

第3回 鬼怒川堤防調査委員会資料

平成27年10月19日

国土交通省 関東地方整備局

目 次

1. 堤防決壊と被災メカニズム(これまでの委員会のまとめ)	p.1
(1) 決壊原因の特定	p.2
(2) 堤防決壊のプロセス	p.3
2. 決壊区間(21k付近)の本復旧工法について	p.4
(1) 本復旧における実施方針	p.5
(2) 決壊区間の現地状況	p.6
(3) 堤防決壊の原因への対応	p.7
(4) 本復旧工法(案)	p.8
3. 今後の取り組み(案)	p.9
(1) 今後の取り組み(案)	p.10

1. 堤防決壊と被災メカニズム

(これまでの委員会のまとめ)

(1) 決壊原因の特定

これまでの調査結果から分かったこと

越水

- 鬼怒川流域で記録的大雨があり、鬼怒川の水位が大きく上昇した。
- 決壊区間で越水が確認された。(越流水深約20cm(推定値))
- 決壊区間で川裏の法尻部の洗掘が確認された。
- 決壊区間の法尻から堤体直下にかけて落掘が確認された。

浸透

- 水海道雨量観測所で3日雨量約200mmの雨量を観測した。
- 決壊区間の上流約500m、下流約800m離れた地点で、噴砂が複数箇所確認されたものの、決壊区間では越水前に漏水に関する証言は無い。
- 堤体については、決壊区間上流端部では、緩い砂質土(As1)が粘性土(Bc)で覆われた構造、下流端部では、粘性土(Bc)が主体となった構造であることが確認された。また、緩い砂質土(As1)は堤内地側に連続することが確認された。
- 緩い砂質土(As1)を被覆する粘性土(Bc及びT)の層厚は、決壊区間の周辺では0.2～1m程度であり、変化していることが確認された。
- 基礎地盤については、川裏側に粘性土(Ac1)が5m～8m程度の層厚で堆積し、その下層に砂質土(As2)が存在していることが確認された。
- 決壊区間近傍の噴砂箇所の堤防高と堤内地盤高の比高差が5m程度に対し、決壊区間の比高差は2～3m程度であった。
- 調査結果をもとに、浸透流解析等により、上流端部断面(現存)、下流端部断面(現存)、21k地点断面(推定)の浸透に対する安全性の評価を行った結果、パイピング、法すべりともに安全性が確保されている結果となった。ただし、パイピングについては、被覆する粘性土(Bc及びT)の層厚により安全性が変化する。

侵食

- 決壊区間の上下流とも川表法面の侵食の痕跡は確認できない。
- 高水敷上の侵食の痕跡は確認できない。
- 高水敷上の植生は倒伏しているが、流失していない。

推定される堤防決壊の原因

【越水による堤防決壊の可能性について】

- 越水により川裏法面の侵食と法尻の洗掘が進行し、その後、堤体の一部を構成する緩い砂質土(As1)が流水によって崩れやすくなり、小規模な崩壊が継続して発生し、決壊に至ったと推定される。

【浸透による堤防決壊の可能性について】

- 越水前の浸透によるパイピングについては、堤体の一部を構成し堤内地側に連続する緩い砂質土(As1)を被覆する粘性土(Bc及びT)の層厚によっては発生するおそれがあるため、決壊の主要因ではないものの、決壊を助長する可能性は否定できない。
- 浸透により法面がすべることが決壊原因の一つである可能性は小さいと推定される。

