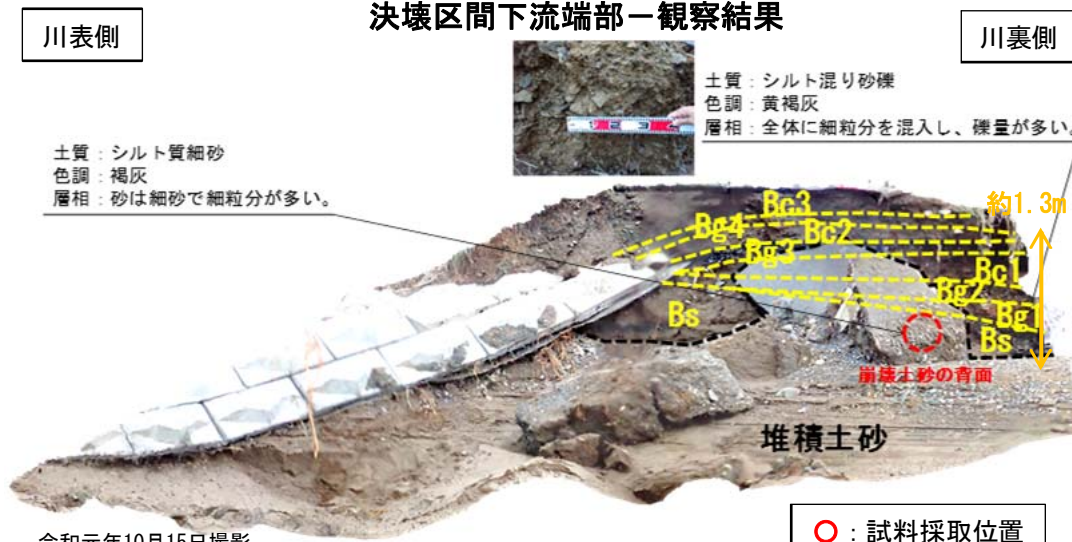
上流端部



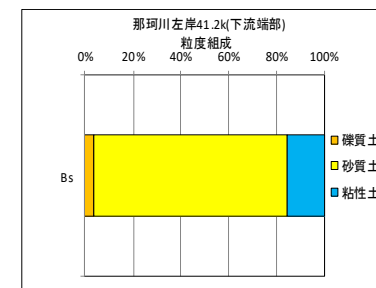
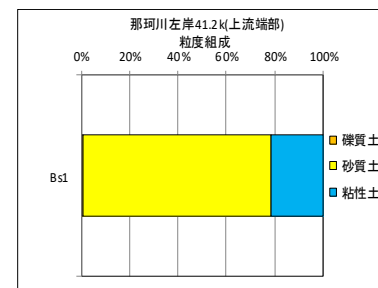
下流端部



決壊区間下流端部一観察結果



○：試料採取位置



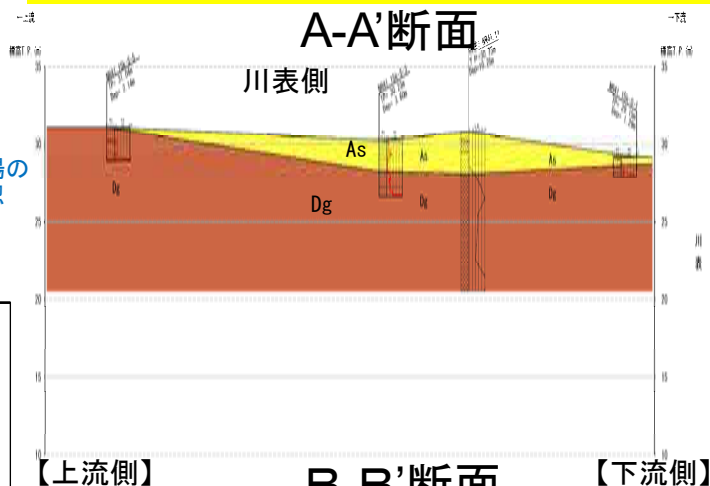
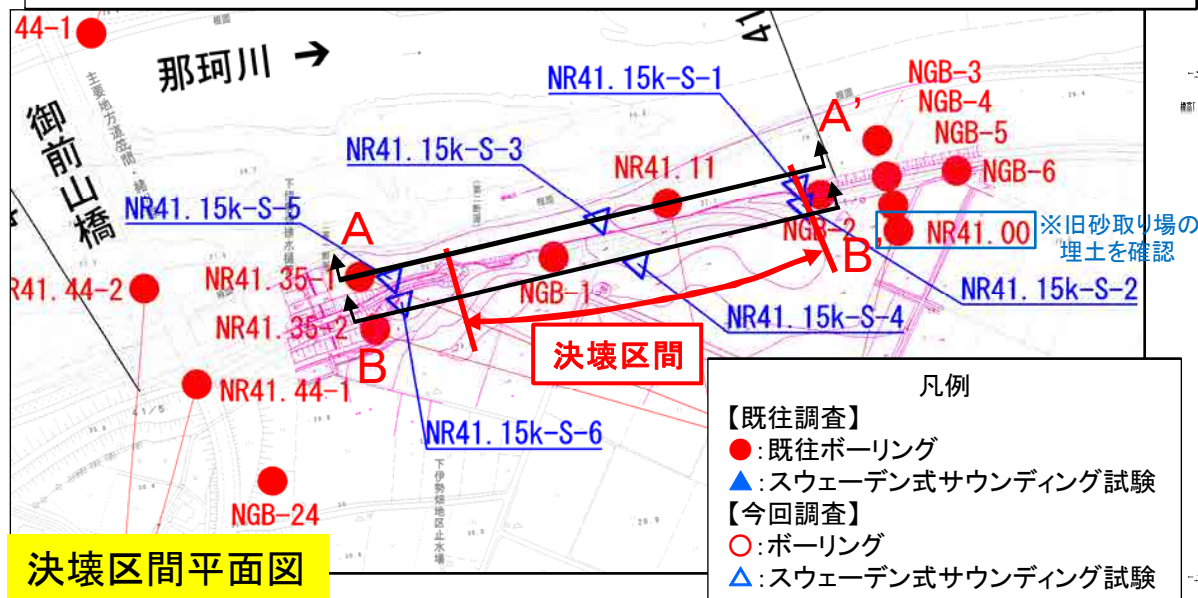
※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

1. 3 (4)浸透に対する分析(基礎地盤の土質)

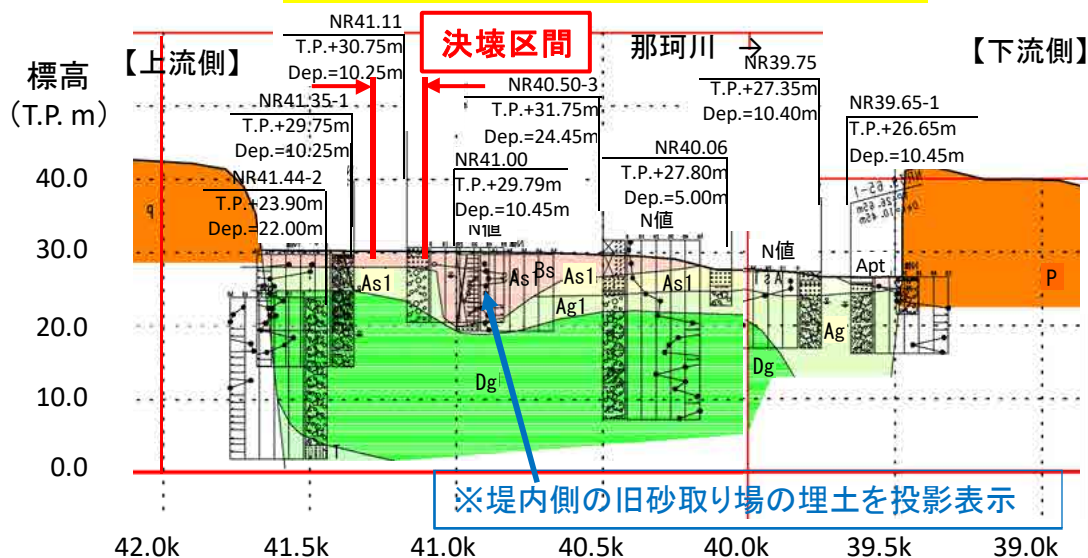
◆堤防縦断方向の基礎地盤は礫質土層の表層に砂質土が分布している。

(那珂川右岸41.2k)

推定地質縦断図(サウンディング結果)



推定地質縦断図(那珂川右岸堤防)



地質断面図凡例				
地質年代	地層名	記号	層相	
新生代	第四紀	沖積層	Bs	礫土
			Apt	腐植土
			Ac1	粘性土
			As1	砂質土
			Ag1	砂礫
			Ac2	粘性土
			As2	砂質土
			Ag2	砂礫
			Ac3	粘性土
			As3	砂質土
	更新世	洪積層	Dc	粘性土
			Ds	砂質土
	第三紀	中新世	Dg	砂礫
			Tr	砂岩・泥岩
中・古生代	大分層 八通層	a4	安山岩・玄武岩	
		P	頁岩	

1. 3 (5)浸透に対する分析(照査結果)

(那珂川右岸41.2k)

◆ 今次出水における浸透に対する照査の結果、すべり、パイピングともに基準値を満足している。

- ◆ 検討断面：決壊箇所の断面（定期横断41.0k）に現地土質構成を記載
- ◆ 土質定数：今回試験値（粒度試験まで）を反映して設定
- ◆ 検討外力：今次出水の降雨、水位ハイドロにより設定（水位は観測地点の水位とHQ式から流量を求め41.0kのHQ式を用いて設定、最高水位は堤防天端高とした）

地盤モデル

断面	土層	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	透水係数 k (cm/s)	粘着力 c (kN/m^2)	内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)	設定根拠
那珂川 右岸 41.2k	堤体 Bs	砂質土 19.0	$1.10\text{E}-3$	1.0	32.0	決壊断面粒度D20
	基礎 As	砂質土 17.0	$1.00\text{E}-3$	0.0	27.0	
	地盤 Dg	礫質土 20.0	$1.10\text{E}-3$	0.0	38.0	現場透水試験

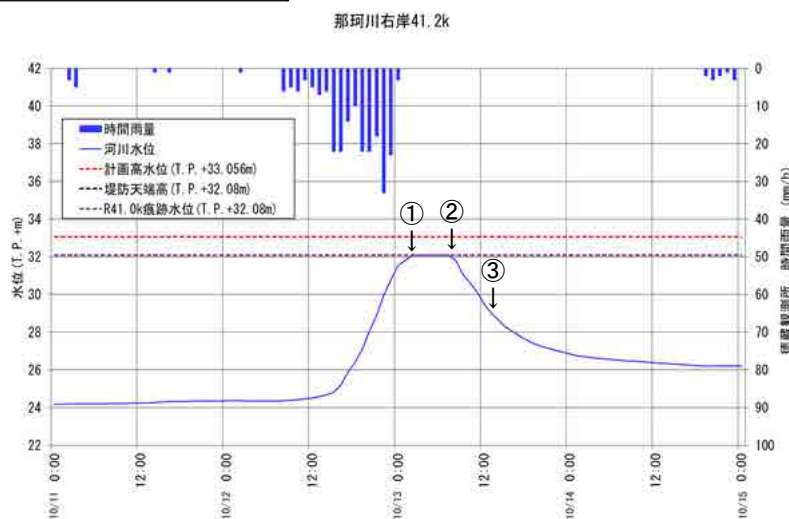
※ 赤字は今回試験値・推定値

Bs層は、採取2試料のD20(0.0684mm・0.1mm) からそれぞれクレーガーの推定方法で透水係数を推定し、その平均値を採用

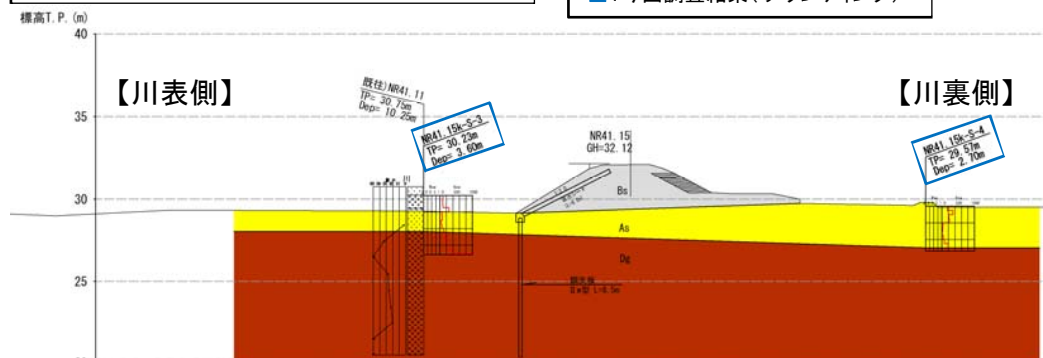
※ 青字はN値による換算値

※ 黒字は一般値

外力条件（台風19号）



検討断面（決壊箇所 那珂川左岸41.2k）



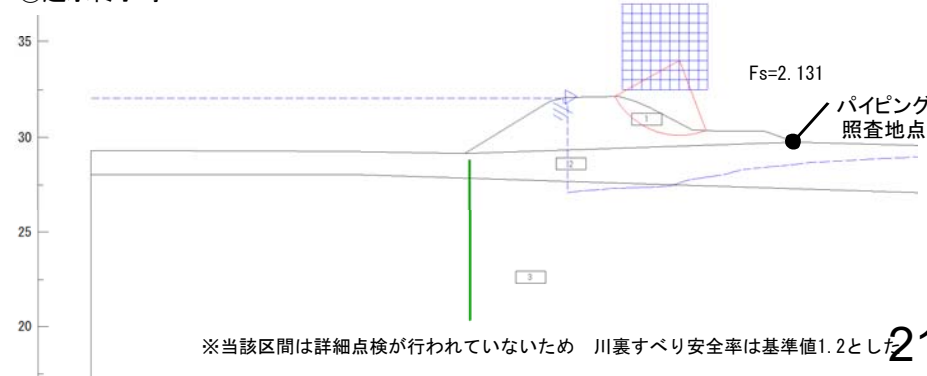
照査結果

河川水位	時刻	すべり破壊		パイピング破壊	
		川表 Fs	川裏 Fs	鉛直 iv	水平 ih
①天端到達時	10/13 02:00	-	2.131	0.000	0.000
②越水終了時	10/13 07:00	-	2.131	0.000	0.000
③水位低下時	10/13 13:00	1.437	-	-	-
基準値		$F_s \geq 1.0$	$F_s \geq 1.2$	$iv < 0.5$	$ih < 0.5$

: SAFE

: OUT

②越水終了時



※ 当該区間は詳細点検が行われていないため 川裏すべり安全率は基準値1.2とした

※ 令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

1. 3 (6) 浸透に対する分析(過去の被災履歴と対策履歴)

(那珂川右岸41.2k)

- ◆ 今次出水の決壊箇所周辺では、過去に被災事例あり。
- ◆ S61.8出水（台風第10号）では、今次出水の決壊箇所下流で侵食による被災（決壊）があり、川表および川裏にブロックが施工された。
- ◆ 設置目的は、当時の本復旧が原形復旧だったため、川裏ブロックで再度災害防止を図ったものと考えられる。
- ◆ H10.8出水（台風第4号）では、今次出水の決壊箇所で浸透（地盤）による被災があり、川表護岸（遮水シート）と川表遮水矢板が施工された。
- ◆ 今次出水では、決壊箇所周辺で噴砂や漏水は確認されなかった。

【出水 凡例】
○: 主な出水
●: 過去を上回る出水※

※記録が残る中で、降雨・水位・流量記録のいずれかが過去を上回る出水、流量は氾濫戻し流量以外を対象

【被災 凡例】
×: 決壊
—: 越水
▲: 侵食
△: 侵食(近傍1km以内)
◆: 浸透
◇: 浸透(近傍1km以内)

【対策工 凡例】
▲: 護岸
△: 護岸(近傍1km以内)
■: 遮水矢板
□: 遮水矢板(近傍1km以内)



2. 決壊原因の特定

	那珂川右岸28.6k	那珂川左岸40.0k	那珂川右岸41.2k
越水	● 写真により越水している状況が確認された。 ● 天端に漂流物が確認された。 ● 痕跡水位及び現地の状況より、越水範囲と越水深を推定した。 ● これらより越水が決壊の要因になったと推定される。	● 決壊箇所下流側残存部は39.5k付近まで裏法肩に侵食が確認された。 ● 天端に漂流物（砂等）が確認された。 ● 痕跡水位及び現地の状況より、越水範囲と越水深を推定した。 ● これらより越水が決壊の要因になったと推定される。	● 決壊箇所下流側残存部は40.9k付近まで裏法面の侵食が確認された。 ● 天端に漂流物（流木等）が確認された。 ● 痕跡水位及び現地の状況より、越水範囲と越水深を推定した。 ● これらより越水が決壊の要因になったと推定される。
影響程度	○	○	○
浸透	● 上下流の近傍も含めて噴砂や漏水が確認されていない。 ● 堤体は礫質土主体、基礎地盤は礫質土層の表層に砂質土と粘性土の被覆土が分布する。 ● 解析の結果、裏法すべりやパイピングに対する基準値を満足している。 ● これらより、浸透が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。	● 上下流の近傍も含めて噴砂や漏水が確認されていない。 ● 堤体は砂質土主体、基礎地盤は礫質土層の表層に砂質土が分布する。 ● 矢板による川表遮水工が残存する。 ● 解析の結果、パイピングの基準値を満たしていない。 ● これらより、浸透の影響は排除できない。	● 上下流の近傍も含めて噴砂や漏水が確認されていない。 ● 堤体は細かく嵩上げされており、礫質土・砂質土・粘性土等様々、礫質土層の表層に砂質土が分布する。 ● 矢板による川表遮水工が残存する。 ● 解析の結果、裏法すべりやパイピングに対する基準値を満足している。 ● これらより、浸透が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。
影響程度	×	△	×
侵食	● 決壊箇所の上下流とも川表法面の侵食の痕跡は確認できない。 ● 高水敷の侵食の痕跡は確認できない。 ● これらより、侵食が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。	● 高水敷の端部河道内樹林の倒伏があり、侵食が決壊の要因になった影響は排除できない。	● 堤防表法の植生のはがれが見られ、侵食が決壊の要因になった影響は排除できない。
影響程度	×	△	△

