

2 日野川の崩落に関する詳細検討

2-1 ボーリング調査

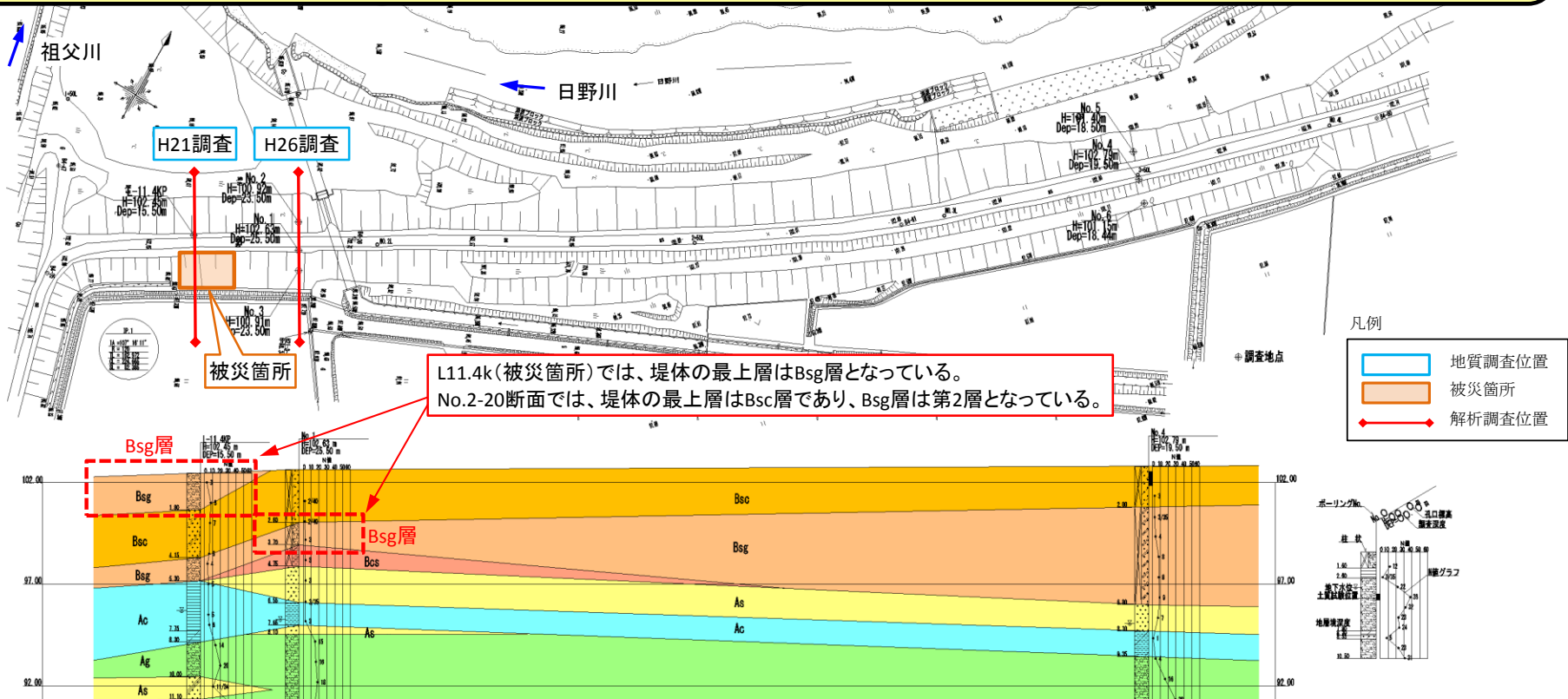
2-2 浸透流解析

3-3 まとめ

2-1 ボーリング調査

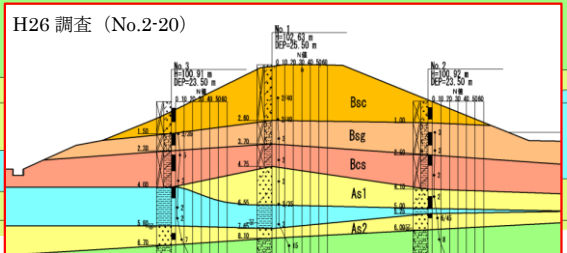
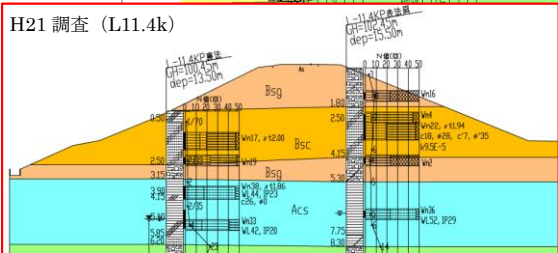
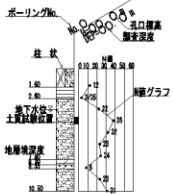
日野川崩落箇所周辺でボーリング調査を実施した。

被災箇所近傍では平成21年度にも土質調査が行われている。
 今回調査では、堤体最上部に細粒分の多い砂層(Bsc層)が確認されているのに対し、被災箇所の平成21年度調査では、堤体最上部は砂礫層(Bsg層)となっており、Bsc層は第2層となっている。



