

2. 調査概要

2. 1 調査概要

河川堤防の浸透破壊に対する安全性を示す指標である円弧すべりに対する安全率及びパイピングに対する局所動水勾配の両指標と堤防の浸透破壊に対する安全性の関係を把握するために、実際に浸透破壊により被災した堤防に対して、実際にかかった外力（ハイエトとハイドロ）を与えて浸透流解析を行った結果得られた円弧すべりに対する安全率及びパイピングに対する局所動水勾配と被災事例により得られた堤防の浸透破壊による破堤に対する安全性を比較する。被災事例より得られた堤防の浸透破壊による破堤に対する安全性は下記に挙げる式により算定する。これらの結果を用いて両指標の階級と安全性の相関のある範囲（土質条件や堤防高さ）を定めた上で、相関のある範囲内で両指標と安全性の関係を整理することとする。

$$\text{安全性（破堤しない確率）} = \frac{\text{同一階級の安全率の被災事例数} - \text{同一階級の安全率の破堤事例数}}{\text{同一階級の安全率の被災事例数}^{\ast}} \quad (\text{式}-2.1)$$

※被災事例数：浸透が原因で発生した破堤、のり崩れ、漏水事例数

2. 2 対象事例の選定

被災事例の選定に当たっては、主に表－2.1 に挙げる 6 種類の資料を用いた。これらの資料に記載された被災事例のうち浸透流解析を行うことができる条件として、①堤防詳細点検資料があり、土質定数や土質構成がわかること、②被災時の外力特性として降雨ハイドロ及び河川水位ハイドロがわかること、及び③被災時の堤防断面形状がわかることを条件として抽出した。また、対象となる被災事例は浸透に起因する破堤、のり崩れ及び漏水とした。対象被災事例は表－2.2 のとおり 23 事例となり、そのうち破堤に至ったものは、2 事例であった。

表－2.1 主な出典資料

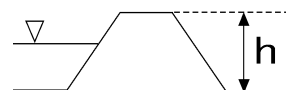
No	資 料 名	作 成 主 体
①	被災事例調査資料	建設省土木研究所
②	被害実態調査業務委託	建設省土木研究所
③	堤防漏水実態調査	建設省河川局、土木研究所、各地方建設局
④	堤防被害実態調査票	建設省土木研究所
⑤	河川災害データ管理システム	（財）国土技術研究センター
⑥	河川堤防の浸透に対する安全性の詳細点検	各地方整備局

表－2.2 検討対象事例

No.	河川名	被災箇所		被災履歴※		土質特性		堤防高 (m)	出典
		岸	距離標	種類	時期	基礎	堤体		
1	最上川	右	CsNo92～No94	法崩	S33. 7. 28	砂質	粘性	5. 0	被災事例調査資料
2	阿武隈川	左	4km	法崩	S33. 9. 27	砂質	粘性	7. 0	被災事例調査資料
3	米代川	左	0/5	破堤	S47. 7. 9	砂質	砂質	5. 0	被災事例調査資料
4	宇治川	左	42. 8km	破堤	S28. 9. 25	粘性	砂質	5. 0	被災事例調査資料
5	斐伊川	右	11. 4～11. 6km	法崩	S40. 7. 23	砂質	砂質	5. 0	被災事例調査資料
6	江戸川	左	24. 5k～24. 5k+200	法崩	S57. 9. 12	砂質	砂質	8. 2	堤防漏水実態調査票
7	荒川	左	11. 3km	法崩	S56. 10. 22	砂質	砂質	9. 2	堤防漏水実態調査票
8	荒川	左	13. 7km	法崩	S56. 10. 22	砂質	粘性	5. 9	堤防漏水実態調査票
9	荒川	右	23. 0km	法崩	S57. 9. 12	砂質	粘性	5. 2	堤防漏水実態調査票
10	荒川	左	28. 2km	法崩	S57. 9. 12	砂質	粘性	5. 4	堤防漏水実態調査票
11	荒川	左	64. 0km	法崩	S57. 9. 12	砂質	砂質	3. 8	堤防漏水実態調査票
12	荒川	左	67. 6km	法崩	S57. 9. 12	粘性	粘性	7. 6	堤防詳細点検
13	荒川	左	69. 6km	法崩	S57. 9. 12	粘性	砂質	7. 3	堤防詳細点検
14	荒川	左	70. 0km	法崩	S57. 9. 12	粘性	砂質	7. 1	堤防詳細点検
15	荒川	左	70. 4km	法崩	S57. 9. 12	粘性	粘性	8. 1	堤防詳細点検
16	荒川	左	71. 2km	法崩	S57. 9. 12	砂質	粘性	6. 4	堤防詳細点検
17	荒川	左	72. 0km	法崩	S57. 9. 12	粘性	砂質	8. 8	堤防詳細点検
18	荒川	右	72. 0km	法崩	S57. 9. 12	砂質	砂質	8. 1	堤防詳細点検
19	庄内川	左	25. 0k+155m	法崩	H12. 9. 11	礫質	砂質	6. 7	堤防詳細点検
20	庄内川	右	23. 8km	法崩	H12. 9. 11	砂質	砂質	6. 1	堤防詳細点検
21	庄内川	右	24. 4km	法崩	H12. 9. 11	砂質	砂質	5. 4	堤防詳細点検
22	阿賀野川	左	19. 2km	法崩	H16. 7. 1	砂質	粘性	5. 1	堤防詳細点検
23	米代川	左	7. 8km	法崩	H19. 9. 17	砂質	砂質	5. 3	地方整備局調査

※1 法崩は浸透による法面崩壊を指す。

※2 堤防高（h）は天端と堤内側基礎地盤との高度差を指す。



2. 3 解析に用いた条件

安全率及び局所動水勾配を算出するために用いた外力及び土質定数等の計算条件は下記のとおりである。外力については、実際に起こった外力として記録に残っているものとして、表－2.1①から④の資料に記載されているハイドログラフ及びハイレートグラフを用いた。堤体及び基礎地盤の土質条件については、当時の記録資料には記載されていなかったため、各地方整備局で行われている「河川堤防の浸透に関する詳細点検」で用いている値を使用した。ただし、被災事例 No. 23 については被災直後に地方整備局が行った調査による。

表-2.3 計算条件

計算条件	指 標	根 拠
外力条件	水位ハイドロ	出典資料に記録されたハイドログラフより
	降雨ハイエト	出典資料に記録されたハイエトグラフより
土質条件	土質定数	堤防の詳細点検「安全性の詳細評価条件図」
	土質構成	堤防の詳細点検「堤防横断方向土質調査結果図」
	堤防断面形状	出典資料に記載された堤防断面形状図より

2. 4 解析手法

上記資料①～⑥より得られた外力条件及び堤体・基礎地盤土質条件により浸透流解析を行い、円弧すべりに対する安全率及びパイピングに対する局所動水勾配及び盤ぶくれに対する安全率を算出した。

2. 4. 1 浸透流解析⁵⁾

浸透流解析では、「河川堤防の構造検討の手引き（国土技術研究センター、平成 14 年）」に従い、河道の水位及び降雨強度の経時変化に対応した 2 次元非定常の浸透流解析により堤内浸潤線及び飽和度を求めた。非定常の飽和・不飽和浸透流解析の基本方程式は次のとおりである。

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} \left(k \frac{\partial \psi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial \psi}{\partial z} + k \right) = (C + \alpha \cdot S_s) \frac{\partial \psi}{\partial t} \quad (\text{式}-2.2)$$

ここに、
 x : 堤防横断面の水平方向の軸
 z : 堤防横断面の鉛直方向の軸
 k : 透水係数 (m/hr)
 ψ : 圧力水頭 (m)
 C : 比水分容量 (1/m)
 α : 1 の場合飽和領域、0 の場合不飽和領域
 S_s : 比貯留係数 (1/m)
 t : 時間 (hr)

ここで、比水分容量 C は水分特性曲線の接線勾配として与えられ、また比貯留係数 S_s は、砂質土については、 1.0×10^{-4} (1/m)、粘性土については、 1.0×10^{-3} (1/m) 程度に設定した。

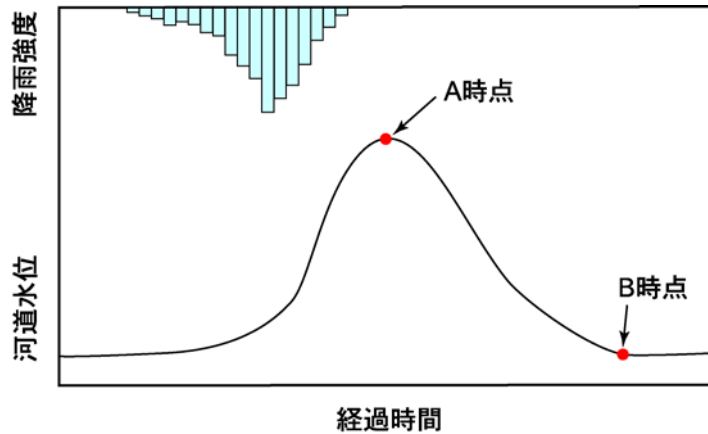
浸潤線の経時変化の着目点は、図-2.1 に示す 2 時点とする。

・ 最高水位終了時（A 時点）

浸潤線が最も上昇している時点であり、裏法のすべり破壊に対して最も危険な状態として円弧すべりに対する安全率を算出するとともに、局所動水勾配を算出した。

・ 河川水位低下時（B 時点）

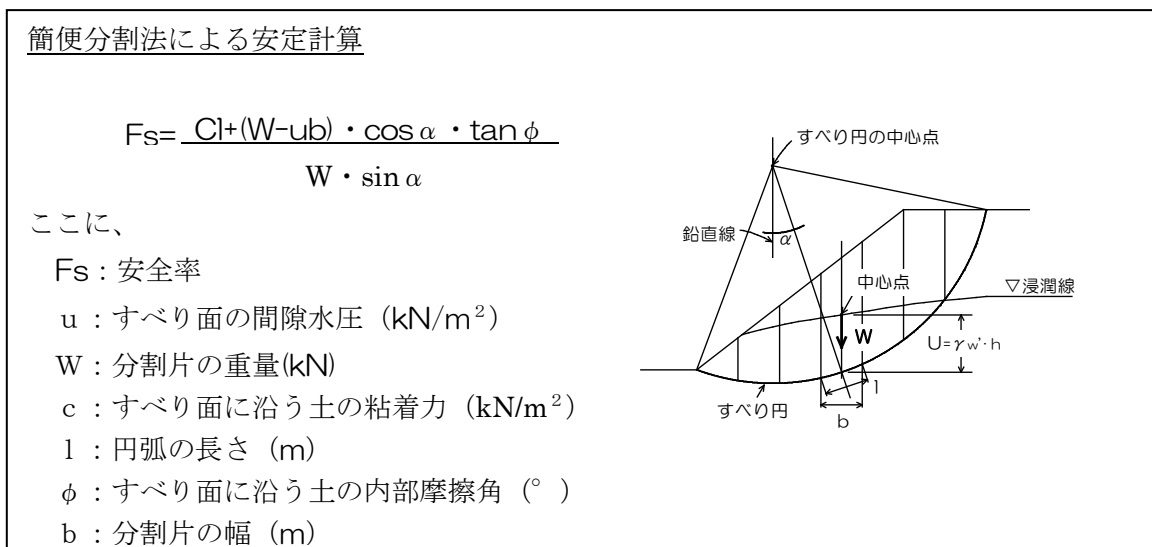
河川水位が表のり尻まで急低下した時点であり、表のりのすべり破壊に対して最も危険な状態として表のりの円弧すべりに対する安全率を算出した。



図－2.1 ハイドロの着目点

2. 4. 2 円弧すべり安定解析⁶⁾

浸透流解析の結果をもとに、最も危険と想定される浸潤面において、全応力法に基づく円弧すべり面を仮定して、簡便分割法により複数の円弧中心に対して最小安全率を求め、そのなかの最小値を検討断面に対する円弧すべりの安全率とした。



図－2.2 円弧すべり安定解析

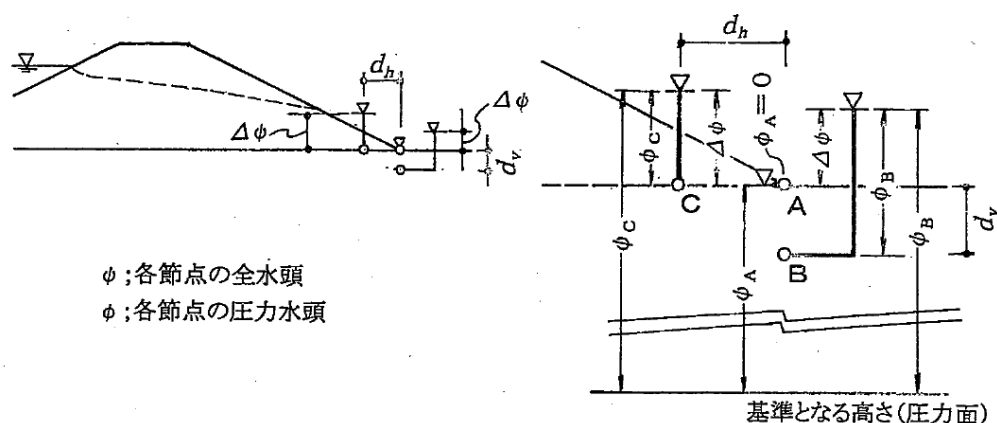
2. 4. 3 局所動水勾配⁷⁾

パイピングに対する安全性照査に必要な局所動水勾配は、浸透流解析により得られた裏のり尻近傍の水頭差を用い、図－2.3 に示した計算式により鉛直方向及び水平方向の最大値を求めた。ただし、鉛直方向の動水勾配については上向きを、水平方向については堤外地から堤内地に向かう方向を正とする。

$$i_v = \frac{\Delta \phi}{d_v} = \frac{\Delta \phi - d_v \cdot \gamma_w}{d_v} \quad (\text{鉛直方向})$$

$$i_h = \frac{\Delta \phi}{d_h} = \frac{\Delta \phi}{d_h} \quad (\text{水平方向})$$

ここに、 i_v ；鉛直方向の局所動水勾配
 i_h ；水平方向の局所動水勾配
 $\Delta \phi$ ；節点間の全水頭差
 $\Delta \phi$ ；節点間の圧力水頭差
 d_v ；節点間の鉛直距離
 d_h ；節点間の水平距離
 γ_w ；水の密度 ($\gamma_w = 1.0 \text{ t/m}^3$)



(引用：河川堤防の構造検討の手引き)

図-2.3 パイピングに対する局所動水勾配の算出

2. 4. 4 盤ぶくれに対する安全率⁸⁾

裏のり尻近傍の堤内地盤高の表層が粘性土で被覆されている場合を想定し、盤ぶくれに対する安全性照査を行うため、次式により盤ぶくれに対する安全率を求めた。

$$G / W = (\rho_t \cdot H) / (\rho_w \cdot P)$$

G：被覆土層の重量 (kN/m²)

W：被覆土層底面に作用する揚圧力 (kN/m²)

