

第3回 荒川水系越辺川・都幾川 堤防調査委員会

関東地方整備局

令和元年12月2日（月）

資料構成

I. 堤防決壊と被災メカニズムの分析

1. 被災メカニズムの分析

1. 1. 越辺川右岸0.0k

1. 2. 越辺川左岸7.6k

1. 3. 都幾川右岸0.4k

1. 4. その他の要因

1. 4. 1 樋門樋管

1. 4. 2 水門

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

1. 本復旧にむけての実施方針(案)

2. 本復旧工法(案)

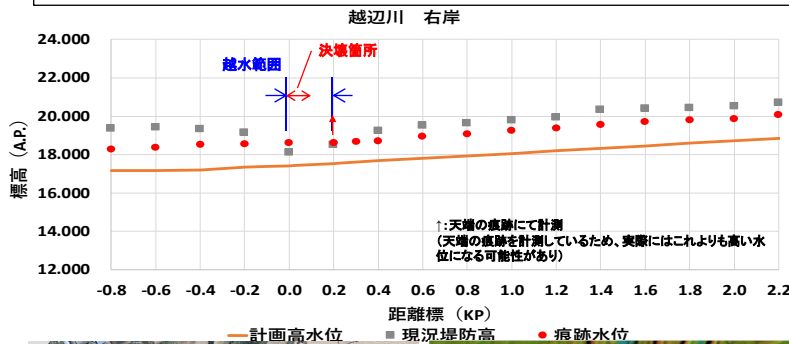
Ⅰ．堤防決壊と被災メカニズムの分析

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)

- ◆ 越辺川右岸0.0kと0.2kの痕跡水位は現況堤防高を上回ること、また0.2k痕跡水位は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疑われることより、越水範囲は0.0k～0.2kと推定される。
- ◆ 0.0kの痕跡水位と現況堤防高の差より、推定される越水深は約40cmである。
- ◆ 氾濫流は堤内地へ拡散。

越辺川右岸0.0k

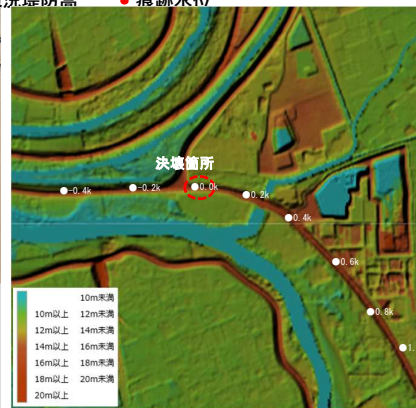


右岸0.0k

右岸0.2k



氾濫流の様子 (10/13撮影)
出典：国土地理院地図



氾濫原の地形 (標高)
出典：国土地理院地図



氾濫流の推定
出典：国土地理院地図

【痕跡水位は速報値であり、今後、変更の可能性がある】

4

1. 1 (2) 越水に対する分析(被災後の堤防状況)

- ◆ 決壊箇所上流には約40mにわた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)
- ◆ 堤防川裏部の植生は川裏側に倒伏している。(②、③)
- ◆ フェンスの堤内地側への倒壊が見られる。(④)

越辺川右岸0.0k



①越流水によると推定される川裏部の洗掘



③川裏部の川裏側への植生の倒伏



②川裏部の川裏側への植生の倒伏



④フェンスの堤内地側への倒壊

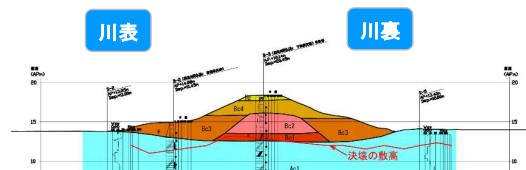
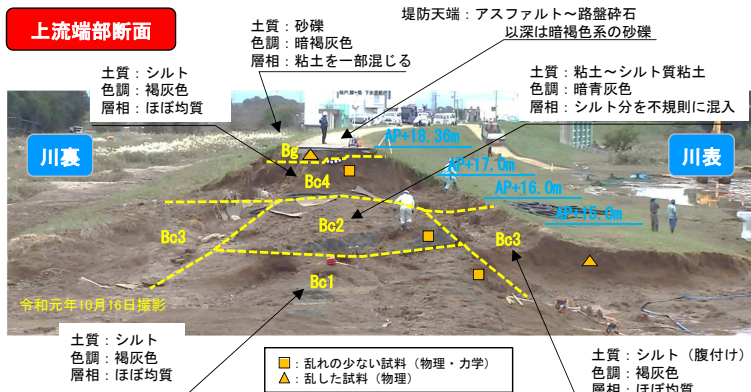
【速報値であり、今後、変更の可能性がある】

5

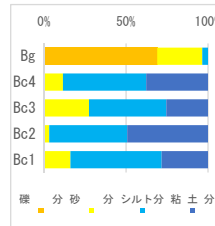
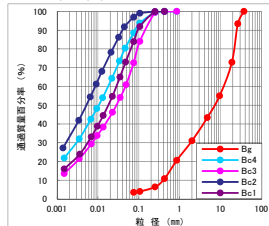
1. 1(3)浸透に対する分析(堤体の土質)

- ◆堤体は昭和32年に築堤されている。
- ◆堤体については粘性土で構成されていることが確認された。

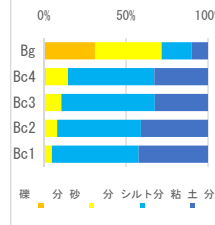
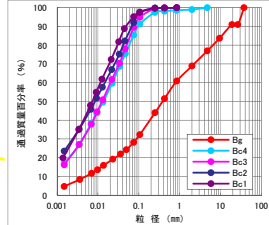
越辺川右岸0.0k



