

2-5 洪水流再現解析

洪水流再現解析は以下の条件で実施した。

対象区間: No.37(落差工)~No.63(行司橋上流)

河道条件: 被災前河道(H18LP測量成果)
(粗度係数:0.032(低水路), 0.04(高水敷))

流量条件: 平成25年台風18号出水時ハイドロ
(貯留関数法により算出)

水位条件: 落差工地点(3.7k)での等流水位

植生条件: 流体抗力により評価
(係数は再現性をふまえて設定)

パラメータ調整の考え方

ピーク流量が合理式算出結果と整合するようにKを中心に調整。

飽和雨量は滋賀県他流域での設定状況を参考に設定。

その他のパラメータは一般値を基に必要なに応じて微調整

表 貯留関数法パラメータ

K:	39.692	Rsa:飽和雨量	200.000
P:	0.333	RL:損失雨量	0.000
Tl:遅滞時間	1.000	QB:基底流量	2.000
f1:一次流出率	0.500	A(km ²):	36.220

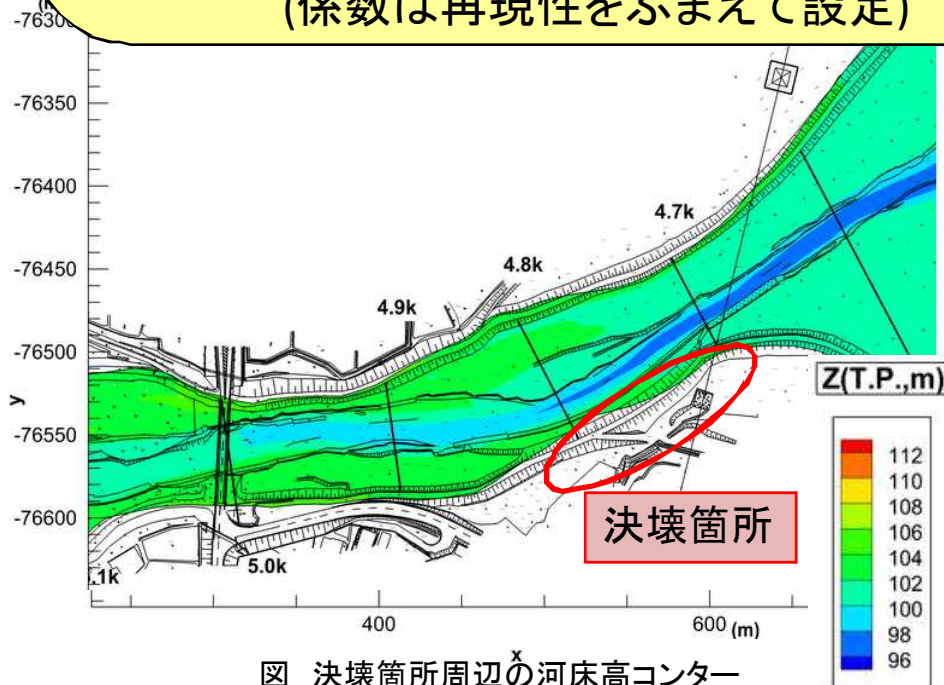


図 決壊箇所周辺の河床高コンター

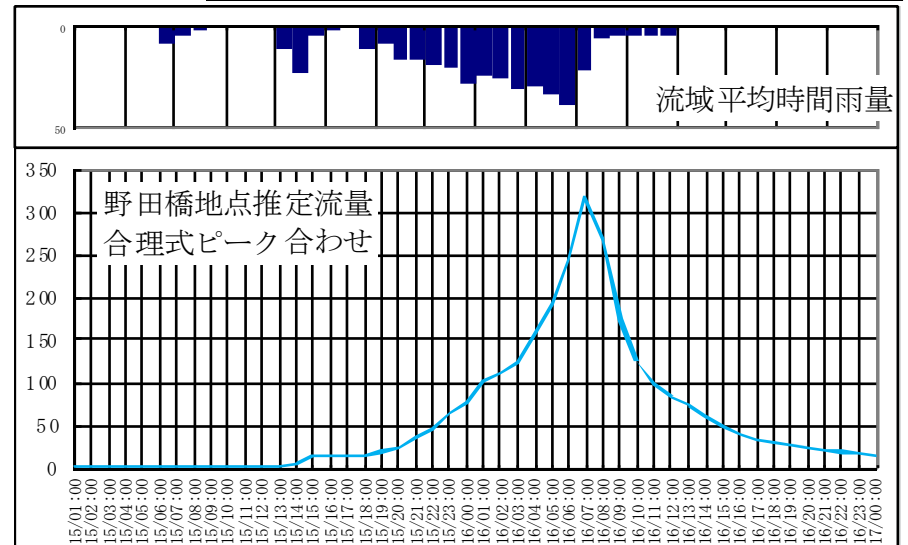


図 貯留関数法による平成25年台風18号出水時流量再現結果

2-5 洪水流再現解析

洪水流再現解析結果は以下の通り。

計算水位は痕跡水位と良好に一致しており、解析モデルは平成25年台風18号出水を良好に再現できている。

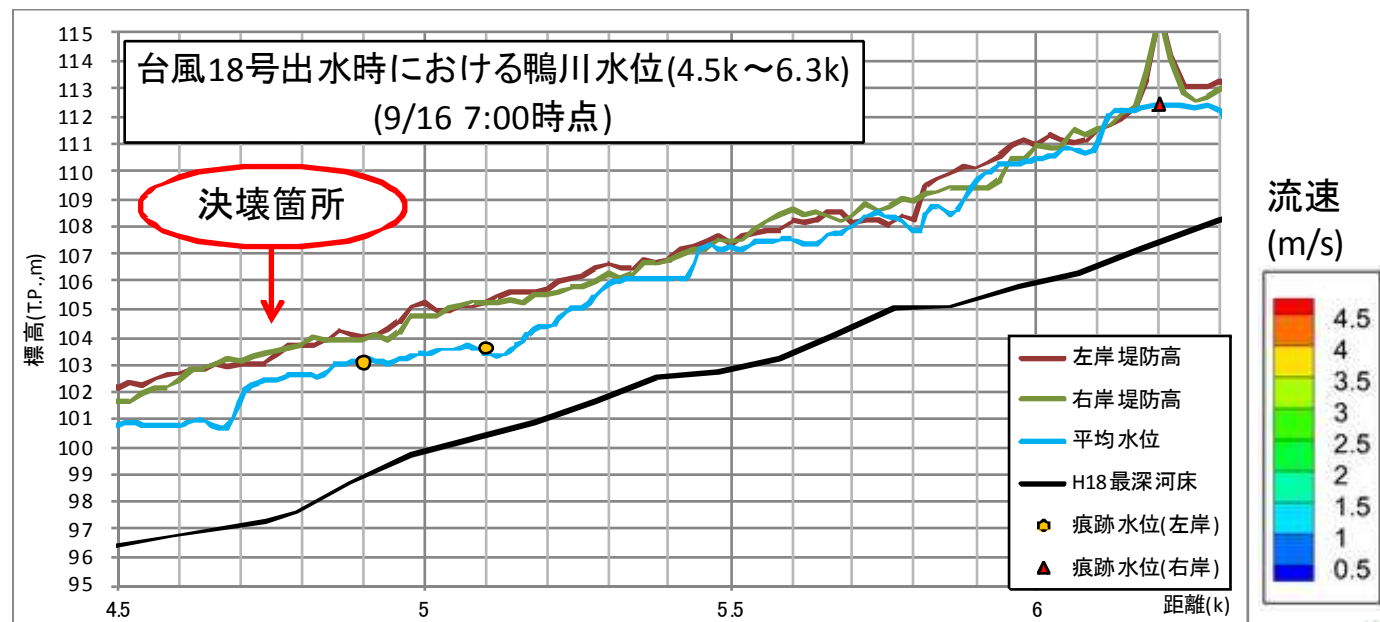
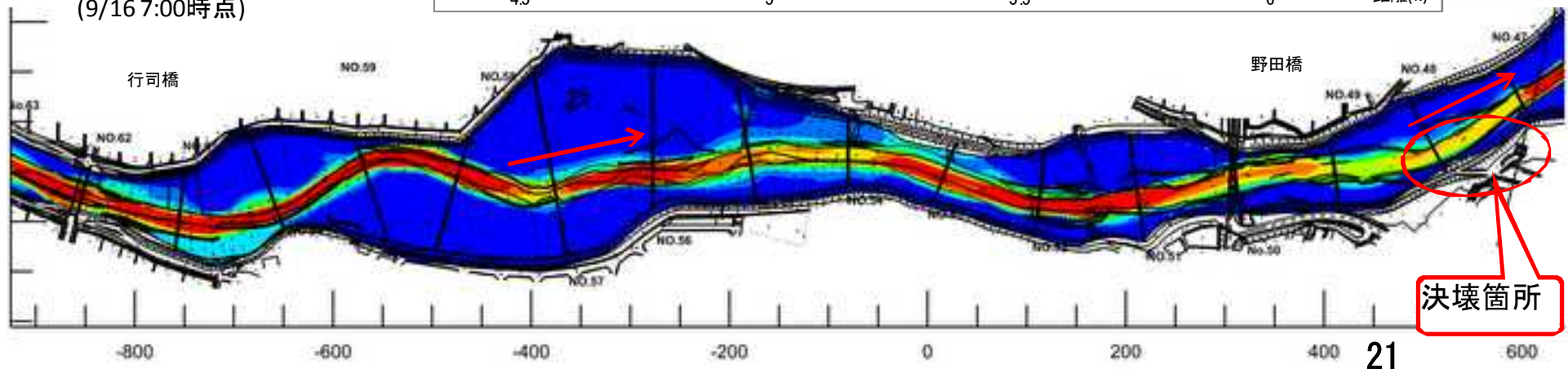