L11.4k(被災箇所)では、堤体の最上層はBsg層となっている。
 No.2-20断面では、堤体の最上層はBsc層であり、Bsg層は第2層となっている。

- 凡例
- 地質調査位置
 - 被災箇所
 - 解析調査位置



土層構成概略図 (川裏側ボーリング)

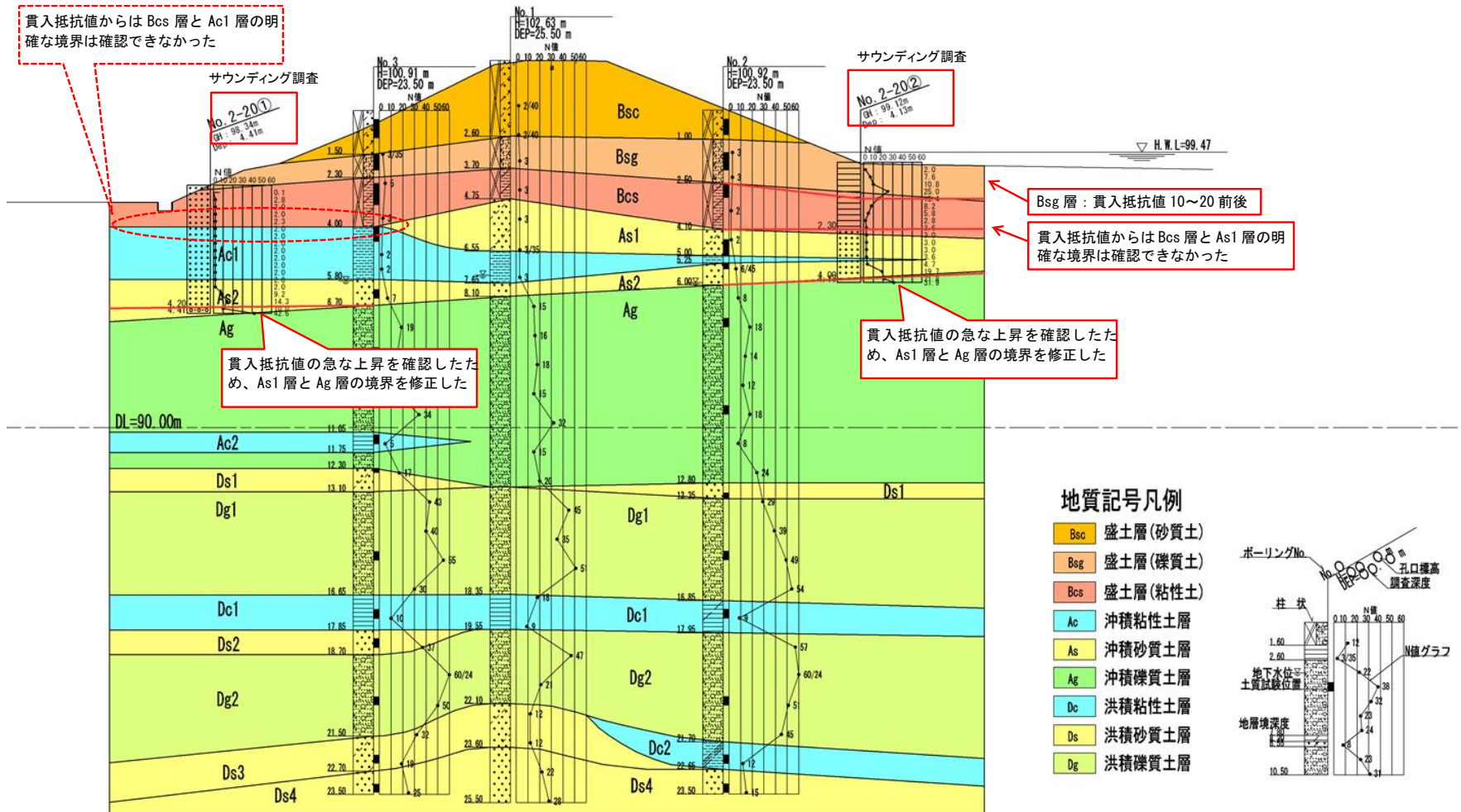
	H21調査	H26調査
堤体第1層	Bsg	Bsc
堤体第2層	Bsc	Bsg
堤体第3層	Bsg	Bcs
基礎第1層	Ac	Ac

- 地質記号凡例
- Bsg 盛土層(砂質土)
 - Bsc 盛土層(粘質土)
 - Bcs 盛土層(粘性土)
 - As 沖積粘性土層
 - Ac 沖積砂質土層
 - Ag 沖積礫質土層
 - Do 洪積粘性土層
 - Ds 洪積砂質土層
 - De 洪積礫質土層

2-1 ボーリング調査(サウンディング調査の反映)