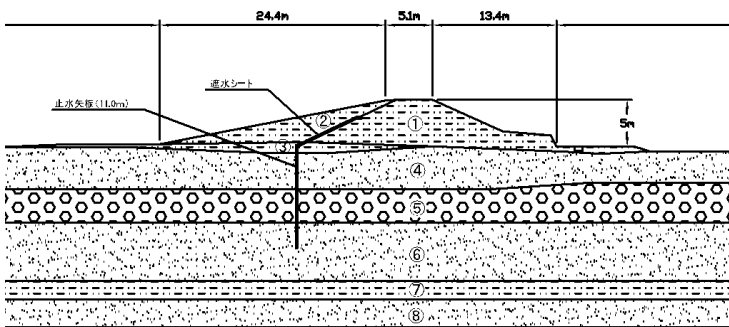
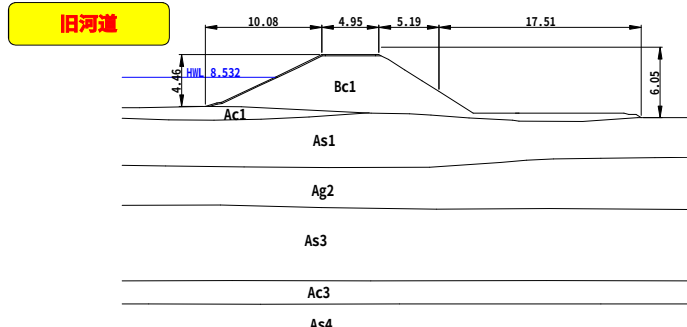
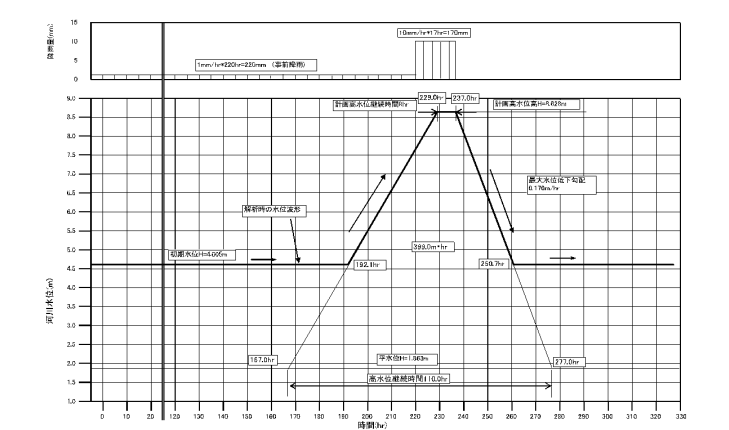
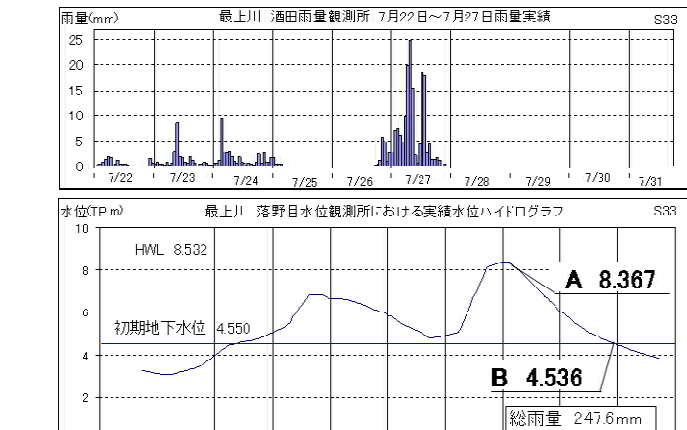
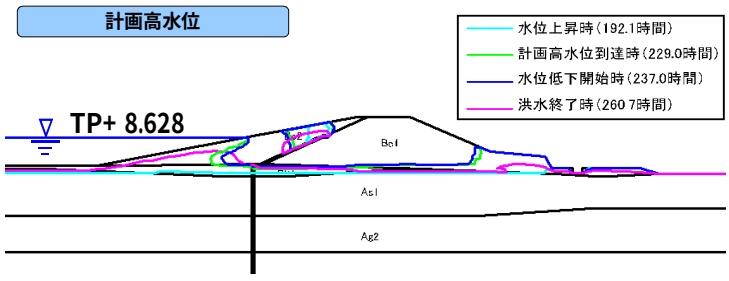
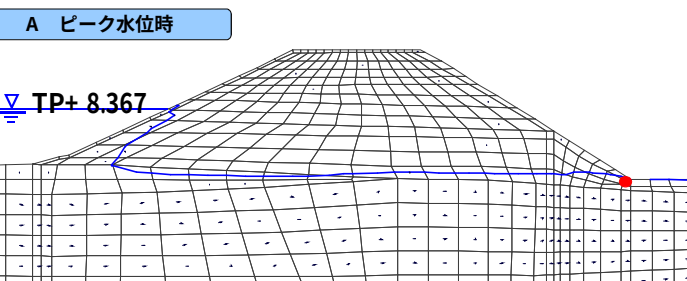
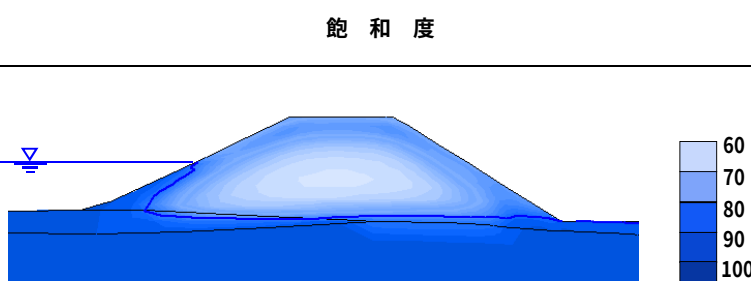
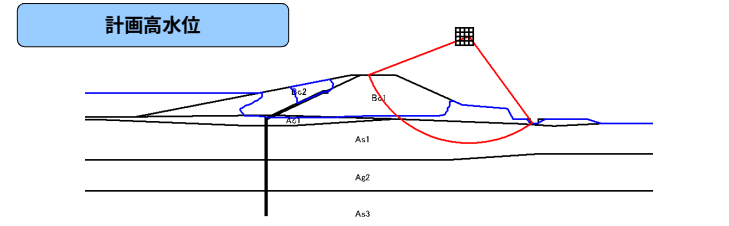
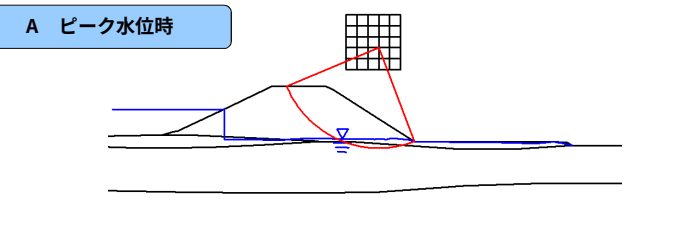
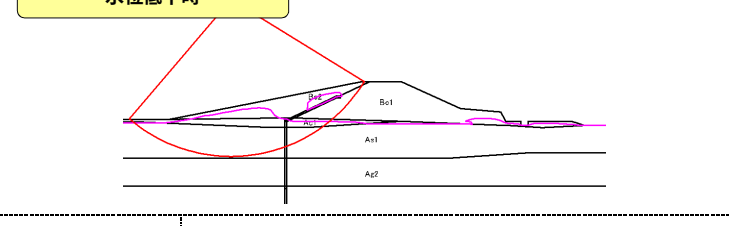
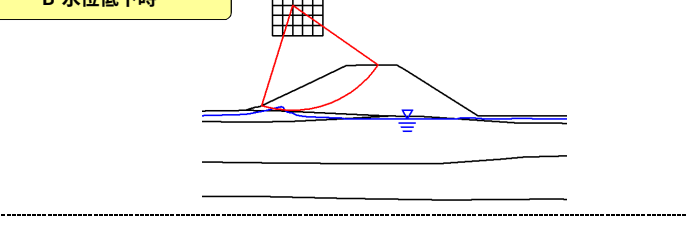
ρ_t ：被覆土の密度 (kN/m³)

H：被覆土層の厚さ(m)

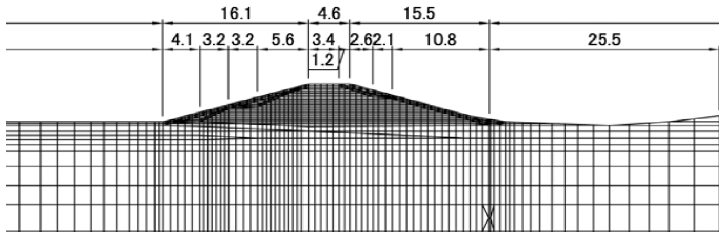
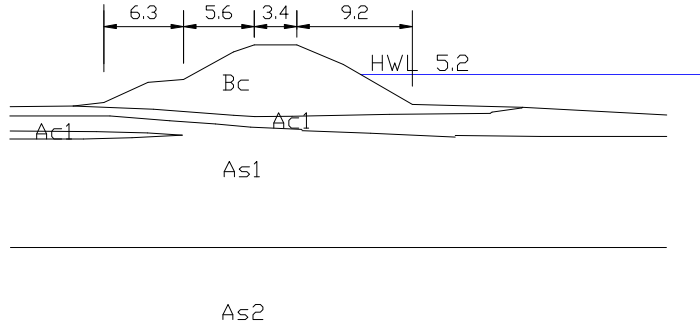
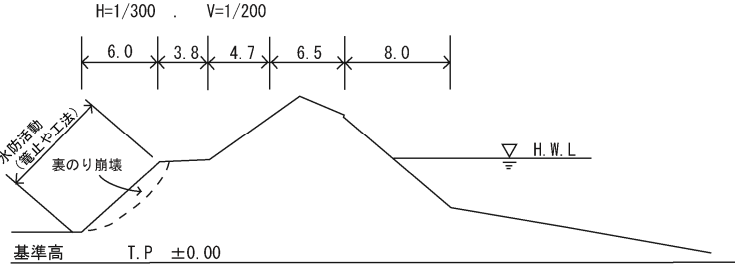
ρ_w ：水の密度 (kN/m³)

P：被覆土底面の圧力水頭(m)

被災事例個票－1（最上川右岸CsNo92～No94）

土質条件					2.詳細点検（右岸 9.6k）		1.被災時の再現計算				
土層構成	γt (kN/m ³)	ϕ ($^{\circ}$)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)			旧河道 			被災形状	
Bc1	16.5	0	42.5	1.0E-05			被災した詳細部位、形状は不明				
Ac1	17.5	0	37.0	1.0E-05							
As1	18.5	35.5	0.0	5.0E-03							
Ag2	22.0	37.5	0.0	5.0E-03							
As3	19.0	34.5	0.0	3.0E-02							
Ac3	16.5	0	62.5	1.0E-05							
As4	19.5	30.5	0.0	6.0E-03							
外力条件									被災要因		
							被災状況		・法尻付近より漏水が発生し、法尻が崩壊した。		
①基礎地盤の パイピング に対する安全性	浸潤線発達状況		計画高水位 		A ピーク水位時 		飽和度				
	局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)		(i<0.5) ix= — iy= — (G/W>1.0) G/W = 1.010 (OK)		ix= 0.351 iy= 0.686 G/W = 0.986						
②堤体の すべり破壊 に対する安全性	裏のり円弧すべり		計画高水位 		A ピーク水位時 		被災時の再現計算結果				
	安全率 F s		F s ≥ 1.5 Fs = 2.575 (OK)		Fs = 2.901		1.再現計算結果 浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈していた。 河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=0.351を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。 盤ぶくれに対する安全性は、G/W=0.986を示し、限界値の1.0をわずかに下回る結果を得た。				
	表のり円弧すべり		水位低下時 		B 水位低下時 		 裏のりすべりに対する安全率はFs=2.901、表のりすべりに対する安全率はFs=4.842を示し、表・裏のり面ともに限界値のFs=1.0を大幅に上回る結果を得た。				
	安全率 F s		F s ≥ 1.0 Fs = 3.694 (OK)		Fs = 4.842		2.被災時の再現性評価 再現計算では、堤体の飽和度は上昇しておらず、パイピングやすべり破壊に対する安全性も確保されているという結果を得た。盤ぶくれに対する安全率が限界値を超える値が出ているが被災形態に関する記録が残っていないので、計算結果が被災事例と合致していたかは不明である。				
	判定（詳細点検のみ）		○		—						

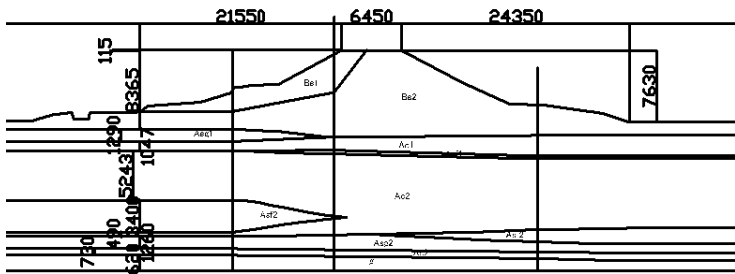
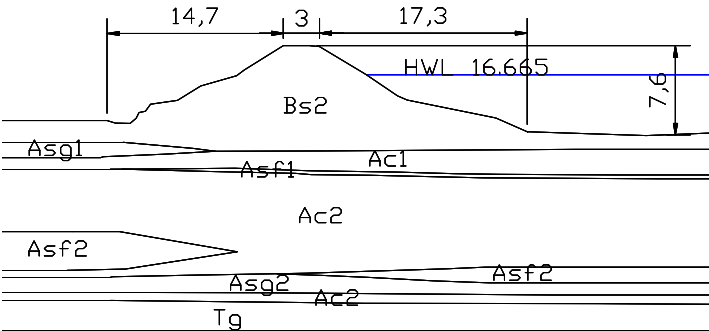
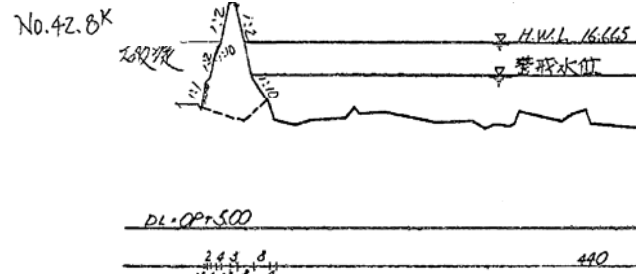
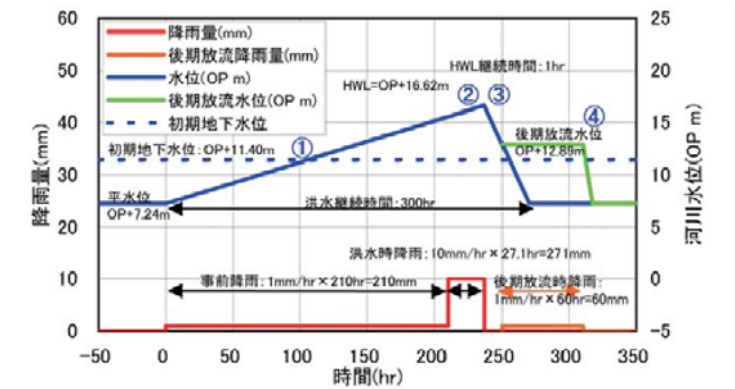
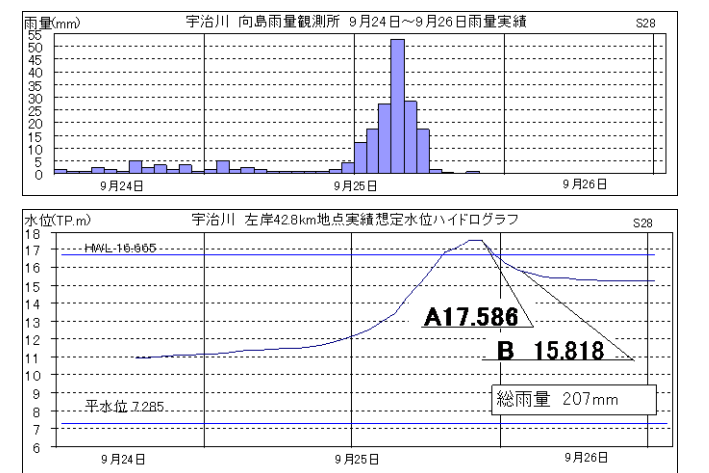
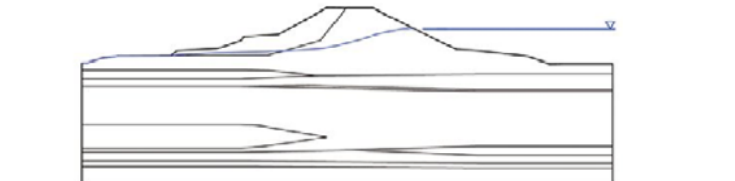
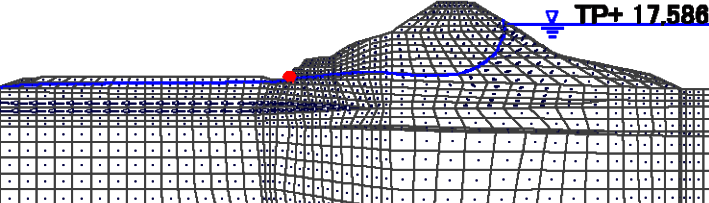
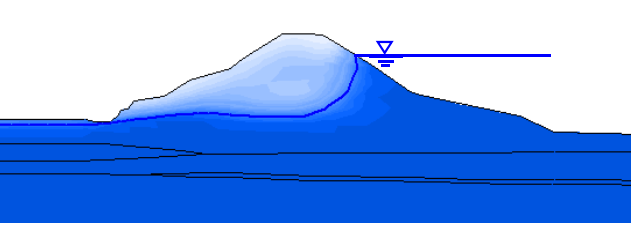
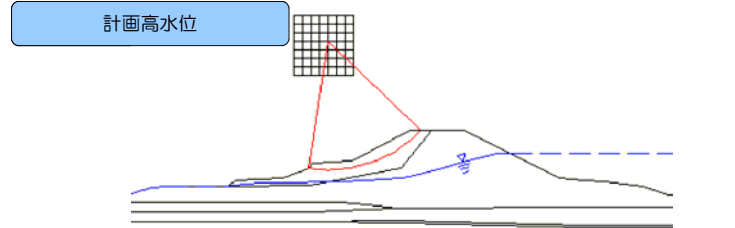
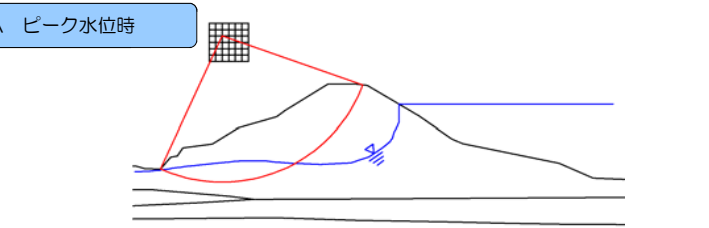
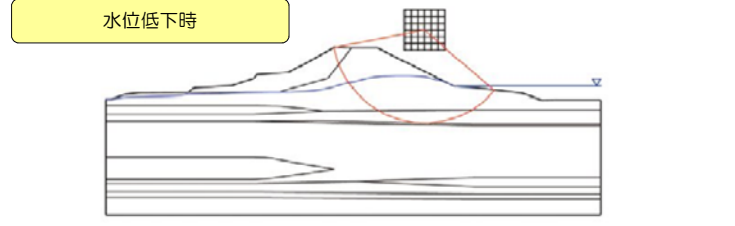
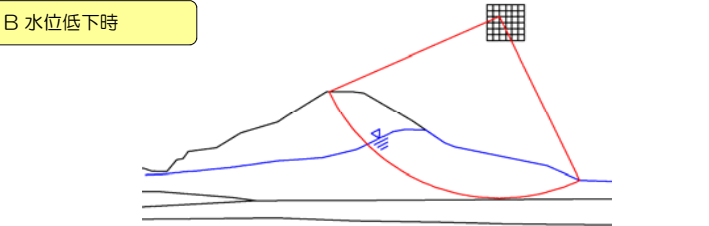
被災事例個票－2（阿武隈川左岸4.0k）

土質条件					2.詳細点検（左岸 4.0k）	阿武隈川	河川名	阿武隈川下流	被災年月日	S33.9.27	被災地点	4.0k
土質条件					2.詳細点検（左岸 4.0k）	1.被災時の再現計算						
土層構成	γ_t (kN/m ³)	ϕ ($^{\circ}$)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)								
Bc	16.5	0	35.0	1.0E-05								
Ac1	16.5	0	40.0	1.0E-05								
As1	19.0	35	1.0	1.0E-02								
As2	—	—	—	2.0E-03								