【侵食による堤防決壊の可能性について】

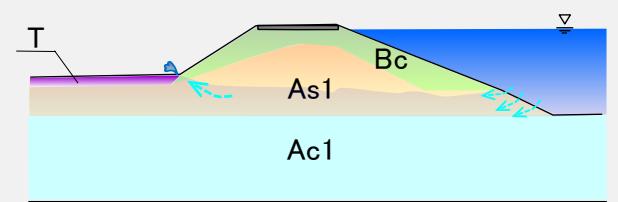
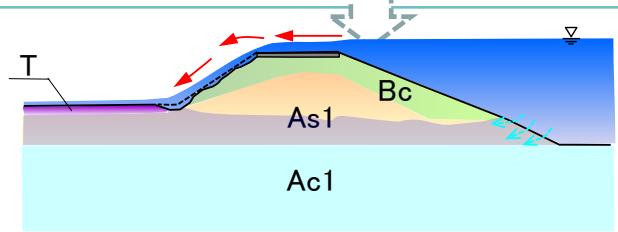
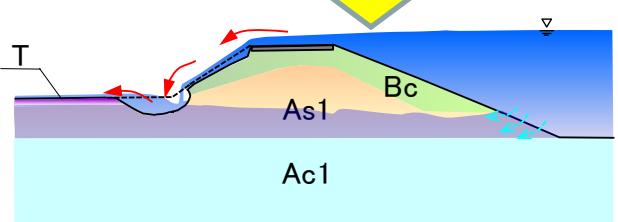
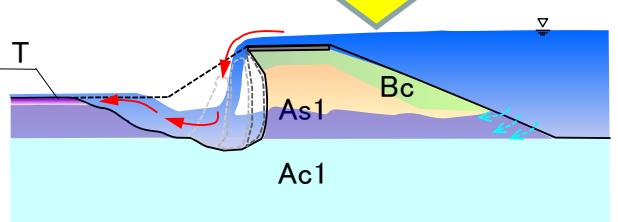
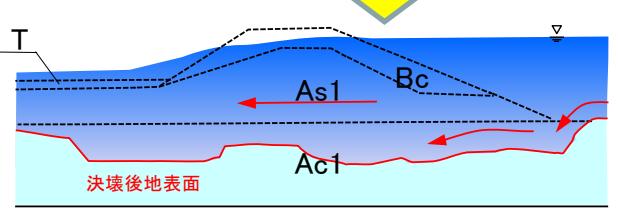
- 川表の侵食が確認されておらず、決壊原因の一つである可能性は小さいと推定される。

(2)堤防決壊のプロセス

決壊原因の特定

- 鬼怒川流域における記録的な大雨により、鬼怒川の水位が大きく上昇し、決壊区間において水位が計画高水位を超過し堤防高をも上回り、越水が発生した。
- 越水により川裏法面の侵食と法尻の洗掘が進行し、その後、堤体の一部を構成する緩い砂質土 (As1) が流水によって崩れやすくなり、小規模な崩壊が継続して発生し、決壊に至ったと考えられる。
- 越水前の浸透によるパイピングについては、堤体の一部を構成し堤内地側に連続する緩い砂質土 (As1) を被覆する粘性土 (Bc 及び T) の層厚によっては発生するおそれがあるため、決壊の主要因ではないものの、決壊を助長する可能性は否定できない。
- 浸透による法すべりや川表の侵食が決壊原因となった可能性は小さいと考えられる。

堤防決壊のプロセス

<p>STEP0 [越水開始前段階]</p>		<ul style="list-style-type: none"> 河川水位が上昇し、透水性の高い堤体の一部を構成する緩い砂質土 (As1) に河川水が浸透する。 浸透した水により、川裏法面の間隙水圧が上がり、法尻に漏水が生じる可能性がある。 また、決壊区間周辺では地表面を覆う粘性土 (Bc 及び T) の層厚が変化しており、層厚が薄いところでは水や砂が吹き出す可能性がある。 	
<p>STEP1 [(漏水+) 越水開始段階]</p>		<ul style="list-style-type: none"> 河川水位が上昇し、越水が生じる。 川裏法面の侵食と川裏法尻の洗掘が生じる。 川表より河川水が浸透する。 (浸透により、決壊を助長する可能性あり) 	
<p>STEP2 [川裏法尻洗掘段階]</p>		<ul style="list-style-type: none"> 川裏法尻の洗掘が進行し、落ち込む流れが生じる。 この落ち込む流れにより、川裏法尻の洗掘が拡大する。 	
<p>STEP3 [川裏法面洗掘段階]</p>		<ul style="list-style-type: none"> 洗掘が進行し、堤体の一部を構成する緩い砂質土 (As1) が流水によって崩れやすくなり、小規模な崩壊が継続して発生していると考えられる。 天端 (アスファルト舗装) は、堤体土の崩壊後、崩落する。 	
<p>STEP4 [堤体流出・基礎地盤洗掘段階]</p>		<ul style="list-style-type: none"> 堤体が耐えられなくなり、決壊に至る。 氾濫流により基礎地盤が洗掘され、落掘が形成される。 	