赤字は第2回委員会からの変更点

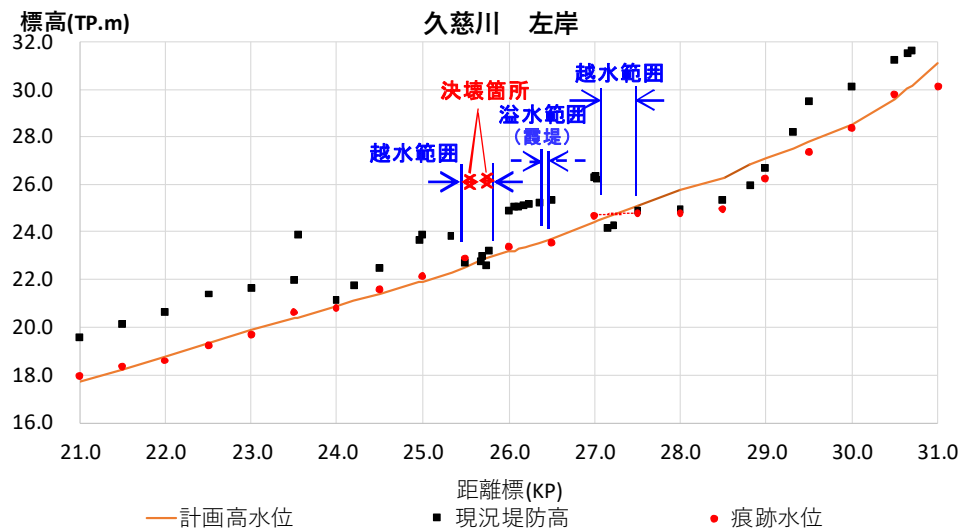


久慈川

1. 1 (1)越水に対する分析(越水範囲の特定)

- ◆ 25.0k と26.0 k の痕跡水位の間の現況堤防高が低いことより越水範囲は25.5k～25.7kと推定される。
- ◆ 推定される越水深は25.5kの痕跡水位と現況堤防高の差より、約20cmと推定される。
- ◆ 氾濫流は堤内地を下流方向へ流下。

(久慈川左岸25.5k)



左岸25.5k

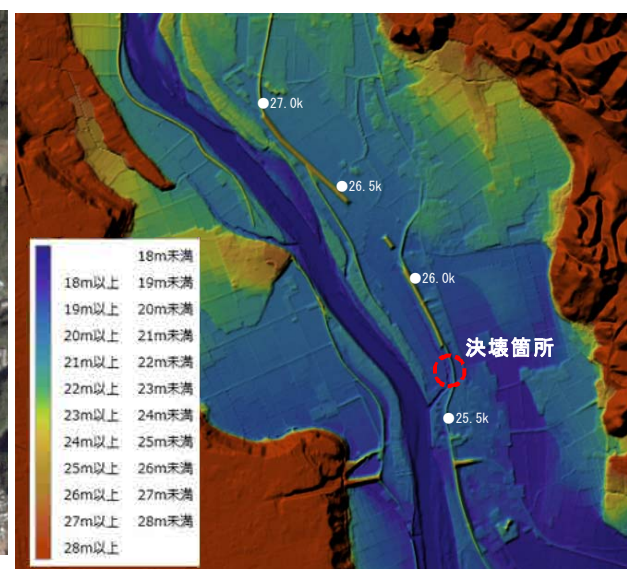


左岸25.5k(決壊箇所近傍)



出典：防災科学研究所クライシスレスポンスサイト

氾濫流の様子(10/13撮影、衛星画像)



出典：国土地理院の電子地形図1/25000を掲載

氾濫原の地形(標高)



出典：国土地理院地図撮影の航空写真(2004年以降撮影)

氾濫流の推定

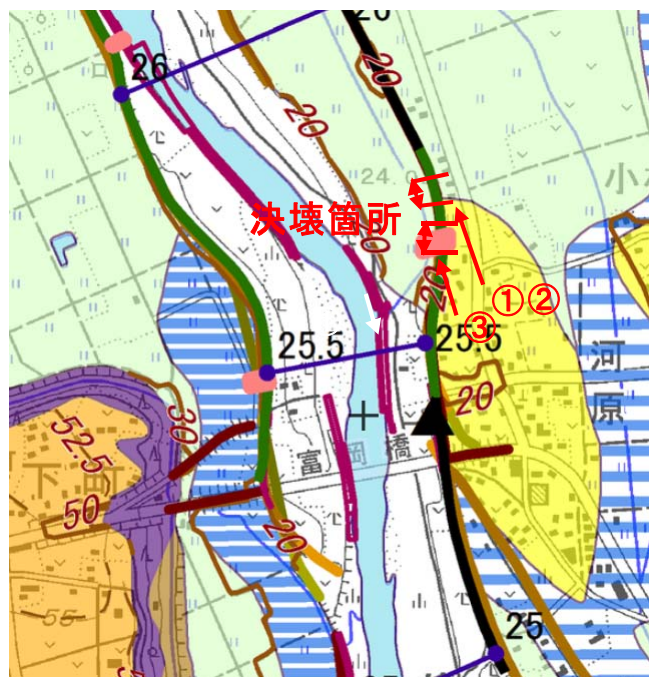
※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

1. 1 (2)越水に対する分析(被災後の堤防状況)

国土交通省
関東地方整備局

(久慈川左岸25.5k)

- ◆ 決壊箇所は上流と下流2箇所にあり、越流水によると推定される川裏部の洗掘が見られる。(①)
- ◆ また、堤防川裏部の植生は川裏側に倒伏している。(②)



①上流側決壊箇所と下流側決壊箇所の残存部の川裏部に洗掘跡が見られる。



②川裏部の倒伏状況

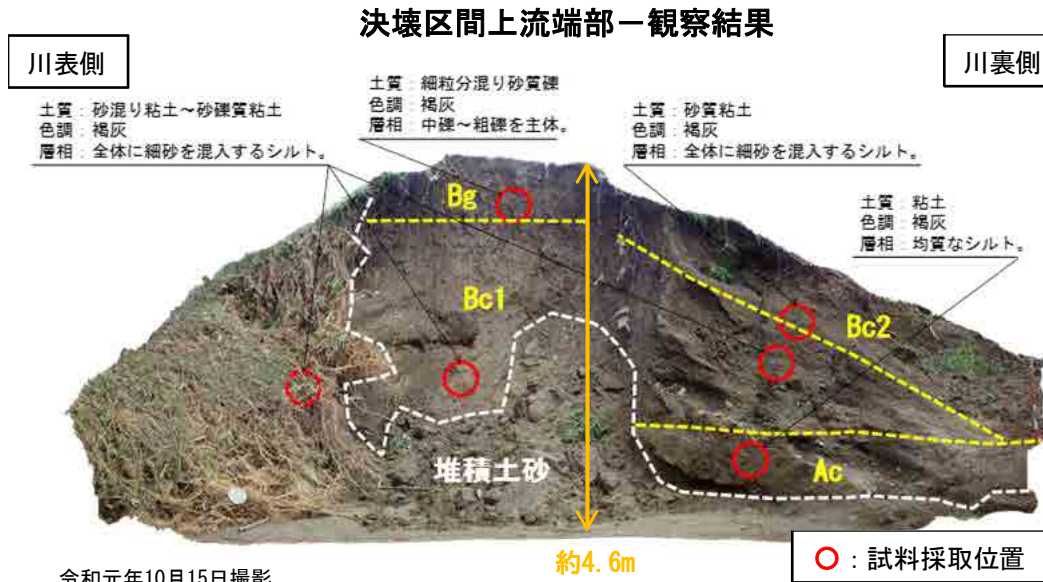


③決壊後の状況

1. 1 (3) 浸透に対する分析(堤体の土質)

(久慈川左岸25.5k 下流決壊部)

◆ 堤体は上下流で土質が異なり、上流端部は礫質土・粘性土で、下流端部は砂質土・粘性土で構成されている。



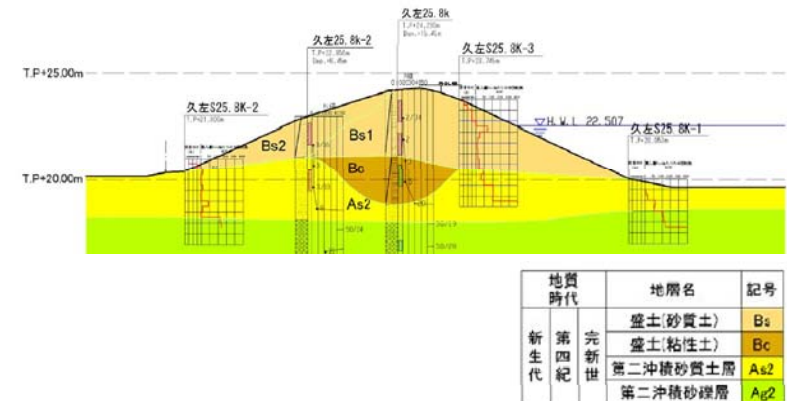
令和元年10月15日撮影



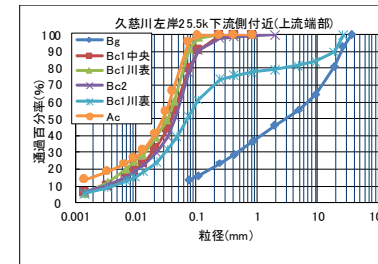
令和元年10月15日撮影

※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

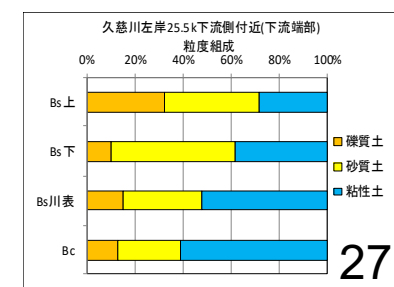
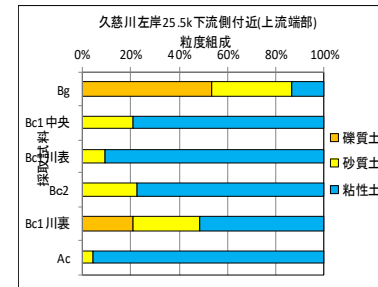
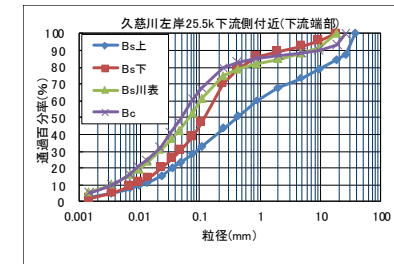
決壊区間上流側一推定地質断面図(詳細点検25.8k)



決壊区間端部一粒度試験結果
上流端部



下流端部



1. 1 (4) 浸透に対する分析(堤体の土質)

(久慈川左岸25.5k 上流決壊部)

◆ 堤体は礫質土・粘性土で構成されている。

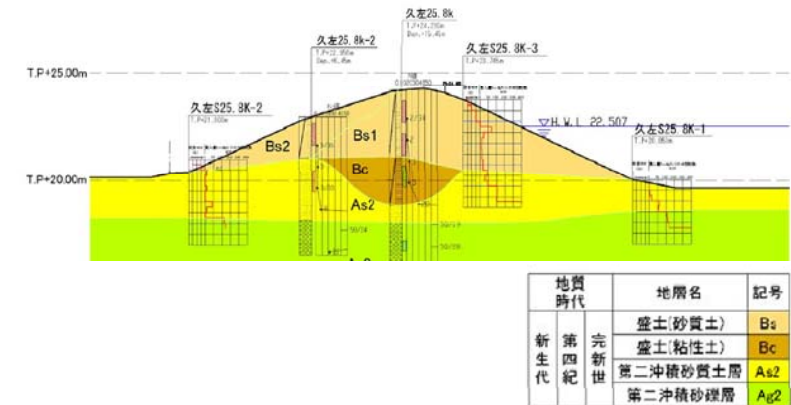
決壊区間上流端部一観察結果



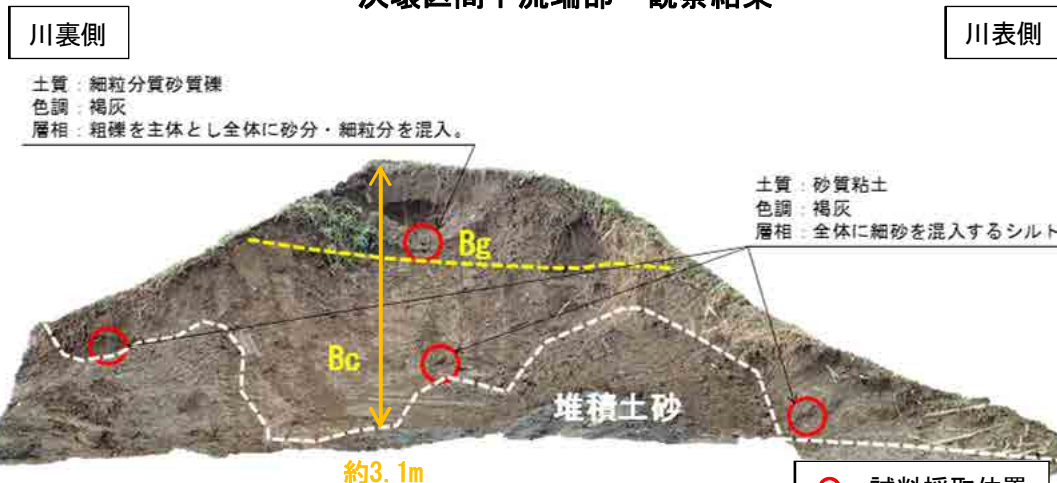
令和元年10月15日撮影

○：試料採取位置

決壊区間上流側一推定地質断面図(詳細点検25.8k)



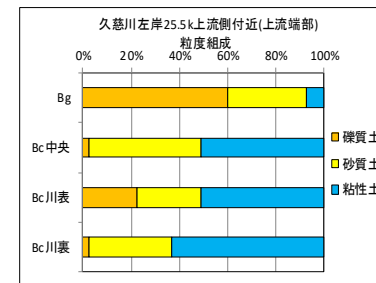
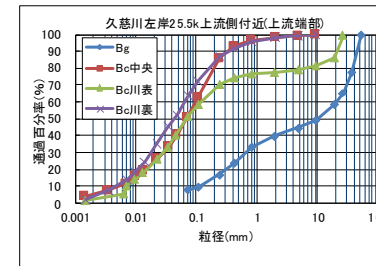
決壊区間下流端部一観察結果



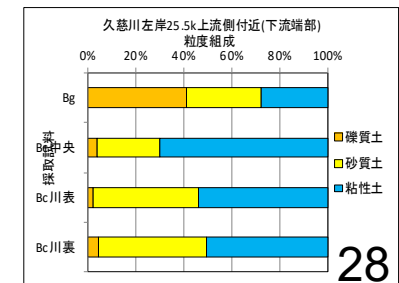
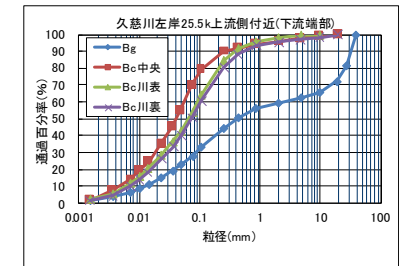
令和元年10月15日撮影

○：試料採取位置

決壊区間端部一粒度試験結果
上流端部



下流端部

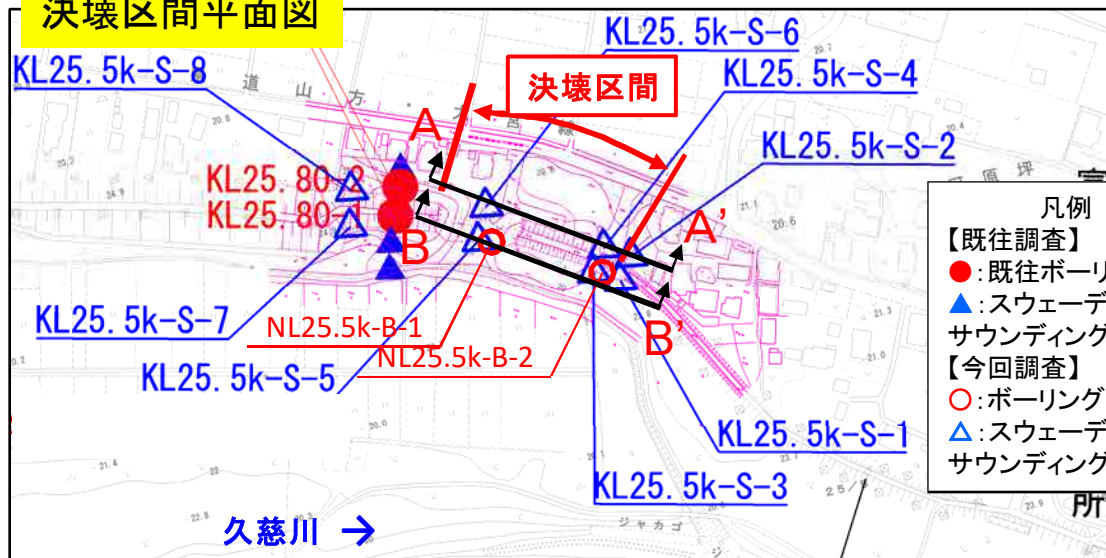


※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

1. 1 (5) 浸透に対する分析(基礎地盤の土質)

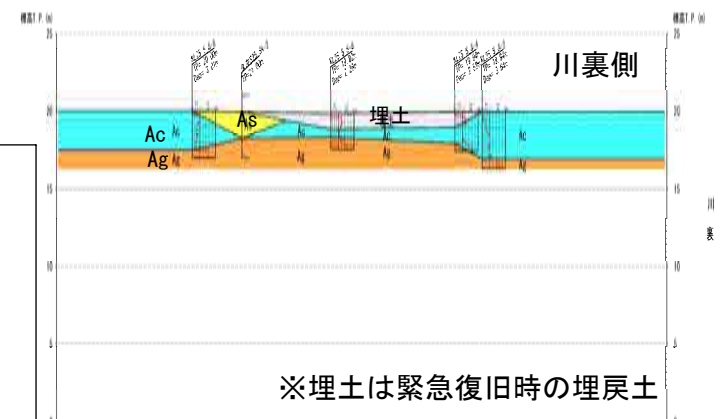
◆ 堤防縦断方向の基礎地盤は礫質土層の表層に粘性土層が分布している。

決壊区間平面図



(久慈川左岸25.5k)