被災事例個票－3（米代川左岸5.0k）

土質条件					2.詳細点検（左岸 5.0k）		1.被災時の再現計算				
土層構成	γt (kN/m^3)	ϕ ($^\circ$)	C (kN/m^2)	K_s (cm/sec)			旧河道				
Bn	2.0	30	1.0	3.0E-03							
As1	21.0	30	0.0	2.0E-02							
Acs1	16.0	0	50.0	1.0E-05							
As2	20.0	30	0.0	4.0E-03							
Acs2	16.0	0	50.0	1.0E-05							
As3	18.0	30	0.0	1.0E-04							
				</							

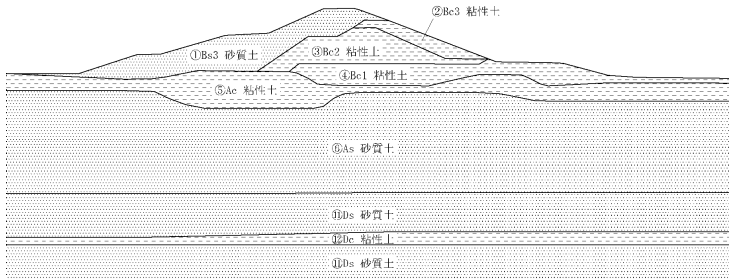
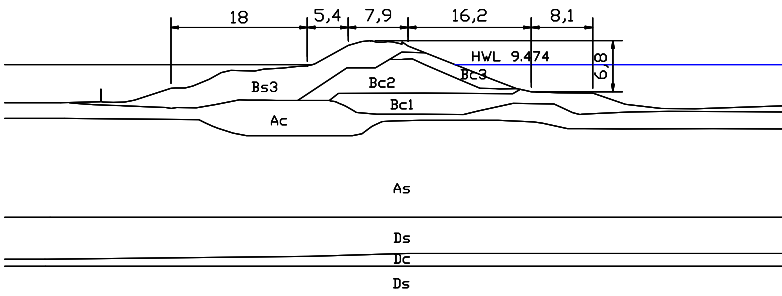
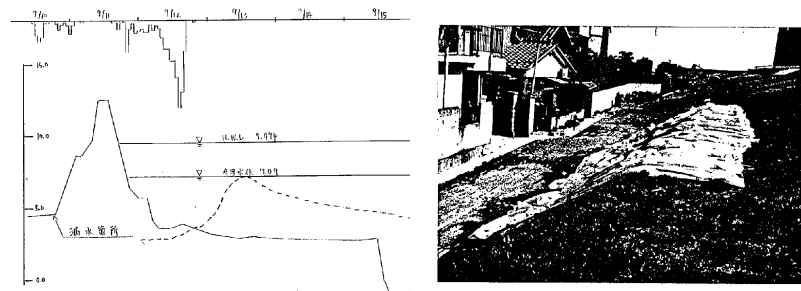
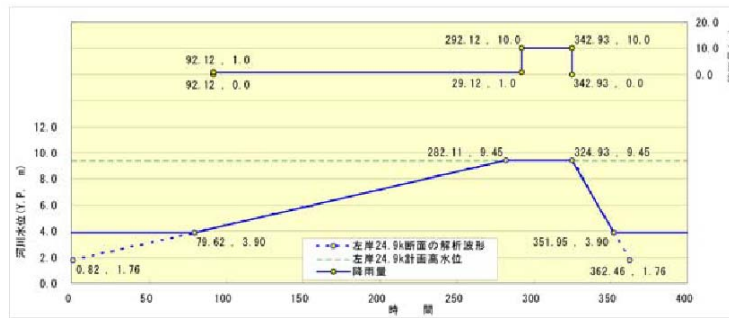
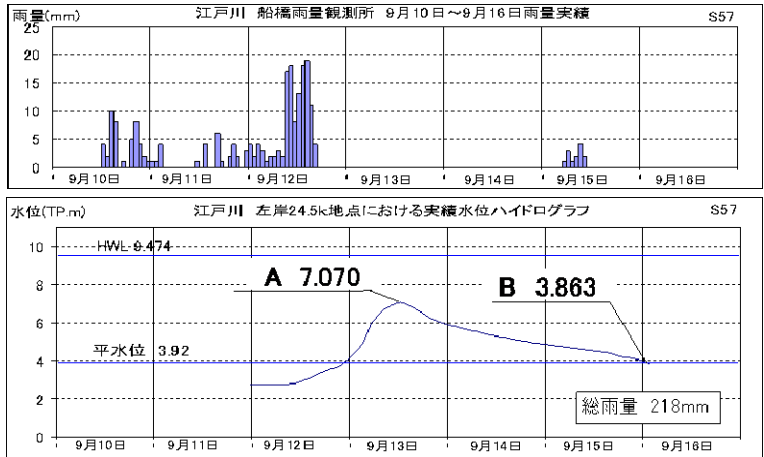
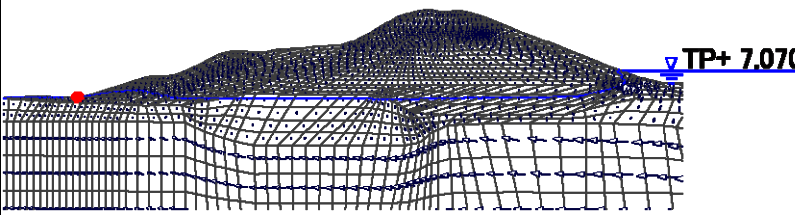
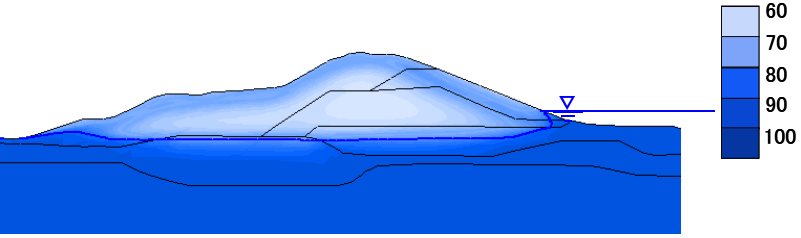
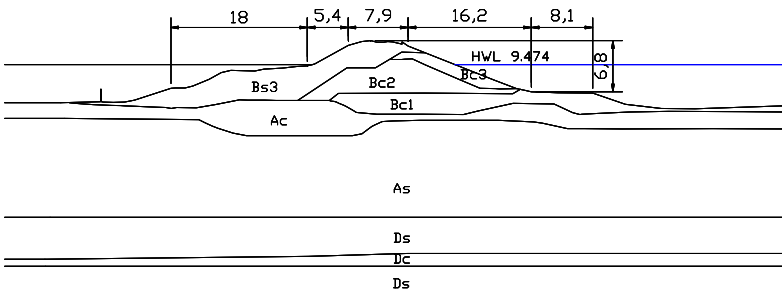
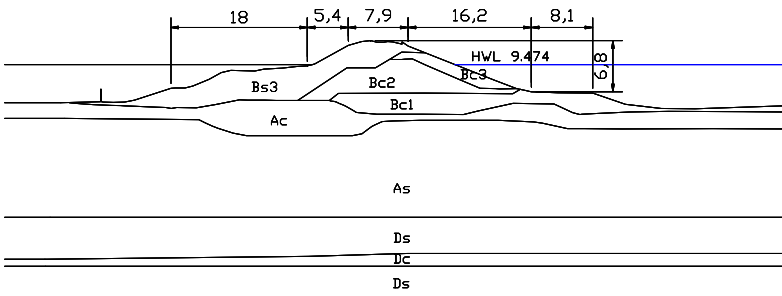
被災事例個票－４（宇治川左岸42.8k）

土質条件					2.詳細点検（左岸 42.6k）		1.被災時の再現計算						
土層構成	γ_t (kN/m ³)	ϕ ($^{\circ}$)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)						被災形状 			
Bs2	20.0	30	22.0	1.0E-03									
Asg1	21.0	37	0.0	2.0E-01									
Ac1	18.0	0	30.0	1.0E-05									
Asf1	20.0	15	94.0	3.0E-03									
Ac2	18.0	0	50.0	2.0E-05									
Asf2	20.0	30	0.0	1.0E-02									
Asg2	21.0	35	0.0	5.0E-03									
Tg	21.0	40	0.0	1.0E-01									
外力条件										被災要因			
										被災状況			
①基礎地盤の パイピング に対する安全性					計画高水位 ③ 237.20 時間（天端水位終了時点） 		A ピーク水位時 			飽和度 			
					局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)		$(i < 0.5)$ ix= 0.08 (OK) iy= 0 (OK) $(G/W > 1.0)$ G/W = -		ix= 0.170 iy= -0.087 G/W = -				
②堤体の すべり破壊 に対する安全性					計画高水位 		A ピーク水位時 			被災時の再現計算結果			
					裏のり円弧すべり 安全率 F s		$F_s \geq 1.5$ F s = 2.030 (OK)		裏のり円弧すべり 安全率 F s				
					水位低下時 		B 水位低下時 						
					表のり円弧すべり 安全率 F s		$F_s \geq 1.0$ F s = 1.740 (OK)		表のり円弧すべり 安全率 F s			1.再現計算結果 浸透流解析の結果によれば、ピーク水位時においても浸潤線は低い位置にあり、堤体の飽和度も低い状態であるという結果となった。 河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=0.170を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。 裏のりすべりに対する安全率はFs=2.704、表のりすべりに対する安全率はFs=2.331を示し、表・裏のり面ともに限界値のFs=1.0を大きく上回る結果を得た。 2.被災時の再現性評価 被災したにもかかわらず再現計算では、堤体の飽和度は低い状態という結果となった。安全性を示す指標もすべて安全な値を示しており、堤体材料の土質定数等の計算条件が適切な値となっていない可能性がある。また、実現象では50mm/hを超える強い降雨が降っており、計算ではこれが反映されなていない可能性もある。	
判定（詳細点検のみ）					○		—						

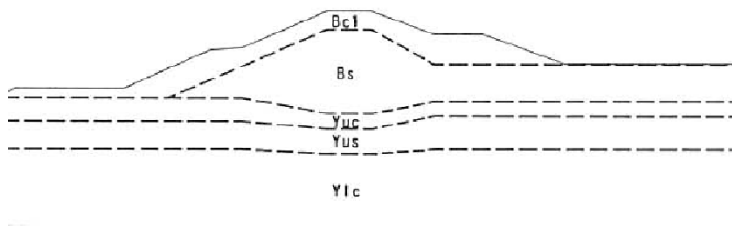
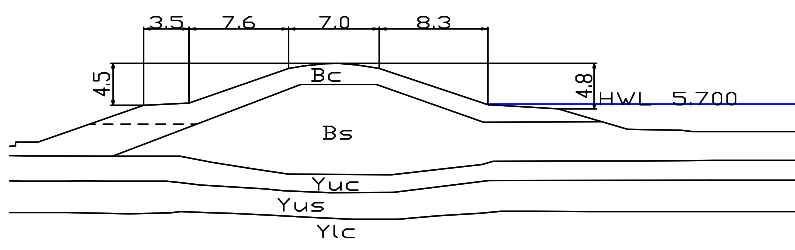
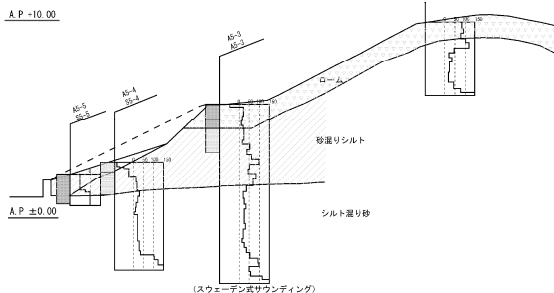
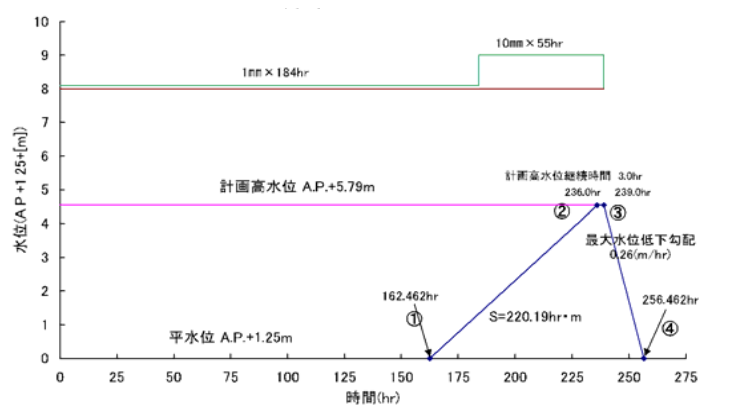
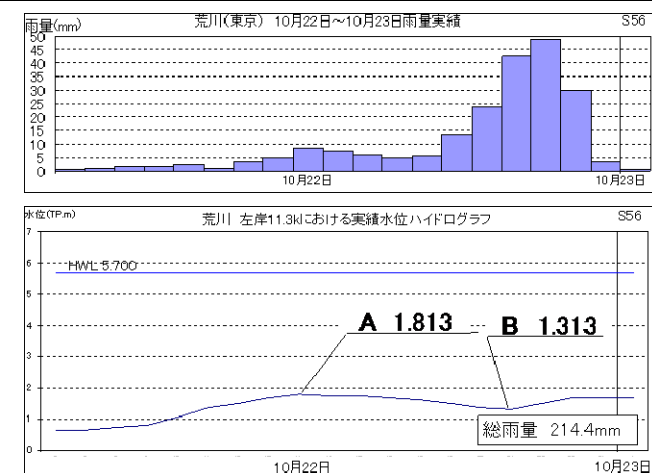
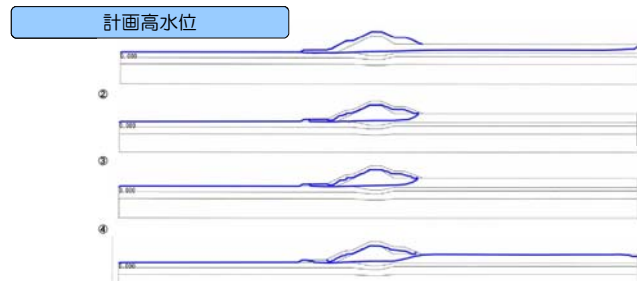
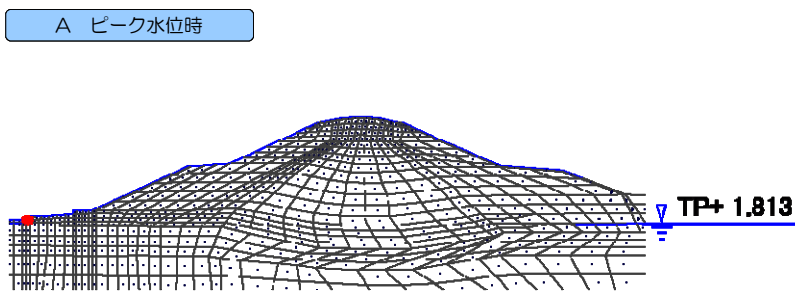
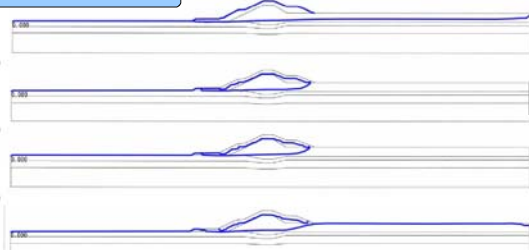
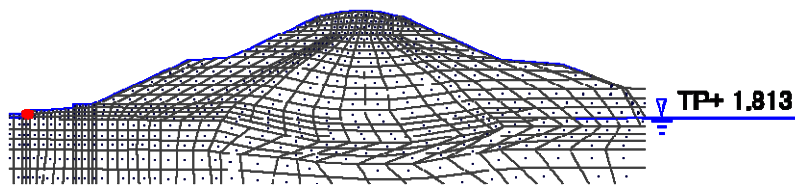
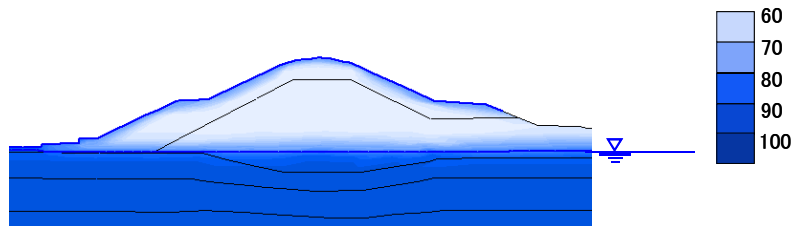
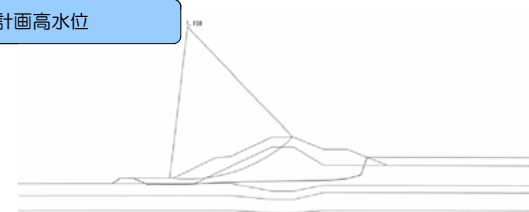
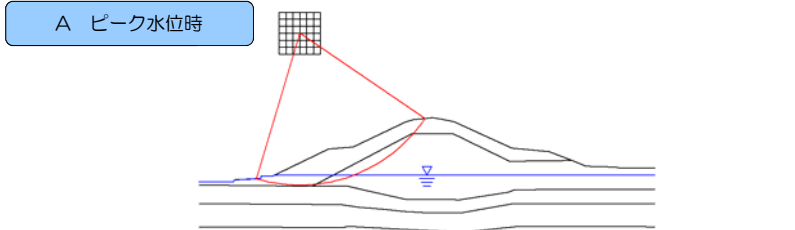
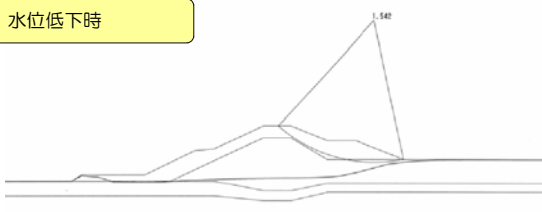
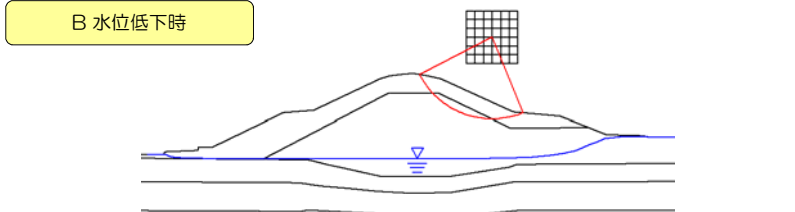
被災事例個票－5（斐伊川右岸11.4～11.6k）