今回調査を行った断面の堤防法尻部周辺でサウンディング調査を行い、土質構成の見直しを行った。

各層の層厚の把握精度が向上したが、浸透流解析に支配的影響を与えるような差異は見られていない。

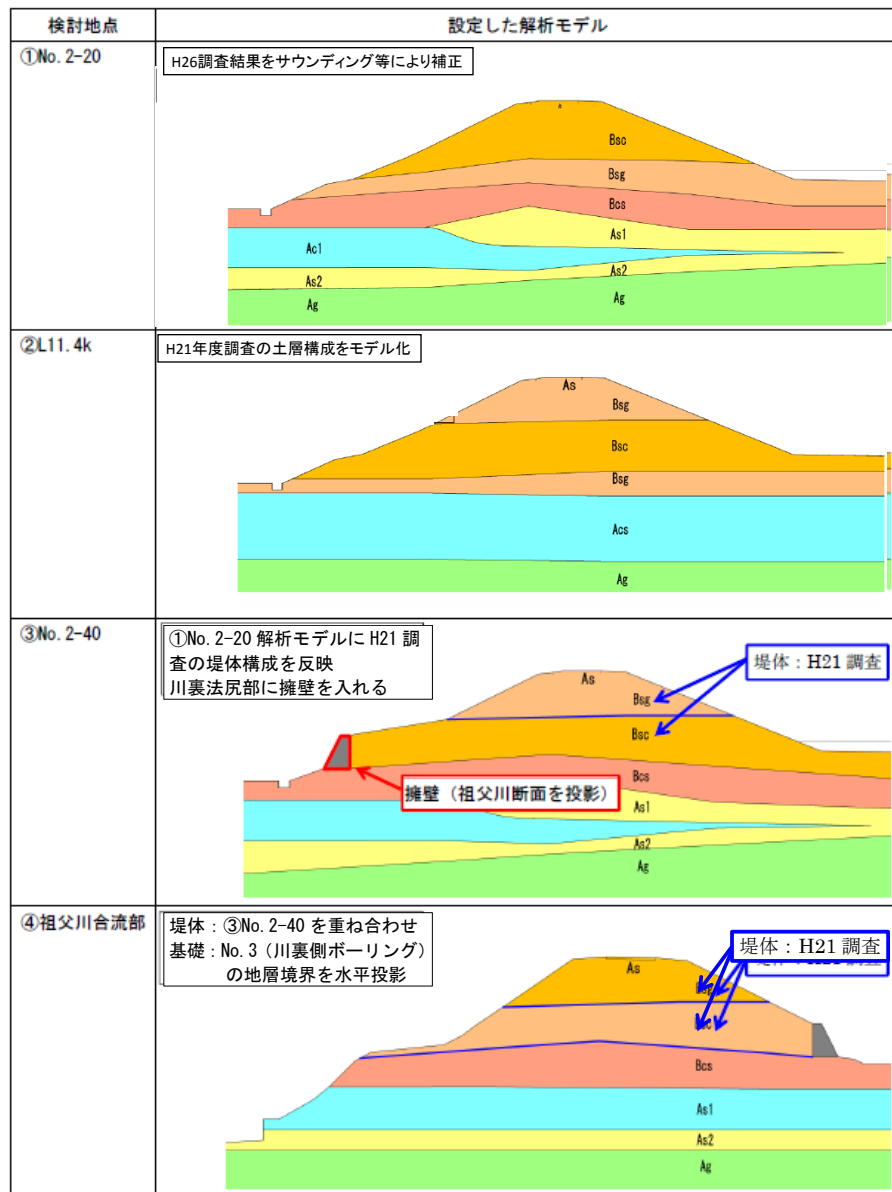
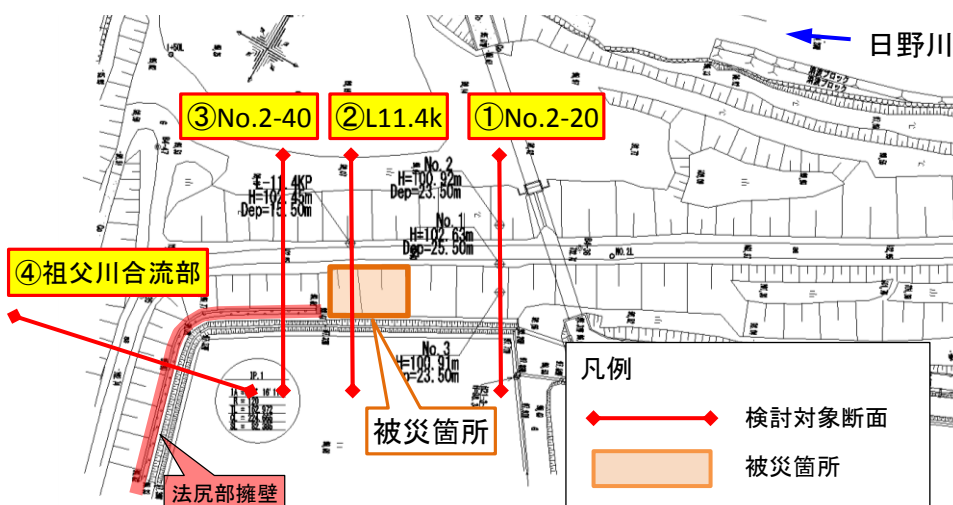