推定地質縦断図(サウンディング結果)



※埋土は緊急復旧時の埋戻土

【上流側】

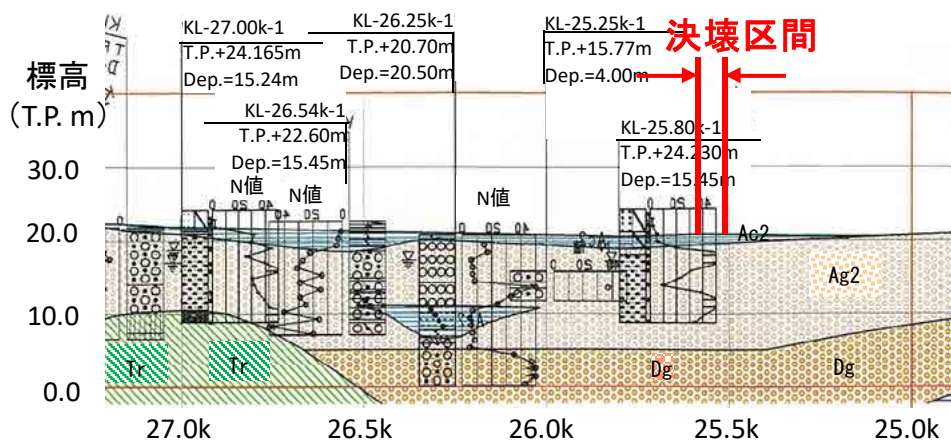
【下流側】

推定地質縦断図(久慈川左岸堤防)

【上流側】

久慈川 →

【上流側】



地質断面図凡例

地質年代		地層名	記号	層相	
新生代	第四紀	完新世	Ag2	砂礫	
			Ac2	粘性土	
			As2	砂質土	
			Ac1	粘性土	
			As1	砂質土	
		更新世	洪積層	Dc	粘性土
				Ds	砂質土
				Dg	砂礫
	第三紀	中新世	第三紀層	Tr	砂岩・泥岩・礫岩

1. 1 (6)浸透に対する分析(照査結果)

(久慈川左岸25.5k)

◆ 今次出水における浸透に対する照査の結果、すべり、パイピングともに照査基準値を満足している。

- ◆ 検討断面：決壊箇所の断面（定期横断25.5k）に現地土質構成を記載
- ◆ 土質定数：既往資料に今回試験値（決壊断面の粒度試験まで）を反映して設定
- ◆ 検討外力：今次出水の降雨、水位ハイドロにより設定（水位は観測地点の水位とHQ式から流量を求め25.5kのHQ式を用いて設定、最高水位は堤防天端高とした）

地盤モデル

断面	土層			単位体積重量 γ t (kN/m³)	透水性係数 k (cm/s)	粘着力 c (kN/m²)	内部摩擦角 φ (°)	設定根拠
久慈川 左岸 27.0k	堤体	Bc	粘性土	19.8	1.70E-5	53.0	0.0	決壊断面粒度D20
	基礎	Ac2	粘性土	16.0	3.00E-6	18.8	0.0	N値3のシルト
	地盤	Ag2	礫質土	20.0	6.27E-2	0.0	43.0	

※赤字は今回試験値・推定値

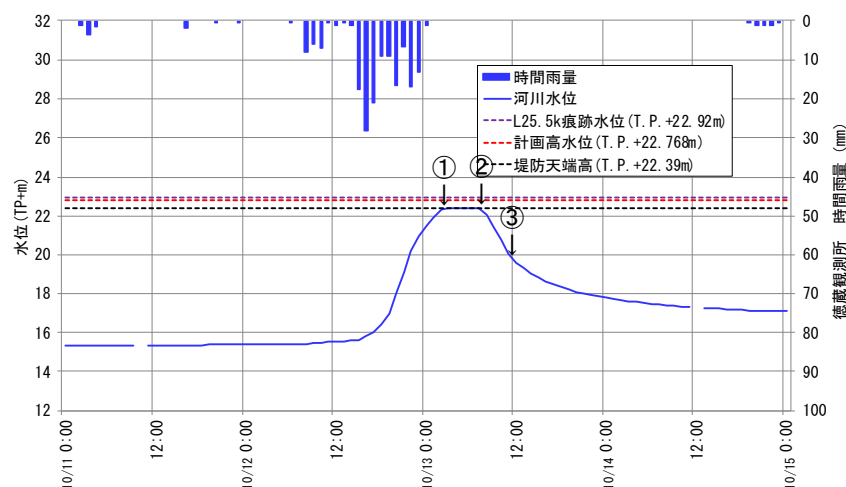
Bc層は、採取11試料のD20(0.317mm・0.0144mm・0.0153mm・0.0107mm・0.0106mm・0.0132mm・0.0154mm・0.0109mm・0.00689mm・0.0114mm・0.0166mm) からそれぞれクレーガーの推定方法で透水性係数を推定し、その平均値を採用

※青字は既往資料に基づく設定値

※黒字は詳細点検(久慈川左岸25.8k)の設定値

外力条件 (台風19号)

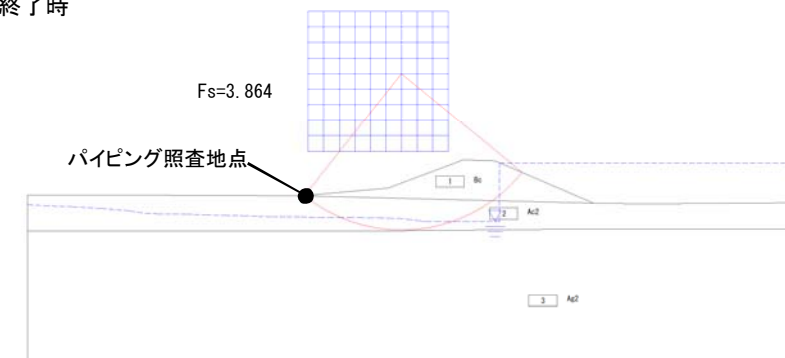
久慈川左岸25.5k



照査結果

河川水位	時刻	すべり破壊		パイピング破壊
		川表 F_s	川裏 F_s	G/W
①天端到達時	10/13 02:00	-	3.864	1.381
②越水終了時	10/13 07:00	-	3.864	1.332
③水位低下時	10/13 12:00	3.073	-	-
基準値		$F_s \geq 1.0$	$F_s \geq 1.440$	$G/W > 1.0$
		: SAFE		: OUT

②越水終了時



※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

1. 1 (7) 浸透に対する分析(過去の被災履歴と対策履歴)



国土交通省
関東地方整備局

(久慈川左岸25.5k)

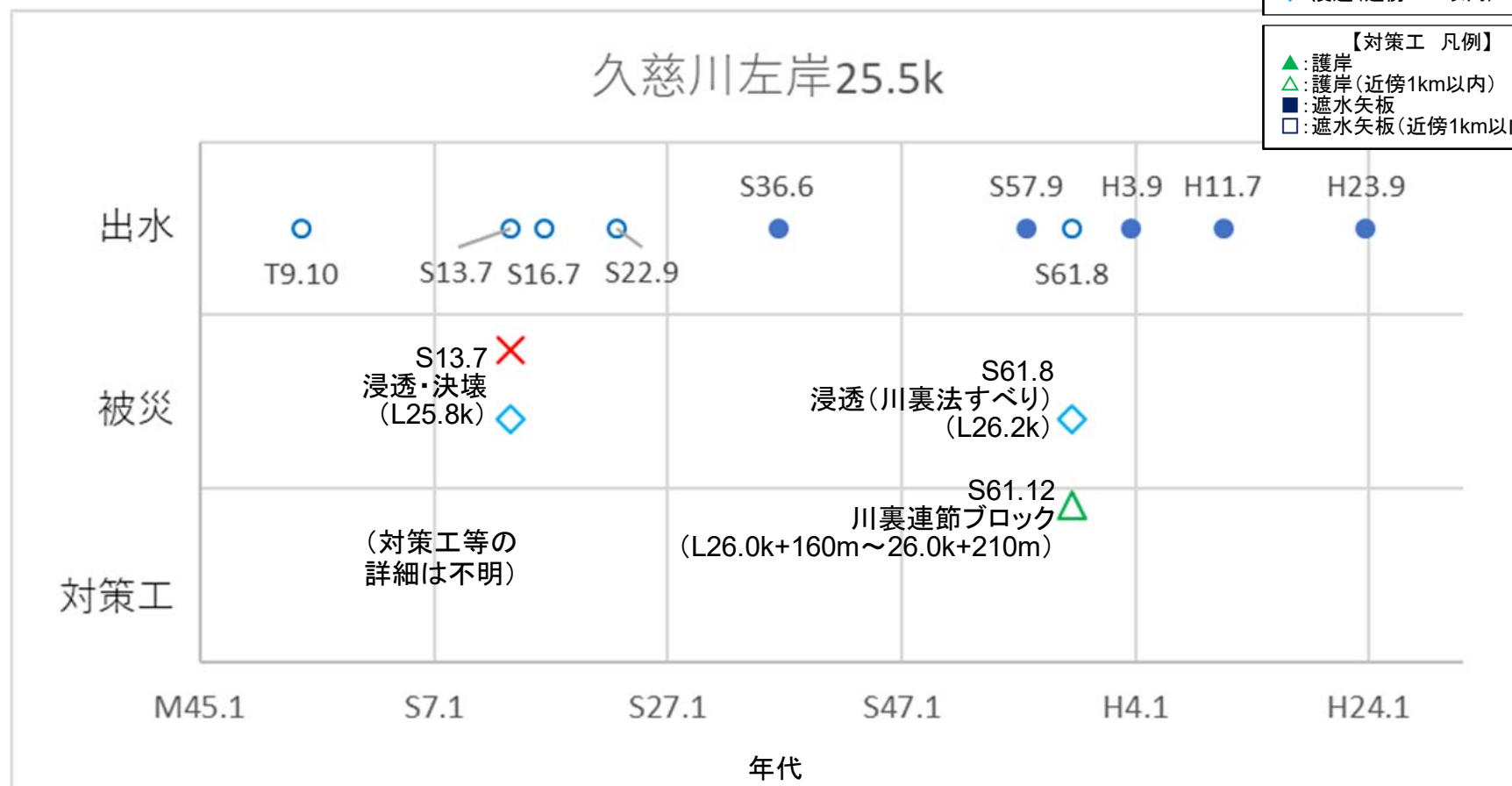
- ◆ 今次出水の決壊箇所は、近傍で過去に被災事例あり。
- ◆ S13.7出水(台風)では、決壊箇所上流で浸透による被災(決壊)があった。対策工は不明。
- ◆ S61.8出水(台風第10号)では、決壊箇所上流で浸透による被災(川裏法すべり)があり、川裏にブロックが施工された。設置目的は、当時の本復旧が原形復旧だったため、川裏ブロックで再度災害防止を図ったものと考えられる。

【出水 凡例】
○: 主な出水
●: 過去を上回る出水※

※記録が残る中で、降雨・水位・流量記録のいずれかが過去を上回る出水、流量は氾濫戻し流量以外を対象

【被災 凡例】
×: 決壊
—: 越水
▲: 侵食
△: 侵食(近傍1km以内)
◆: 浸透
◇: 浸透(近傍1km以内)

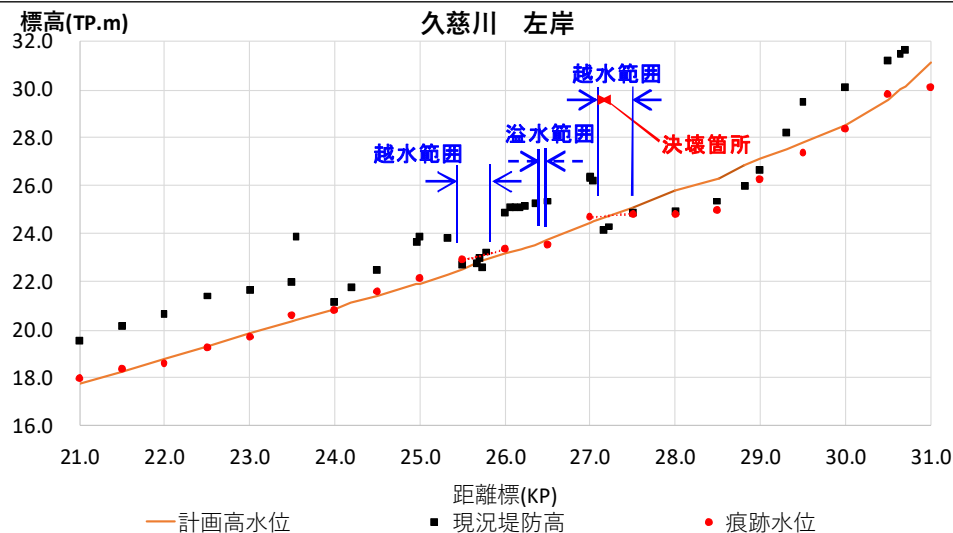
【対策工 凡例】
▲: 護岸
△: 護岸(近傍1km以内)
■: 遮水矢板
□: 遮水矢板(近傍1km以内)



1. 2 (1)越水に対する分析(越水範囲の特定)

- ◆ 27.0k と27.5kの痕跡水位の間の現況堤防高が低いことより越水範囲は27.0k～ 27.5 kと推定される。
- ◆ 推定される越水深は27.0kの痕跡水位と決壊箇所付近の推定堤防高より、約40cmと推定される。
- ◆ 堤防に接続する坂路部周辺で決壊しており、氾濫流は堤内地を下流方向に流下。

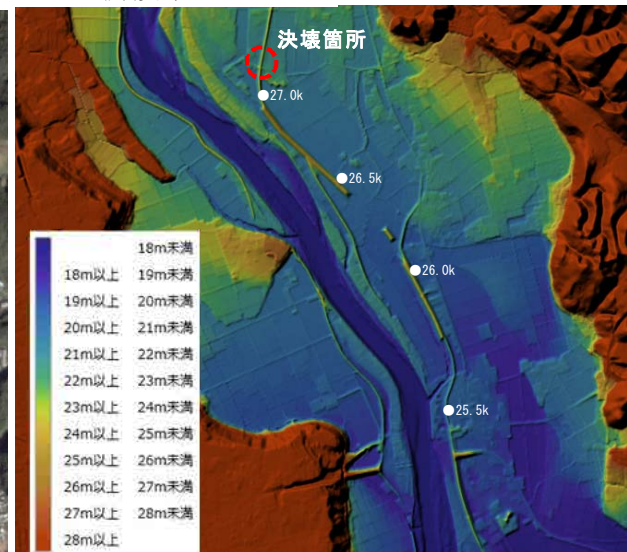
(久慈川左岸27.0k)



左岸27.0k



左岸27.0k(決壊箇所下流)



出典：防災科学研究所クライシスレスポンスサイト

氾濫流の様子(10/13撮影、衛星画像)

出典：国土地理院の電子地形図1/25000を掲載

氾濫原の地形(標高)

出典：国土地理院地図撮影の航空写真(2004年以降撮影)

氾濫流の推定

※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

1. 2 (2)越水に対する分析(被災後の堤防状況)

国土交通省
関東地方整備局

(久慈川左岸27.0k)

- ◆ 決壊箇所は下流側よりも堤防高が低い(①)。
- ◆ 堤防川裏部の植生は川裏側に倒伏している(②)。
- ◆ 堤防天端に越水による流木等の漂流物が残存している(③)。



①上流から下流側の堤防を見た状況



②天端から裏法にむかっの植生の倒伏が確認される
(R1/10/15撮影)



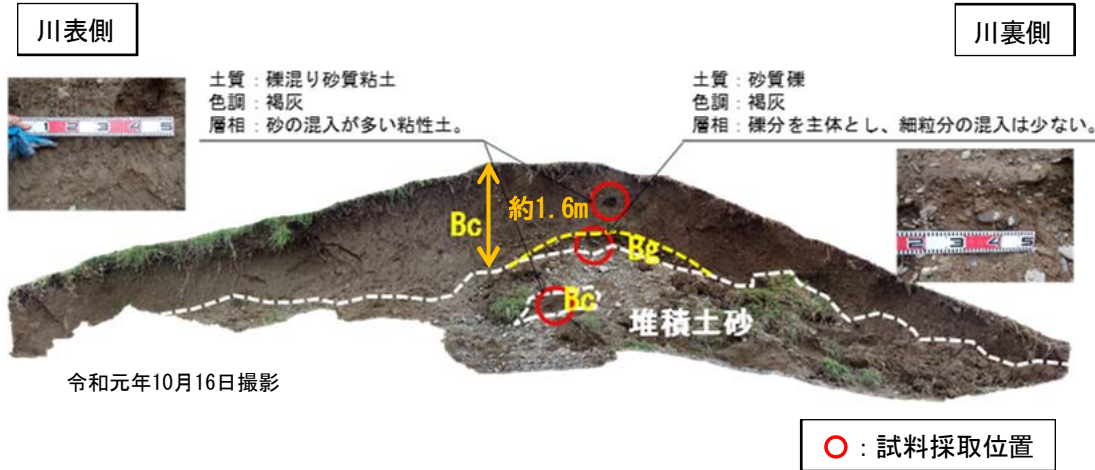
③天端に越水による漂流物(流木)が残存
(R1/10/15撮影)

1. 2 (3)浸透に対する分析(堤体の土質)