上流部断面



下流部断面



【速報値であり、今後、変更の可能性がある】

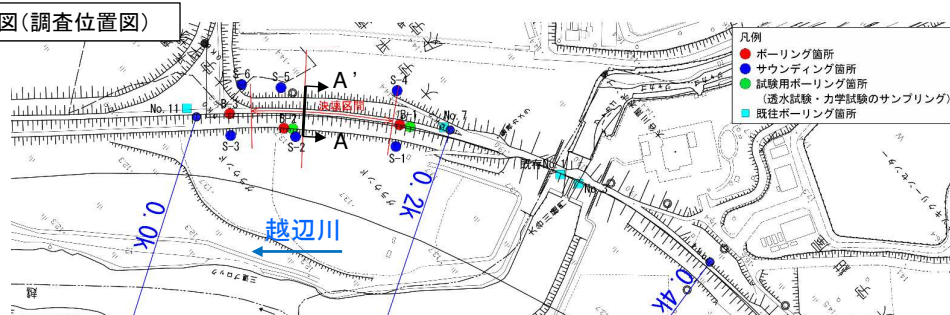
6

1. 1(4)浸透に対する分析(基礎地盤の土質)

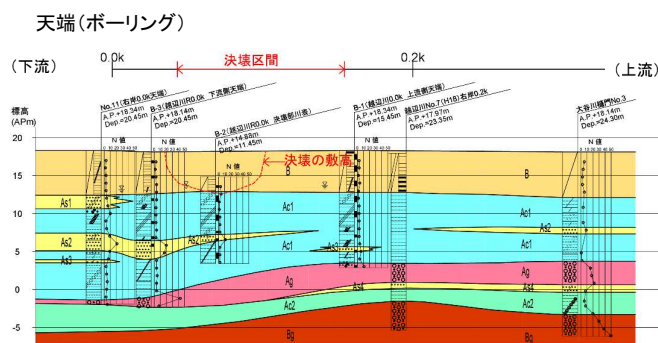
- ◆基礎地盤については主として粘性土層であることが確認された。

越辺川右岸0.0k

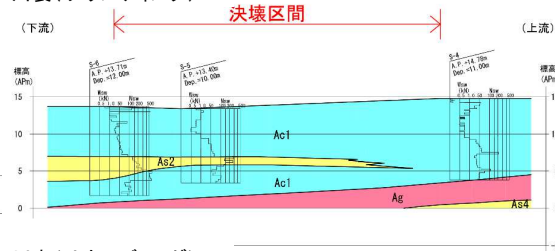
決壊区間平面図(調査位置図)



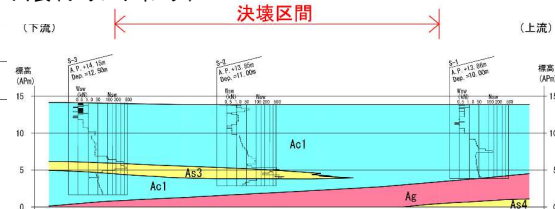
推定地層縦断面図



川裏(サウンディング)



川表(サウンディング)



【速報値であり、今後、変更の可能性がある】

7

1. 1(5)浸透に対する分析(照査結果)

◆ 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。

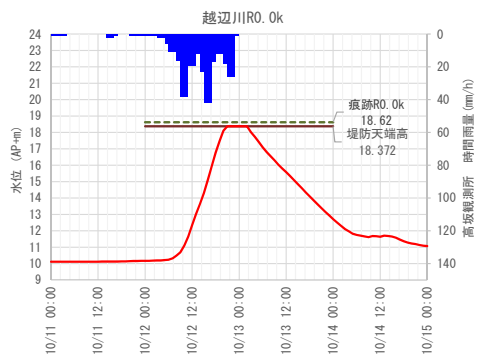
越辺川右岸0.0k

地盤モデル（今回試験値の地盤定数）

土質	湿潤密度 (kN/m^3)	透水係数 (cm/s)	粘着力 (kN/m^2)	内部摩擦角 ($^\circ$)	備考
Bg	18.00	2.28E-01	0.0	35	
Bc4	18.50	5.93E-05	45.0	0	
Bc3	18.50	3.00E-06	45.0	0	
Bc2	18.50	3.17E-06	45.0	0	
Bc1	18.50	1.65E-05	35.0	0	
Ac1	18.00	3.00E-06	35.0	0	
As2	18.00	2.60E-03	0.0	33	
As3	17.00	9.50E-04	0.0	28	
Ag	19.00	1.10E-03	0.0	28	

※赤字は今年度試験値

外力条件（台風第19号）

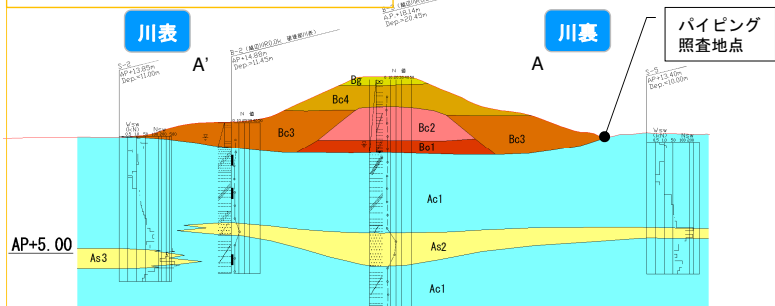


※水位波形は越辺川落合橋水位観測所スライドにより設定

【速報値であり、今後、変更の可能性がある】

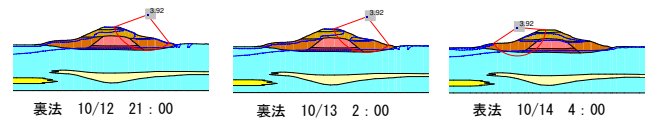
- 検討断面：決壊箇所の断面に現地土質構成を記載
- 土質定数：今回試験値の堤防土質定数により設定
- 検討外力：今次出水の降雨、水位ハイドロにより設定（水位は観測地点からHWL勾配で高さをスライドして適用）し、最高水位は堤防天端高とした。