土質条件					2.詳細点検（右岸 11.5k）		1.被災時の再現計算				
土層構成	γt (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)						被災形状	
B	15.2	34	1.0	3.0E-02							
Ama	17.9	31.1	0.0	5.0E-04							
Asa	18.2	34.2	0.0	1.0E-03							
Amb	17.3	0	35.3	1.0E-05							
Asb	18.2	35.7	0.0	2.0E-03							
Amc	16.9	0	30.0	1.0E-05							
Asc	18.2	36.5	0.0	2.0E-02							
外力条件										被災要因	
①基礎地盤の パイピング に対する安全性					計画高水位		A ピーク水位時			被災状況	
										・堤防裏尻漏水及び漏水による法面崩壊が尻付付近に多く発生している。	
局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)					(i<0.5) (G/W>1.0)	ix= 0.2 G/W	(OK) =	iy= 0.48 -	(OK)	飽和度	
②堤体の すべり破壊 に対する安全性					計画高水位		A ピーク水位時			被災時の再現計算結果	
					安全率 F s		F s = 1.229				
					水位低下時		B 水位低下時				
表のり円弧すべり										1.再現計算結果 浸透流解析によると、被災時には河川水位とのり尻を結ぶ概ね直線的な浸潤線を呈しているという結果となった。 河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=0.447を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。 裏のりすべりに対する安全率はFs=1.229、表のりすべりに対する安全率はFs=1.299を示し、表・裏のり面ともに限界値のFs=1.0を上回る結果を得た。 2.被災時の再現性評価 土質構成からパイピングによる浸透破壊であることが考えられるが、局所動水勾配は低い値を示している。土質定数等の設定が適切でなかったか、堤体や基盤に弱点があったことが考えられる。	
安全率 F s					F s ≥1.0		F s = 1.460 (OK)				F s = 1.299
判定（詳細点検のみ）							×			—	

被災事例個票－6（江戸川左岸24.5k～24.5k+200）

土質条件					2.詳細点検（左岸 24.9k）		1.被災時の再現計算			
土層構成	γt (kN/m ³)	ϕ ($^{\circ}$)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)					被災形状 	
Bs3	17.0	30	1.0	5.0E-05						
Bc3	16.0	0	25.0	5.0E-05						
Bc2	18.0	0	30.0	5.0E-05						
Bc1	20.0	0	135.0	5.0E-05						
Ac	17.0	0	15.0	5.0E-05						
As	19.0	30	0.0	5.0E-03						
Dc	—	—	—	1.0E-06						
Ds	—	—	—	2.0E-03						
外力条件									被災要因	
									被災状況 ・のり崩れ、漏水	
									被災時の再現計算結果 1.再現計算結果 浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈しているという結果となった。 河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=0.138を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。 盤ぶくれに対する安全性は、G/W=1.550を示し、限界値の1.0を上回る結果を得た。 裏のりすべりに対する安全率はFs=2.128、表のりすべりに対する安全率はFs=2.120を示し、表・裏のり面ともに限界値のFs=1.0を上回る結果を得た。 2.被災時の再現性評価 再現計算では、いずれの照査項目においても限界値以上の安全性を確保している結果を得た。被災形態に関しては、円弧すべり安定解析と実現象とも裏のり面の浅いすべりとなっており、被災形態は似ていると言える。	
①基礎地盤の パイピング に対する安全性	浸潤線発達状況		計画高水位				飽和度			
	局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)		(i<0.5) ix= iy= (G/W>1.0) G/W =		ix= 0.138 iy= 0.135 G/W = 1.550					
②堤体の すべり破壊 に対する安全性	裏のり円弧すべり		計画高水位				被災時の再現計算結果			
	安全率 F s		F s ≥ 1.5 Fs =		Fs = 2.128					
	表のり円弧すべり		水位低下時							
	安全率 F s		F s ≥ 1.0 Fs =		Fs = 2.120					
判定（詳細点検のみ）			—		—					

被災事例個票－7（荒川左岸11.3k）

					水系名	荒川	河川名	荒川	被災年月日	S56.10.22	被災地点	11.3k			
土質条件					2.詳細点検（左岸 11.73k）			1.被災時の再現計算							
土層構成	γt (kN/m ³)	ϕ (^o)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)							被災形状				
Bc	15.4	0	10.0	1.0E-05											
Bs	17.6	20	1.0	1.7E-03											
Yuc	16.9	0	25.0	1.0E-05											
Yus	18.3	30	0.0	5.8E-03											
Ylc	16.6	0	50.0	1.0E-05											
外力条件											被災要因				
①基礎地盤の パイピング に対する安全性											被災状況				
					計画高水位			A ピーク水位時			被災時の再現計算結果				
浸潤線発達状況															
局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)					(i<0.5) ix= 0.173 (OK) iy= 1.537 (OUT) (G/W>1.0) G/W = -			ix= -0.753 iy= -1.208 G/W = 1.939							
②堤体の すべり破壊 に対する安全性					計画高水位			A ピーク水位時			被災時の再現計算結果				
					裏のり円弧すべり									1.再現計算結果 浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈しているという結果となった。 河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=-0.753を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。 盤ぶくれに対する安全性は、G/W=1.939を示し、限界値の1.0を上回る結果を得た。	
					安全率 F s			F s ≥ 1.5 Fs = 1.158 (OUT)			Fs = 1.077			裏のりすべりに対する安全率はFs=1.077、表のりすべりに対する安全率はFs=1.397を示し、表・裏のり面ともに限界値のFs=1.0を上回る結果を得た。	
					水位低下時			B 水位低下時			2.被災時の再現性評価 再現計算では、いずれの照査項目においても限界値以上の安全性を確保している結果を得た。河道水位が上がっていないことから、降雨による堤体の飽和度の上昇が原因と考えられる。被災形態は小段下ののり尻付近の浅いすべり破壊となっており、小段により雨水が集められのり尻付近の飽和度が高くなり、のり尻付近の堤体が弱体化したと考えられる。				
表のり円弧すべり															
安全率 Fs					F s ≥ 1.0 Fs = 1.542 (OK)			Fs = 1.397							
判定（詳細点検のみ）					✖			—							

1.再現計算結果
浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈しているという結果となった。

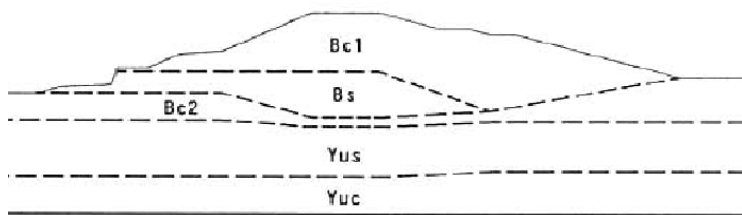
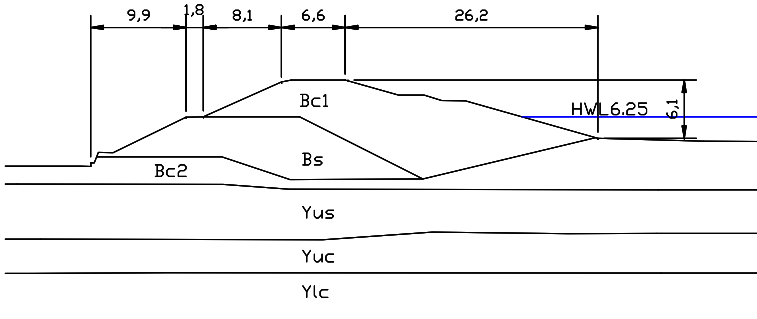
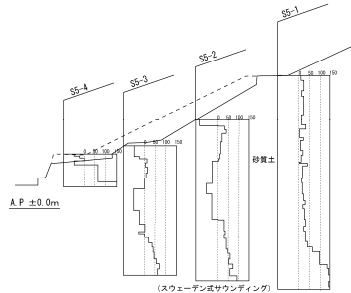
河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=-0.753を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。

盤ぶくれに対する安全性は、G/W=1.939を示し、限界値の1.0を上回る結果を得た。

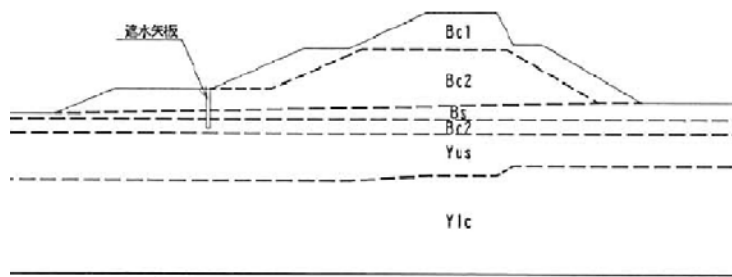
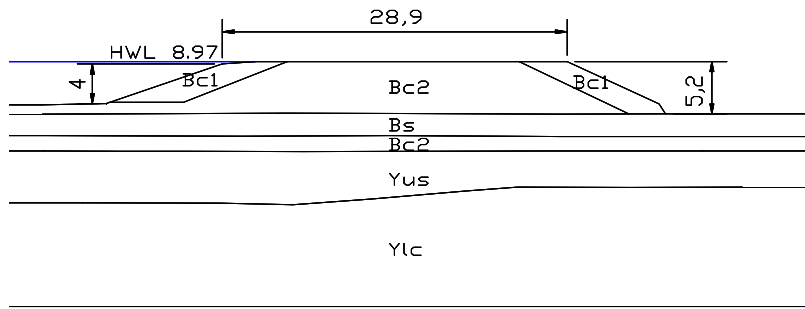
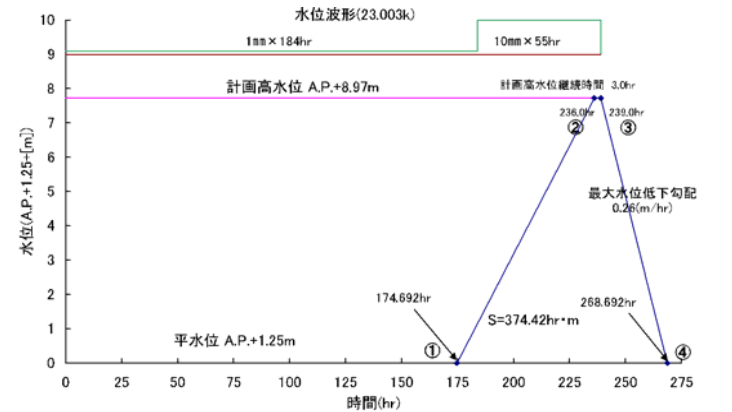
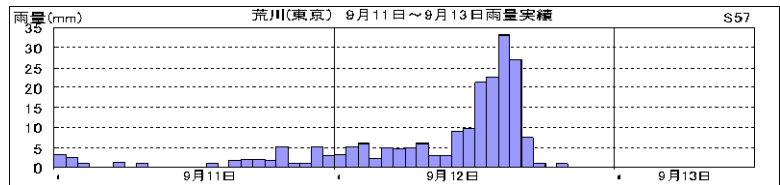
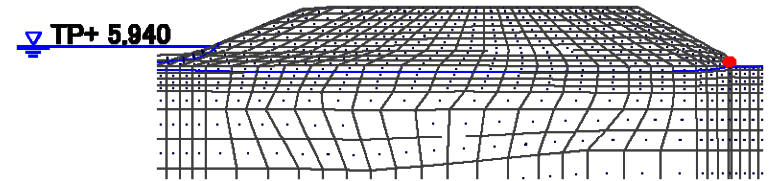
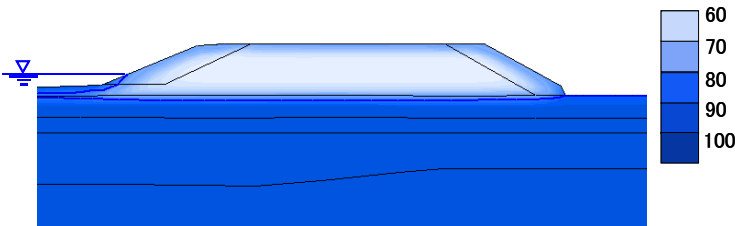
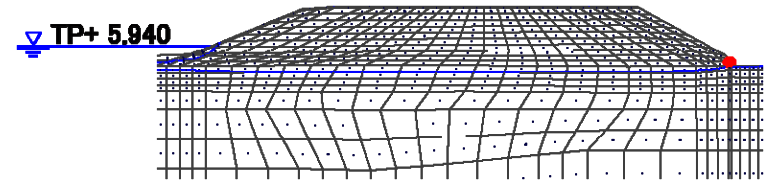
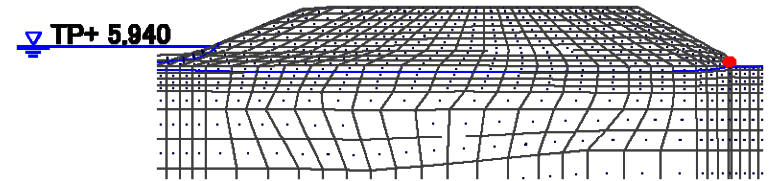
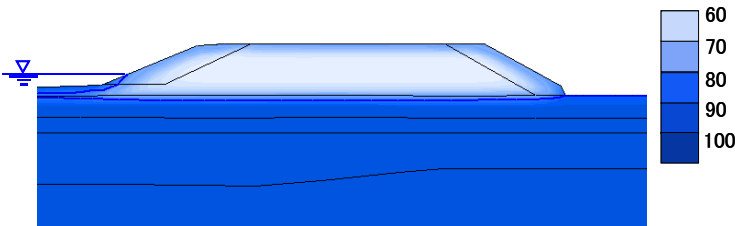
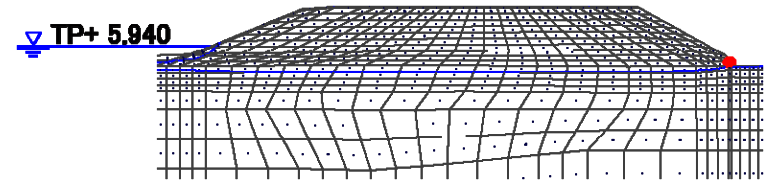
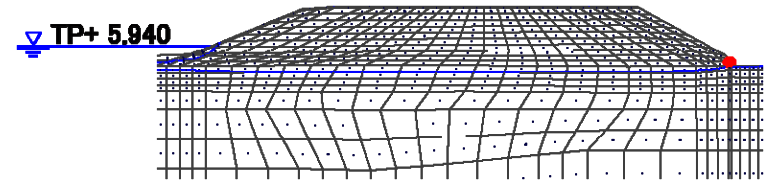
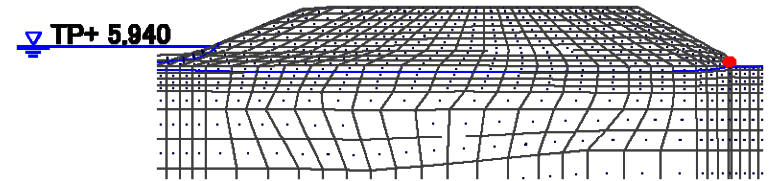
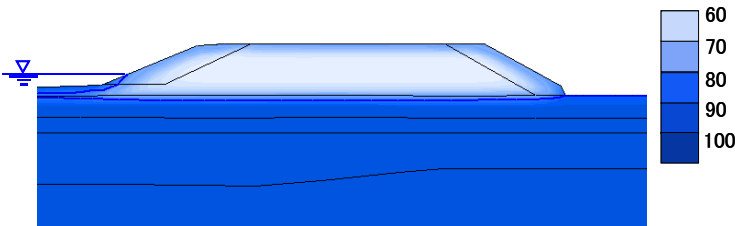
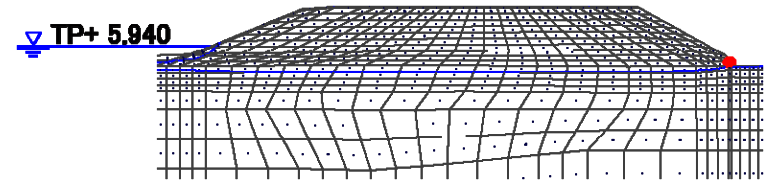
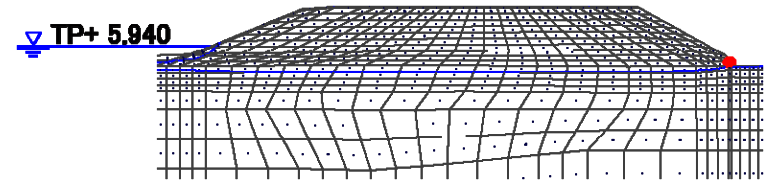
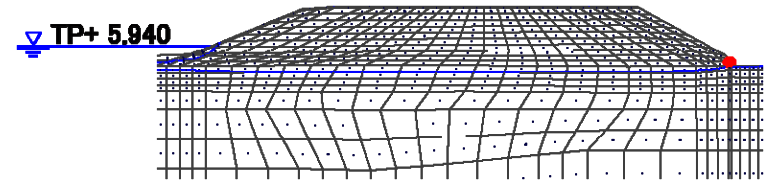
裏のりすべりに対する安全率はFs=1.077、表のりすべりに対する安全率はFs=1.397を示し、表・裏のり面ともに限界値のFs=1.0を上回る結果を得た。

2.被災時の再現性評価
再現計算では、いずれの照査項目においても限界値以上の安全性を確保している結果を得た。河道水位が上がっていないことから、降雨による堤体の飽和度の上昇が原因と考えられる。被災形態は小段下ののり尻付近の浅いすべり破壊となっており、小段により雨水が集められのり尻付近の飽和度が高くなり、のり尻付近の堤体が弱体化したことが考えられる。