2-2浸透流解析：解析断面の設定

解析ケース・解析断面を設定した。

実施ケースは被災箇所及びその上下流地点、ならびに縦断的影響の可能性等を見るため祖父川断面の合わせて4ケースを実施。

対象断面	断面の概要（選定理由）
①No.2-20	<ul style="list-style-type: none"> 被災断面の近傍断面 堤体最上部は細粒分の多い砂層（Bsc層）となっている（平成26年度に土質調査実施）
②L11.4k	<ul style="list-style-type: none"> 被災箇所のほぼジャストポイントとなる断面 堤体最上部は砂礫層（Bsg層）となっている（平成21年度に土質調査実施）
③No.2-40	<ul style="list-style-type: none"> 被災箇所下流の法尻部が擁壁の断面 擁壁の有無が堤体の安定性に与える影響を検証するために解析対象断面として選定
④祖父川合流部	<ul style="list-style-type: none"> 祖父川右岸の日野川合流点付近の断面 祖父川からの縦断方向の河川水の浸透が堤体の安定性に影響を与えた可能性を検証するため、検討対象断面として想定

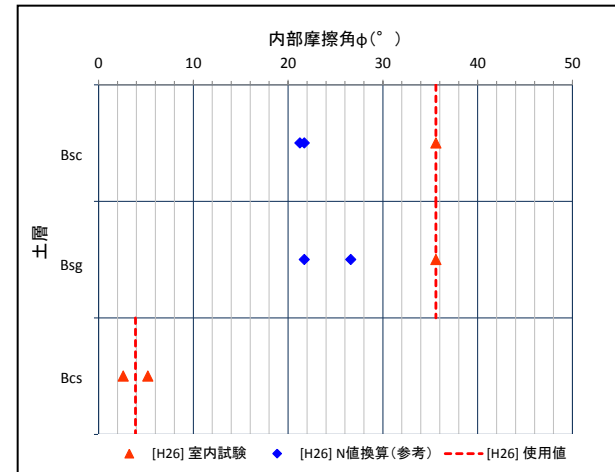
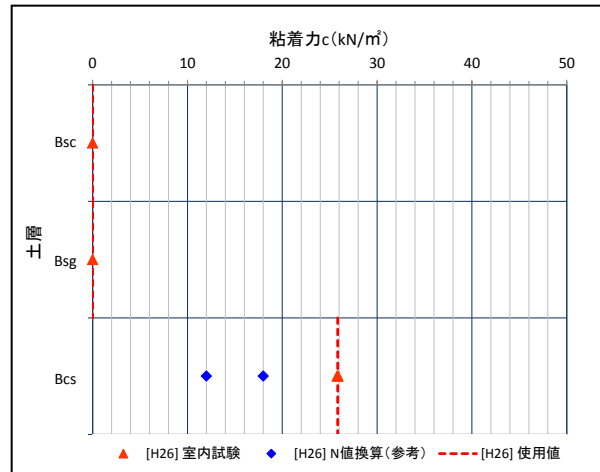
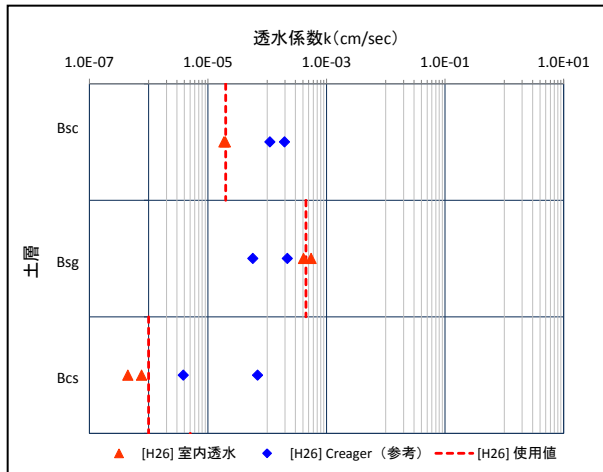


2-2浸透流解析：堤体の土質条件

堤体の土質条件

- 平成26年度に実施された土質試験結果に基づき、各土層の土質定数を設定した。

平成26年度調査(No.2-20)(今回調査箇所)



土層名		平均 N値	Fc (%)	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断試験 試験条件	せん断試験		透水係数	
						粘着力 c(kN/m ²)	せん断抵抗角 φ(度)	方法	飽和透水係数 k(cm/s)
地層	記号								
盛土	Bsc	1.9	33	19.8	CD試験	0.0	35.6	室内透水試験	2.00E-05
	Bsg	4.5	35	20.6	CD試験	0.0	35.6	室内透水試験	4.50E-04
	Bcs	2.8	73	19.1	UU試験	25.9	3.9	粘性土の一般値	1.00E-06