※今水出水に関する数値等は速報値であり、今後変更となる可能性がある。

2. 決壊区間(21k付近)の 本復旧工法について

(1)本復旧における実施方針

■決壊区間(21k付近)における本復旧工法については、

- 現地の状況を踏まえ、今後の堤防整備に手戻りのない、適切かつ効果的な構造を選定する。
- 堤防決壊の原因に対応した構造を選定する。
- 復旧工法の細部構造等については、施工時を含め引き続き現地調査等を実施したうえで精査する。

堤防決壊の原因

- 鬼怒川流域における記録的な大雨により、鬼怒川の水位が大きく上昇し、決壊区間において水位が計画高水位を超過し堤防高をも上回り、越水が発生した。
- 越水により川裏法面の侵食と法尻の洗掘が進行し、その後、堤体の一部を構成する緩い砂質土が流水によって崩れやすくなり、小規模な崩壊が連続して発生し、決壊に至ったと考えられる。
- 越水前の浸透によるパイピングについては、堤体の一部を構成し堤内地側に連続する緩い砂質土を被覆する粘性土の層厚によっては発生する恐れがあるため、決壊の主要因ではないものの、決壊を助長する可能性は否定できない。
- 浸透による法すべりや川表の侵食が決壊原因となった可能性は小さいと考えられる。

【参考】決壊後の現地状況

- 既設の河川堤防が、約200mにわたり決壊し、堤体は全て流失している。
- 決壊区間に形成された落掘は最大約5mの深さで、川表高水敷部から、川裏の民地部まで広範囲に及んでいる。
- 堤体直下の落掘地形上には、根固めブロック・割栗石等で構成された仮堤防(荒締切)が築造されている。

(2) 決壊区間の現地状況

- 決壊区間は堤体が全て流失しているとともに、基礎地盤の落掘は川表高水敷部から、川裏の民地部まで広範囲に及んでいる。
- 決壊区間のうち落掘最深断面では、河川側から連続する砂質土(As2)を被覆する粘性土(Ac1)がほとんど残っていない区間が見られる。
- 決壊箇所周辺の調査結果では、地下水の水位は落掘最深部より高い位置で確認されている。



【応急復旧時の基礎地盤状況】

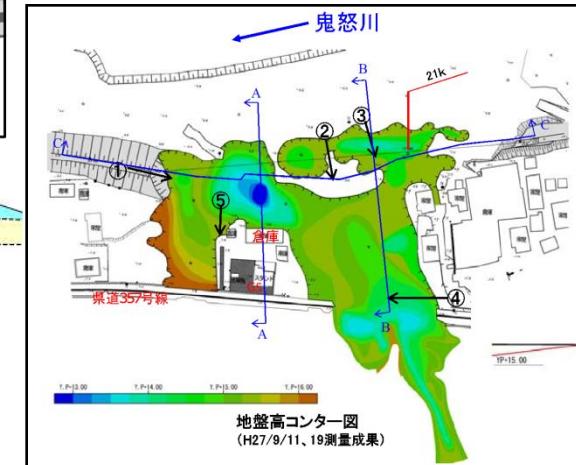
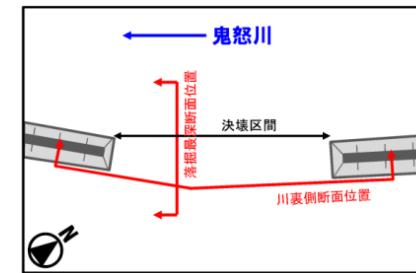
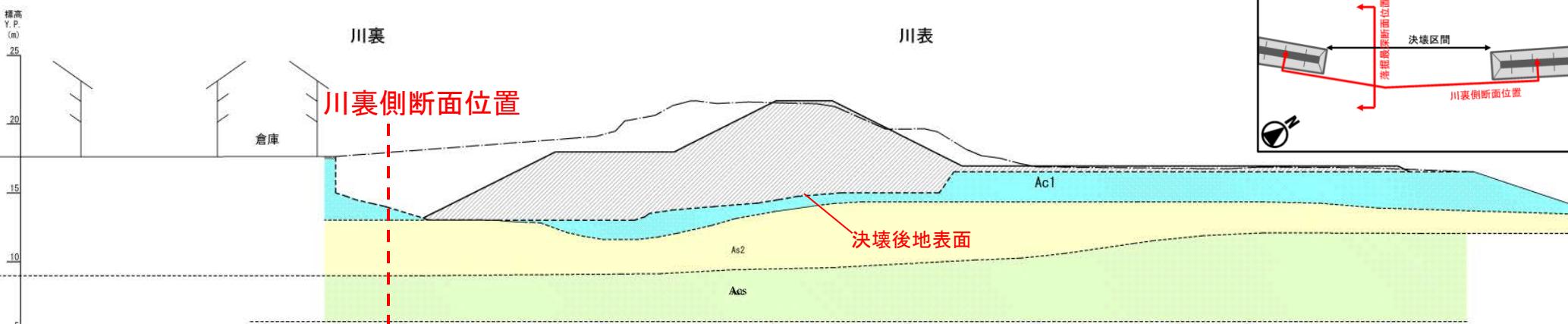