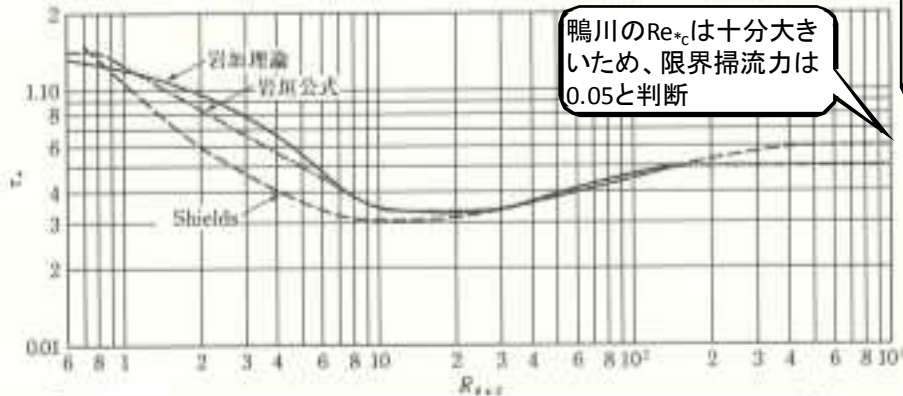
図 鴨川一連区間の流速コンター図
(9/16 7:00時点)



2-5 洪水流再現解析

洪水流再現結果に基づき被災状況について考察を行った。表 鴨川一連区間の河床材料の代表粒径

調査箇所	代表粒径 d_{60} (mm)	サンプル数 (個)	計測方法
EP	20	100	面積格子法
No. 70+60	253	20	線格子法
No. 66+80	128	20	線格子法
No. 64+0	150	20	線格子法
No. 62+30	322	20	線格子法
No. 58+60	17	100	面積格子法
No. 57+0	162	20	線格子法
No. 54+80	68	20	線格子法
No. 51+0	25	25	面積格子法
No. 45+60	12	100	面積格子法
No. 44+80	90	20	線格子法