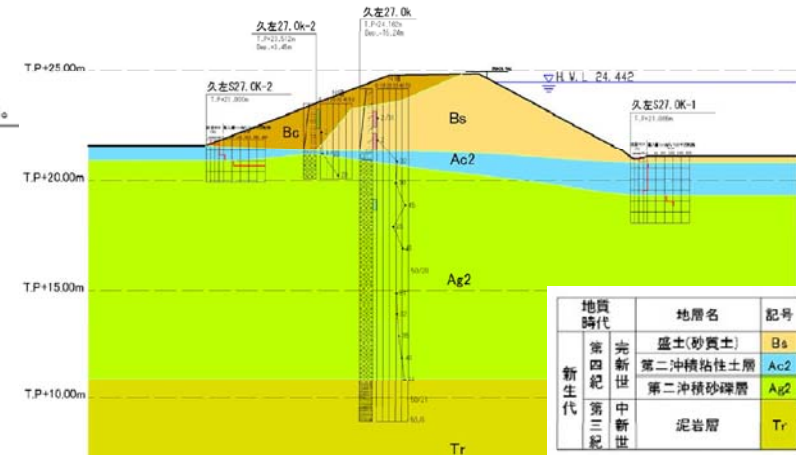
(久慈川左岸27.0k)

◆ 堤体は粘性土で構成され、全体に砂分や礫分を混入。下流端部は川裏腹付けの築堤履歴を確認。

決壊区間上流端部一観察結果



決壊区間下流側一推定地質断面図(詳細点検27.0k)

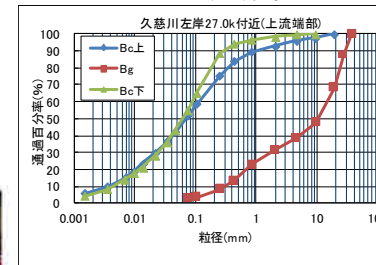


決壊区間下流端部一観察結果

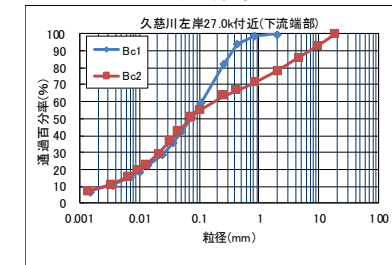


決壊区間端部一粒度試験結果

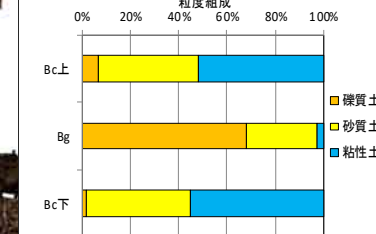
上流端部



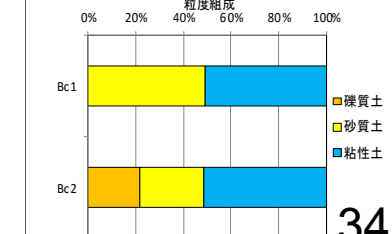
下流端部



久慈川左岸27.0k付近(上流端部)



久慈川左岸27.0k付近(下流端部)



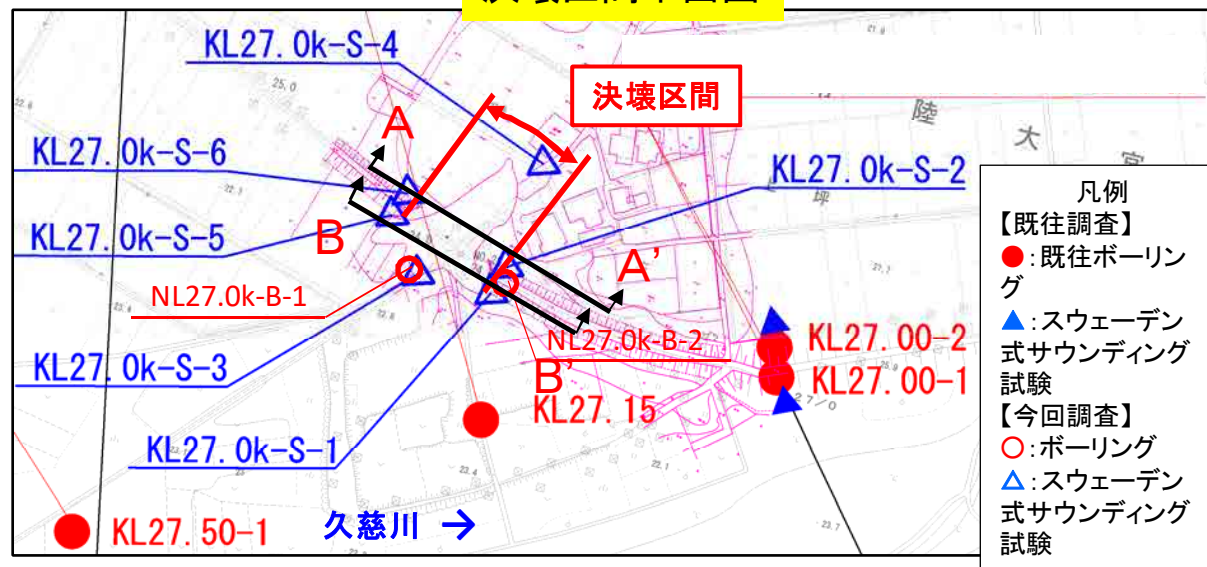
※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

1. 2 (4) 浸透に対する分析(基礎地盤の土質)

◆ 堤防縦断方向の基礎地盤は礫質土層の表層に粘性土層が分布している。

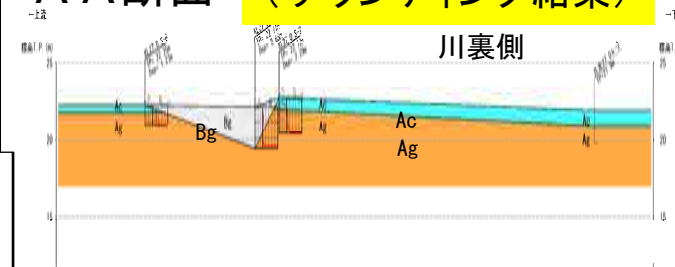
(久慈川左岸27.0k)

決壊区間平面図



A-A'断面

推定地質縦断図
(サウンディング結果)



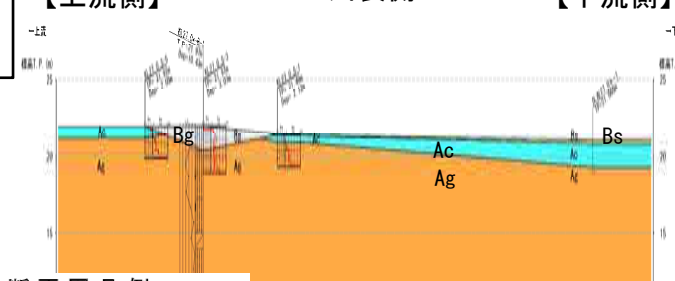
※Bgは緊急復旧時の埋戻土

B-B'断面

【上流側】

川表側

【下流側】



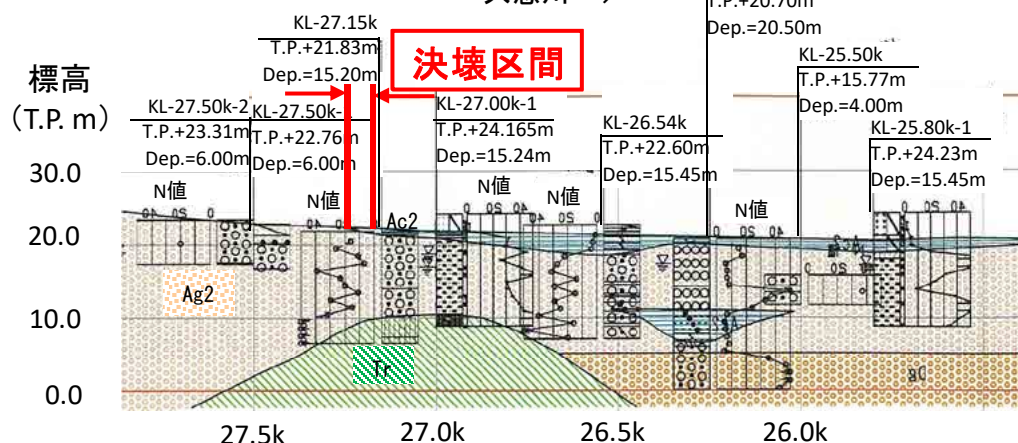
※Bgは緊急復旧時の埋戻土

推定地質縦断図(久慈川左岸堤防)

【上流側】

久慈川 →

【上流側】



地質断面図凡例

地質年代	地層名	記号	層相
第四紀	沖積層	Ag2	砂礫
		Ac2	粘性土
		As2	砂質土
		Ac1	粘性土
		As1	砂質土
	洪積層	Dc	粘性土
		Ds	砂質土
		Dg	砂礫
		Tr	砂岩・泥岩・礫岩
第三紀	第三紀層		

1. 2 (5) 浸透に対する分析(照査結果)

(久慈川左岸27.0k)

◆ 今次出水における浸透に対する照査の結果、パイピングの基準値を満足していない。

- ◆ 検討断面：決壊箇所の断面（定期横断27.5k）に現地土質構成を記載
- ◆ 土質定数：既往資料に今回試験値（決壊断面の粒度試験まで）を反映して設定
- ◆ 検討外力：今次出水の降雨、水位ハイドロにより設定（水位は観測地点の水位とHQ式から流量を求め27.5kのHQ式を用いて設定、最高水位は堤防天端高とした）

地盤モデル

断面	土層			単位体積重量	透水係数	粘着力	内部摩擦角	設定根拠
				γ_t (kN/m^3)	k (cm/s)	c (kN/m^2)	ϕ ($^\circ$)	
久慈川 左岸 27.0k	堤体	Bc	粘性土	18.6	1.40E-5	51.0	0.0	決壊断面粒度D20
	基礎	Ag2	礫質土	20.0	1.61E-1	0.0	41.0	現場透水
	地盤	Tr	岩盤	18.5	1.00E-6	173.0	20.0	

※赤字は今回試験値

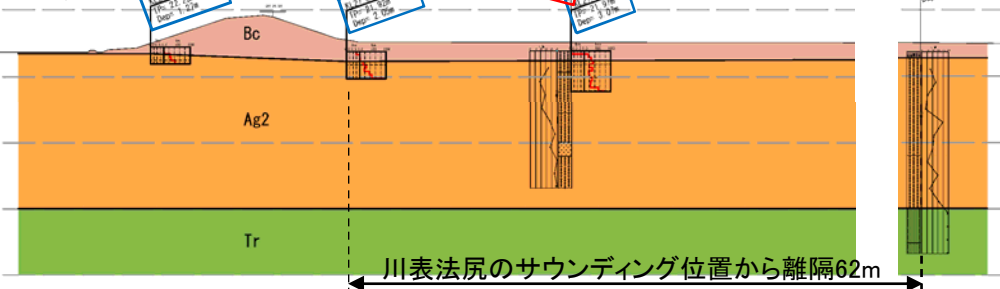
Bc層は、採取3試料のD20(0.0113mm・0.0123mm・0.0105mm) からそれぞれクレーガーの推定方法で透水係数を推定し、その平均値を採用

※黒字は詳細点検(那珂川左岸27.0k)の設定値

※青字は既往資料に基づく設定値

検討断面（決壊箇所 久慈川左岸27.0k）

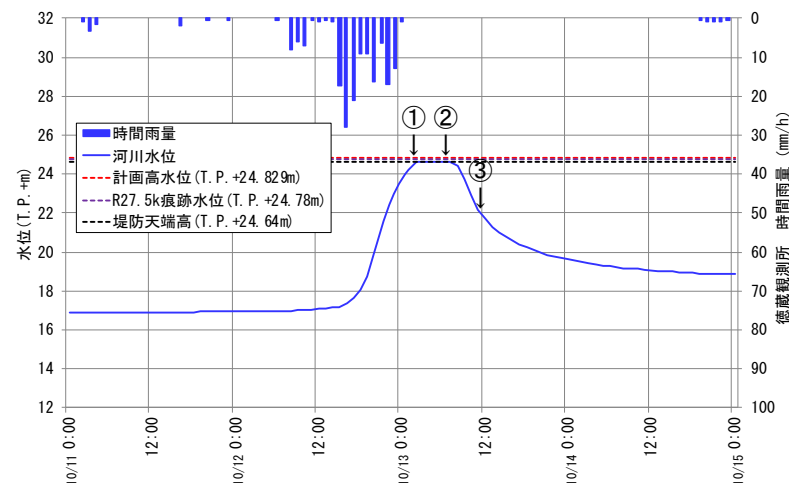
【川裏側】



凡例
(囲いなし) : 既往調査結果
□ : 今回調査結果(ボーリング)
□ : 今回調査結果(サウンディング)

外力条件（台風19号）

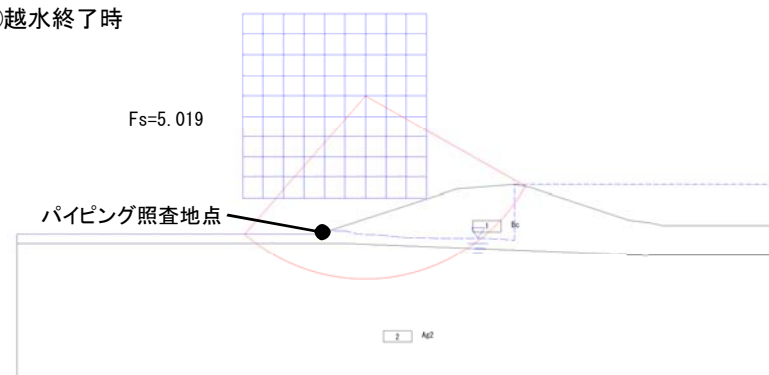
久慈川左岸27.0k



照査結果

河川水位	時刻	すべり破壊		パイピング破壊 G/W
		川表 Fs	川裏 Fs	
①天端到達時	10/13 02:00	-	5.176	0.938
②越水終了時	10/13 07:00	-	5.019	0.789
③水位低下時	10/13 12:00	6.553	-	-
基準値		Fs ≥ 1.0	Fs ≥ 1.440	G/W > 1.0
		: SAFE		: OUT

②越水終了時



※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

1. 2 (6) 浸透に対する分析(過去の被災履歴と対策履歴)

(久慈川左岸27.0k)

- ◆ 今次出水の決壊箇所は、近傍で過去に被災事例あり。
- ◆ S13.7出水（台風）では、今次出水の決壊箇所下流で侵食・越水による被災（決壊）があった。対策工は不明。
- ◆ H11.7出水（停滞前線）では、今次出水の決壊箇所下流で浸透（地盤漏水・裏法面うみ（湿润化））による被災があり、護岸ブロック・遮水シート・遮水矢板が施工された。
- ◆ 今次出水では、決壊箇所周辺で噴砂や漏水は確認されなかった。

- 【出水 凡例】
- : 主な出水
 - : 過去を上回る出水※

※記録が残る中で、降雨・水位・流量記録のいずれかが過去を上回る出水、流量は氾濫戻し流量以外を対象

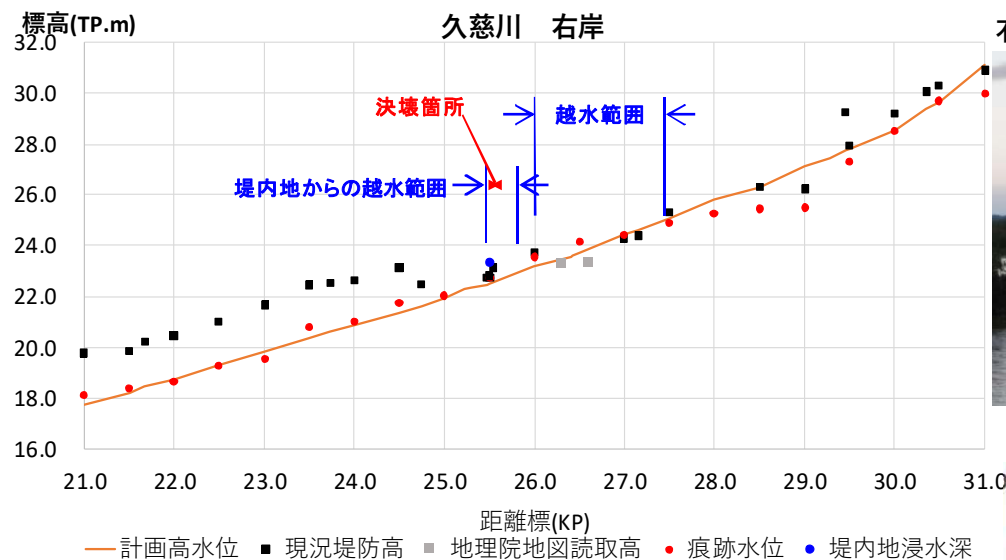
- 【被災 凡例】
- ×: 決壊
 - : 越水
 - ▲: 侵食
 - △: 侵食(近傍1km以内)
 - ◆: 浸透
 - ◇: 浸透(近傍1km以内)

- 【対策工 凡例】
- ▲: 護岸
 - △: 護岸(近傍1km以内)
 - : 遮水矢板
 - : 遮水矢板(近傍1km以内)



1. 3 (1)越水に対する分析(越水範囲の特定)

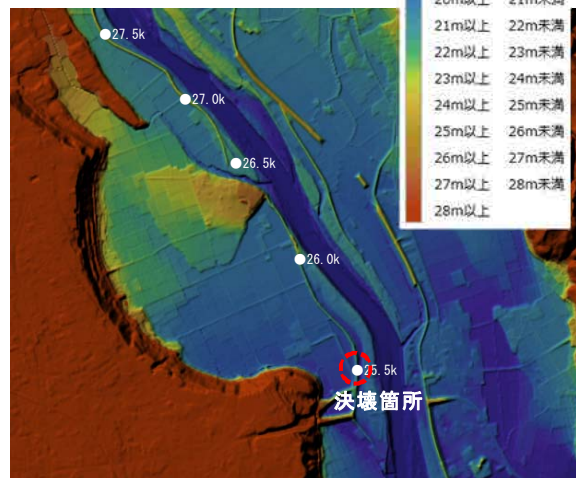
- ◆ 痕跡水位及び現地の状況より、川裏側から川表側への越水範囲は25.5k～25.8kと推定される。(久慈川右岸25.5k)
- ◆ 推定される越水深は堤内地の痕跡水位より、約60cmと推定される。(次頁に詳述)
- ◆ 上流右岸26.0kから27.5kにかけての越水による氾濫流が地形的に決壊箇所の堤内地側に集中して、せき上げされ、堤内地側の水位が上昇し、川裏側から川表側への越水が発生したと考えられる。



右岸25.5k(越水状況)