被災事例個票－8（荒川左岸13.7k）

土質条件					2.詳細点検（左岸 13.53k）		1.被災時の再現計算				
土層構成	γt (kN/m ³)	ϕ ($^{\circ}$)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)							
Bc1	15.4	0	10.0	1.0E-05							
Bs	17.6	20	1.0	2.0E-05							
Bc2	17.5	0	35.0	1.0E-05							
Yus	18.3	20	0.0	2.7E-04							
Yuc	16.9	0	45.0	1.0E-05							
	</										

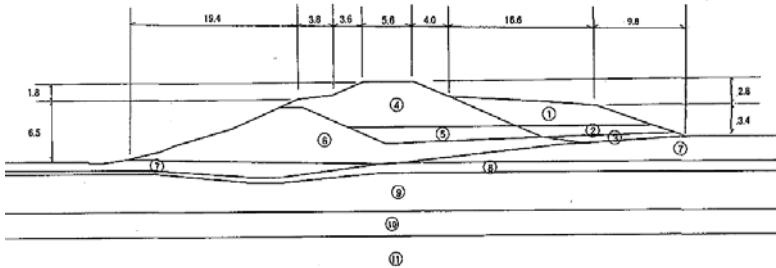
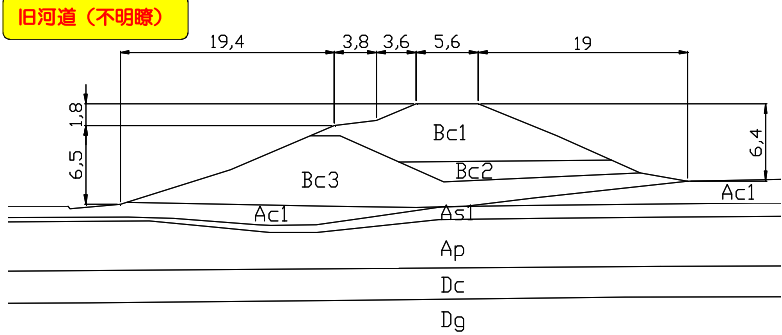
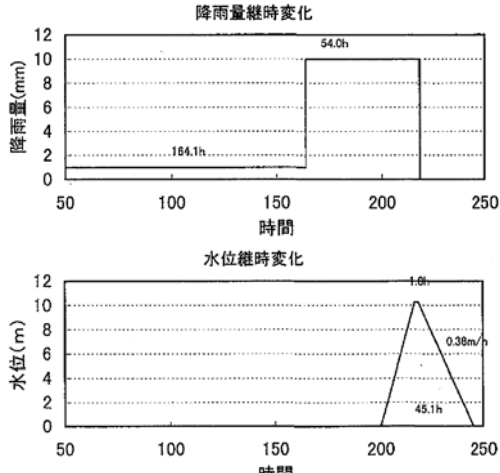
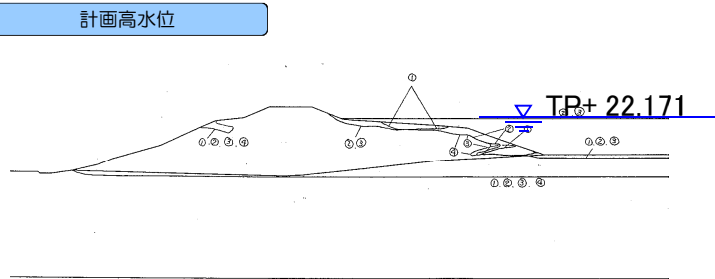
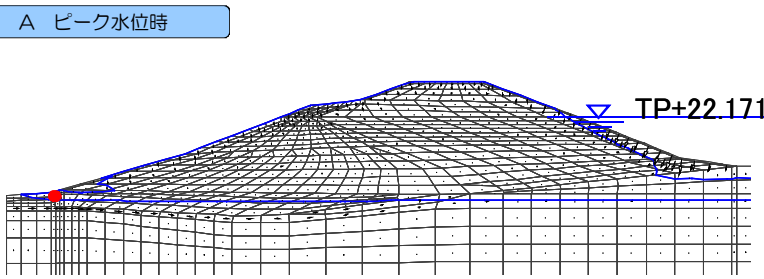
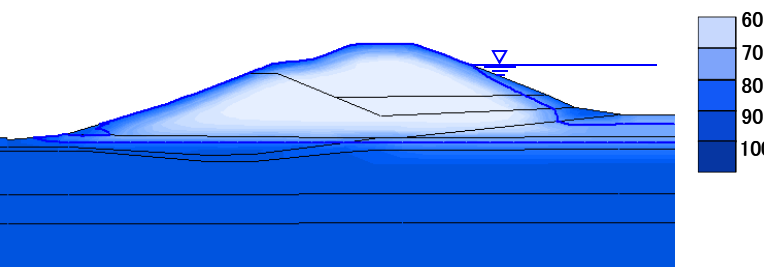
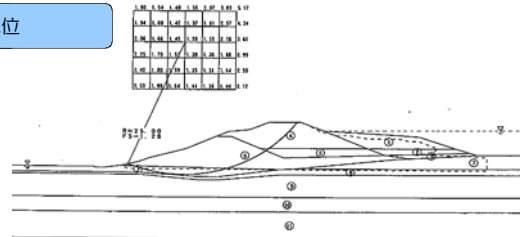
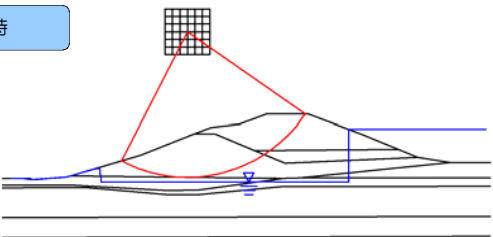
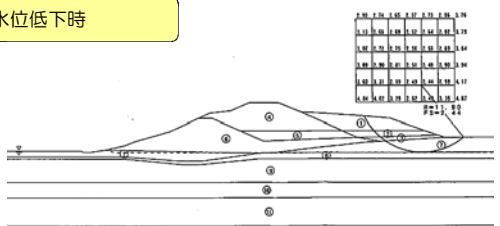
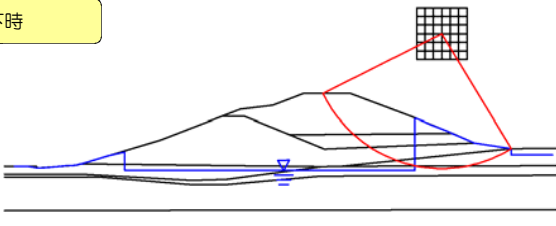
被災事例個票－9（荒川右岸23.0k）

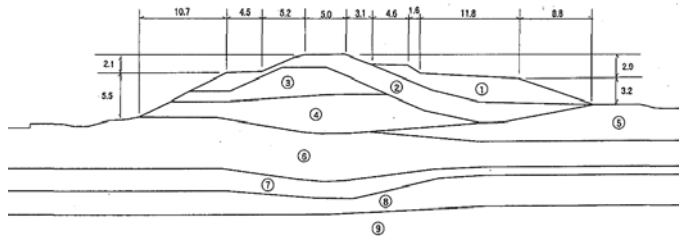
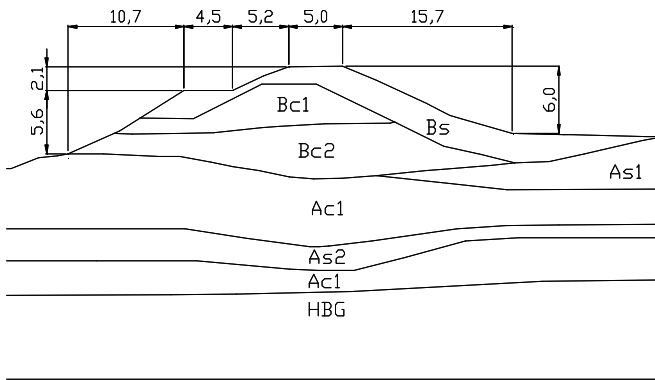
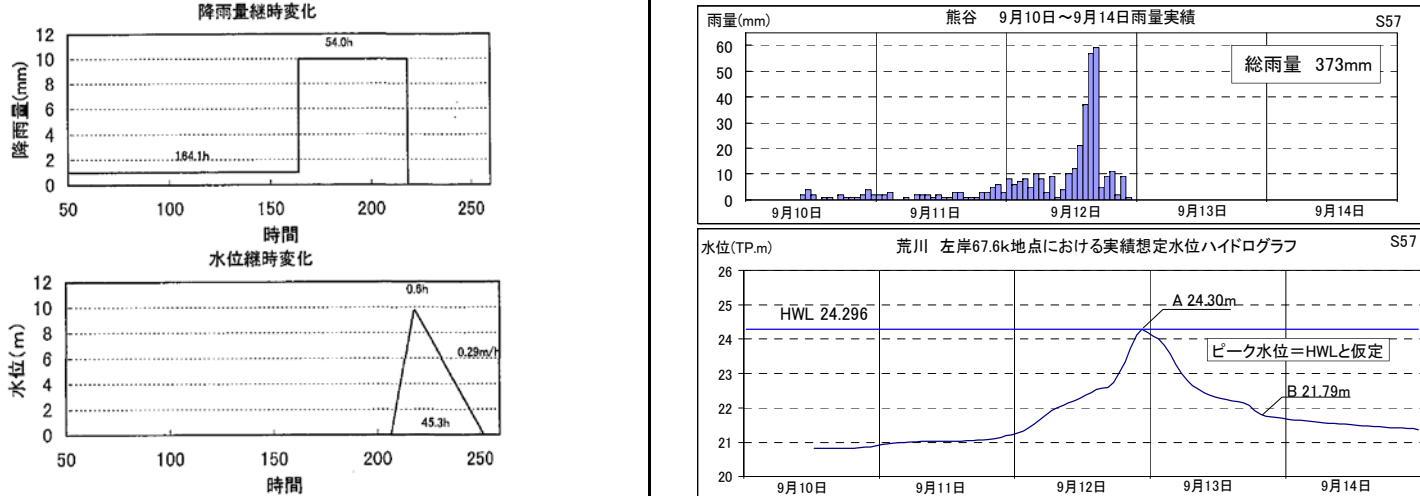
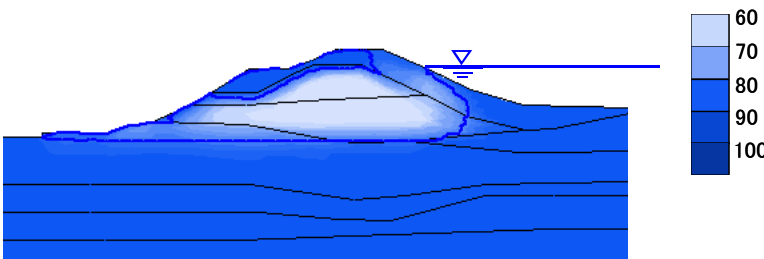
					水系名	荒川	河川名	荒川	被災年月日	S57.9.12	被災地点	23.0k																																																																																																								
土質条件					2.詳細点検（右岸 23.003k）			1.被災時の再現計算																																																																																																												
<table><tr><td>土層構成</td><td>γt (kN/m³)</td><td>ϕ ([°])</td><td>C (kN/m²)</td><td>Ks (cm/sec)</td></tr><tr><td>Bc1</td><td>15.8</td><td>0</td><td>10.0</td><td>1.0E-05</td></tr><tr><td>Bs</td><td>18.8</td><td>20</td><td>1.0</td><td>3.9E-05</td></tr><tr><td>Bc2</td><td>18.0</td><td>0</td><td>35.0</td><td>1.0E-05</td></tr><tr><td>Yus</td><td>18.9</td><td>25</td><td>0.0</td><td>1.2E-03</td></tr><tr><td>Ylc</td><td>16.7</td><td>0</td><td>35.0</td><td>1.0E-05</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					土層構成	γt (kN/m ³)	ϕ ([°])	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)	Bc1	15.8	0	10.0	1.0E-05	Bs	18.8	20	1.0	3.9E-05	Bc2	18.0	0	35.0	1.0E-05	Yus	18.9	25	0.0	1.2E-03	Ylc	16.7	0	35.0	1.0E-05																																被災形状																																																		
					土層構成	γt (kN/m ³)	ϕ ([°])	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)																																																																																																											
					Bc1	15.8	0	10.0	1.0E-05																																																																																																											
					Bs	18.8	20	1.0	3.9E-05																																																																																																											
					Bc2	18.0	0	35.0	1.0E-05																																																																																																											
					Yus	18.9	25	0.0	1.2E-03																																																																																																											
Ylc	16.7	0	35.0	1.0E-05																																																																																																																
被災した詳細部位、形状は不明																																																																																																																				
<table><tr><td>外力条件</td></tr></table>					外力条件							被災要因																																																																																																								
					外力条件																																																																																																															
<table><tr><td rowspan="5">①基礎地盤の パイピング に対する安全性</td><td rowspan="5">浸潤線発達状況</td><td colspan="2">計画高水位</td><td colspan="3" rowspan="5"></td><td colspan="2">飽和度</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="2">局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)</td><td>(i<0.5) (G/W>1.0)</td><td>ix= 2.188 (OUT) G/W = —</td><td>iy= 1.384 (OUT) G/W = —</td><td colspan="2">ix= 0.704 G/W = —</td><td>iy= 0.495 G/W = —</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="5" rowspan="6"><table><tr><td rowspan="5">②堤体の すべり破壊 に対する安全性</td><td rowspan="5">裏のり円弧すべり</td><td colspan="2">計画高水位</td><td colspan="3" rowspan="5"></td><td colspan="2">被災時の再現計算結果</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">1.再現計算結果</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈していたという結果となった。</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=0.704を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">裏のりすべりに対する安全率はFs=1.202を示し、限界値のFs=1.0を上回る結果を得た。</td></tr><tr><td colspan="2">安全率 F s</td><td>F s ≥1.5</td><td>Fs = 1.217 (OUT)</td><td colspan="3">Fs = 1.202</td><td colspan="2">2.被災時の再現性評価</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">水位低下時</td><td colspan="3">B 水位低下時</td><td colspan="2">再現計算では、いずれの照査項目においても限界値以上の安全性を確保している結果を得た。粘性土の堤体と基盤の間に薄い砂層が形成されており、河道からの浸透水が通りやすい構造となっている。そのため、鉛直方向の局所動水勾配がi=0.704と高めの値を示しており、パイピングを起こしたことも想定される。</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="2">安全率 Fs</td><td>F s ≥1.0</td><td>Fs = 2.286 (OK)</td><td colspan="3">Fs =</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="5">判定（詳細点検のみ）</td><td colspan="3">×</td><td colspan="3">—</td></tr></table></td></tr></table>					①基礎地盤の パイピング に対する安全性	浸潤線発達状況	計画高水位					飽和度																		局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)		(i<0.5) (G/W>1.0)	ix= 2.188 (OUT) G/W = —	iy= 1.384 (OUT) G/W = —	ix= 0.704 G/W = —		iy= 0.495 G/W = —			<table><tr><td rowspan="5">②堤体の すべり破壊 に対する安全性</td><td rowspan="5">裏のり円弧すべり</td><td colspan="2">計画高水位</td><td colspan="3" rowspan="5"></td><td colspan="2">被災時の再現計算結果</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">1.再現計算結果</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈していたという結果となった。</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=0.704を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">裏のりすべりに対する安全率はFs=1.202を示し、限界値のFs=1.0を上回る結果を得た。</td></tr><tr><td colspan="2">安全率 F s</td><td>F s ≥1.5</td><td>Fs = 1.217 (OUT)</td><td colspan="3">Fs = 1.202</td><td colspan="2">2.被災時の再現性評価</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">水位低下時</td><td colspan="3">B 水位低下時</td><td colspan="2">再現計算では、いずれの照査項目においても限界値以上の安全性を確保している結果を得た。粘性土の堤体と基盤の間に薄い砂層が形成されており、河道からの浸透水が通りやすい構造となっている。そのため、鉛直方向の局所動水勾配がi=0.704と高めの値を示しており、パイピングを起こしたことも想定される。</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="2">安全率 Fs</td><td>F s ≥1.0</td><td>Fs = 2.286 (OK)</td><td colspan="3">Fs =</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="5">判定（詳細点検のみ）</td><td colspan="3">×</td><td colspan="3">—</td></tr></table>					②堤体の すべり破壊 に対する安全性	裏のり円弧すべり	計画高水位					被災時の再現計算結果				1.再現計算結果				浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈していたという結果となった。				河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=0.704を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。				裏のりすべりに対する安全率はFs=1.202を示し、限界値のFs=1.0を上回る結果を得た。		安全率 F s		F s ≥1.5	Fs = 1.217 (OUT)	Fs = 1.202			2.被災時の再現性評価				水位低下時		B 水位低下時			再現計算では、いずれの照査項目においても限界値以上の安全性を確保している結果を得た。粘性土の堤体と基盤の間に薄い砂層が形成されており、河道からの浸透水が通りやすい構造となっている。そのため、鉛直方向の局所動水勾配がi=0.704と高めの値を示しており、パイピングを起こしたことも想定される。											安全率 Fs		F s ≥1.0	Fs = 2.286 (OK)	Fs =					判定（詳細点検のみ）					×			—		
							①基礎地盤の パイピング に対する安全性	浸潤線発達状況				計画高水位					飽和度																																																																																																			
局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)		(i<0.5) (G/W>1.0)	ix= 2.188 (OUT) G/W = —	iy= 1.384 (OUT) G/W = —	ix= 0.704 G/W = —		iy= 0.495 G/W = —																																																																																																													
<table><tr><td rowspan="5">②堤体の すべり破壊 に対する安全性</td><td rowspan="5">裏のり円弧すべり</td><td colspan="2">計画高水位</td><td colspan="3" rowspan="5"></td><td colspan="2">被災時の再現計算結果</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">1.再現計算結果</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈していたという結果となった。</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=0.704を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">裏のりすべりに対する安全率はFs=1.202を示し、限界値のFs=1.0を上回る結果を得た。</td></tr><tr><td colspan="2">安全率 F s</td><td>F s ≥1.5</td><td>Fs = 1.217 (OUT)</td><td colspan="3">Fs = 1.202</td><td colspan="2">2.被災時の再現性評価</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">水位低下時</td><td colspan="3">B 水位低下時</td><td colspan="2">再現計算では、いずれの照査項目においても限界値以上の安全性を確保している結果を得た。粘性土の堤体と基盤の間に薄い砂層が形成されており、河道からの浸透水が通りやすい構造となっている。そのため、鉛直方向の局所動水勾配がi=0.704と高めの値を示しており、パイピングを起こしたことも想定される。</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="2">安全率 Fs</td><td>F s ≥1.0</td><td>Fs = 2.286 (OK)</td><td colspan="3">Fs =</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="5">判定（詳細点検のみ）</td><td colspan="3">×</td><td colspan="3">—</td></tr></table>					②堤体の すべり破壊 に対する安全性	裏のり円弧すべり	計画高水位					被災時の再現計算結果				1.再現計算結果				浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈していたという結果となった。				河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=0.704を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。				裏のりすべりに対する安全率はFs=1.202を示し、限界値のFs=1.0を上回る結果を得た。		安全率 F s		F s ≥1.5	Fs = 1.217 (OUT)	Fs = 1.202			2.被災時の再現性評価				水位低下時		B 水位低下時			再現計算では、いずれの照査項目においても限界値以上の安全性を確保している結果を得た。粘性土の堤体と基盤の間に薄い砂層が形成されており、河道からの浸透水が通りやすい構造となっている。そのため、鉛直方向の局所動水勾配がi=0.704と高めの値を示しており、パイピングを起こしたことも想定される。											安全率 Fs		F s ≥1.0	Fs = 2.286 (OK)	Fs =					判定（詳細点検のみ）					×			—																																										
							②堤体の すべり破壊 に対する安全性	裏のり円弧すべり				計画高水位					被災時の再現計算結果																																																																																																			
																	1.再現計算結果																																																																																																			
																	浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈していたという結果となった。																																																																																																			
																	河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=0.704を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。																																																																																																			
									裏のりすべりに対する安全率はFs=1.202を示し、限界値のFs=1.0を上回る結果を得た。																																																																																																											
安全率 F s		F s ≥1.5	Fs = 1.217 (OUT)	Fs = 1.202			2.被災時の再現性評価																																																																																																													
		水位低下時		B 水位低下時			再現計算では、いずれの照査項目においても限界値以上の安全性を確保している結果を得た。粘性土の堤体と基盤の間に薄い砂層が形成されており、河道からの浸透水が通りやすい構造となっている。そのため、鉛直方向の局所動水勾配がi=0.704と高めの値を示しており、パイピングを起こしたことも想定される。																																																																																																													
安全率 Fs		F s ≥1.0	Fs = 2.286 (OK)	Fs =																																																																																																																
判定（詳細点検のみ）					×			—																																																																																																												