(9月14日6:00頃撮影)

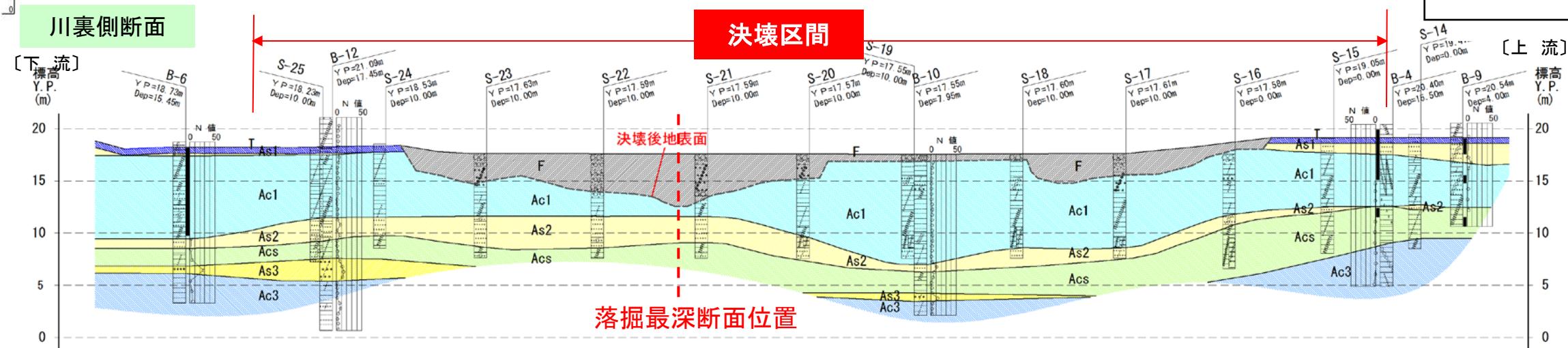


(9月14日13:00頃撮影)

【落掘最深断面の地層断面図】(推定)



【決壊区間の地層縦断面図】



地質層序表				
地質時代	地層名	土質名	記号	
新 第 世	堤 体	粘性土	Bc	
		砂質土	Bs	
	埋 戻 土	礫質土	F	
生 四 代 新 世	表 土	粘性土	T	
	沖 積 層		砂質土	As1
			粘性土	Ac1
			砂質土	As2
			中間土	Acs
			砂質土	As3
	粘性土	Ac3		

※ 今次出水に関する数値等は速報値であり、今後変更となることがある。

(3) 堤防決壊の原因への対応(案)

推定される堤防決壊の原因

本復旧での対応(案)

越水

■越水により川裏法面の侵食と法尻の洗掘が進行し、その後、堤体の一部を構成する緩い砂質土(As1)が流水によって崩れやすくなり、小規模な崩壊が継続して発生し、決壊に至ったと考えられる。



【越水に対する対応】

■計画堤防までの築堤(高さの確保)を実施

浸透

■越水前の浸透によるパイピングについては、堤体の一部を構成し堤内地側に連続する緩い砂質土(As1)を被覆する粘性土(Bc及びT)の層厚によっては発生するおそれがあるため、決壊の主要因ではないものの、決壊を助長する可能性は否定できない。



【浸透に対する対応】

■計画堤防までの築堤(幅の確保)を実施

■透水層(砂質土)への河川水の浸透を抑制するために、鋼矢板による川表遮水工を実施

■河川水ならびに降雨の堤体への浸透を抑制するために、遮水シートとコンクリートブロックによる川表法面被覆工を実施

■堤体内に浸透した降雨等を集水し、堤防外に速やかに排水するため川裏法尻部にドレーン工を実施

いずれも一般的な工法である。

(4)本復旧工法(案)