検討断面A-A'（決壊箇所 越辺川R0.0k）



決壊箇所の堤体及び基礎地盤は粘性土主体であり、パイピングが起きやすい地質構成になっていない

照査結果



【越辺川R0.0k】

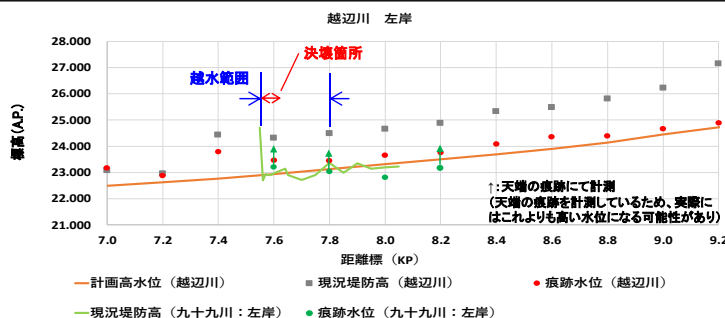
モデル	時刻	表のり		裏のり		パイピング破壊	
		基準値	解析結果	基準値	解析結果	基準値	解析結果
・今回試験値を反映	天端到達時 10/12 21:00			$F_s \geq 1.32$	$F_s = 3.92$ (OK)		
	越水終了時 10/13 2:00			$F_s \geq 1.32$	$F_s = 3.92$ (OK)		
	水位低下終了時 10/14 4:00	$F_s \geq 1.00$	$F_s = 3.92$ (OK)				
						ih(水平) = 0.00 (OK)	

8

1. 2(1)越水に対する分析(越水範囲の特定)

- ◆ 越辺川左岸7.6kと7.8k（九十九川）の痕跡水位（緑点）は現況堤防高（緑線）を上回ること、また痕跡水位は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疑われることより、越水範囲は7.6k～7.8kと推定される。
- ◆ 越辺川左岸7.6k（九十九川）の痕跡水位と現況堤防高の差より、越水深は少なくとも40cm以上であったと推定される。
- ◆ 氾濫流は九十九川（越辺川）左岸、都幾川右岸の堤内地向左拡散。

越辺川左岸7.6k



越辺川左岸7.6k(九十九川) 越辺川左岸7.8k(九十九川)



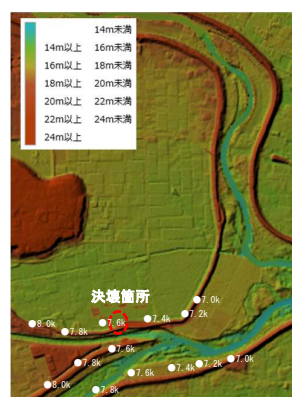
氾濫流の推定

出典：国土地理院地図



氾濫流の様子（10/13撮影）

出典：国土地理院地図



氾濫原の地形（標高）

出典：国土地理院地図

【痕跡水位は速報値であり、今後、変更の可能性がある】

9

1. 2 (2) 越水に対する分析(被災後の堤防状況)

越辺川左岸7.6k

- ◆ 決壊箇所上流の堤防川裏部の植生は川裏側に倒伏している。(①)
- ◆ 決壊箇所直下にフェンスの堤内地側への倒壊が見られる。(②)