被災事例個票－10（荒川左岸28.2k）

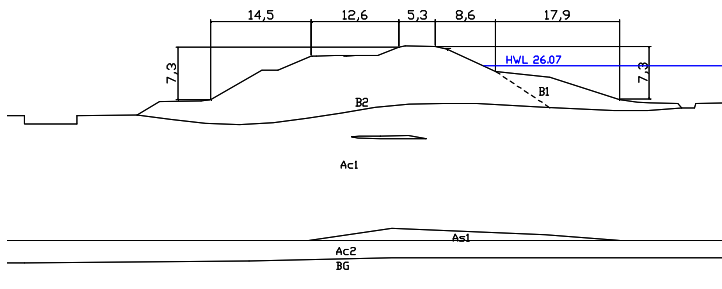
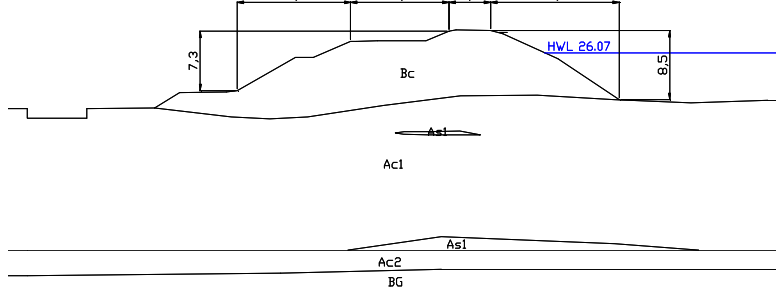
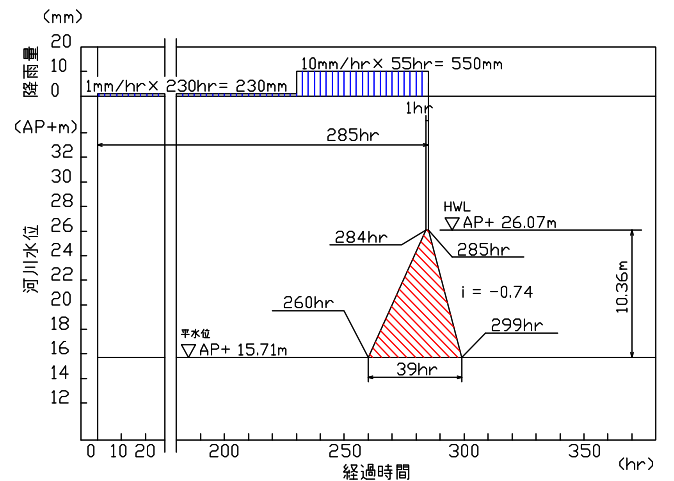
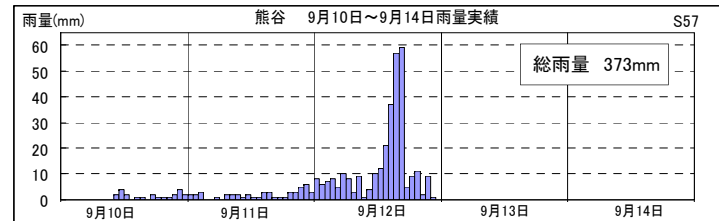
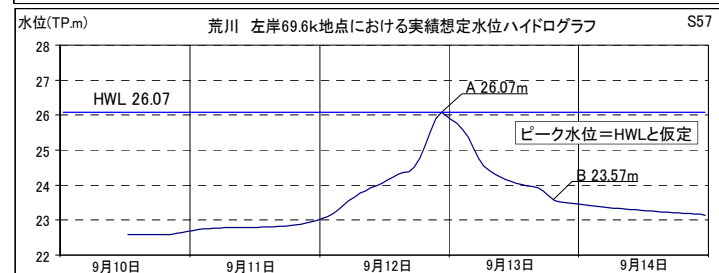
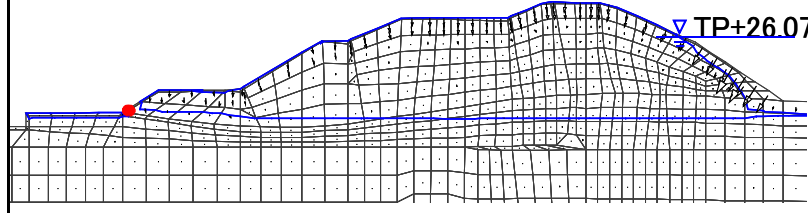
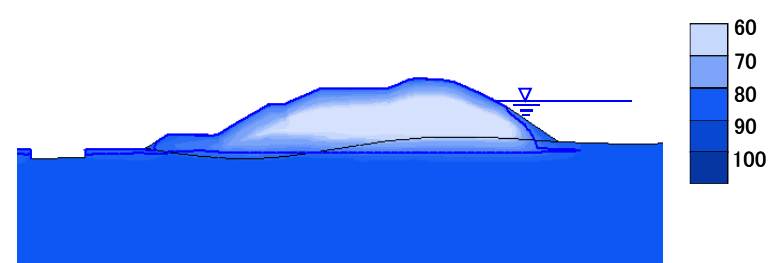
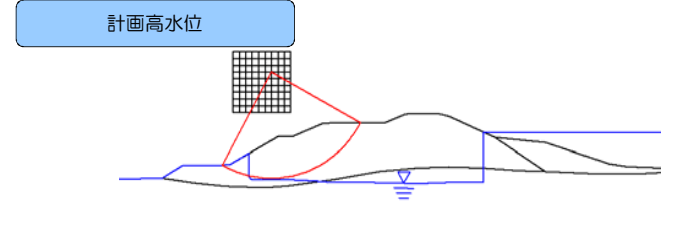
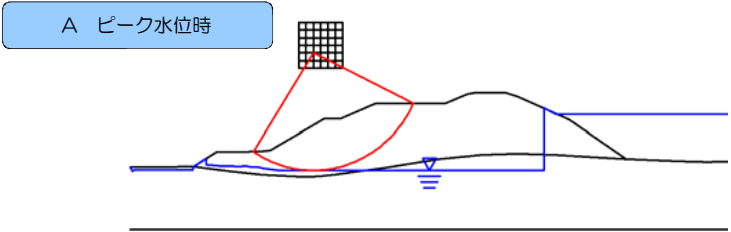
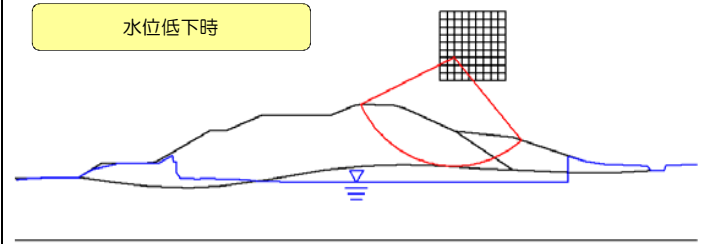
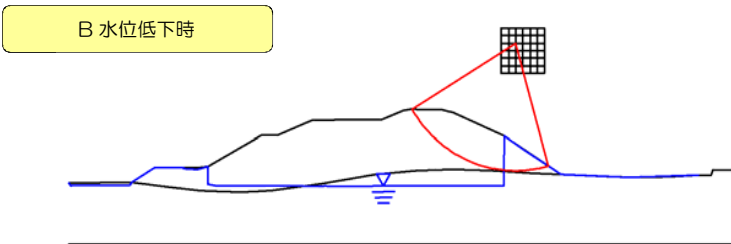
					水系名	荒川	河川名	荒川	被災年月日	S57.9.12	被災地点	28.2k
土質条件					2.詳細点検（左岸 26.8k）			1.被災時の再現計算				
土層構成	γt (kN/m³)	ϕ (°)	C (kN/m²)	Ks (cm/sec)								
Bc1	15.8	0	10.0	1.0E-05								
Bc2	18.0	0	60.0	1.0E-05								
Yuc	17.0	0	25.0	1.0E-05								
Yus	18.9	25	0.0	1.0E-05								
外力条件												
①基礎地盤の パイピング に対する安全性	浸潤線発達状況											
					局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)			ix= 0.152 iy= -0.795 G/W = 8.877				
					(i<0.5) ix= 0.166 (OK) iy= 0.376 (OK) (G/W>1.0) G/W = —							
	②堤体の すべり破壊 に対する安全性	裏のり円弧すべり										
安全率 F s						Fs = 2.059						
				水位低下時			B 水位低下時					
				表のり円弧すべり								
				安全率 F s			Fs =					
判 定（詳細点検のみ）					✖			—				

被災事例個票－1 1（荒川左岸64.0k）

土質条件					2.詳細点検		1.被災時の再現計算				
土層構成	γt (kN/m ³)	ϕ ($^{\circ}$)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)			旧河道（不明瞭） 		被災形状		
Bc1	18.7	0	19.0	1.0E-05					被災した詳細部位、形状は不明		
Bc2	18.7	0	19.0	1.0E-05							
Bc3	18.7	0	19.0	1.0E-05							
Ac1	18.5	0	24.0	1.0E-06							
As1	19.5	30	0.0	7.0E-03							
Ap	16.5	0	48.0	1.0E-06							
Dc	18.0	0	100.0	1.0E-06							
Dg	21.0	40	0.0	7.0E-02							
外力条件									被災要因		
					被災状況		・のり崩れ				
①基礎地盤の パイピング に対する安全性	浸潤線発達状況				計画高水位 		A ピーク水位時 		飽和度		
	局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)				(i<0.5) (G/W>1.0)		ix= 0.091 (OK) iy= 0.000 (OK) G/W = —				
							ix= 0.213 iy= -2.053 G/W = 4.541				
②堤体の すべり破壊 に対する安全性	裏のり円弧すべり				計画高水位 		A ピーク水位時 		被災時の再現計算結果		
	安全率 F s				F s ≥ 1.5		F s = 1.280 (OUT)		1.再現計算結果 浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈しているという結果となった。 河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=0.213を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。		
	表のり円弧すべり				水位低下時 		B 水位低下時 		盤ぶくれに対する安全性は、G/W=4.541を示し、限界値の1.0を大きく上回る結果を得た。 裏のりすべりに対する安全率はFs=1.273、表のりすべりに対する安全率はFs=1.333を示し、表・裏のり面ともに限界値のFs=1.0を上回る結果を得た。		
	安全率 F s				F s ≥ 1.0		F s = 2.440 (OK)		2.被災時の再現性評価 再現計算では、いずれの照査項目においても限界値以上の安全性を確保している結果を得た。被災形態が不明なので断定的な評価はできないが、法面すべりを起こしていたとしたら、その割りには堤体の飽和度は低いと言える。		
判定（詳細点検のみ）					✖		—				

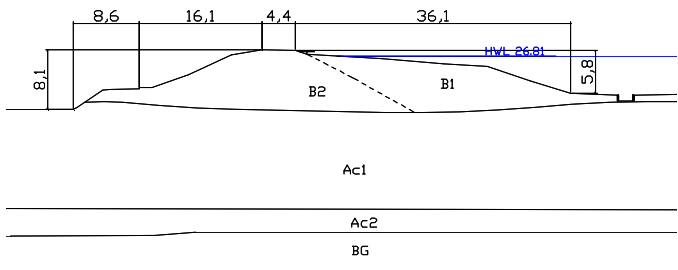
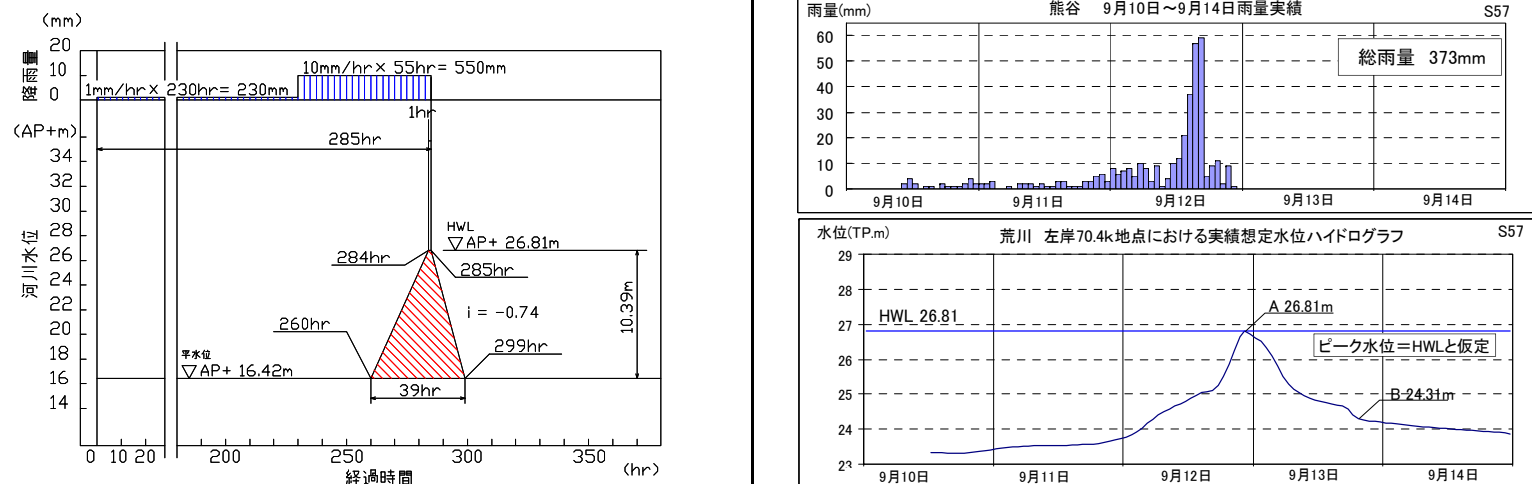
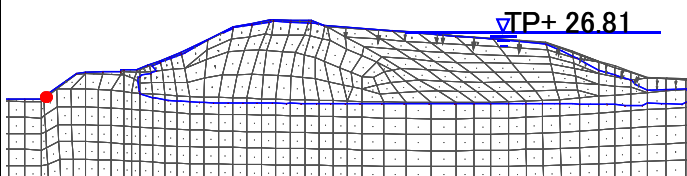
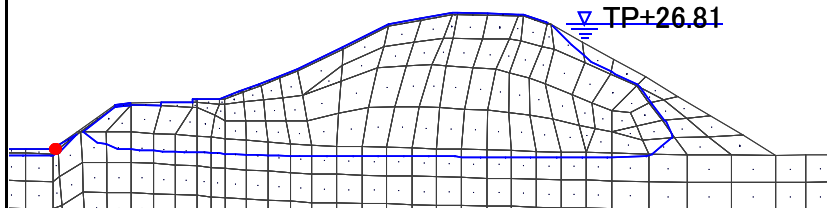
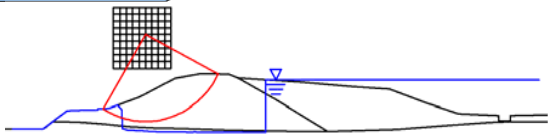
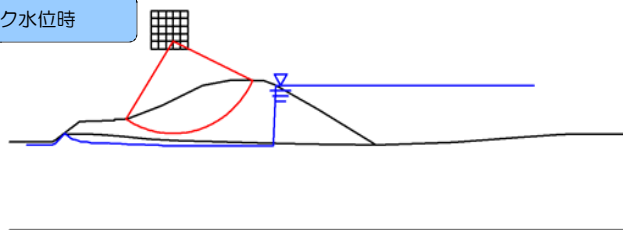
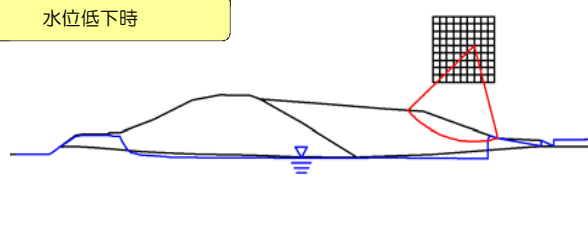
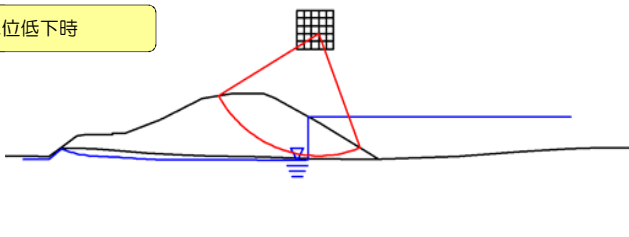
					水系名	荒川	河川名	荒川	被災年月日	S57.9.12	被災地点	67.6k				
土質条件					2.詳細点検				1.被災時の再現計算							
土層構成	γ_t (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)									被災形状 (左岸 67.6~68.0k)			
Bs	20.0	30	1.0	1.2E-04												
Bc1	18.8	0	16.0	1.0E-05												
Bc2	18.8	0	16.0	1.0E-05												
As1	20.0	25	0.0	1.0E-04												
Ac1	17.5	0	33.0	1.0E-06												
As2	18.5	25	0.0	1.0E-05												
Ac1	17.5	0	33.0	1.0E-06												
HBG	19.5	40	0.0	2.0E-02												
外力条件									被災状況							
									・のり崩れ							
①基礎地盤の パイピング に対する安全性	浸潤線発達状況				計画高水位				A ピーク水位時				飽和度			
	局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)				$(i < 0.5)$ $(G/W > 1.0)$ $i_x = 0.162$ (OK) $i_y = 0.017$ (OK) $G/W = -$ (OK)				$i_x = 0.580$ $i_y = -1.000$ $G/W = 1.893$							
②堤体の すべり破壊 に対する安全性	裏のり円弧すべり				計画高水位				A ピーク水位時				被災時の再現計算結果			
	安全率 F s				$F_s \geq 1.5$ $F_s = 1.280$ (OUT)				$F_s = 0.831$				1.再現計算結果 浸透流解析によると、Bs層及び基礎地盤は飽和し、Bc1,Bc2層は不飽和の状態を呈しているという結果となった。裏法側のBs層の飽和度が高いのは降雨によるものであると想定される。 河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値は$i_x=0.580$を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としての$i=1.0$を下回る結果を得た。 盤ぶくれに対する安全性は、$G/W=1.893$を示し、限界値の1.0を上回る結果を得た。 裏のりすべりに対する安全率は$F_s=0.831$、表のりすべりに対する安全率は$F_s=0.810$を示し、表・裏のり面ともに限界値の$F_s=1.0$を下回る結果を得た。 2.被災時の再現性評価 再現計算では、表・裏のりすべりに対し限界値を下回る結果を得た。 被災時の詳細情報は無いものの、被災状況を概ね再現していると想定できる。			
	表のり円弧すべり				水位低下時				B 水位低下時							
	安全率 F s				$F_s \geq 1.0$ $F_s = 1.770$ (OK)				$F_s = 0.810$							
判定 (詳細点検のみ)					✗				—							