右岸25.5k



出典：防災科学研究所クライシスレスポンスサイト

氾濫流の様子(10/13撮影、衛星画像)

※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

出典：国土地理院の電子地形図1/25000を掲載

氾濫原の地形(標高)

出典：国土地理院地図撮影の航空写真(2004年以降撮影)

氾濫流の推定

1. 3 (2)越水に対する分析(被災後の堤防状況)

- ◆ 上水道取水樋管の上流で堤防裏法部が洗掘されている(①②)ことから、川表側から越水し、内水が上昇したと (久慈川右岸25.5k) 推定される。
- ◆ 決壊箇所付近は、堤防表法面の植生は川表側に倒伏し(③)、天端舗装の一部が川表側に残存している(④)ことから、川裏側から川表側に越水したと推定される。
- ◆ 堤内地の内水痕跡標高はT.P.23.33m(⑤⑥)、一方、右岸25.5kの天端高はT.P.22.75mであり、堤防天端高より内水痕跡の方がおよそ60cm高い。



1. 3 (3) 浸透に対する分析(堤体の土質)

(久慈川右岸25.5k)

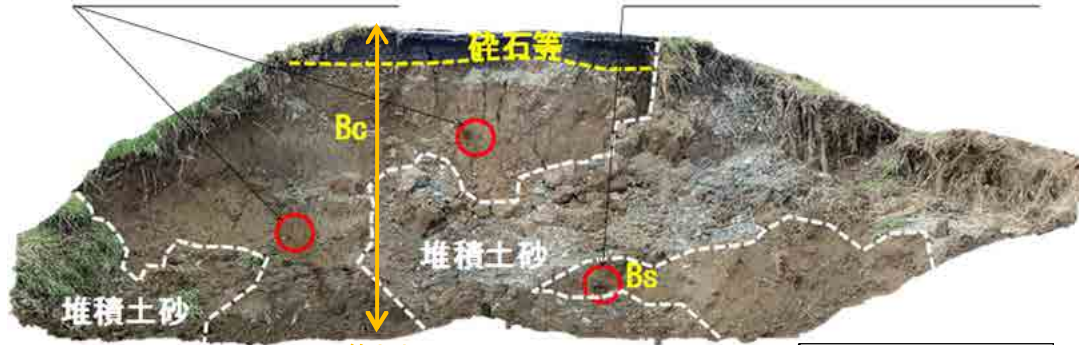
◆ 堤体は主に粘性土で構成され、全体に砂分を混入。

決壊区間上流端部一観察結果

川裏側

土質：砂混りシルト～砂質粘土
色調：褐灰
層相：全体に砂を混入する粘性土。

土質：シルト質砂
色調：褐灰
層相：細砂を主体とし、全体に細粒分を混入。



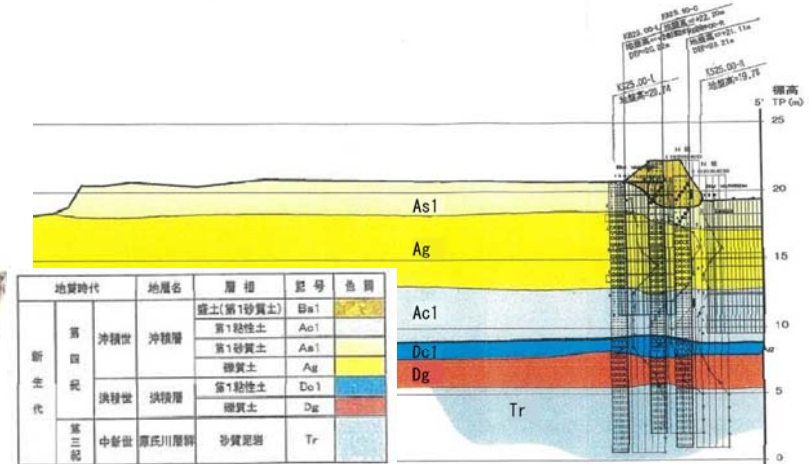
令和元年10月16日撮影

約4.3m

○：試料採取位置

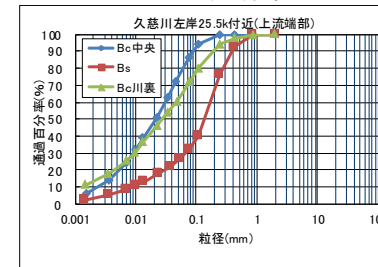
川表側

決壊区間下流側一推定地質断面図(詳細点検25.37k)

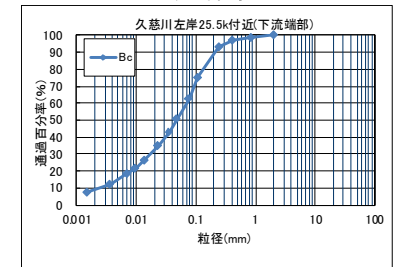


決壊区間端部一粒度試験結果

上流端部



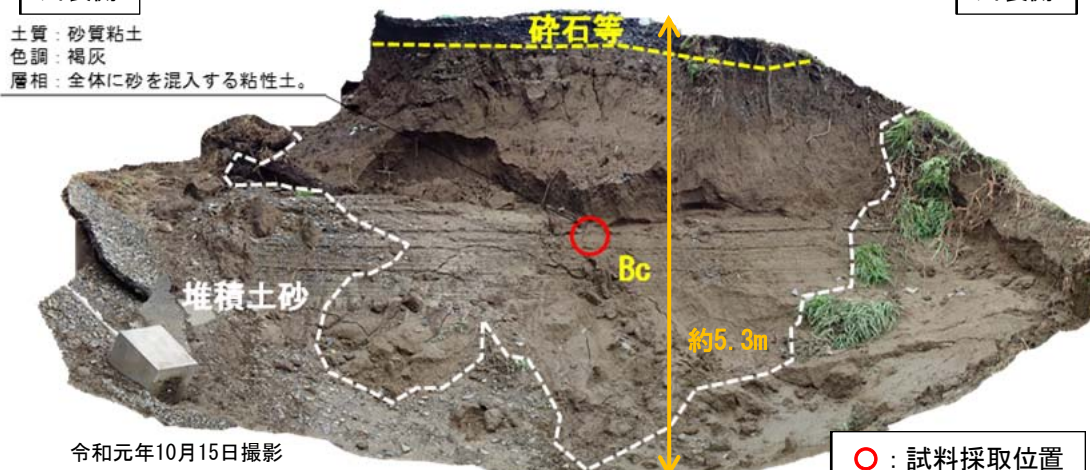
下流端部



決壊区間下流端部一観察結果

川表側

土質：砂質粘土
色調：褐灰
層相：全体に砂を混入する粘性土。

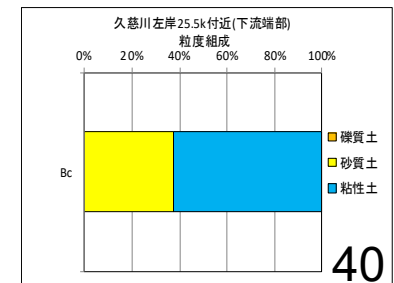
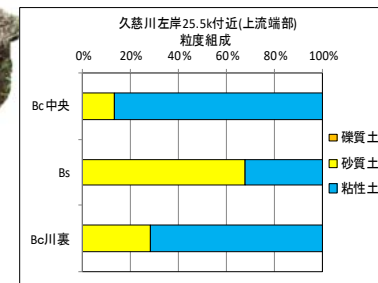


令和元年10月15日撮影

約5.3m

○：試料採取位置

川裏側

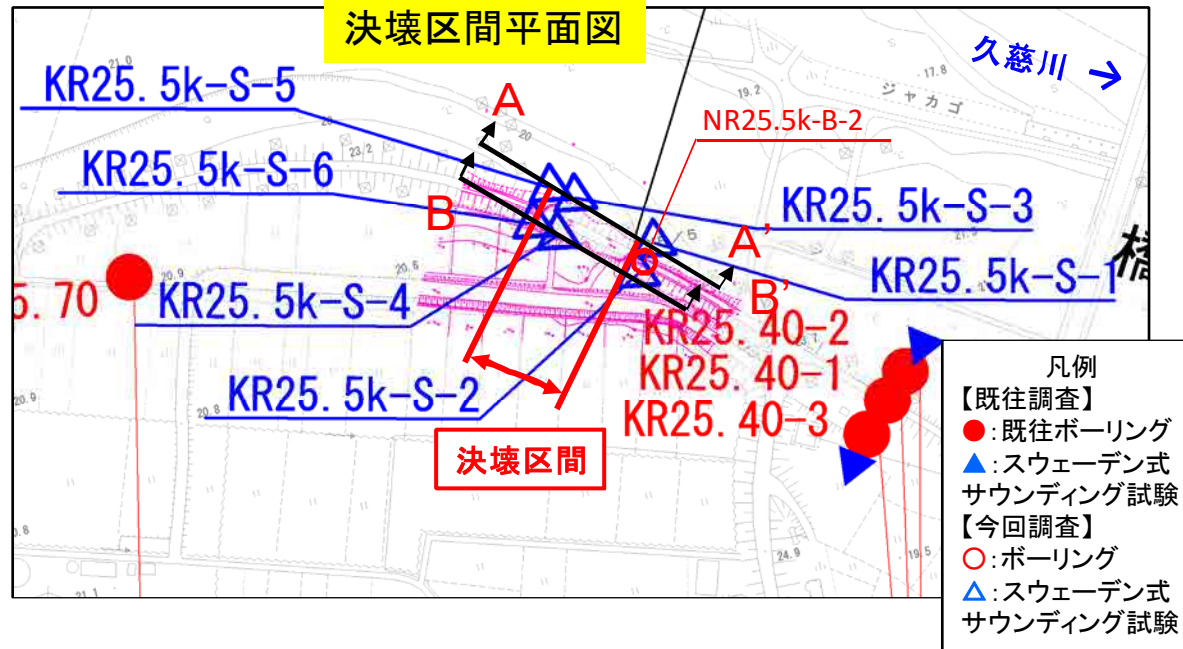


※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

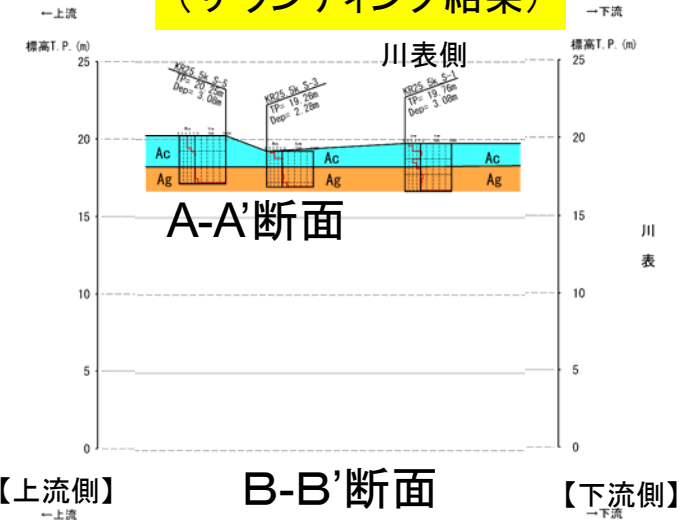
1. 3 (4) 浸透に対する分析(基礎地盤の土質)

◆ 堤防縦断方向の基礎地盤は礫質土層の表層に粘性土層が分布している。

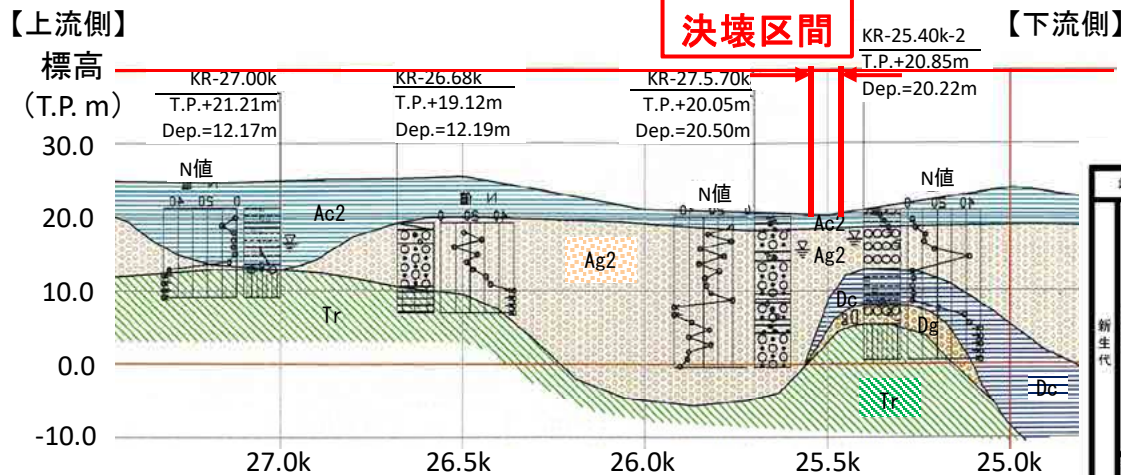
(久慈川右岸25.5k)



推定地質縦断図
(サウンディング結果)



推定地質縦断図(久慈川右岸堤防)



2.(1)決壊原因の特定

	久慈川左岸25.5k	久慈川左岸27.0k
越水	● 写真により越水している状況が確認された。 ● 裏法面の侵食、川裏側への植生の倒伏が確認された。 ● 痕跡水位及び現地状況より、越水範囲と越水深が推定された。 ● これらより越水が決壊の要因になったと推定される。	● 川裏側への植生の倒伏が確認された。 ● 痕跡水位及び現地状況より、越水範囲と越水深が推定された。 ● これらより越水が決壊の要因になったと推定される。
影響程度	○	○
浸透	● 上下流の近傍も含めて噴砂や漏水が確認されていない。 ● 堤体は上流側が礫質土と粘性土、下流側が砂質土、粘性土で構成され、基礎地盤は礫質土層の表層に粘性土層が分布する。 ● 解析の結果、裏法すべりやパイピングに対する基準値を満足している。 ● これらより、浸透が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。	● 上下流の近傍も含めて噴砂や漏水が確認されていない。 ● 堤体は礫質土・粘性土で構成され、基礎地盤は礫質土層の表層に粘性土層が分布する。 ● 解析の結果、パイピングに対する基準値を満足していない。 ● これにより、浸透の影響は排除できない。
影響程度	×	△
侵食	● 決壊箇所の上下流とも川表法面の侵食の痕跡は確認できない。 ● 高水敷の侵食の痕跡は確認できない。 ● これらより、侵食が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。	● 決壊箇所の上下流とも川表法面の侵食の痕跡は確認できない。 ● 高水敷の侵食の痕跡は確認できない。 ● これらより、侵食が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。
影響程度	×	×
構造物周辺	—	—
影響程度	—	—

赤字は第2回委員会からの変更点

2.(2)決壊原因の特定

	久慈川右岸25.5k
越水	—
影響程度	—
浸透	● 上下流の近傍も含めて噴砂や漏水が確認されていない。 ● 堤体は砂分の多い粘性土で構成され、基礎地盤は礫質土層の表層に砂質土が分布する。 ● <u>これらより、浸透が決壊の要因になった可能性は低いと推定される</u>
影響程度	×
侵食	● 決壊箇所の上下流とも川表法面の侵食の痕跡は確認できない。 ● 高水敷の侵食の痕跡は確認できない。 ● <u>これらより、侵食が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。</u>
影響程度	×
堤内地からの越水	● 6：45撮影の写真により決壊区間では堤内地側から本川に越水している状況が確認された。 ● 衛星画像により、決壊箇所上流、27.0k付近や26.5k付近からの越水が確認された。 ● 表法の川側への植生の倒伏やめくれ、表法肩に漂流物（タイヤ等）が確認された。 ● 堤内地側の痕跡水位は現況堤防高よりも高い。 ● <u>これらのことより、堤内地側からの越水が決壊の要因になったと推定される。</u>
影響程度	○

赤字は第2回委員会からの変更点



権限代行区間

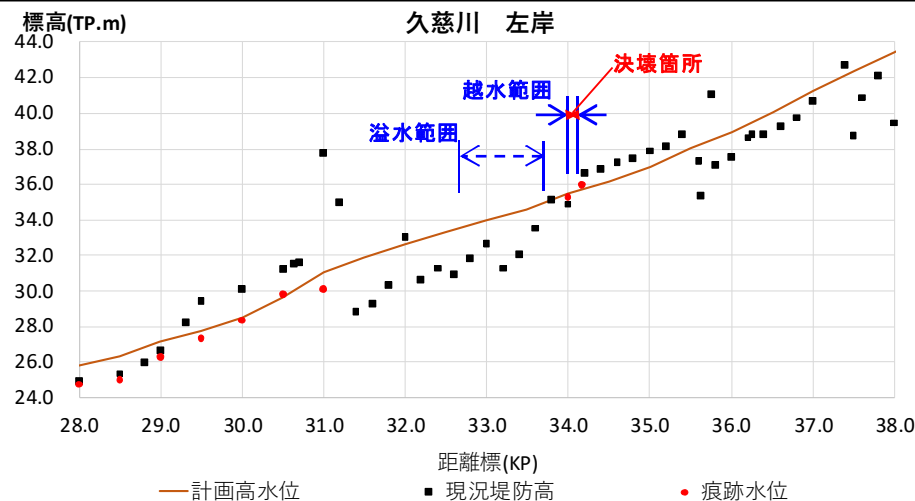


1. 被災メカニズムの分析

1. 1 (1)越水に対する分析(越水範囲の特定)

- ◆ 痕跡水位及び現地の状況より、越水範囲は34.0k～34.1kと推定される。
- ◆ 越水深は34.0kの痕跡水位と現況堤防高の差より、約40cmと推定される。
- ◆ 氾濫流は堤内地を下流方向へ流下し、34.0kより下流の無堤部からの溢水による氾濫流と合流。

(久慈川左岸34.0k)