- 基礎地盤部は、粘性土(Ac1層)の落掘による凹凸地盤や地形等変化点での不等沈下等を抑制するため、基礎地盤処理を行う。
- 堤体部は、嵩上げ・拡幅を行うとともに、浸透抑制対策として表のり面被覆工(天端舗装工含む)、川表遮水工、及び、ドレーン工による堤体内排水工を行い安全性を確保する。

【横断模式図】

ドレーン工

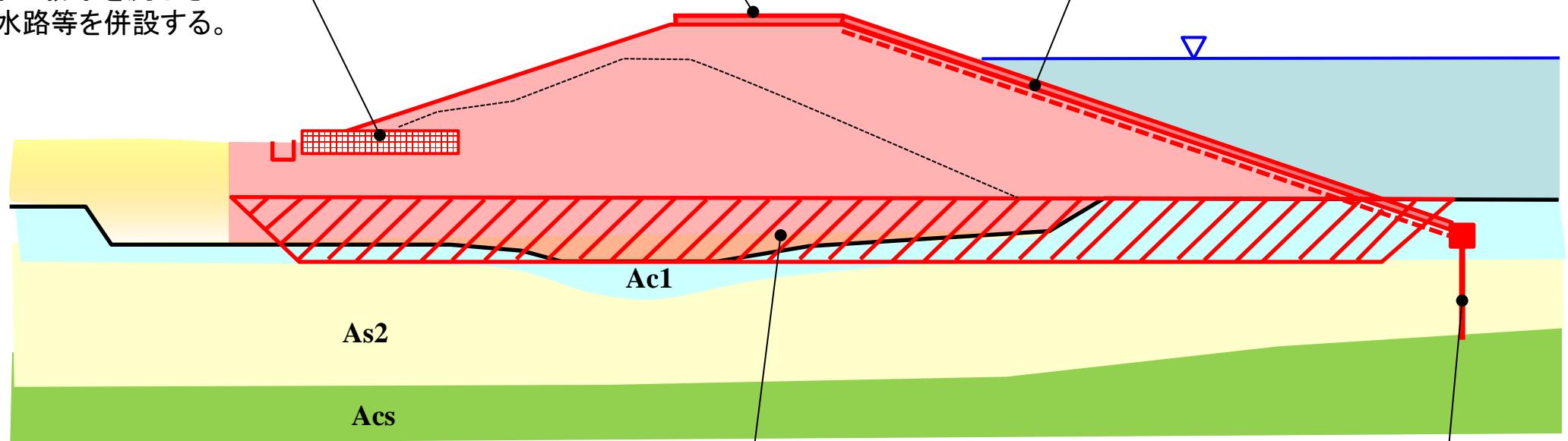
- 堤体内に浸透した降雨等を速やかに排水するために、川裏法尻部に透水性が高いドレーン工を設置する。
- 併せて、浸透水の排水を流下させるための堤脚水路等を併設する。

天端舗装工

- 天端からの降雨の浸透を抑制するために、舗装工を設置する。

表法面被覆工

- 河川水ならびに降雨の堤防への浸透を抑制するために、遮水シートとコンクリートブロックを設置する。



基礎地盤処理

- 落掘等により凹凸した基面に、堤防を築造すると、地形の変化点などで不等沈下等が発生する恐れがある。
- 不等沈下等を抑制するため、基面となる地盤を均一にするため、堤防直下の範囲を基礎地盤処理により良質な地盤に置き換える。
- 基礎地盤処理の端部には、緩衝部(すり付け)を設け、変化点の抑制を図る。

川表遮水工

- 透水層(砂質土)への河川水の浸透を抑制するために、鋼矢板による遮水壁を不透水層まで設置する。

3. 今後の取り組み(案)

(1)今後の取り組み(案)

■決壊区間における被災原因の分析を踏まえ、今後、鬼怒川全川における堤防漏水箇所について、必要に応じて詳細な調査を実施。

■堤防調査委員会の日程

- 9月13日 現地調査
- 9月28日 第1回堤防調査委員会
- 10月 5日 第2回堤防調査委員会
- 10月19日 第3回堤防調査委員会

■今後の取り組み(案)

- 決壊区間の現地調査(本復旧工事施工時)
- 堤防における漏水箇所の詳細調査
 - ・目的:漏水発生の予測に資するデータ蓄積
 - ・対象:噴砂を伴う堤防漏水の発生箇所(9箇所)
 - ・内容:比高差、地質構成、噴砂の由来
- 報告書とりまとめ