鴨川の Re_{*c} は十分大きいため、限界掃流力は 0.05 と判断

決壊箇所より上流の一連区間(決壊の影響が小さい)での平均値を採用

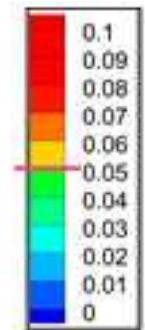
代表粒径が移動するほど大きな掃流力が概ね全区間で働き、大規模な土砂移動が発生していたと考えられる。

一連区間のほぼ全域で限界掃流力 $\tau_{*c} 0.05$ (代表粒径採用) を上回っている。

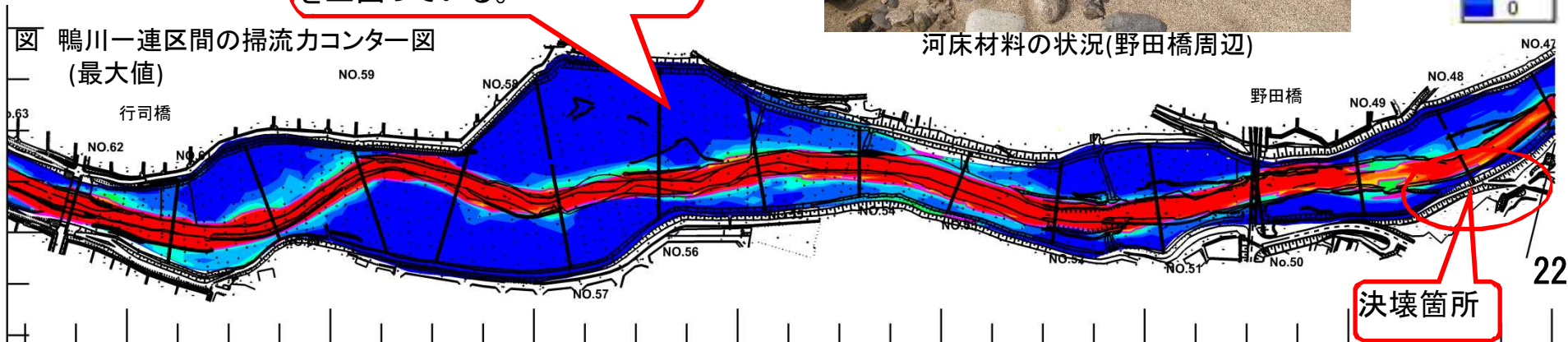


代表粒径の平均値 68mm

無次元掃流力



河床材料の状況(野田橋周辺)