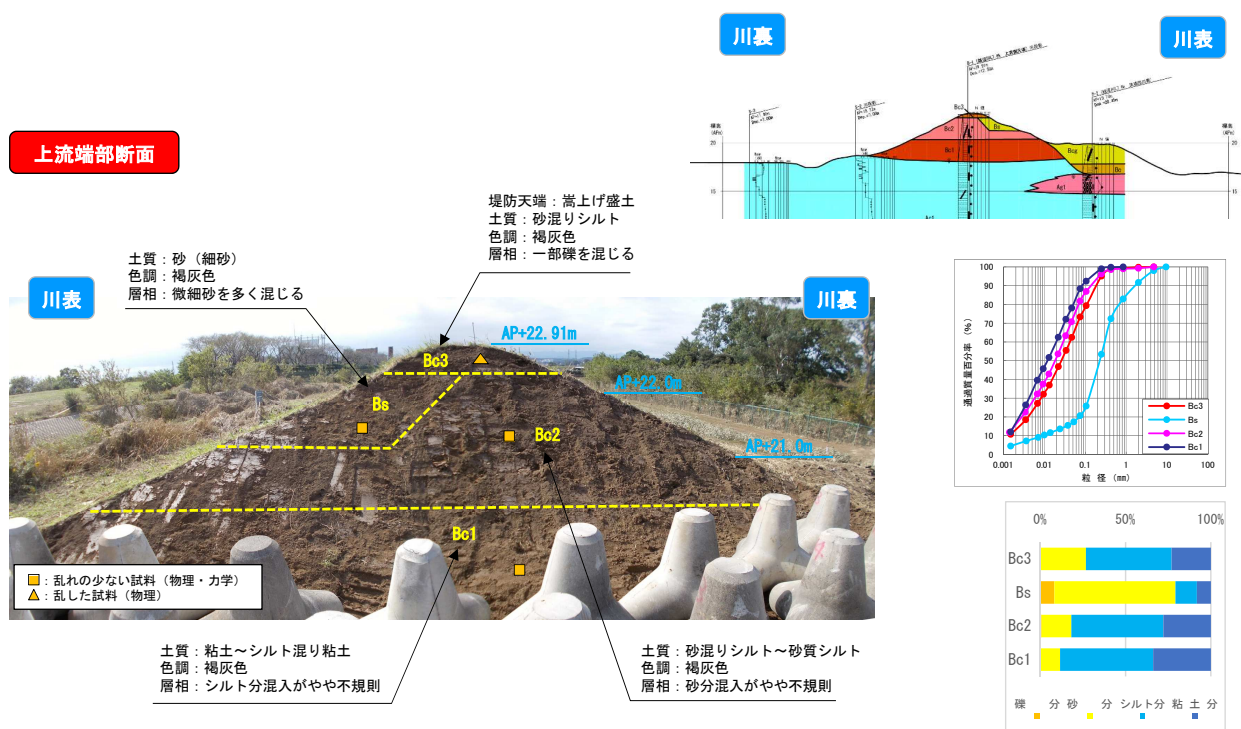
10/16撮影

10

1. 2 (3) 浸透に対する分析(堤体の土質)

越辺川左岸7.6k

- ◆ 堤体については主として粘性土で構成されていることが確認された。



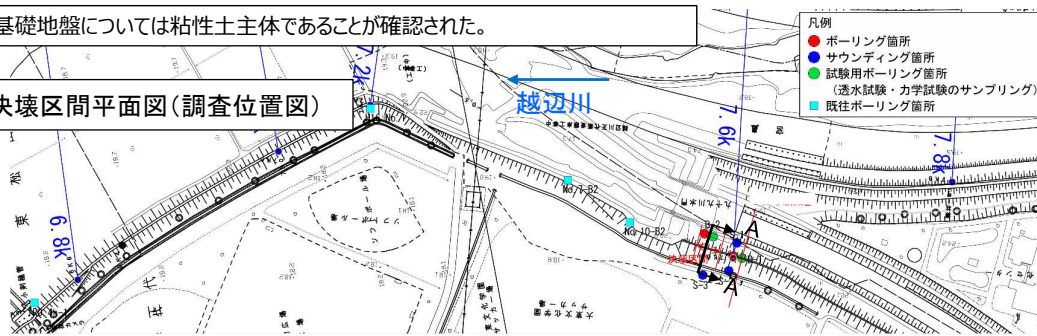
【速報値であり、今後、変更の可能性がある】

11

1. 2(4)浸透に対する分析(基礎地盤の土質)

◆基礎地盤については粘性土主体であることが確認された。

決壊区間平面図(調査位置図)



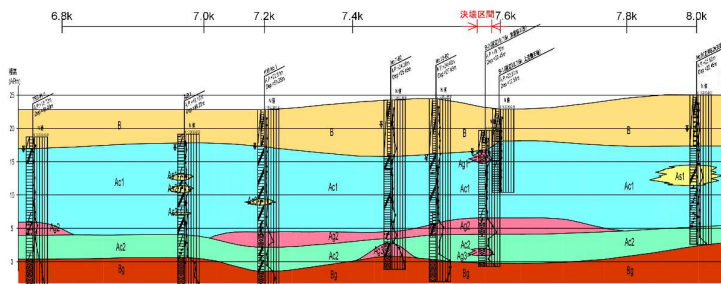
越辺川左岸7.6k

推定地層縦断面図

天端(ボーリング)

(下流)

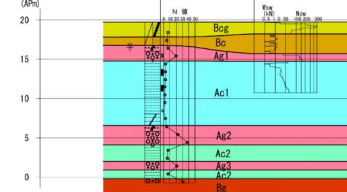
(上流)



川表
(サウンディング)
(下流)

決壊区間

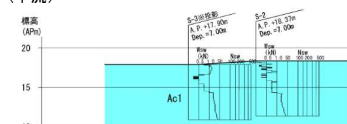
(上流)



川裏
(サウンディング)
(下流)

決壊区間

(上流)



【速報値であり、今後、変更の可能性がある】

12

1. 2(5)浸透に対する分析(照査結果)

◆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。

越辺川左岸7.6k

地盤モデル(今回試験値の地盤定数)

土質	湿潤密度 (kN/m ³)	透水係数 (cm/s)	粘着力 (kN/m ²)	内部摩擦角 (°)	備考
Bc3	16.00	3.00E-06	35.0	0	
Bs	16.00	2.78E-04	4.0	30	
Bc2	18.00	5.05E-05	35.0	0	
Bc1	18.00	4.57E-06	40.0	0	
Bc0	18.00	1.39E-04	40.0	0	
Bc	18.00	3.00E-06	30.0	0	
Ac1	17.00	3.00E-06	50.0	0	
Ag1	19.00	1.48E-02	0.0	34	Ag1試験値を準用
Ag2	20.00	1.48E-02	0.0	33	Ag1試験値を準用
Ac2	18.50	3.00E-06	40.0	0	Ac1試験値を準用
Ag3	20.00	1.48E-02	0.0	33	Ag1試験値を準用