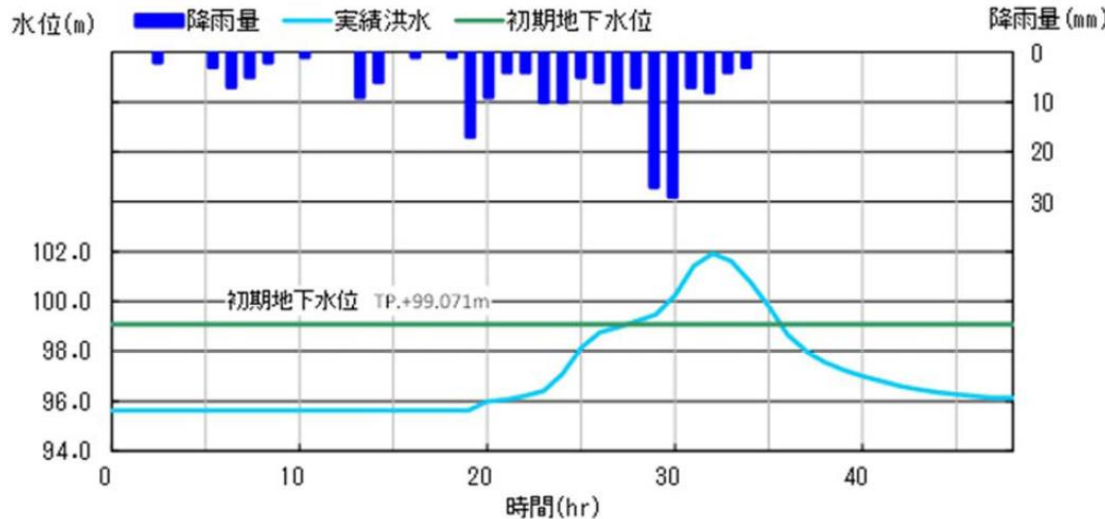
2-2浸透流解析：解析の外力条件

解析の外力条件

- ・降雨：蒲生地点での平成25年台風18号時の実績降雨
- ・水位：安吉橋地点における水位観測記録を基に、観測所および検討対象断面のH-Q式により水位を換算



日野川流域図



解析の外力条件



被災箇所と安吉橋水位計との位置関係

2-2浸透流解析：解析結果

浸透流解析を行いパイピング破壊、盤ぶくれ、すべり破壊の評価を行った。

- ・被災箇所では、円弧すべり安全率が1.0を下回り、安定性を確保できていない。
- ・一方、他地点では、円弧すべり安全率は1.0を上回り、安定性が確保されている。
- ・被災箇所周辺では盤ぶくれの許容値を下回っており安定性が確保できていない。

日野川浸透流解析結果一覧

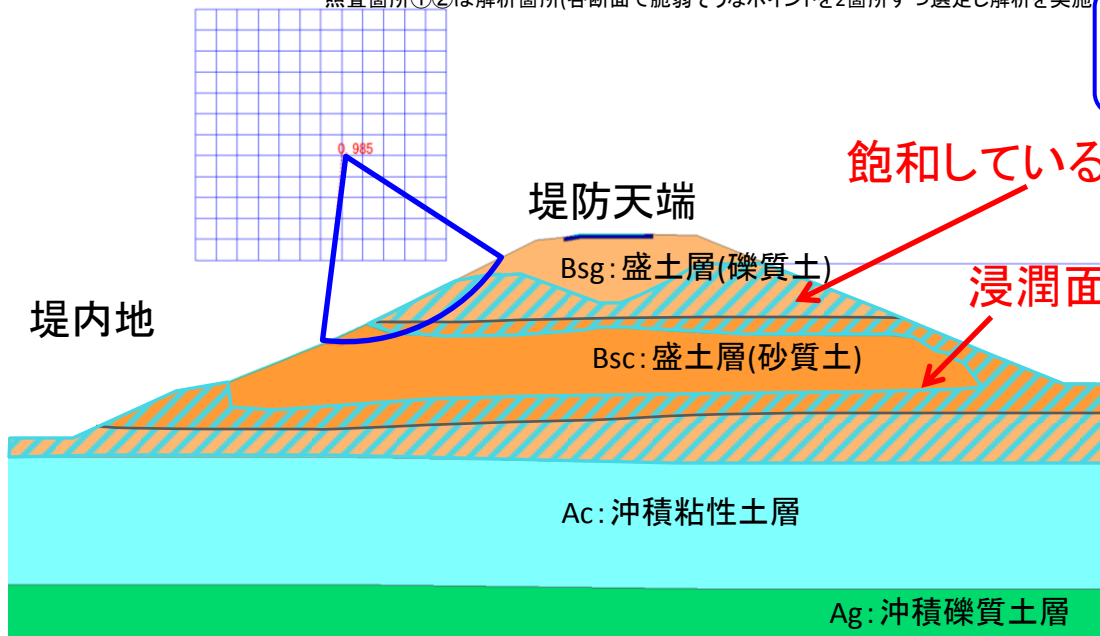
対象断面		堤体土層構成	外水位	パイピング破壊		盤ぶくれ	すべり破壊		
河川名	断面No.			照査箇所	ih	iv	G/W	川裏	川表
				<0.5(許容値)	<0.5(許容値)	>1.0(許容値)			
①	日野川 No.2-20	H26年度調査 (No.2-20+サウンディング調査)	実績洪水 H25.09	①			0.74	1.55	1.40
				②	0.18	0.00			
②	日野川 L11.4k (被災箇所)	H21年度調査	実績洪水 H25.09	①	0.39	0.16		0.99	1.06
				②	0.02	0.00			
③	日野川 No.2-40 (擁壁あり)	H21年度調査	実績洪水 H25.09	①			0.74	1.78	1.07
				②	—*	—*			
④	祖父川 日野川合流部 (擁壁あり)	(堤体第3層:Bcs)	実績洪水 H25.09	①			0.81	1.41	1.43
				②	0.61				