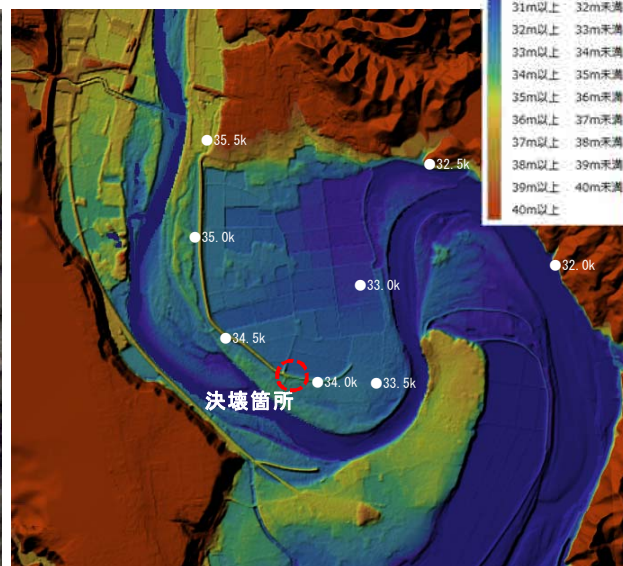
左岸34.0k(決壊箇所下流)



左岸34.0k(決壊箇所上流)



出典：防災科学研究所クライシスレスポンスサイト
氾濫流の様子（10/13撮影、衛星画像）



出典：国土地理院の電子地形図1/25000を掲載
氾濫原の地形（標高）

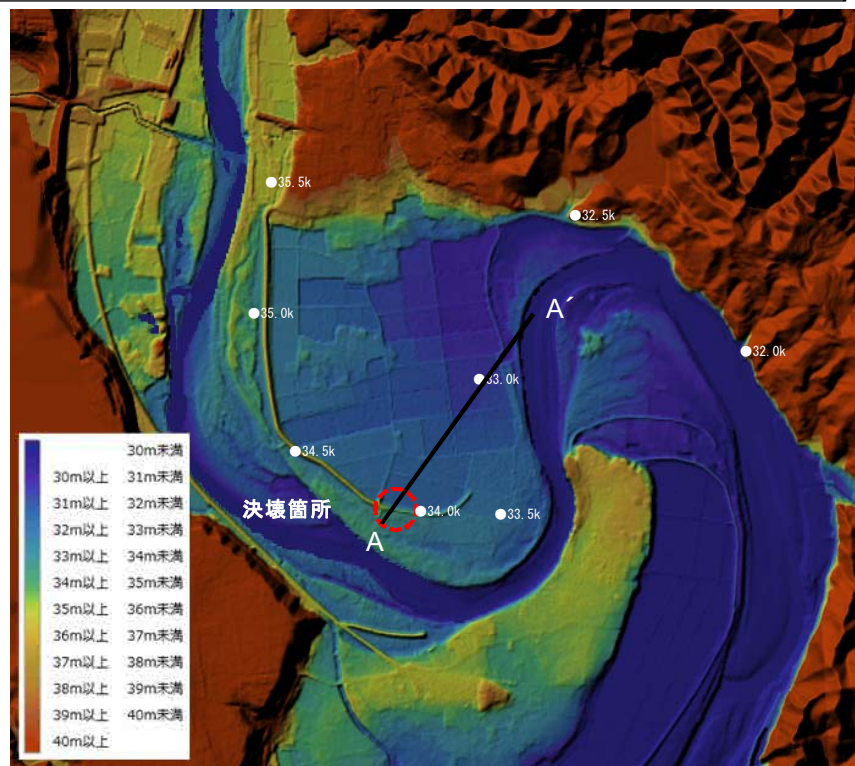


出典：国土地理院地図撮影の航空写真（2004年以降撮影）
氾濫流の推定

1. 1 (2)越水に対する分析(越水範囲の特定)

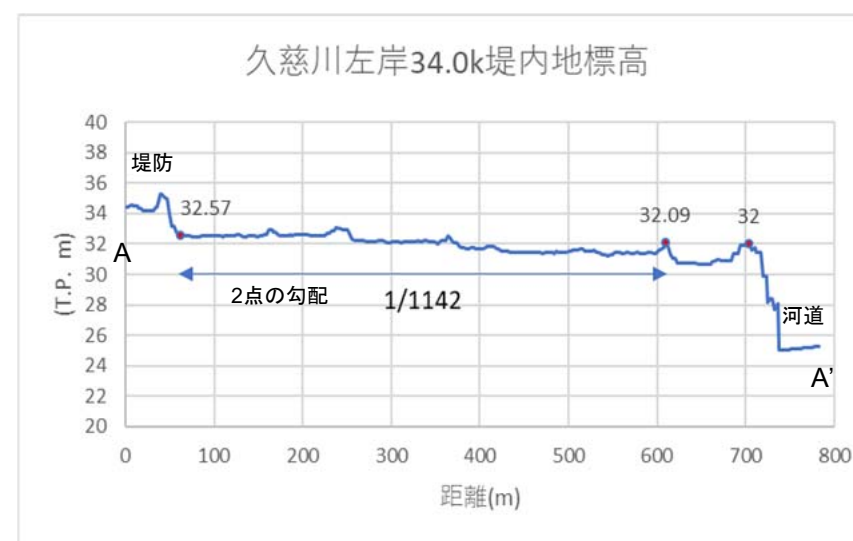
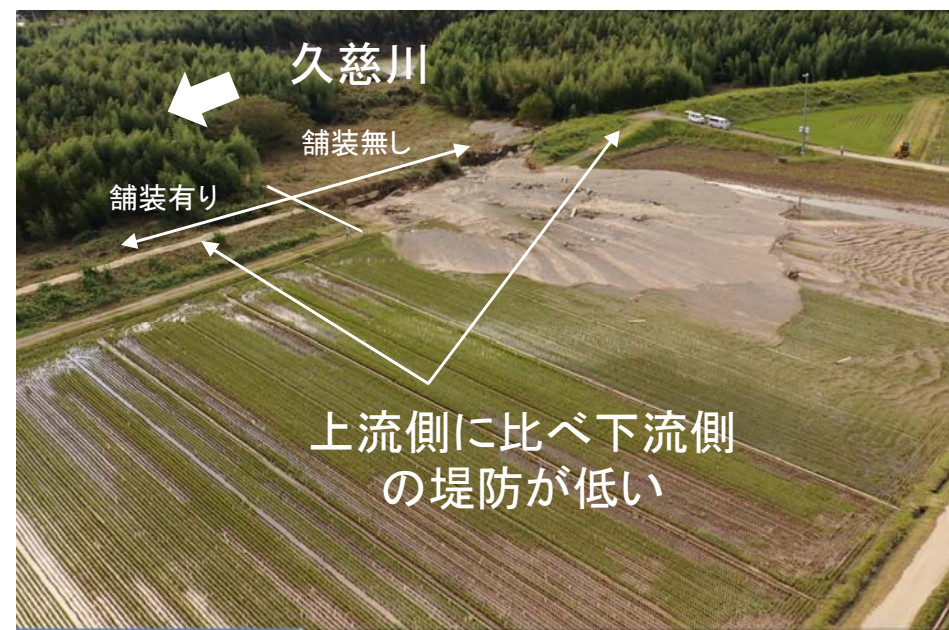
(久慈川左岸34.0k)

- ◆ 久慈川左岸34.0kの破堤箇所は上流に比べ堤防高が低くなっており、さらに下流側では無堤部となる。
- ◆ 堤内地の地形勾配は1/1000程度ある。
- ◆ 堤防決壊部は、下流側の無堤部からの氾濫水により、堤内地側の堤防法尻付近に湛水を生じていたが、越流水による決壊に至ったと推定される。
- ◆ 決壊箇所の下流側は天端舗装があるが、決壊箇所には天端舗装は無かった。



出典：国土地理院の電子地形図1/25000を掲載

氾濫原の地形（標高）



出典：地理院地図を元に作成

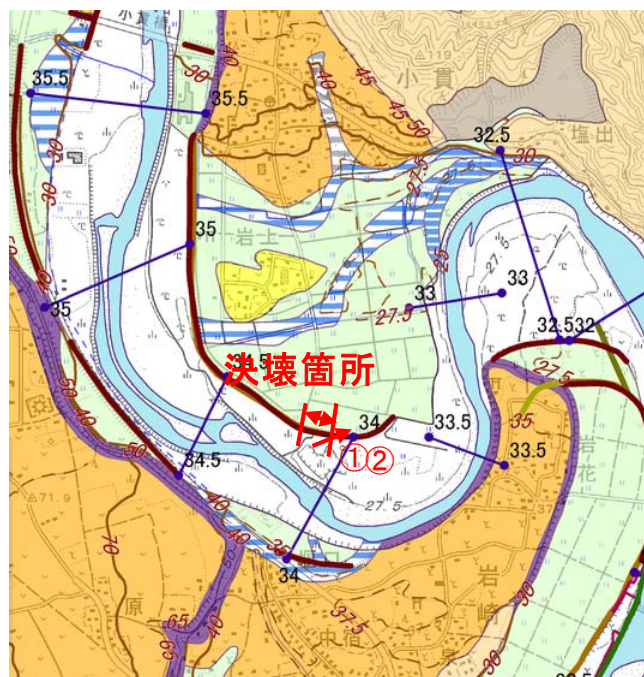
1. 1 (3)越水に対する分析(被災後の堤防状況)



国土交通省
関東地方整備局

(久慈川左岸34.0k)

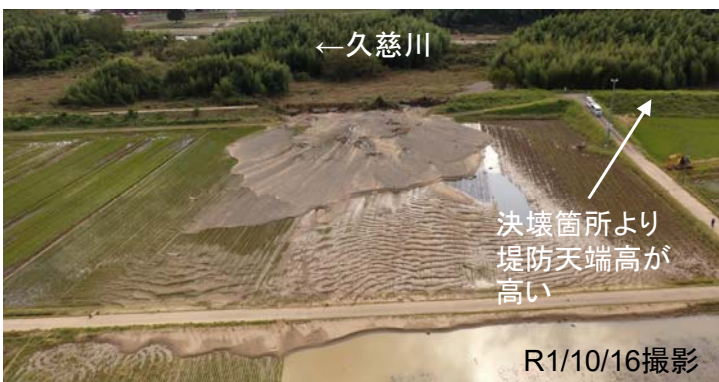
- ◆ 決壊箇所は越流水によると推定される裏法面の植生が川裏側に倒伏している。
- ◆ (①) 堤防天端～川裏法肩に越水による漂流物が残存している。(②)
- ◆ 決壊箇所上流側は決壊箇所より堤防天端高が高い。(③)



①川裏側法面の植生が川裏側に倒伏している。



②天端～川裏側法肩に漂流物が残存している。



③堤内地側から堤防をドローンで撮影した状況。

1. 1 (4) 浸透に対する分析(堤体の土質)

(久慈川左岸34.0k)

- ◆ 堤体は砂質土で構成され、砂は細砂～中砂を主体。
- ◆ 基礎地盤は簡易ボーリング調査より砂質土・礫質土で構成されている。

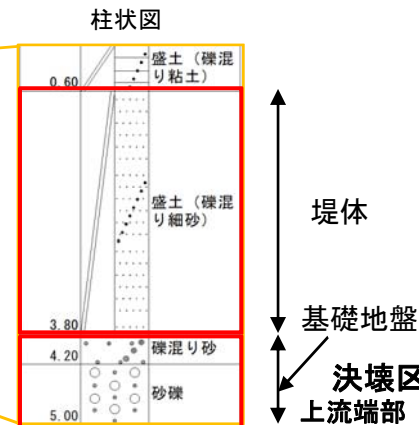
決壊区間上流端部－観察結果

川表側



※仮復旧後、簡易ボーリングにて土質確認実施

川裏側



□：試料採取位置

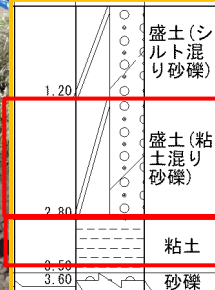
決壊区間下流端部－観察結果

川裏側

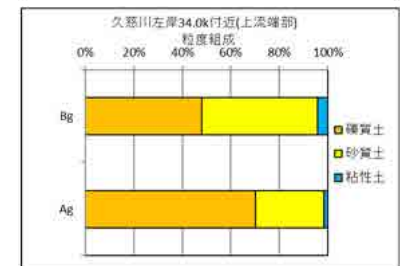
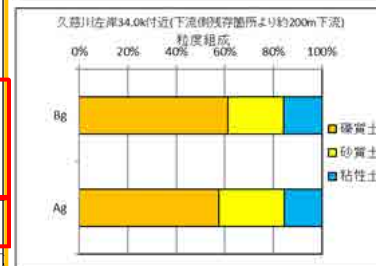
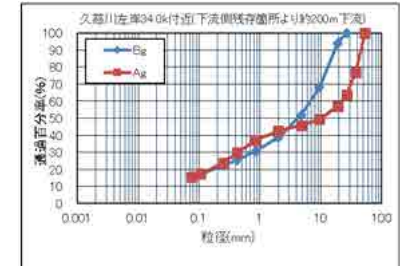
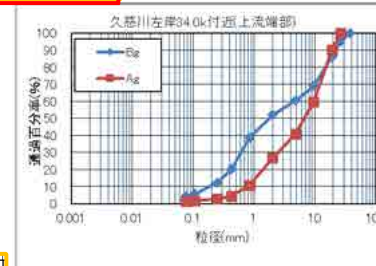


川表側

参考柱状図(下流側残存箇所より約200m下流)



□：試料採取位置



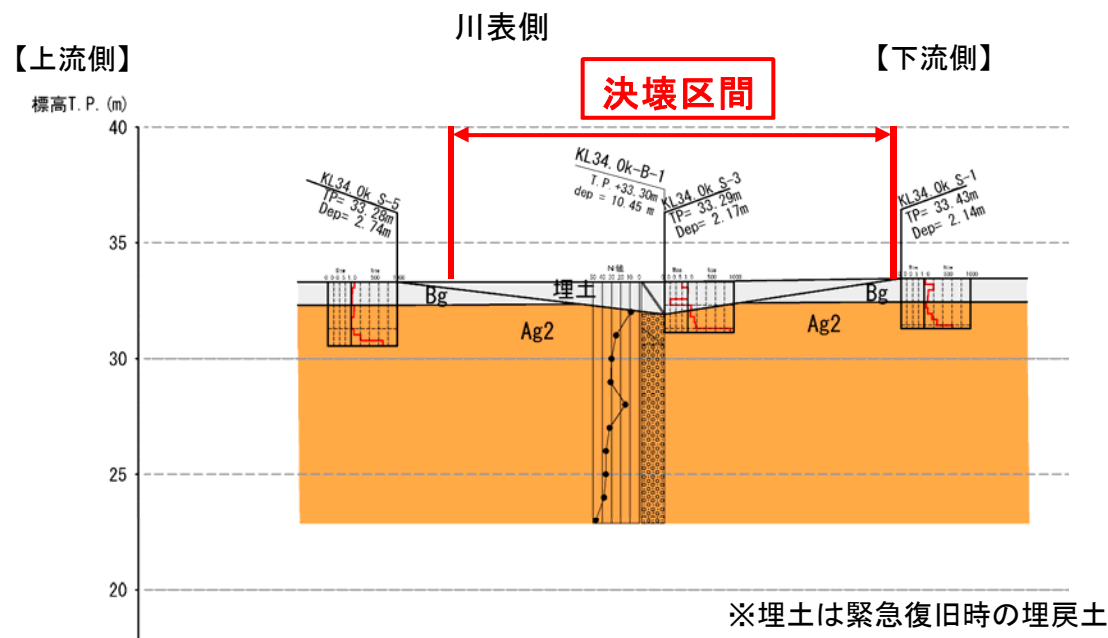
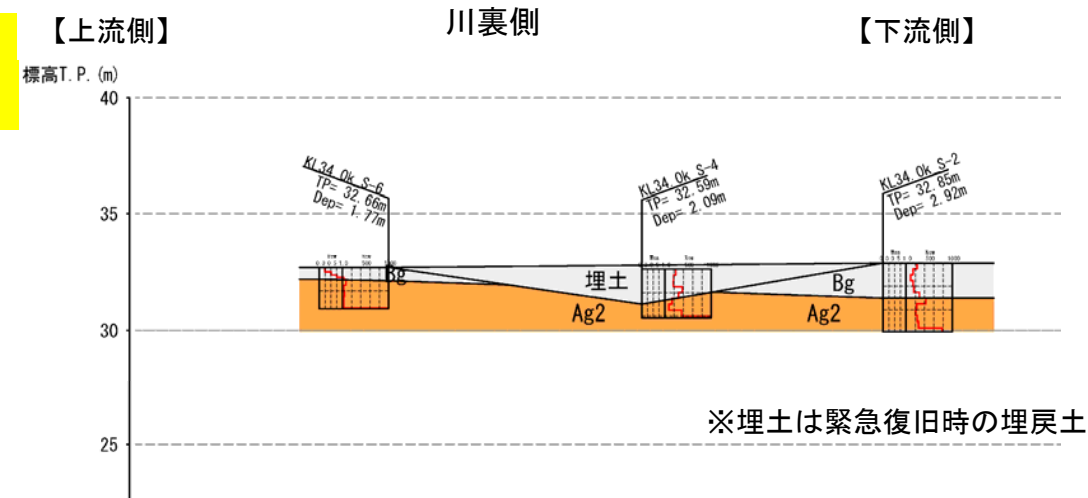
※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

1. 1 (5) 浸透に対する分析(基礎地盤の土質)

(久慈川左岸34.0k)

◆ 基礎地盤は礫質土で構成されている。

推定地質縦断図
(サウンディング結果)



1. 1 (6)浸透に対する分析(照査結果)

(久慈川左岸34.0k)

◆ 今次出水における浸透に対する照査の結果、すべり、パイピングともに基準値を満足している。

- ◆ 検討断面：決壊箇所の断面（横断34.0k）に現地土質構成を記載
- ◆ 土質定数：今回試験値（粒度試験・現場透水試験まで）を反映して設定
- ◆ 検討外力：今次出水の降雨、水位ハイドロにより設定（水位は観測地点の最高水位が痕跡水位となるようにスライド）

地盤モデル

断面	土層			単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	透水係数 k (cm/s)	粘着力 c (kN/m^2)	内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)	設定根拠
久慈川 左岸 34.0k	堤体	Bg	礫質土	20.0	4.60E-2	1.0	33.0	決壊断面粒度D20
	基礎	Ag2	礫質土	20.0	1.30E-1	0.0	35.0	現場透水試験