※赤字は今年度試験値

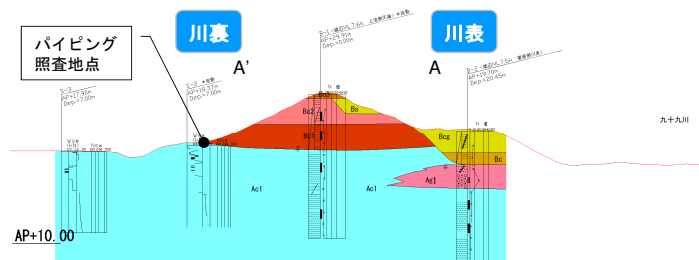
※青字は詳細点検の類似層を準用(備考欄参照)

■検討断面: 決壊箇所の断面に現地土質構成を記載

■土質定数: 今回試験値の堤防土質定数により設定

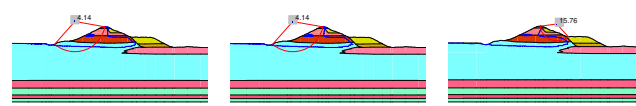
■検討外力: 今次出水の降雨、水位ハイドロにより設定(水位は観測地点の水位波形を用いて、水位上昇速度から外挿して引き延ばし)、最高水位は堤防天端高とした。

検討断面A-A' (決壊箇所 越辺川7.6k)



決壊箇所の堤体及び基礎地盤は粘性土主体であり、パイピングが起きやすい地質構成になっていない

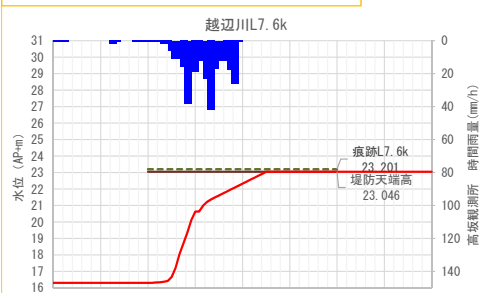
照査結果



モデル	時刻	表のり		裏のり		パイピング破壊	
		基準値	解析結果	基準値	解析結果	基準値	解析結果
・今回試験値を反映	天端到達時 10/13 6:00			$F_s \geq 1.32$	$F_s = 4.14$ (OK)	i_h (水平) = 0.00	(OK)
	越水終了時 10/13 13:00			$F_s \geq 1.32$	$F_s = 4.14$ (OK)	i_v (鉛直) = 0.00	(OK)
	水位低下終了時 10/14 0:00	$F_s \geq 1.00$	$F_s = 15.76$ (OK)				

【速報値であり、今後、変更の可能性がある】 13

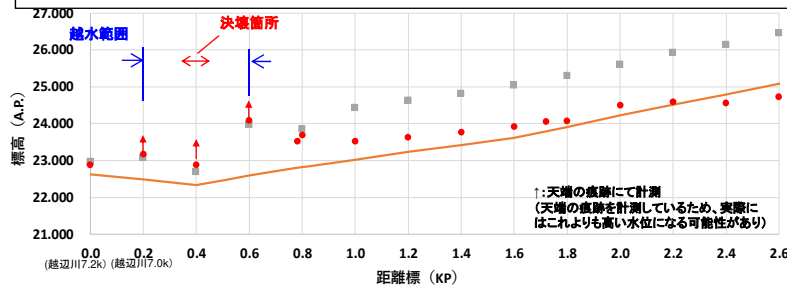
外力条件(台風第19号)



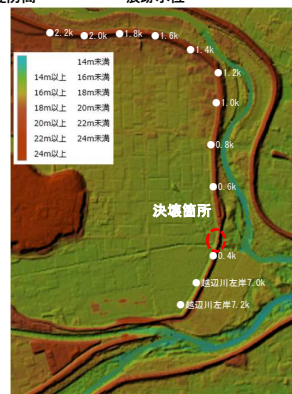
※水位波形は九十九川水門の内側波形(10/12 19:45以降欠測)を用いて、水位上昇速度から外挿して引き延ばし、天端到達時刻は堤防決壊確認時刻(関東地整記者発表資料)で設定。

1. 3 (1) 越水に対する分析(越水範囲の特定)

- ◆ 都幾川右岸0.2k(越辺川7.0k)～0.6kの痕跡水位は現況堤防高を上回ること、また痕跡水位は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疑われることより、越水範囲は0.2k(越辺川7.0k)～0.6kと推定される。
- ◆ 0.4kの痕跡水位と現況堤防高の差より、越水深は少なくとも20cm以上あったと推定される。
- ◆ 氾濫流は都幾川右岸、越辺川左岸の堤内地へ拡散。



氾濫流の様子 (10/13撮影)
出典: 国土地理院地図



氾濫原の地形 (標高)
出典: 国土地理院地図



氾濫流の推定
出典: 国土地理院地図

【痕跡水位は速報値であり、今後、変更の可能性がある】

14

1. 3 (2) 越水に対する分析(被災後の堤防状況)

- ◆ 決壊箇所上流側と下流側に川裏堤防洗掘が見られる。(①、②)
- ◆ 決壊箇所上流の天端に漂流物(流木等)が見られる。(③)
- ◆ 倒木が堤内地側に倒れている。(④⑤)