※浸潤面が照査地点に達していないため照査不要。

照査箇所①②は解析箇所(各断面で脆弱そうなポイントを2箇所ずつ選定し解析を実施)

堤体第3層は礫質土だが動水勾配は許容値を下回り問題ない値。

被災箇所ですべり安全率が1.0を下回っておりすべりが発生しうる値。



浸透流解析結果
(Case②断面 9/16 9:00)

2-3 解析結果のまとめと考察

日野川浸透流解析結果一覧

対象断面		堤体土層構成	外水位	パイピング破壊		盤ぶくれ	すべり破壊		
				照査箇所	ih	iv	G/W	川裏	川表
河川名	断面No.			<0.5(許容値)	<0.5(許容値)	>1.0(許容値)			
① 日野川	No.2-20	H26年度調査 (No.2-20+サウンディング調査)	実績洪水	①			0.74	1.55	1.40
			H25.09	②	0.18	0.00			
② 日野川	L11.4k (被災箇所)	H21年度調査	実績洪水	①	0.39	0.16		0.99	1.06
			H25.09	②	0.02	0.00			
③ 日野川	No.2-40 (擁壁あり)	H21年度調査	実績洪水	①			0.74	1.78	1.07
			H25.09	②	—*	—*			
④ 祖父川	日野川合流部 (擁壁あり)	(堤体第3層:Bcs)	実績洪水	①			0.81	1.41	1.43
			H25.09	②	0.61				

※浸潤面が照査地点に達していないため照査不要。
照査箇所①②は解析箇所(各断面で脆弱そうなポイントを2箇所ずつ選定し解析を実施)

被災箇所下流(③)

被災箇所下流は法尻部に擁壁が設置された断面

- 擁壁によってすべり面が制限される
- 1.0以上の安全率が確保されている。

被災箇所と被災箇所上流の比較(①②)

被災箇所: 堤体上部に透水性高い礫層
被災箇所上流: 堤体上部は透水性低い砂層
→ 被災箇所で浸透により堤体内水位が上昇しすべり破壊発生。

縦断流れの可能性(④)

祖父川の堤体内水位も堤体の中程まで上昇しており、祖父川から縦断方向の浸透流が発生した可能性。

崩落箇所の状況

礫質土を堤体上部に有しかつ擁壁が存在しない区間で、表法面からの河川水の浸透および下流からの縦断的な浸透により堤体内水位が上昇した結果、局所的にすべり破壊が生じた。

3 今後の対策案

3 今後の対策案：日野川堤体

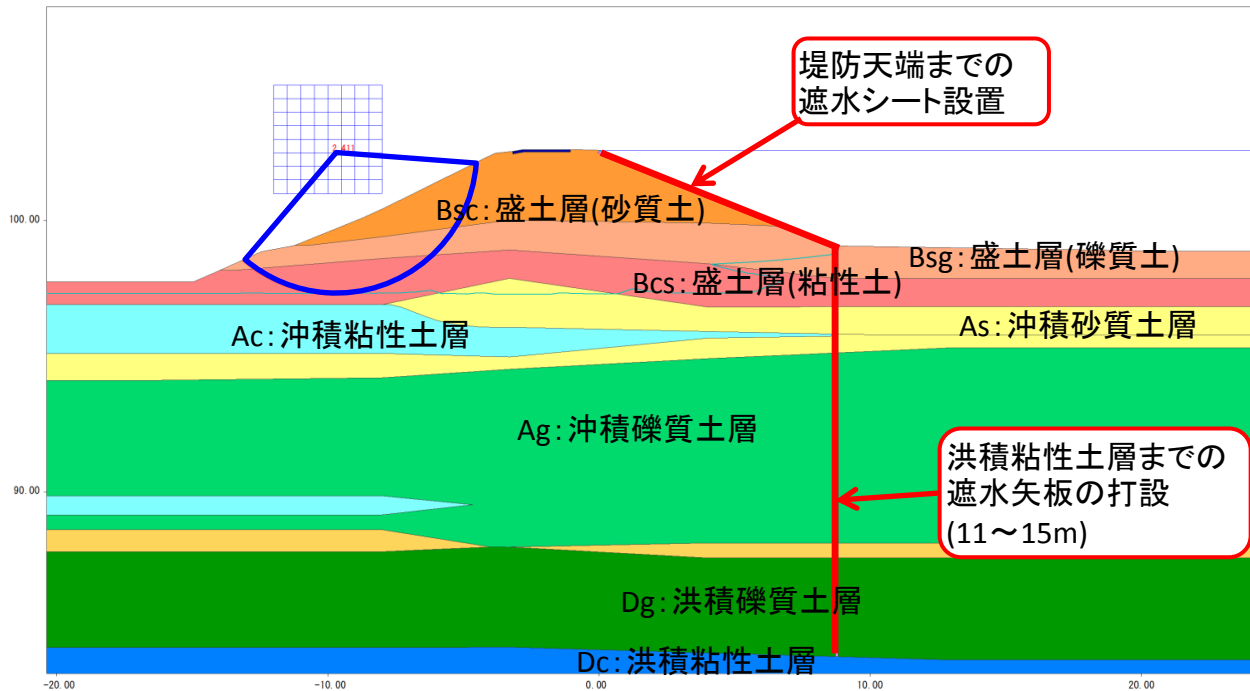
被災した日野川堤体について、今後の対策案を検討した。

表法面からの河川水の浸透による堤体内水位の上昇がすべり破壊につながった。
 → 被災箇所での浸透を抑制するための対策として、遮水シートによる表法面被覆と遮水矢板打設が有効(一連区間に実施)。