被災事例個票-13 (荒川左岸69.6k)

					水系名		荒川	河川名	荒川	被災年月日	S57.9.12	被災地点	69.6k						
土質条件					2.詳細点検					1.被災時の再現計算									
土層構成	γ_t (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)						旧河道 					被災形状 (左岸 69.6~70.0K) 				
B2(Bc)	18.8	0	16.0	1.0E-05															
Ac1	18.0	0	46.0	1.0E-06															
As1	(18.0)	30.0	0.0	6.2E-05															
Ac2	(17.0)	0.0	42.0	1.0E-06															
BG	(18.0)	35.0	0.0	2.1E-02															
外力条件										 					被災状況 ・のり崩れ				
①基礎地盤の パイピング に対する安全性	浸潤線発達状況				計画高水位 					A ピーク水位時 					飽和度 				
	局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)				$(i < 0.5)$ $i_x = 0.830$ (OUT) $i_y = 0.380$ (OK) $(G/W > 1.0)$ G/W = — (OK)					$i_x = 0.597$ $i_y = -1.273$ G/W = 1.557									
	②堤体の すべり破壊 に対する安全性	裏のり円弧すべり				計画高水位 					A ピーク水位時 					被災時の再現計算結果 1.再現計算結果 浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈しているという結果となった。 河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値は$i_x=0.597$を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としての$i=1.0$を下回る結果を得た。 盤ぶくれに対する安全性は、G/W=1.557を示し、限界値の1.0を上回る結果を得た。 裏のりすべりに対する安全率は$F_s=0.934$、表のりすべりに対する安全率は$F_s=0.828$を示し、表・裏のり面ともに限界値の$F_s=1.0$を下回る結果を得た。 2.被災時の再現性評価 再現計算では、表・裏のりすべりに対し安全性を満たしていないという値を示しており、破壊が生じたという点では実現象と合致していると言える。しかしながら、被災状況の写真と比較すると、再現計算の方が規模が大きな破壊を想定しており、再現計算では破壊の規模までは正確には表現していないと言える。			
安全率 F s				$F_s \geq 1.5$ $F_s = 0.964$ (OUT)					$F_s = 0.934$										
表のり円弧すべり				水位低下時 					B 水位低下時 										
安全率 F s				$F_s \geq 1.0$ $F_s = 1.379$ (OK)					$F_s = 0.828$										
判定 (詳細点検のみ)					✕					—									

土質条件					2.詳細点検		1.被災時の再現計算			
土層構成	γ_t (kN/m ³)	ϕ ($^{\circ}$)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)					被災形状 (左岸 70.0~70.4K) 	
B1(BC)	18.8	0	16.0	1.0E-05					被災状況	
B2(Bc)	18.8	0	16.0	1.0E-05					・のり崩れ	
Ac1(上)	18.0	0	19.0	1.0E-06						
As1	19.2	40	0.0	7.0E-03						
Ac1(下)	16.9	0	24.0	1.0E-06						
外力条件										
①基礎地盤の パイピング に対する安全性	浸潤線発達状況								飽和度	
	局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)				$(i < 0.5)$ $(G/W > 1.0)$ $i_x = 0.413$ (OK) $i_y = 0.053$ (OK) $G/W = 3.989$ (OK)		$i_x = 0.020$ $i_y = -0.950$ $G/W = 0.809$			
②堤体の すべり破壊 に対する安全性	裏のり円弧すべり								被災時の再現計算結果	
	安全率 F s				$F_s \geq 1.5$ $F_s = 1.081$ (OUT)		$F_s = 1.138$		1.再現計算結果 浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈していたという結果となった。 河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値は <i>i</i> _x =0.020を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としての <i>i</i> =1.0を大きく下回る結果を得た。 盤ぶくれに対する安全性は、 <i>G</i> / <i>W</i> =0.809を示し、限界値の1.0を下回る結果を得た。	
	表のり円弧すべり								裏のりすべりに対する安全率は <i>F</i> _s =1.138、表のりすべりに対する安全率は <i>F</i> _s =0.925を示し、表のり面で限界値の <i>F</i> _s =1.0を下回る結果を得た。	
	安全率 F s				$F_s \geq 1.0$ $F_s = 1.829$ (OK)		$F_s = 0.925$		2.被災時の再現性評価 再現計算では、盤ぶくれに対する安全性及び表のりすべりに対する安全性で限界値を下回る結果を得た。被災事例の写真から判断すると、再現計算と比べて、実際の破壊は小規模であったことがわかる。	
判定 (詳細点検のみ)					✖		—			

被災事例個票－1 5（荒川左岸70.4k）

土質条件					2.詳細点検	1.被災時の再現計算								
土層構成	γt (kN/m ³)	ϕ ($^{\circ}$)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)						被 災 形 状 (左岸 70.4~70.8K)				
B2(Bc)	18.8	0	16.0	1.0E-05										
Ac1	18.0	0	27.0	1.0E-06										
Ac2	(17.0)	0	30.0	1.0E-06										
Bg	(20.0)	42	0.0	2.6E-02										
外力条件										被 災 状 況				
①基礎地盤の パイピング に対する安全性	浸潤線発達状況				計画高水位					A ピーク水位時				
														
	局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)				ix= -0.640 iy= -1.363 G/W = 1.883 G/W = 1.301									
	(i<0.5) (G/W>1.0)													
②堤体の すべり破壊 に対する安全性	裏のり円弧すべり				計画高水位					A ピーク水位時				
														
	安全率 F s				Fs = 1.152 (OUT) Fs = 1.146									
	表のり円弧すべり				水位低下時					B 水位低下時				
														
安全率 F s				Fs = 1.060										
判 定 (詳細点検のみ)					✕					—				

土質条件					2.詳細点検		1.被災時の再現計算					
土層構成	γ_t (kN/m ³)	ϕ ($^{\circ}$)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)			旧河道				被災形状	
B1(Bc)	18.4	0	22.0	1.0E-05							被災した詳細部位、形状は不明	
B2(Bc)	19.1	0	34.0	1.0E-05								
Ac1	18.0	0	27.0	1.0E-05								
As1	18.0	0	34.0	8.6E-04								
Bg	20.0	40	0.0	2.2E-01								
外力条件											被災要因	
											被災状況	
											飽和度	
①基礎地盤の パイピング に対する安全性	浸潤線発達状況											
	局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)											
					$(i < 0.5)$ $(G/W > 1.0)$		$i_x = 0.307$ (OK) $i_y = 0.116$ (OK) $G/W = 2.047$ (OK)					
②堤体の すべり破壊 に対する安全性	裏のり円弧すべり										被災時の再現計算結果	
	安全率 F s				$F_s \geq 1.5$ $F_s = 3.194$ (OK)		$F_s = 2.627$				1.再現計算結果 浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈しているという結果を得た。 河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値は <i>i</i> _y =0.470を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としての <i>i</i> =1.0を下回る結果を得た。 盤ぶくれに対する安全性は、G/W=1.363を示し、限界値の1.0を上回る結果を得た。	
	表のり円弧すべり										裏のりすべりに対する安全率は <i>F</i> _s =2.627、表のりすべりに対する安全率は <i>F</i> _s =2.862を示し、表・裏のり面ともに限界値の <i>F</i> _s =1.0を上回る結果を得た。	
	安全率 F s				$F_s \geq 1.0$ $F_s = 2.597$ (OK)		$F_s = 2.862$				2.被災時の再現性評価 再現計算では、いずれの照査項目においても限界値以上の安全性を確保している結果を得た。被災形態は明らかではないが、強い降雨強度の降雨による局所的な浸透破壊であった可能性がある。	
判 定（詳細点検のみ）					○		—					

被災事例個票－17（荒川左岸72.0k）

土質条件					2.詳細点検	1.被災時の再現計算					
土層構成	γ_t (kN/m ³)	ϕ ($^{\circ}$)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)		旧河道	被災形状				
Bc1	19.1	0	34.0	1.0E-05			被災した詳細部位、形状は不明				
Bc2	19.1	0	34.0	1.0E-05							
Ac1	19.1	0	47.0	1.0E-05							
Ac2	17.2	0	51.0	1.0E-05							
Ac3	18.8	0	65.0	1.0E-06							
外力条件							被災要因				
①基礎地盤の パイピング に対する安全性					計画高水位	A ピーク水位時	飽和度				
局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)					($i < 0.5$) (G/W > 1.0)	$i_x = 0.000$ (OK) G/W = —	$i_y = 0.000$ (OK)	$i_x = 0.283$ G/W = 0.809	$i_y = 0.103$		
②堤体の すべり破壊 に対する安全性					計画高水位	A ピーク水位時	被災時の再現計算結果				
							1.再現計算結果 浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈していたという結果を得た。 河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値は <i>i</i> =0.283を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としての <i>i</i> =1.0を下回る結果を得た。 盤ぶくれに対する安全性は、G/W=0.809を示し、限界値の1.0を下回る結果を得た。				
					裏のり円弧すべり		安全率 F s		$F s \geq 1.5$	$F s = 2.394$ (OK)	$F s = 2.751$
					表のり円弧すべり		水位低下時		水位低下時	B 水位低下時	$F s = 2.711$
安全率 F s					$F s \geq 1.0$	$F s = 3.332$ (OK)	$F s = 2.711$	2.被災時の再現性評価 再現計算では、盤ぶくれに対する安全性で限界値を満足できない結果を得たものの、すべりに対する安全性では表裏のり面ともに限界値を大きく上回る安全率を確保していたことを確認した。被災形態が不明であるので、盤ぶくれを起こしていたかは不明である。			
判定 (詳細点検のみ)					×		—				

1.再現計算結果
浸透流解析によると、被災時の堤体内は全体的に不飽和の状態を呈していたという結果を得た。

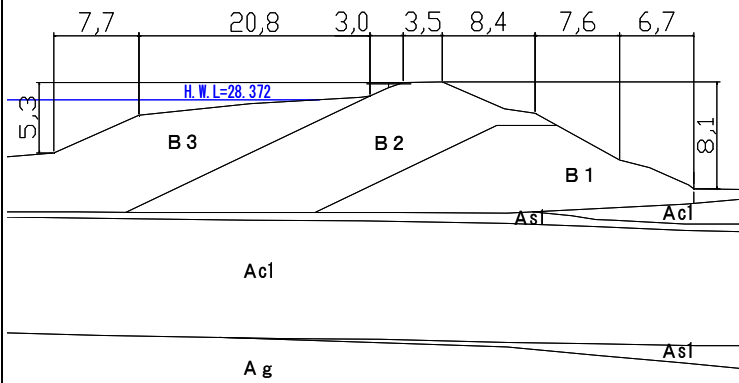
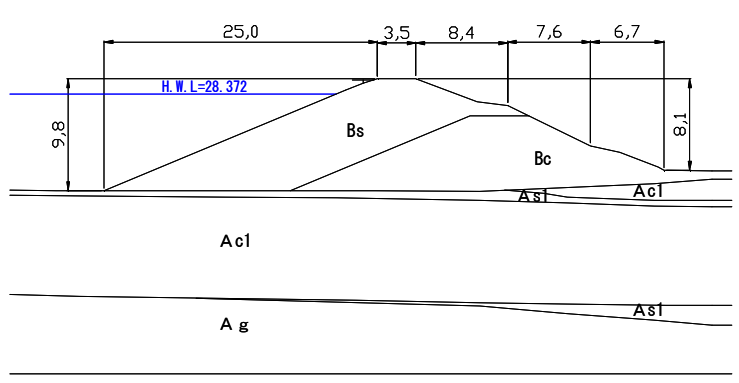
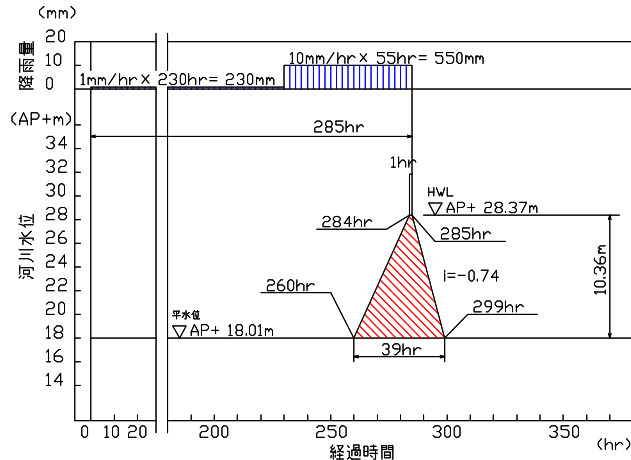
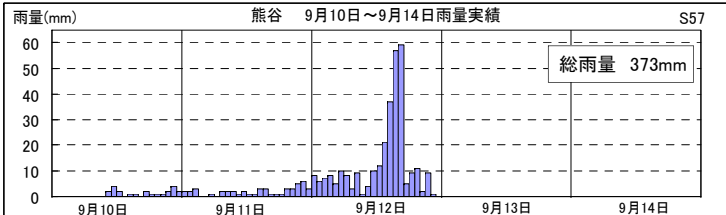
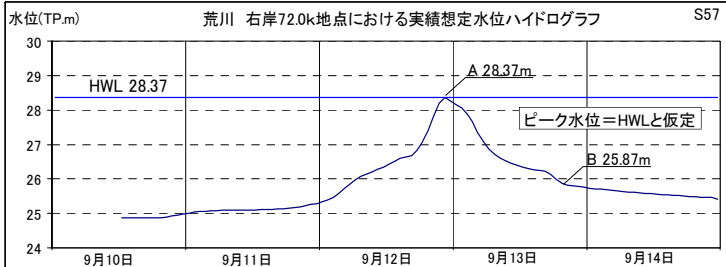
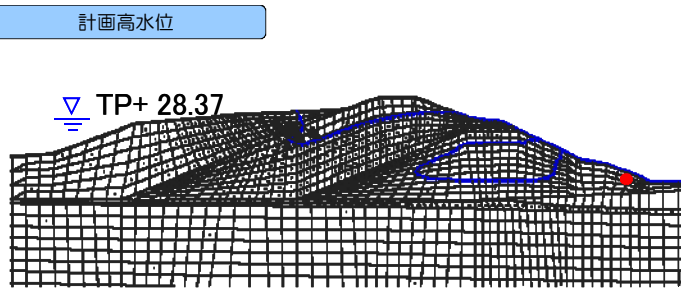
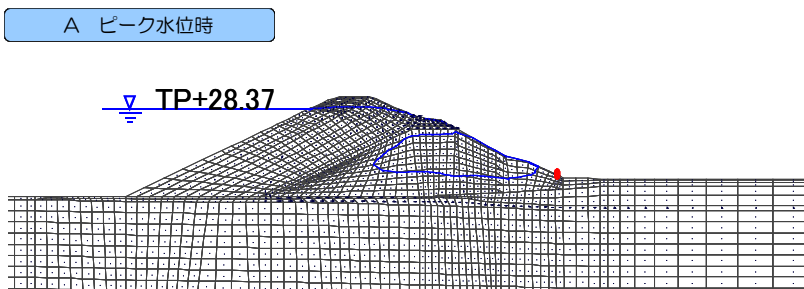
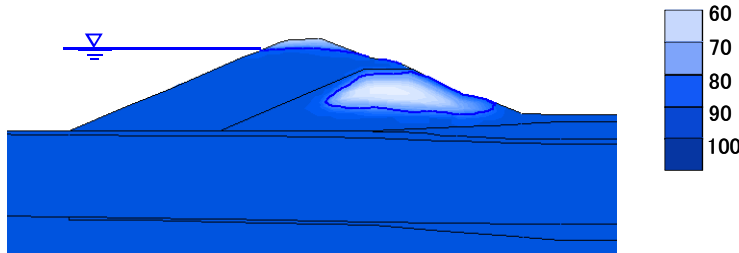
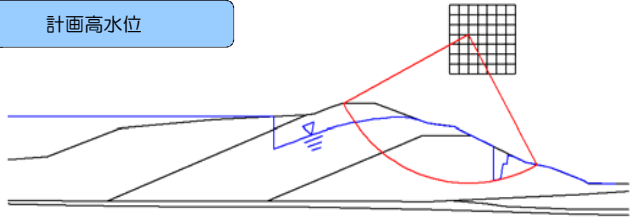
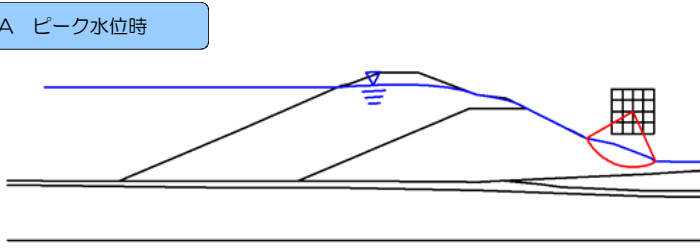
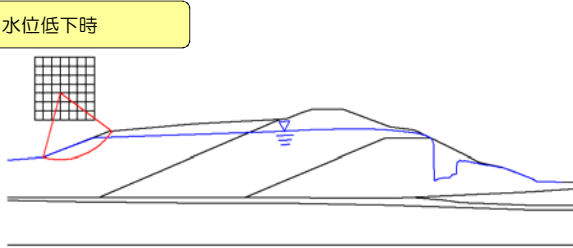
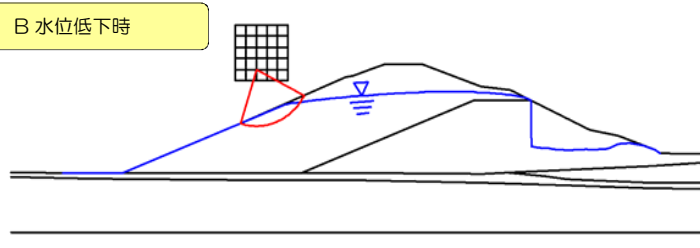
河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値は $i_x=0.283$ を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としての $i=1.0$ を下回る結果を得た。