①川裏堤防洗掘



②川裏堤防洗掘



③決壊箇所上流側の天端の漂流物



④倒木が堤内地側に倒れている



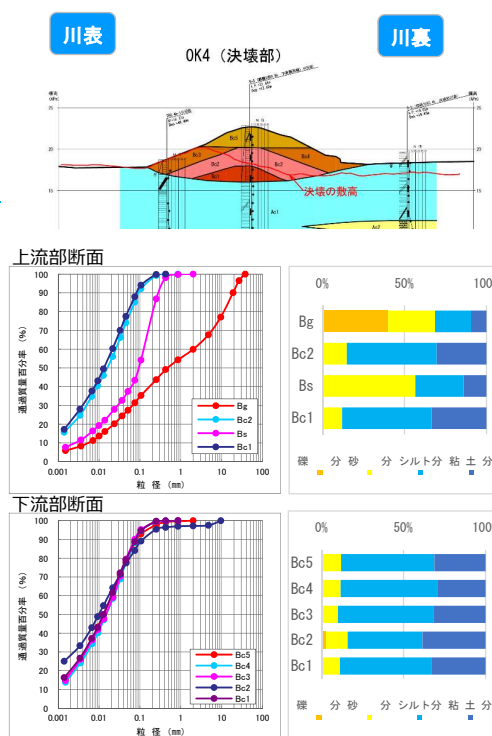
⑤倒木が堤内地側に倒れている

10/16撮影

15

国土交通省
関東地方整備局

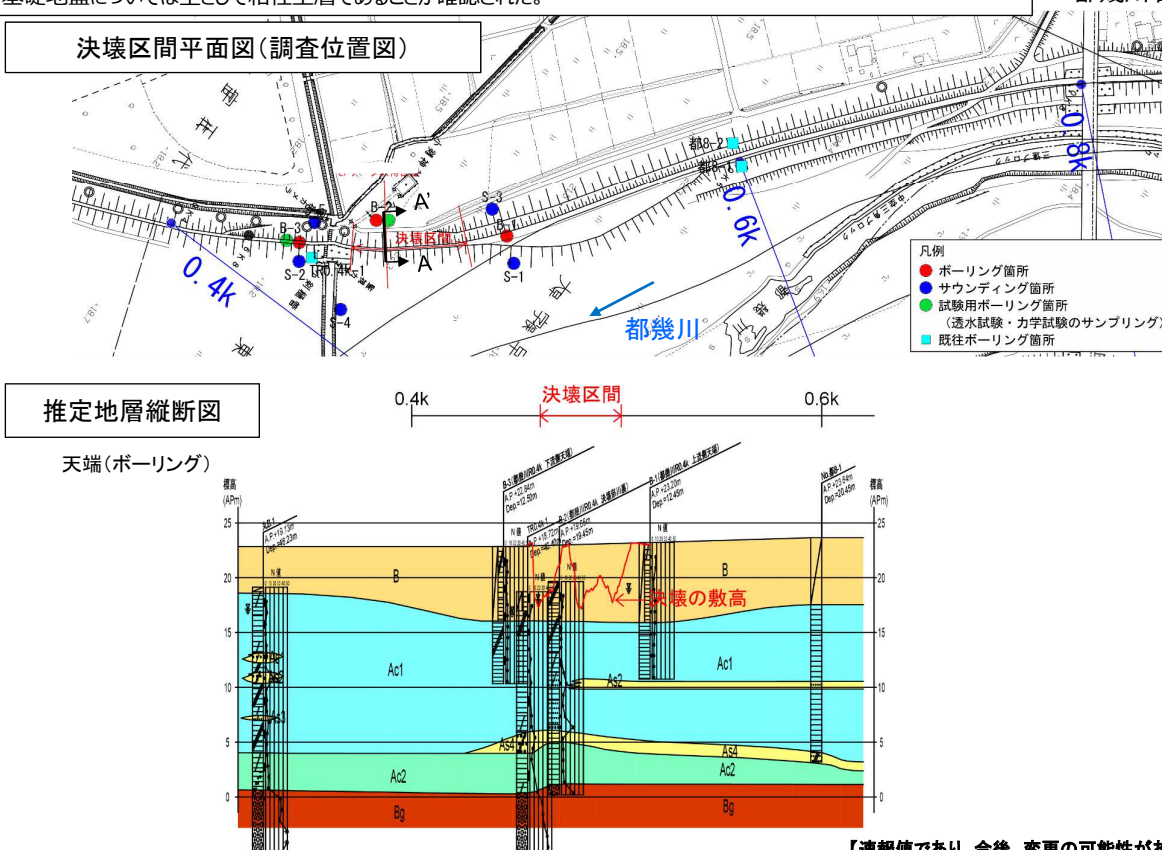
都幾川右岸0.4k



【速報値であり、今後、変更の可能性がある】 16

国土交通省
関東地方整備局

都幾川右岸0.4k



【速報値であり、今後、変更の可能性がある】 17

1. 3 (5)浸透に対する分析(照査結果)

◆今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。

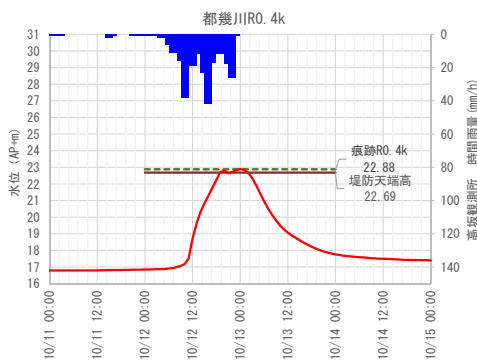
都幾川右岸0.4k

地盤モデル（今回試験値の地盤定数）

土質	湿潤密度 (kN/m ³)	透水係数 (cm/s)	粘着力 (kN/m ²)	内部摩擦角 (°)	備考
Bc5	19.00	3.82E-05	35.0	0	
Bc4	17.50	5.69E-05	45.0	0	
Bc3	18.00	1.73E-05	55.0	0	
Bc2	18.50	1.91E-06	40.0	0	
Bc1	18.50	5.50E-05	50.0	0	
Ac1	17.50	3.00E-06	25.0	0	
As2	18.00	4.79E-04	0.0	32	
As3	18.00	1.75E-04	0.0	30	
As4	18.00	4.45E-04	0.0	32	
Ac2	17.00	3.00E-06	35.0	0	