対象断面	Case	検討ケース	外水位	パイピング破壊			すべり破壊			判定		
				照査箇所	ih	iv	G/W	川裏			川表	
					<0.5(許容値)	<0.5(許容値)		>1.0(許容値)	>(許容値)		>(許容値)	
日野川 No.2-20	3-①	現況断面	堤防高水位	①			0.67	1.49	1.58	1.50	1.00	OUT
				②	0.17	0.00						
	4-①	対策工断面 遮水シート+遮水矢板(Dc層)	堤防高水位	①			1.19	2.41	1.58	2.11	1.00	
				②	*1	*1						

手引きに沿った照査結果
 (平成25年台風18号出水よりも大規模な波形での照査)

※1: 浸潤面が照査地点に達していないため、照査不要とした



被災箇所は購入土による復旧済みであるため、被災箇所上流側(今回調査)断面に対して対策を検討

3 今後の対策案：祖父川堤体

支川祖父川についても今後の対策案を検討した。

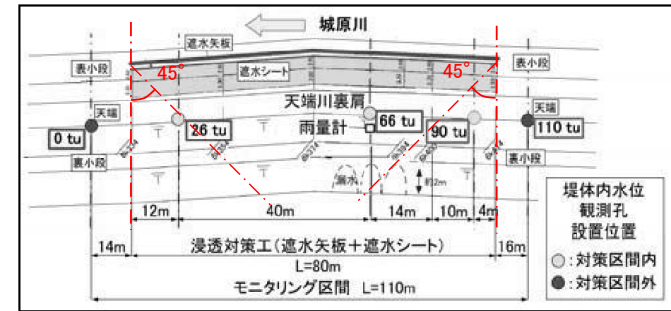
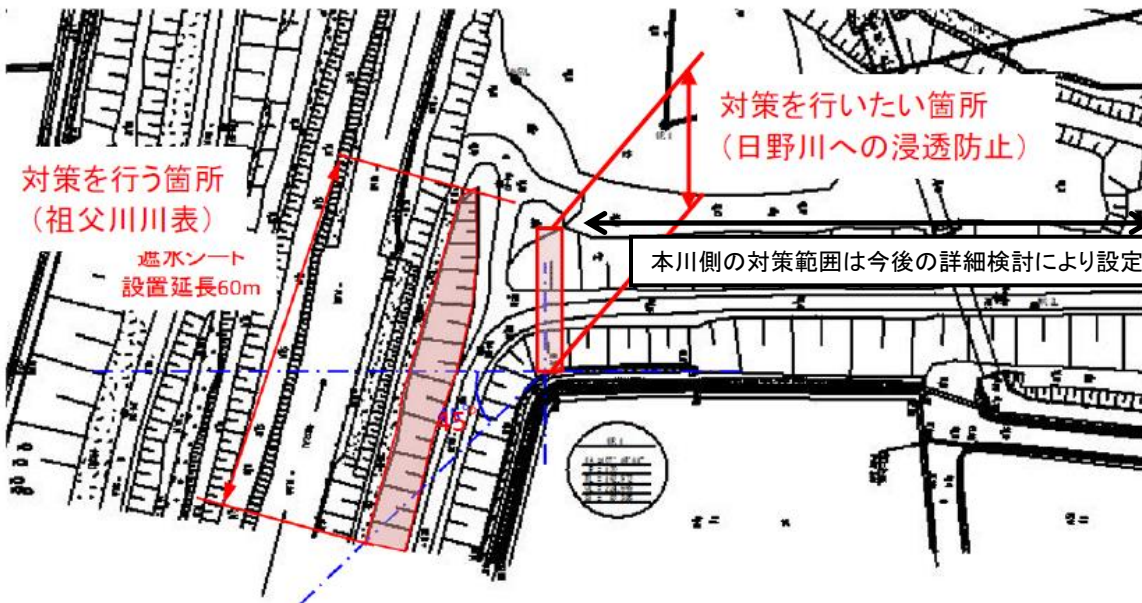
対策案：