盤ぶくれに対する安全性は、 $G/W=0.809$ を示し、限界値の 1.0 を下回る結果を得た。

裏のりすべりに対する安全率は $F_s=2.751$ 、表のりすべりに対する安全率は $F_s=2.711$ を示し、表・裏のり面ともに限界値の $F_s=1.0$ を上回る結果を得た。

2.被災時の再現性評価
再現計算では、盤ぶくれに対する安全性で限界値を満足できない結果を得たものの、すべりに対する安全性では表裏のり面ともに限界値を大きく上回る安全率を確保していたことを確認した。被災形態が不明であるので、盤ぶくれを起こしていたかは不明である。

被災事例個票－1.8（荒川右岸72.0k）

土質条件					2.詳細点検		1.被災時の再現計算					
土層構成	γ_t (kN/m ³)	ϕ ($^{\circ}$)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)						被災形状		
B1(Bc)	19.1	0	16.0	1.0E-05						被災した詳細部位、形状は不明		
B2(Bs)	18.4	30	1.0	2.3E-03								
B3(Bg)	21.0	31	0.0	8.7E-03								
Ac1	18.5	0	34.2	3.1E-06								
As1	17.1	27	0.0	5.0E-03								
Ag	20.4	42	0.0	3.0E-01								
外力条件										被災要因		
										被災状況		
										・のり崩れ		
①基礎地盤の パイピング に対する安全性	浸潤線発達状況									飽和度		
	局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)				$(i < 0.5)$ $(G/W > 1.0)$ ix= 0.710 (OUT) iy= 0.547 (OUT) G/W = —		ix= 0.763 iy= 0.707 G/W = 0.926					
②堤体の すべり破壊 に対する安全性	裏のり円弧すべり									被災時の再現計算結果		
	安全率 F s				$F_s \geq 1.5$ $F_s = 1.714$ (OK)		$F_s = 0.820$			1.再現計算結果 浸透流解析によると、Bs層及び基礎地盤は飽和しBc層は不飽和の状態を呈しているという結果を得た。 河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=0.763を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。 盤ぶくれに対する安全性は、G/W=0.926を示し、限界値の1.0を下回る結果を得た。		
	表のり円弧すべり									裏のりすべりに対する安全率はFs=0.820、表のりすべりに対する安全率はFs=1.010を示し、裏のり面で限界値のFs=1.0を下回る結果を得た。		
	安全率 F s				$F_s \geq 1.0$ $F_s = 1.092$ (OK)		$F_s = 1.010$			2.被災時の再現性評価 粘性土の旧堤に砂質土で表腹付けしたものであり、旧堤部分が堤体内の浸透水の排水を妨げる形となり、飽和度が上昇したことが考えられる。被災形態が不明なので、再現計算の正確な評価はできないが、安全度が低い計算結果が出たという意味においては、妥当な値を示すことができたと言える。		
判定（詳細点検のみ）					✕		—					

被災事例個票－１９（庄内川左岸25.0k+155m）

土質条件					2.詳細点検		1.被災時の再現計算					
土層構成	γ_t (kN/m ³)	ϕ ($^{\circ}$)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)					被災形状			
Bs2.Bg2	19.0	22	1.0	4.6E-02								
Bs1	19.0	25	1.0	1.9E-02								
Ac	14.0	-	24.0	1.0E-05								
Ag	20.0	37	-	5.0E-02								
Dg	20.0	42	-	3.2E-01								
Ts	20.0	42	-	9.0E-04								
Tc	18.0	-	352.0	1.0E-05								
Tg	20.0	42	-	5.0E-02								
外力条件									被災要因			
									被災状況			
①基礎地盤の パイピング に対する安全性					計画高水位		A ピーク水位時		飽和度			
					局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W) ($i < 0.5$) $i_x = 0.850$ (OUT) $i_y = 0.707$ (OUT) ($G/W > 1.0$) G/W = -		$i_x = 0.663$ $i_y = 0.550$ G/W = -					
②堤体の すべり破壊 に対する安全性					計画高水位		A ピーク水位時		被災時の再現計算結果			
					裏のり円弧すべり $F_s \geq 1.5$ $F_s = 0.818$ (OUT)		$F_s = 0.849$		1.再現計算結果 浸透流解析によると、被災時には河川水位とのり尻を結ぶ概ね直線的な浸潤線を呈しており、浸潤線より上部の堤体の飽和度も上昇しているという結果を得た。 河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値は$i_x=0.663$を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としての$i=1.0$を下回る結果を得た。 裏のりすべりに対する安全率は$F_s=0.849$、表のりすべりに対する安全率は$F_s=1.244$を示し、裏のり面で限界値$F_s=1.0$を下回る結果を得た。			
					水位低下時		B 水位低下時		2.被災時の再現性評価 再現計算では、裏のりすべりに対し限界値を下回る結果を得た。被災時の写真から判断すると、再現計算の方が深いすべりとなっているものの、被災状況を概ね再現していると言える。			
					表のり円弧すべり $F_s \geq 1.0$ $F_s = 1.245$ (OK)		$F_s = 1.244$					
判定（詳細点検のみ）					✕		—					

被災事例個票－20（庄内川右岸23.8k）

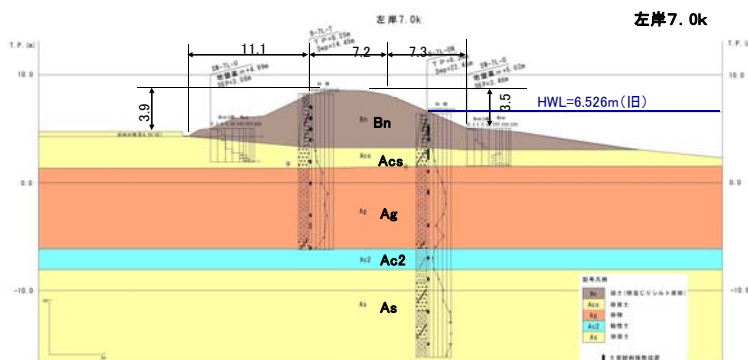
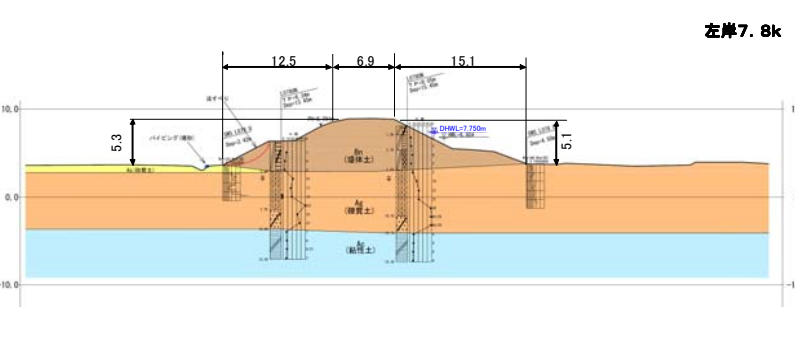
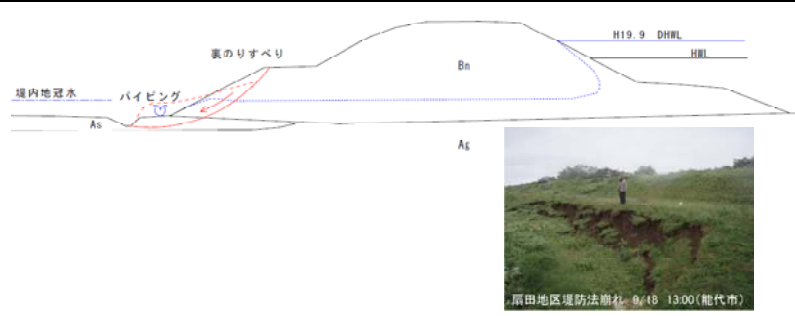
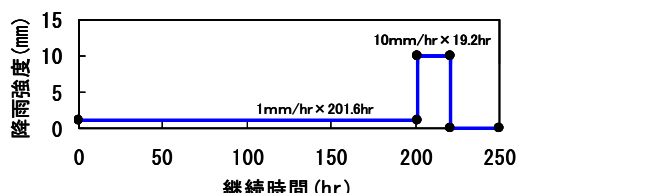
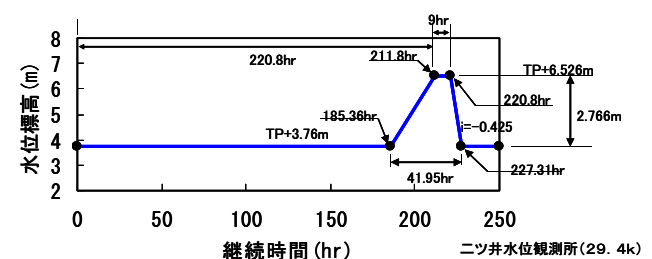
被災時の河川状況					水系名		庄内川		河川名		庄内川		被災年月日		H12.9.11		被災地点		23.8k										
土質条件					2.詳細点検					1.被災時の再現計算																			
土層構成															被災形状 被災した詳細部位、形状は不明														
外力条件															被災要因														
①基礎地盤の パイピング に対する安全性					計画高水位					A ピーク水位時					飽和度														
					(i<0.5) ix= 0.840 (OUT) iy= 0.293 (OK) (G/W>1.0) G/W = -					ix= 0.620 iy= 0.223 G/W = -																			
②堤体の すべり破壊 に対する安全性					計画高水位					A ピーク水位時					被災時の再現計算結果														
					裏のり円弧すべり															1.再現計算結果 浸透流解析によると、被災時には河川水位とりのり尻を結び概ね直線的な浸潤線を呈しているという結果を得た。 河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=0.620を示し、浸透破壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。 裏のりすべりに対する安全率はFs=0.987、表のりすべりに対する安全率はFs=0.939を示し、表・裏のり面ともに限界値Fs=1.0を下回る結果を得た。 2.被災時の再現性評価 再現計算では、表・裏のりすべりともに限界値を下回る結果を得た。被災形態が不明であるので正確な評価はできないが、被災した堤防に対して安全性を満たしていないという評価を出したという点においては、再現計算は妥当な値を示していると言うことができる。									
					安全率Fs					Fs ≥ 1.5 Fs = 0.901 (OUT)					Fs = 0.987														
					表のり円弧すべり																								
安全率Fs					Fs ≥ 1.0 Fs = 0.939 (OUT)					B 水位低下時					Fs = 0.939														
判定 (詳細点検のみ)					✖					—																			

被災事例個票－21（庄内川右岸24.4k）

土質条件					2.詳細点検		1.被災時の再現計算				
土層構成	γ_t (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)					被災形状		
Bc	17.5	-	37.0	1.0E-05					被災した詳細部位、形状は不明		
Bs	18.3	35	1.0	2.4E-02							
Bg	19.2	26	1.0	1.0E-01							
As	17.0	25	-	1.0E-02							
Dg	19.5	33	-	1.0E-02							
Tc	18.0	-	256.0	1.0E-05							
外力条件									被災要因		
①基礎地盤の パイピング に対する安全性					計画高水位		A ピーク水位時		被災状況		
					局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)		ix= 0.387 iy= 0.370 G/W = -				
②堤体の すべり破壊 に対する安全性					計画高水位		A ピーク水位時		被災時の再現計算結果		
					安全率 F s		Fs = 1.439 (OUT)				
					表のり円弧すべり		B 水位低下時				
					安全率 F s		Fs = 1.342				
判定 (詳細点検のみ)					×		—		1.再現計算結果 浸透流解析によると、被災時には河川水位とのり尻を結ぶ概ね直線的な浸潤線 を呈し、浸潤線より上の堤体の飽和度も上昇しているという結果を得た。 河川水位のピーク時における局所動水勾配の最大値はix=0.387を示し、浸透破 壊の生じる限界値の目安としてのi=1.0を下回る結果を得た。 裏のりすべりに対する安全率はFs=1.597、表のりすべりに対する安全率は Fs=1.342を示し、表・裏のり面ともに限界値Fs=1.0を上回る結果を得た。 2.被災時の再現性評価 再現計算では、いずれの照査項目においても限界値以上の安全性を確保してい るという結果が出ており、この手法による再現計算では被災は再現できていない と言える。		

土質条件					2.詳細点検					1.被災時の再現計算						
土層構成	γ_t (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	Ks (cm/sec)											被災形状	
Bs	19	30	1	5.0×10^{-3}												
Ac1	17.9	0	42	1.0×10^{-5}												
Ag	18	43	0	6.0×10^{-2}												
As2	17	33	0	2.0×10^{-2}												
Ac2	17	0	30	1.0×10^{-5}												
土羽土	14	20	1	5.0×10^{-5}												
舗装	—	—	—	1.0×10^{-6}												
外力条件															被災要因	
															被災状況	
															幅20mにわたり表のり面すべり破堤が発生した。	
①基礎地盤の パイピング に対する安全性	浸潤線発達状況														飽和度	
	局所動水勾配 i の最大値 盤ぶくれ (G/W)															
②堤体の すべり破壊 に対する安全性	裏のり円弧すべり														被災時の再現計算結果	
	安全率 F s															
	表のり円弧すべり															
	安全率 F s															
判定（詳細点検のみ）					—											

被災事例個票－23（米代川左岸7.8k）

土質条件					2.詳細点検（左岸 7.0k）		1.被災時の再現計算					
土層構成		γ_t (kN/m^3)	ϕ ($^\circ$)	C (kN/m^2)	Ks (cm/sec)					被災形状		
詳細点検断面	L7.0k	Bn	17.0	22	1.0	4.4E-05						
		Acs	18.0	35	1.0	3.6E-03						
		Ag	20.0	38	0.0	6.0E-03						
		Ac2	16.0	0	56.0	1.0E-05						
		As	20.0	43	0.0	5.4E-03						
被災断面※	L7.8k	Bn	18.0	30	1.0	2.0E-04					被災要因 ・HWLを超える河川外力によって、土粒子移動を伴うパイピング現象が発生した。 ・堤体は、浸透に対して弱い砂質土主体で、緩い締め固め状態であったため、河川水位ピーク直後にパイピング現象と複合して裏のりすべりが生じた。 ・被災箇所は、堤内地盤が局部的に低くなった所に位置し、弱部となっていたことが、被災の主要因と考えられる。 ・堤内地表層部には、砂～シルトの被覆土が分布し、行き止まり型の地質構成を呈していたことも、被災が生じた要因と考えられる。	
		As	17.0	25	1.0	1.0E-04						
		Ag	20.0	35	0.0	1.0E-02						
		Ac	-	-	-	1.0E-05						
※被災断面の土質条件は、現地ボーリング調査による。										被災状況		
外力条件										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		
										被災状況		