※赤字は今年度試験値

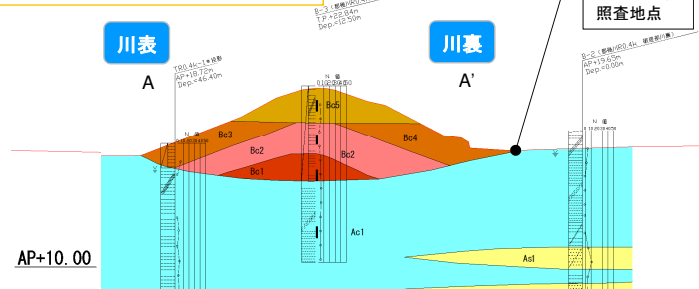
外力条件（台風第19号）



※水位波形は都幾川野本水位観測所スライドにより設定

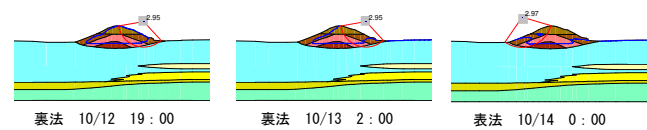
- 検討断面：決壊箇所の断面に現地土質構成を記載
- 土質定数：今回試験値の堤防土質定数により設定
- 検討外力：今出水の降雨、水位ハイドロにより設定（水位は観測地点からHWL勾配で高さをスライドして適用）

検討断面A-A'（決壊箇所 都幾川R0.4k）



決壊箇所の堤体及び基礎地盤は粘性土主体であり、パイピングが起きやすい地質構成になっていない

照査結果



【都幾川R0.4k】		表のり		裏のり		パイピング破壊	
モデル	時刻	基準値	解析結果	基準値	解析結果	基準値	解析結果
・今回試験値を反映	天端到達時 10/12 19:00			$F_s \geq 1.32$	$F_s = 2.95$ (OK)		
	越水終了時 10/13 2:00			$F_s \geq 1.32$	$F_s = 2.95$ (OK)	$i < 0.5$	i_h (水平) = 0.07 (OK)
	水位低下終了時 10/14 0:00			$F_s \geq 1.00$	$F_s = 2.97$ (OK)		i_v (鉛直) = 0.00 (OK)

【速報値であり、今後、変更の可能性がある】

18

1. 4. 1 その他の要因(樋門・樋管)

- ◆ 樋管周りには堤体が残存しており、抜け上がり等は確認されなかった。（写真①）
- ◆ 決壊断面において、樋管周りにゆるみや空洞等は確認されなかった。（写真②）
- ◆ これらのことから、樋管周辺堤防を原因とした決壊でないと考えられる。

都幾川右岸0.4k



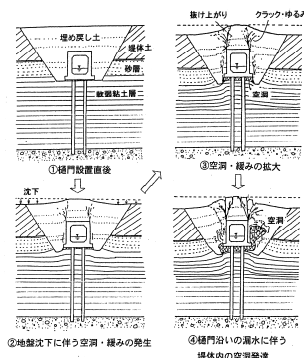
ドローンによる撮影（R1/10/14撮影）



①樋管周りの残存部
（堤内地側より R1/10/16撮影）

樋門の抜け上がりと空洞・クラックの発生過程

樋門・樋管周りの漏水の原因となる空洞が発生している場合、外形的には抜け上がりが見られ、構造物周辺堤防にゆるみや空洞が形成されていることが多い。



河川堤防の構造検討の手引きより（H23 JICE）



②樋管周りの残存部
（下流側断面 R1/10/15撮影）

19

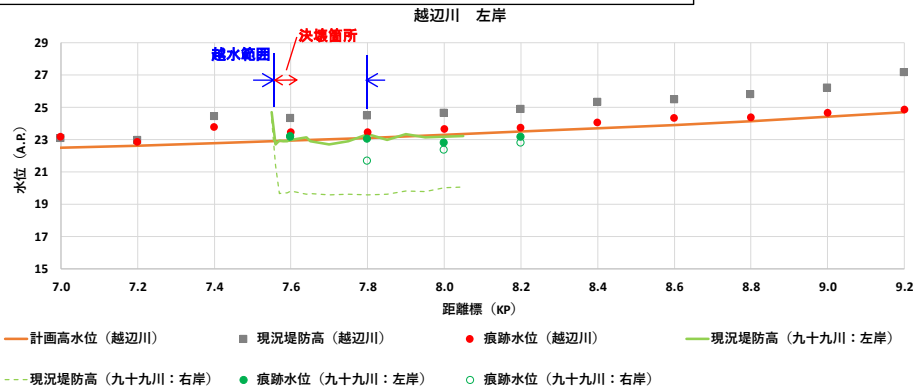
1. 4. 2 その他の要因(水門)

◆越辺川左岸7.6kの決壊は以下で生じたと推定される。

- 越辺川の逆流防止のために水門を閉鎖し、九十九川の水位が上昇して越水。九十九川水門との堤防隅角部に越流水が集中し、洗掘が発生
- さらに越水することで洗掘が助長され、決壊を生じた。

(越辺川左岸7.6k)