祖父川からの縦断的な浸透流によって、日野川堤体の不安定化を招いた可能性があることから、祖父川の堤体へも川表に法面被覆工(遮水シート)を施工する。

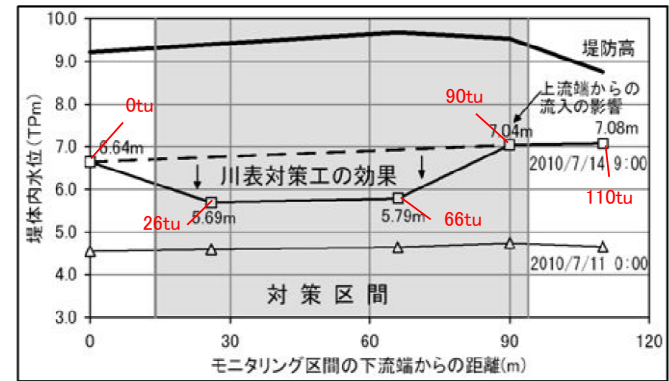
設置範囲：

遮水矢板の縦断方向の設置範囲は、対策が必要な区間の上下流端から45度で広げた範囲とすることが多い(矢部川ほか)。

→ 影響範囲を45°として遮水シート設置範囲を設定(設置延長60m)

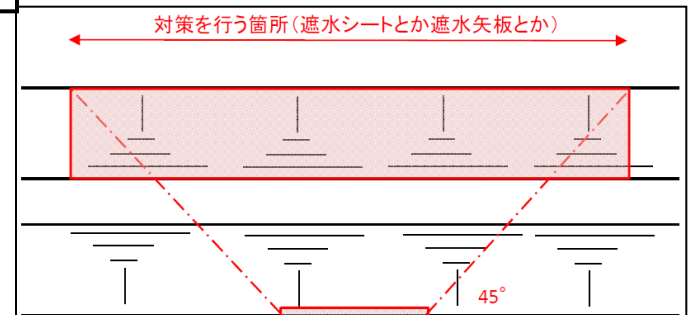


a) 遮水工設置範囲とモニタリング箇所の平面図



b) 出水時の堤体内水位の縦断分布

浸透対策を行った堤防の堤体内水位の現地モニタリング事例※)を見ても、遮水工の端部から45°の影響線内にある観測孔については浸透水の回り込みの影響が見られるのに対し、45°の影響線から外れた観測孔では浸透水の回り込みの影響は観察されていない。



※)河川堤防の浸透対策に関する現地モニタリングと三次元解析, 河川技術論文集第17巻, 2011.7

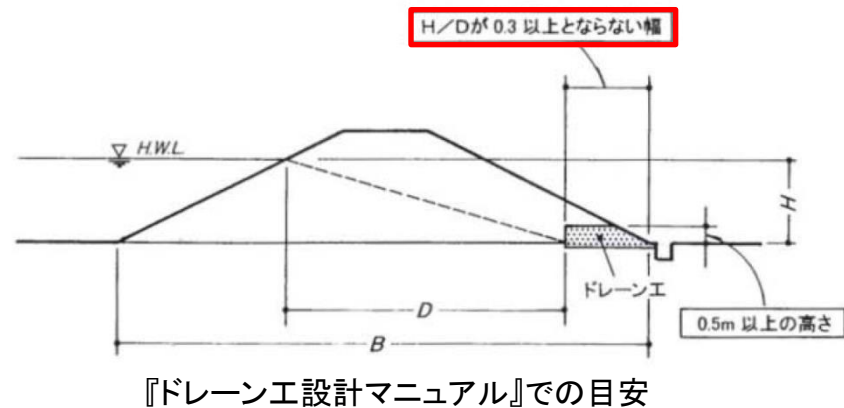
3 今後の対策案：堤体内の排水について

堤体内の排水対策について、ドレーン工適用の可能性及び擁壁からの排水について検討した。

ドレーン工適用の可能性

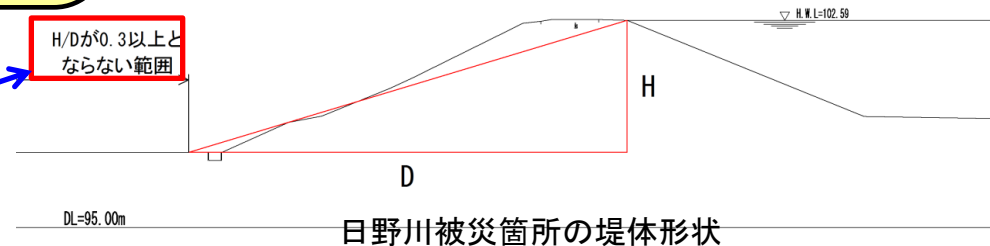
ドレーン工は、ドレーン工近傍の堤体に大きな浸透圧が作用してパイピングを誘発する危険性に留意が必要。

→ 当該箇所では、平均動水勾配が『ドレーン工設計マニュアル』に定める目安0.3を上回っており、ドレーン工設置に適さない。



現状で平均動水勾配 (H/D)が0.3以上となり、ドレーン工は適さない。

H/Dが0.3以上としない範囲



擁壁からの排水

平成25年台風18号における被災原因の一つとして、擁壁の排水が十分でなく堤体内水位が上昇したことが考えうる。

→ 適切な排水対策を実施。

- ・擁壁背面へ透水性の高い砕石層を設置
- ・擁壁自体に排水孔を設置※)



日野川堤体裏法尻に設置された擁壁

※)排水孔の間隔は、『道路土工 擁壁工指針』に準拠し、2~3m²に一箇所の割合で設ける。