※赤字は今回試験値・推定値

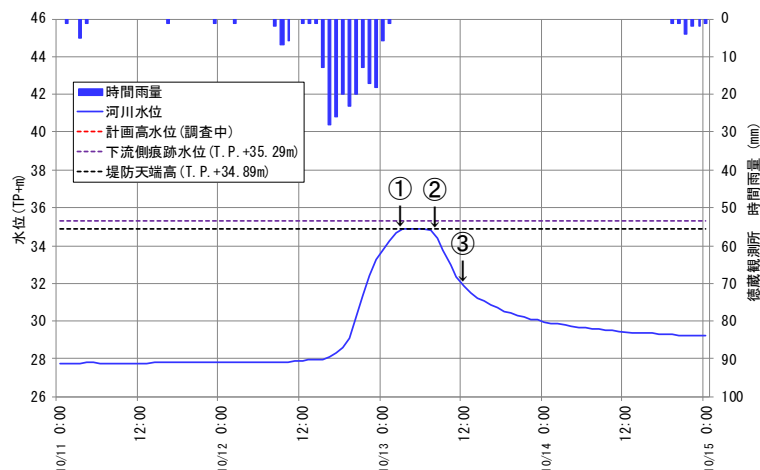
Bg層は、採取試料のD20(0.421mm)からクレーガーの推定方法で透水係数を推定して採用

※青字はN値による換算値

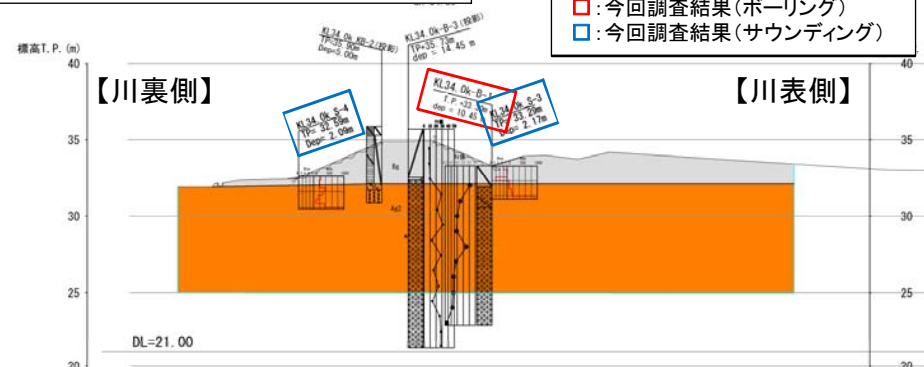
※黒字は一般値

外力条件（台風19号）

久慈川左岸34.0k



検討断面（決壊箇所 久慈川左岸34.0k）

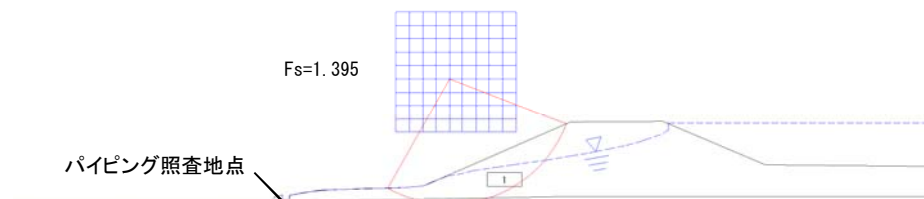


照査結果

河川水位	時刻	すべり破壊		パイピング破壊	
		川表	川裏	鉛直	水平
		Fs	Fs	iv	ih
①天端到達時	10/13 03:00	-	1.402	0.399	0.490
②越水終了時	10/13 07:00	-	1.395	0.400	0.491
③水位低下時	10/13 10:00	2.150	-	-	-
基準値		Fs ≥ 1.0	Fs ≥ 1.2	iv < 0.5	ih < 0.5
		: SAFE		: OUT	

②越水終了時

※当該区間は詳細点検が行われていないため 川裏すべり安全率は基準値1.2とした



1. 2 (1) 浸透に対する分析(堤体の土質)

(浅川右岸0.6k)

◆堤体は上流部で粘性土～砂質土、下流部は粘性土で構成されている。

川裏側

決壊区間上流端部一観察結果



※仮復旧後、簡易ボーリングにて土質確認実施

川表側

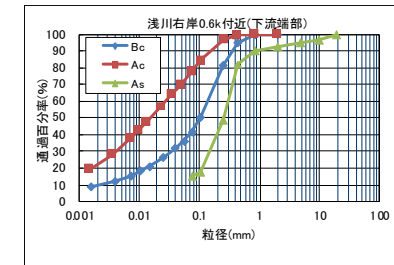
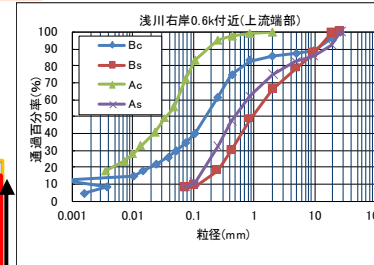


堤体
基礎地盤

決壊区間端部一粒度試験結果

上流端部

下流端部



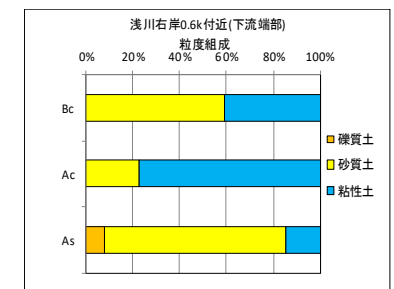
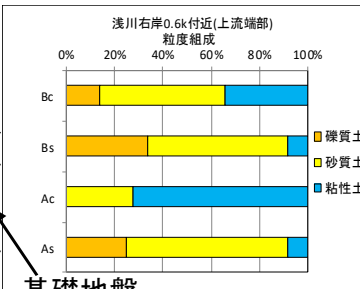
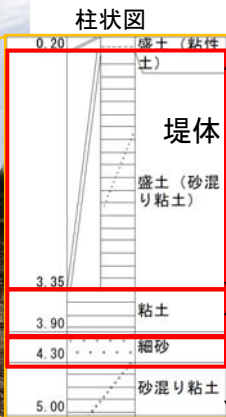
川表側

決壊区間下流端部一観察結果



※仮復旧後、簡易ボーリングにて土質確認実施

川裏側



基礎地盤

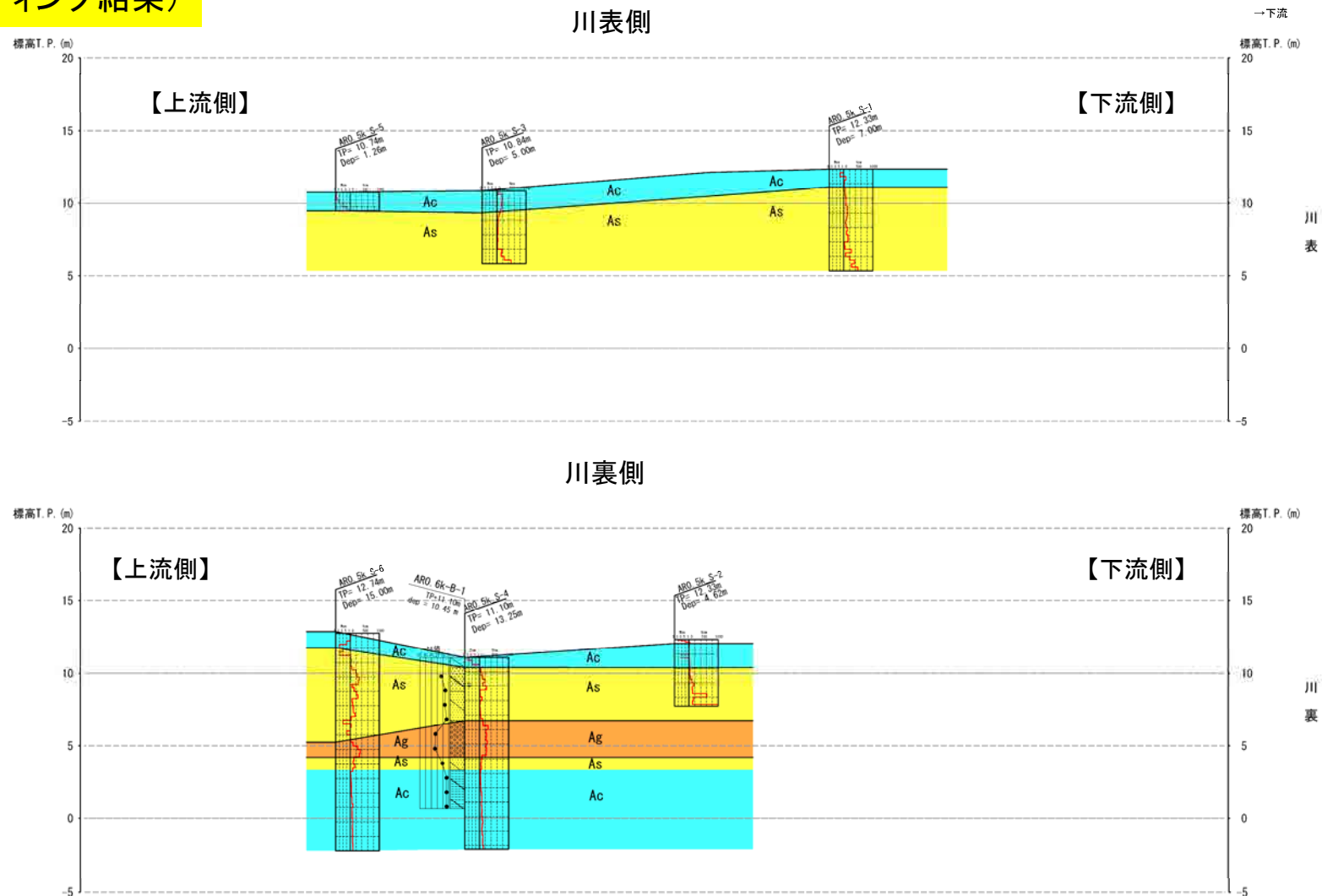
※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

1. 2 (2) 浸透に対する分析(基礎地盤の土質)

(浅川右岸0.6k)

◆基礎地盤は川表側は粘性土・砂質土で構成され、川裏側は粘性土・砂質土・礫質土で構成されている。

推定地質縦断図 (サウンディング結果)

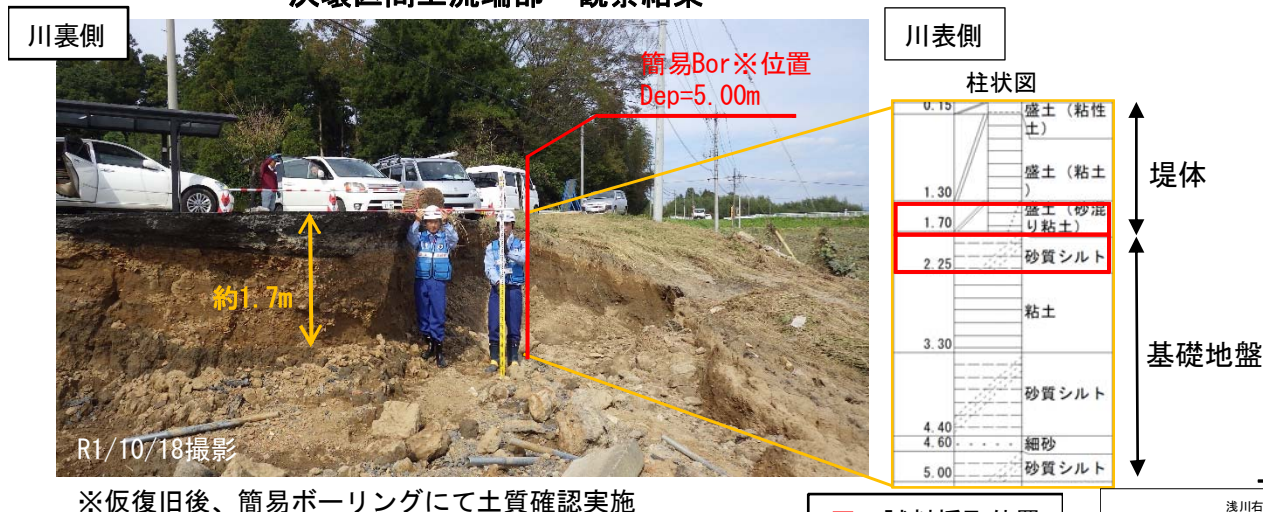


1. 3 (1) 浸透に対する分析(堤体の土質)

(浅川右岸1.5k)

- ◆ 堤体は主に粘性土で構成されている。
- ◆ 基礎地盤は簡易ボーリング調査より粘性土で構成されている。

決壊区間上流端部一観察結果

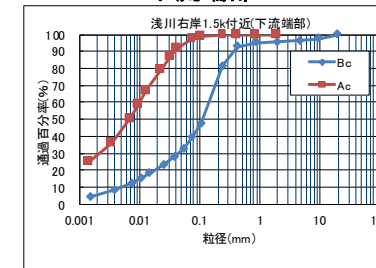
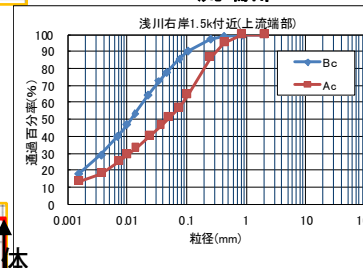


決壊区間端部一粒度試験結果

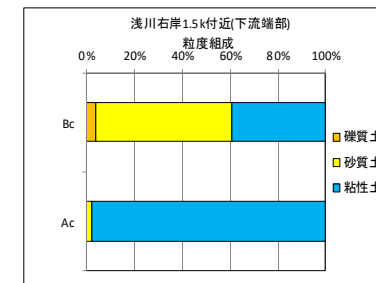
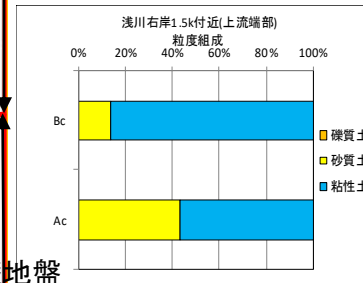
上流端部

下流端部

□ : 試料採取位置



決壊区間下流端部一観察結果



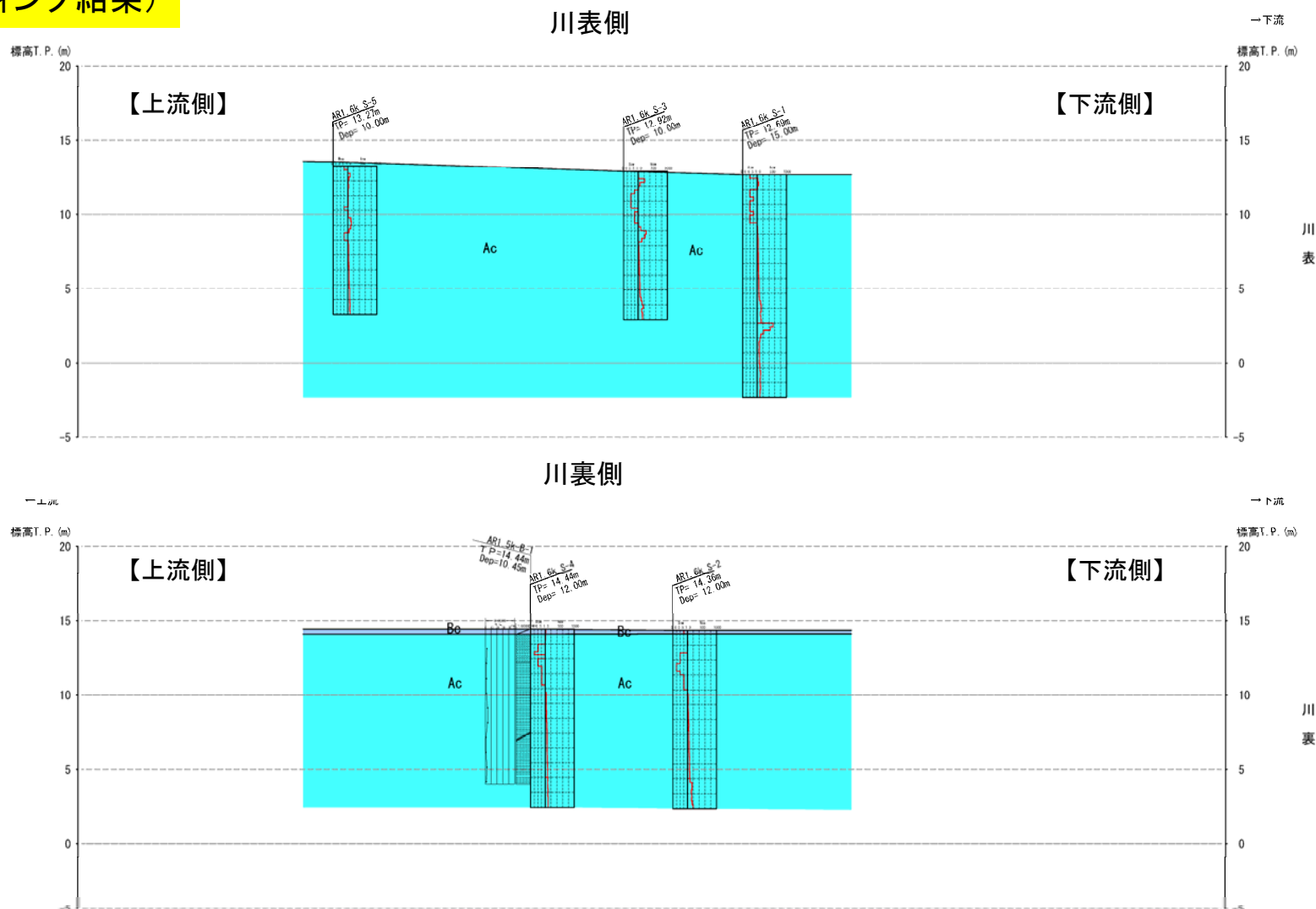
※令和元年10月洪水に関する数値は速報値であり、今後の精査により変更する可能性があります。

1. 3 (2) 浸透に対する分析(基礎地盤の土質)

(浅川右岸1.5k)

◆基礎地盤は粘性土で構成されている。

推定地質縦断図 (サウンディング結果)