【①越水前】



【②上流部での越水氾濫の開始】



【③堤防隅角部の洗掘】



【④決壊】



20

2. 決壊原因の特定

	越辺川右岸0.0k	越辺川左岸7.6k	都幾川右岸0.4k
越水	- 川裏堤防洗掘、川裏側への植生、フェンスの倒壊が確認された。 - 痕跡水位及び現地の状況より、越水範囲を推定し、痕跡水位は現況堤防高よりも高いことが確認された。 - これらより越水が決壊の要因になったと推定される。	- 川裏部の植生の堤内側への倒伏、フェンスの倒壊が確認された。 - 痕跡水位及び現地の状況より、越水範囲を推定し、痕跡水位は現況堤防高よりも高いことが確認された。 - これらより越水が決壊の要因になったと推定される。	- 川裏堤防洗掘が確認された。 - 決壊箇所上流の天端に漂流物が確認された。 - 倒木が堤内地側に倒れている。 - 痕跡水位及び現地の状況より、越水範囲を推定し、痕跡水位は現況堤防高よりも高いことが確認された。 - 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。 - 堤体は粘性土やシルト、基礎地盤は厚い粘性土が分布している。 - 土質調査に基づく解析の結果、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。 - 堤体は粘性土やシルト、基礎地盤は厚い粘性土が分布している。 - 土質調査に基づく解析の結果、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。 - 堤体は粘性土やシルト、基礎地盤は厚い粘性土が分布している。 - 土質調査に基づく解析の結果、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。 - 高水数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。 - 高水数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。 - 高水数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	—	越辺川の逆流防止のために水門を閉鎖し、九十九川の水位が上昇、九十九川水門との堤防隅角部に越流水が集中し、洗掘が発生、決壊したと推定されるが、主要因は越水が決壊の要因になったと推定される。	- 樋管周りの堤体は決壊後も残存しており、樋管本体の周辺に水ミチは確認できない。 - これらより、樋管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	—	×	×

赤字は第2回委員会からの変更点

21

II. 堤防決壊のプロセス

堤防決壊のプロセス

◆越辺川右0.0k、左7.6k、都幾川右0.4kの決壊箇所のプロセスは以下の通りであると推定される。

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. 本復旧に向けての実施方針(案)

堤防決壊の原因

越水	堤防川裏部の洗掘や植生の堤内側への倒壊、フェンスの堤内地側への倒壊等の被災後の堤防の状況や、痕跡水位及び現地の状況による越水範囲と越水深が推定を行った結果、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た。
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、裏法すべりやパイピングに対する基準値を満たしていることが確認された。 - 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た。
侵食	- 全ての決壊箇所では、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。 - これにより侵食が決壊の要因になった可能性は低いと推定された。
構造物	- 越辺川左岸7.6kは、越辺川の逆流防止のために水門を閉鎖し、九十九川の水位が上昇、九十九川水門との堤防隅角部に越流水が集中し、洗掘が発生、決壊したと推定されるが主要因は越水であると推定した。 - 都幾川右岸0.4kの樋門周りの堤体は決壊後も残存しており、水ミチは確認できなかった。これにより樋門が決壊の要因になった可能性は低いと推定された。

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必要とされる高さを確保するための堤防拡築を実施※1（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。
- 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

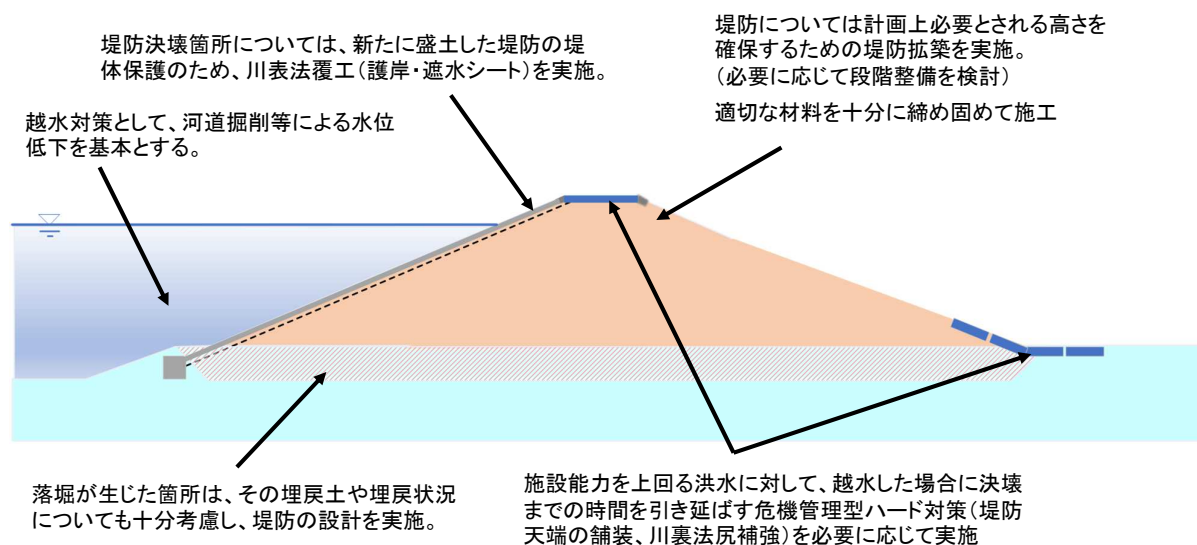
※1：越辺川左岸7.6kについては基本的に計画必要とされる高さを確保していたため原形復旧を基本とし、危機管理型ハード対策（堤防天端の舗装、川裏法尻補強）を実施する。

※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。

2. 本復旧工法(案)

【断面模式図】



※越辺川左岸7.6kについては基本的に計画上必要とされる高さを確保していたため、堤防の形状は原形復旧を基本とし、危機管理型ハード対策(堤防天端の舗装、川裏法尻補強)を実施する。
※詳細設計にあたっては現地調査を行い、実施内容を精査する必要がある。