2. 決壊原因の特定

	久慈川左岸34.0k (県管理)	浅川右岸0.6k (県管理)	浅川右岸1.5k (県管理)
越水	- 川裏側への植生の倒伏、天端に漂流物が確認された。 - 痕跡水位及び現地の状況より、越水範囲と越水深が推定された。 - これらより越水が決壊の要因になったと推定される。	—	—
影響程度	○	—	—
浸透	- 上下流の近傍も含めて噴砂や漏水が確認されていない。 - 堤体は砂質土で構成され、基礎地盤は砂質土・礫質土が分布する。 - 解析の結果、裏法すべりやパイピングに対する安全性が確保されている。 - これらより浸透が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。	- 上下流の近傍も含めて噴砂や漏水が確認されていない。 - 堤体は粘性土、基礎地盤も粘性土が分布する。 - これらより浸透が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。	- 上下流の近傍も含めて噴砂や漏水が確認されていない。 - 堤体は粘性土、基礎地盤も粘性土が分布する。 - これらより浸透が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。
影響程度	×	×	×
侵食	- 決壊箇所の上下流とも川表法面の侵食の痕跡は確認できない。 - 高水敷の侵食の痕跡は確認できない。 - これらより、侵食が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。	- 決壊箇所の上下流とも川表法面の侵食の痕跡は確認できない。 - これらより、侵食が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。	- 決壊箇所の上下流とも川表法面の侵食の痕跡は確認できない。 - これらより、侵食が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。
影響程度	×	×	×
堤内地からの越水	—	- 写真により決壊区間では堤内地側から本川に越水している状況が確認された。 - 上下流の堤防残存部の表法肩の侵食が確認された。 - これらのことより、堤内地側からの越水が決壊の要因になったと推定される。	- 写真により決壊区間では堤内地側から本川に越水している状況が確認された。 - 上下流の堤防残存部の表法肩の侵食が確認された。 - これらのことより、堤内地側からの越水が決壊の要因になったと推定される。
影響程度	—	○	○

II. 堤防決壊のプロセス

1. 堤防決壊のプロセス

◆ 那珂川3箇所、久慈川左岸25.5k、27.0k、34.0k決壊箇所のプロセスは以下の通りと推定される。

段階	プロセス	概要図
Step 1 激しい降雨 河川水の上昇	・多量の降雨により河川水位が上昇する。	
Step 2 越水の開始	・さらに河川水位が上昇するとともに、越水が発生したと推定される。	
Step 3 堤防断面の減少	・時間の経過とともに、越流水の作用により川裏法尻の洗掘や天端の侵食が進行し、堤防断面が徐々に減少する。	
Step 4 決壊	・さらに川裏法尻部の洗掘が進み、又はその途中で川表側からの水圧に耐えきれず堤防が決壊したと推察される。	

※堤防の規模及び土質構成は箇所毎に異なる

2. 堤防決壊のプロセス

◆ 久慈川右岸25.5kと浅川右岸0.6k、1.5 k の決壊箇所のプロセスは以下の通りと推定される。

段階	プロセス	概要図
Step 1 激しい降雨 河川水位の上昇	- 多量の降雨により河川水位が上昇する。 - 内水等により川裏側の水位が上昇する。	
Step 2 堤内地側の水位 上昇	内水、溢水等により、川裏側の水位がさらに上昇する。	
Step 3 堤防断面の減少	川裏側からの越流水の作用により時間の経過とともに、川表のり面の侵食が進行し、堤防断面が徐々に減少したと推定される。	
Step 4 決壊	更に川表のり面の侵食が進み、もしくは途中で川裏側からの水圧に耐えきれず堤防が決壊したと推定される。	

※堤防の規模及び土質構成は箇所毎に異なる



Ⅲ. 本復旧の基本方針について

1.1 本復旧の実施方針(案)

◆ 那珂川3箇所、久慈川左岸25.5k、27.0k、34.0k本復旧の実施方針(案)は以下の通りである。

推定される堤防決壊の原因

越水	川裏部の侵食や天端の漂流物等、被災後の堤防の状況や、痕跡水位及び現地状況による越水範囲と越水深が推定を行った結果、<u>全ての決壊箇所では越水が決壊の要因になったと推定される。</u>
浸透	- 全ての決壊箇所では、上下流の近傍箇所では噴砂や漏水が確認されなかった。 - 解析の結果、那珂川左40.0kと久慈川左27.0kで浸透に対する基準値を満足していない。 - これらより那珂川左40.0kや久慈川左27.0kでは浸透の影響は排除できないが、他の箇所では<u>浸透が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。</u>
侵食	- 那珂川左40.0kでは高水敷の端部河道内樹木の倒伏が見られ、那珂川右41.2kでは堤防表法の植生のはがれが見られた他は全ての決壊箇所、決壊箇所の上下流とも川表法面の侵食の痕跡や高水敷の侵食が確認できなかった。 - これにより、那珂川左40.0kと右41.2kでは洗掘や侵食の懸念があると推定されるものの、<u>侵食が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。</u>

決壊区間における本復旧の基本方針(案)

- 越水対策として、河道掘削等による水位低下を基本とする。
- 堤防については計画上必要とされる高さを確保するための堤防拡築を実施（必要に応じて段階整備を検討）。また、築堤材料は適切な材料を用い十分に締め固めて施工。
- 堤防決壊箇所については、新たに盛土した堤防の堤体保護のため、川表法覆工（護岸・遮水シート）を実施。
- 必要に応じて、堤防や基礎地盤の浸透等対策工（矢板等）を実施する。
- 施設能力を上回る洪水に対して、越水した場合に決壊までの時間を引き延ばす危機管理型ハード対策（堤防天端の舗装、川裏法尻補強）を必要に応じて実施

※権限代行区間の久慈川左34.0kでは、茨城県の計画に基づき現況堤防高さまでの復旧とする。

※落堀が生じた箇所は、その埋戻土や埋戻状況についても十分考慮し、堤防の設計を実施。

※現地調査を行い、詳細設計を実施し精査する必要がある。

1.2 本復旧の実施方針(案)

◆ 久慈川右岸25.5kと浅川右岸0.6k、1.5kの本復旧の実施方針(案)は以下の通りである。

推定される堤防決壊の原因

堤内地からの越水	● 久慈川右25.5kと浅川右0.6kと右1.5kの決壊区間では、写真により堤内地側から本川に越水している状況が確認された。 ● 上下流の堤防残存部の表法の川側への植生の倒伏やめくれ、表法肩の侵食が確認された。 ● これらのことより、<u>久慈川右25.5kと浅川2箇所は堤内地側からの越水が決壊の要因になったと推定される。</u>
浸透	● 全ての決壊箇所では、上下流の近傍箇所では噴砂や漏水が確認されなかった。 ● これにより<u>浸透が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。</u>
侵食	● 全ての決壊箇所、決壊箇所の上下流とも川表法面の侵食の痕跡や高水敷の侵食が確認できなかった。 ● これにより、<u>侵食が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。</u>

決壊区間における本復旧の基本方針(案)

- 久慈川右25.5kについては計画上必要とされる高さを確保するための堤防拡築を実施（必要に応じて段階整備を検討）。浅川右0.6k、右1.5kでは、茨城県の計画に基づき、計画上必要とされている高さを確保しているため、原形復旧を基本とする。また、築堤材料は適切な材料を用い十分に締め固めて施工。
- 堤防決壊箇所については、新たに盛土した堤防の堤体保護のため、川表法覆工（護岸・遮水シート）を実施。
- 施設能力を上回る洪水に対して、越水した場合に決壊までの時間を引き延ばす危機管理型ハード対策（堤防天端の舗装、川裏法尻補強）を必要に応じて実施

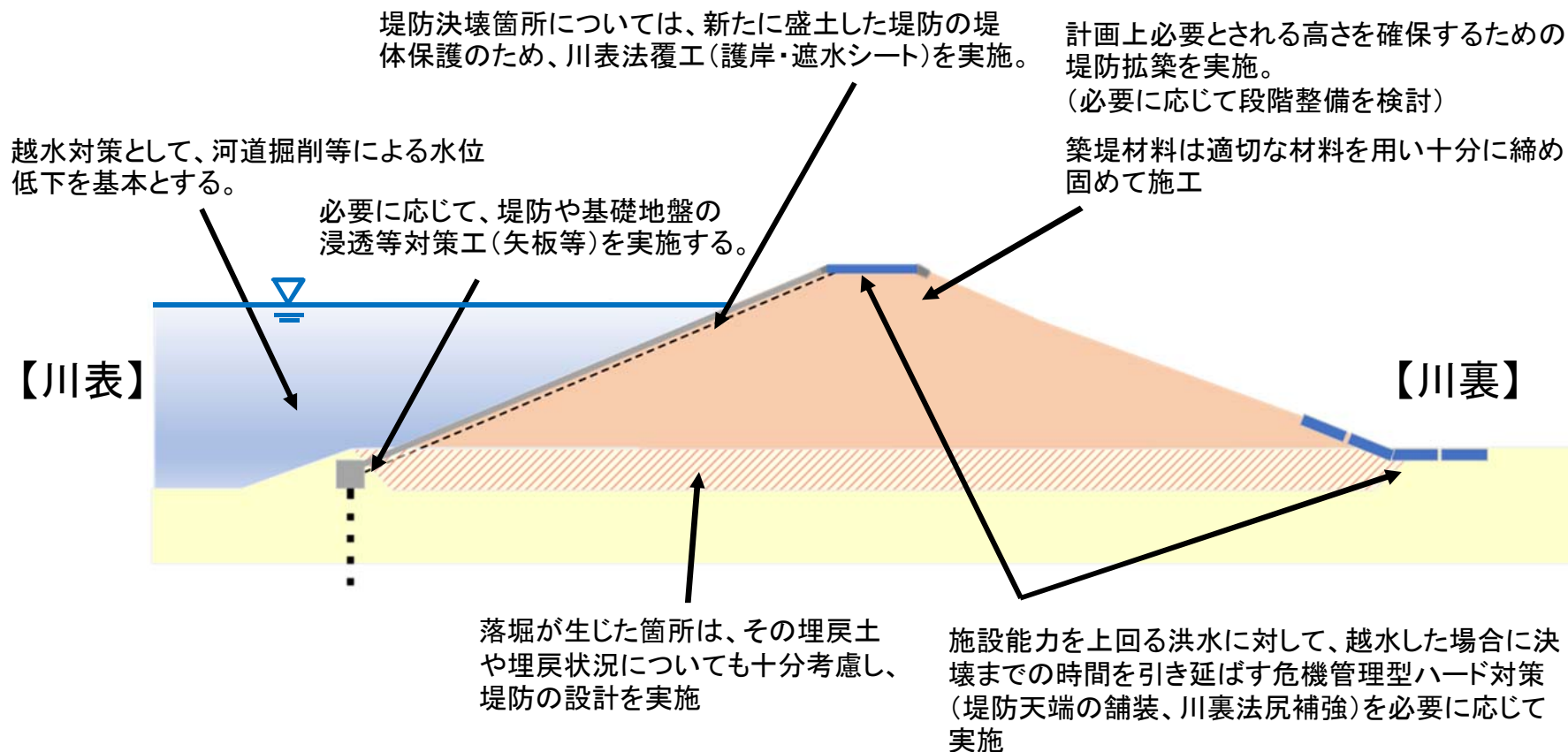
※落堀が生じた箇所は、その埋戻土や埋戻状況についても十分考慮し、堤防の設計を実施。

※現地調査を行い、詳細設計を実施し精査する必要がある。

2.1 本復旧工法(案) (越水箇所の本復旧)

◆ 那珂川3箇所、久慈川左岸25.5k、27.0k、34.0k本復旧工法(案)は以下の通りである。

【断面模式図】



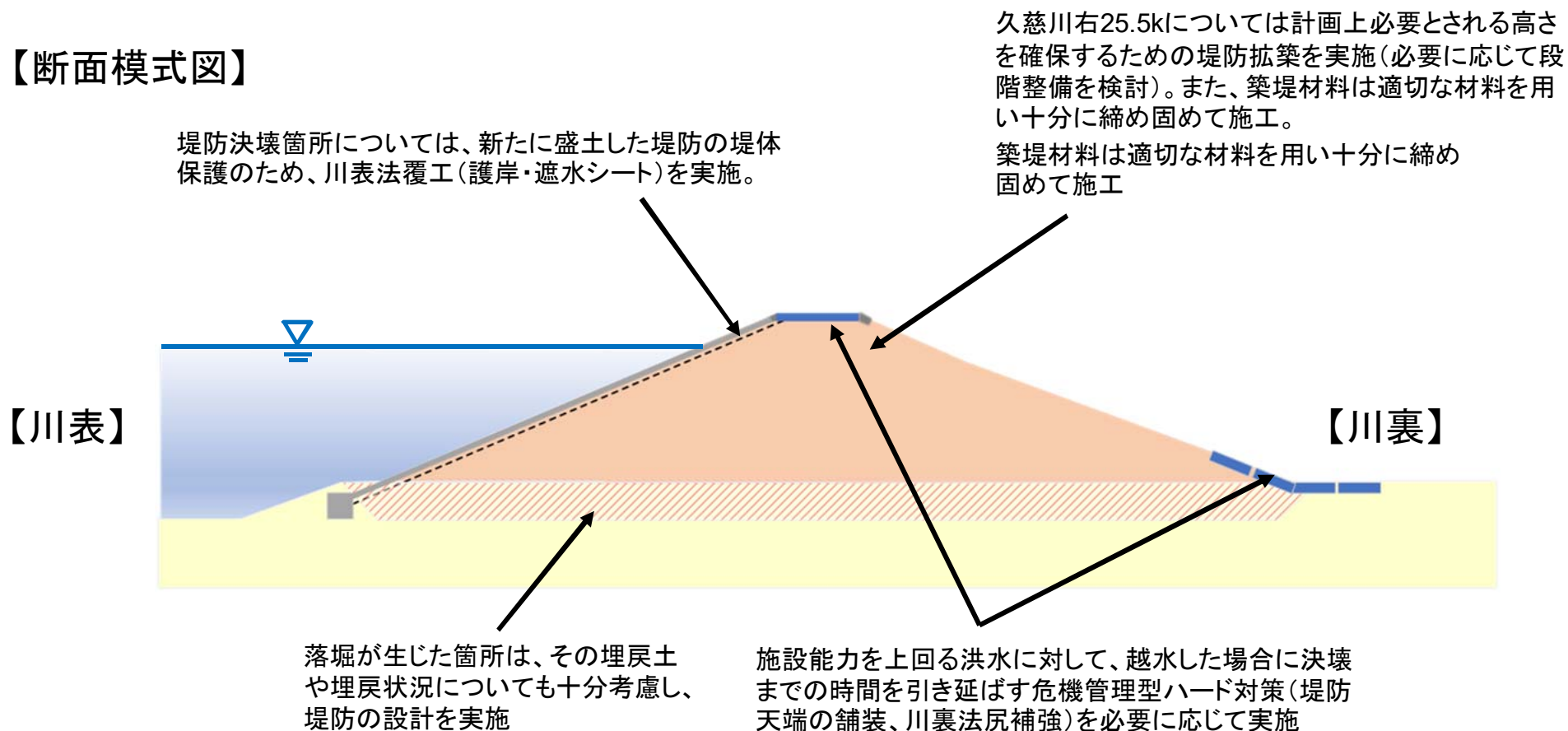
※権限代行区間の久慈川左34.0kでは、茨城県の計画に基づき現況堤防高さまでの復旧とする。

※現地調査を行い、詳細設計を実施し精査する必要がある。

2.2 本復旧工法(案) (堤内地側からの越水箇所の本復旧)

◆ 久慈川右岸25.5kと浅川右岸0.6k、1.5kの本復旧工法(案)は以下の通りである。

【断面模式図】



※権限代行区間の浅川右0.6kと右1.5kでは、茨城県の計画に基づき、計画上必要とされている高さを確保しているため、現況堤防高さまでの復旧とする。

※現地調査を行い、詳細設計を実施し精査する必要がある。

参考資料

1. 1 (1) 越水範囲の特定(痕跡水位の状況)

(那珂川右岸28.6k)

・痕跡調査写真

右岸27.0k



右岸27.5k



右岸28.0k



右岸28.5k



右岸29.0k



右岸29.5k



右岸30.0k



1. 1 (1) 越水範囲の特定(痕跡水位の状況)

(那珂川左岸40.0k)

・痕跡調査写真

左岸38.0k



左岸39.0k



左岸39.5k



左岸39.9k



左岸40.0k



左岸40.5k



左岸41.0k



左岸41.5k



1. 1 (1) 越水範囲の特定(痕跡水位の状況)

(那珂川右岸41.2k)

・痕跡調査写真

右岸40.0k



右岸40.5k



右岸41.0k



右岸41.5k



4. 1 (1) 越水範囲の特定(痕跡水位の状況)

(久慈川左岸25.5k)

・痕跡調査写真

左岸21.0k



左岸21.5k



左岸22.0k



左岸22.5k



左岸23.0k



左岸23.5k



左岸24.0k



左岸24.5k



4. 1 (1) 越水範囲の特定(痕跡水位の状況)

(久慈川左岸25.5k)

・痕跡調査写真

左岸25.0k



左岸25.5k



左岸26.0k



左岸26.5k



左岸27.0k



左岸27.5k



左岸28.0k



左岸28.5k



4. 1 (1) 越水範囲の特定(痕跡水位の状況)

(久慈川左岸25.5k)

・痕跡調査写真

左岸29.0k



左岸29.5k



左岸30.0k



左岸30.5k



左岸31.0k



4. 2 (1) 越水範囲の特定(痕跡水位の状況)

(久慈川右岸25.5k)

・痕跡調査写真

右岸21.0k



右岸21.5k



右岸22.0k



右岸22.5k



右岸23.0k



右岸23.5k



右岸24.0k



右岸24.5k



4. 2 (1) 越水範囲の特定(痕跡水位の状況)

(久慈川右岸25.5k)

・痕跡調査写真

右岸25.0k



右岸25.5k



右岸26.0k



右岸26.5k



右岸27.0k



右岸27.5k



右岸28.0k



右岸28.5k



4. 2 (1) 越水範囲の特定(痕跡水位の状況)

(久慈川右岸25.5k)

・痕跡調査写真

右岸29.0k



右岸29.5k



右岸30.0k



右岸30.5k



右岸31.0k