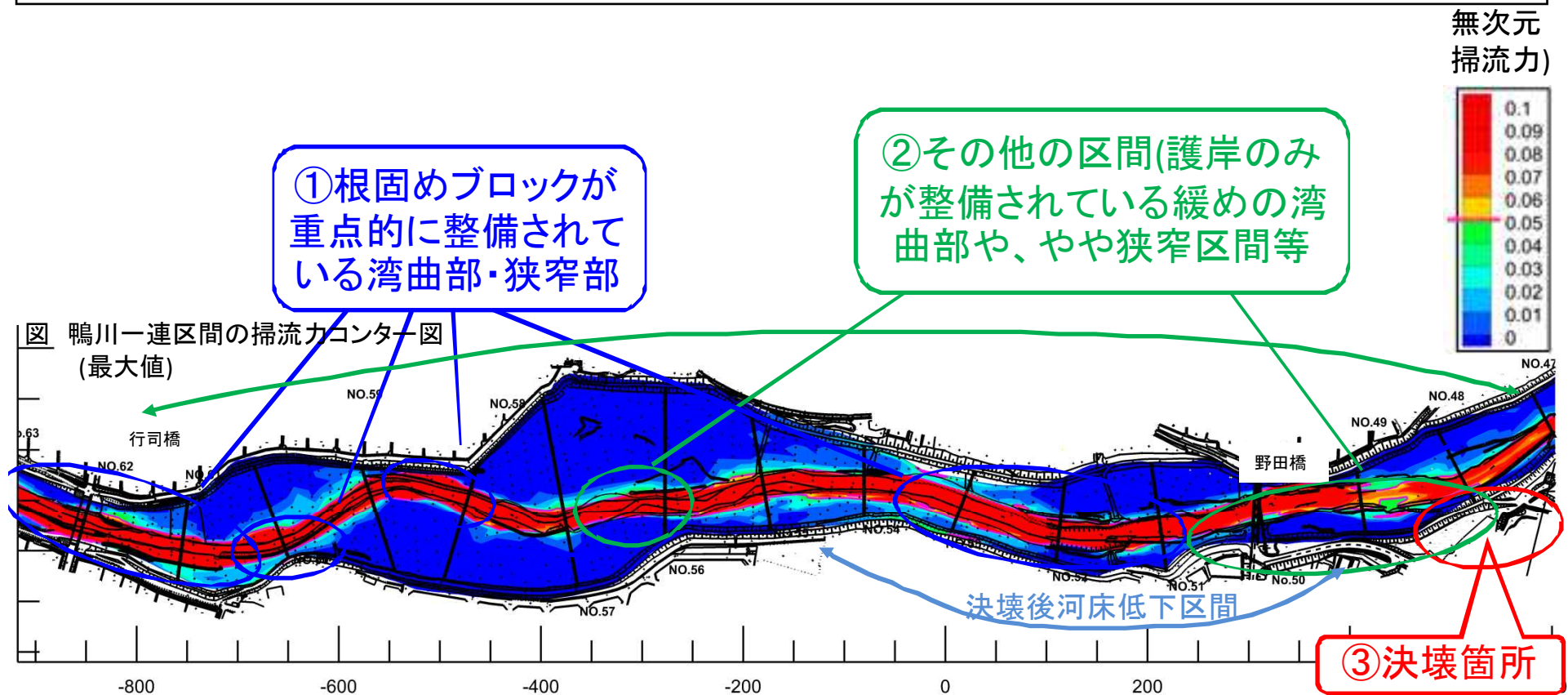
決壊箇所

2-5 洪水流再現解析

洪水流再現結果に基づき、個別箇所での被災状況について考察を行った。

その際以下の3つに分類し考察を行った。

- ①根固めブロックが重点的に整備されている湾曲部・狭窄部
- ②その他の区間(護岸のみが整備されている緩めの湾曲部や、やや狭窄区間等
- ③決壊箇所



決壊後河床低下が見られた区間の被災は、決壊の影響により発生した可能性も考えられる

2-5 洪水流再現解析

①根固めブロックが重点的に整備されている湾曲部・狭窄部

狭窄部や湾曲部では、代表粒径の移動限界を上回る非常に大きな掃流力となっている。
被害が比較的軽微なのは、過去の被災経験に基づき整備されていた根固めブロックの効果によると思われる。

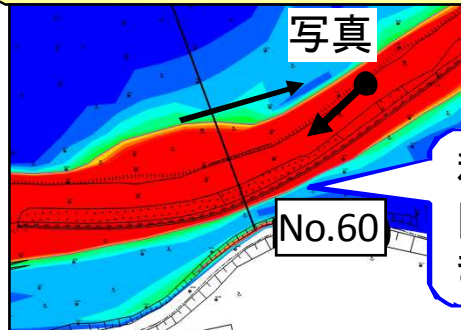


図 No.60地点周辺
掃流力コンター図
(最大値)

移動限界を上
回る非常に大
きな掃流力

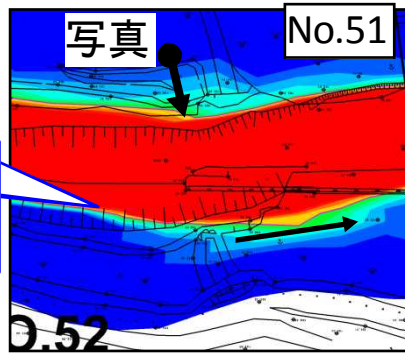


図 No.51地点周辺
掃流力コンター図
(最大値)

図 No.51周辺被災状況(右岸)

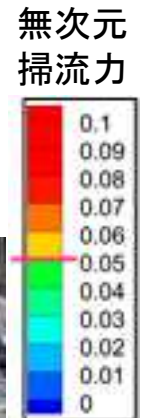
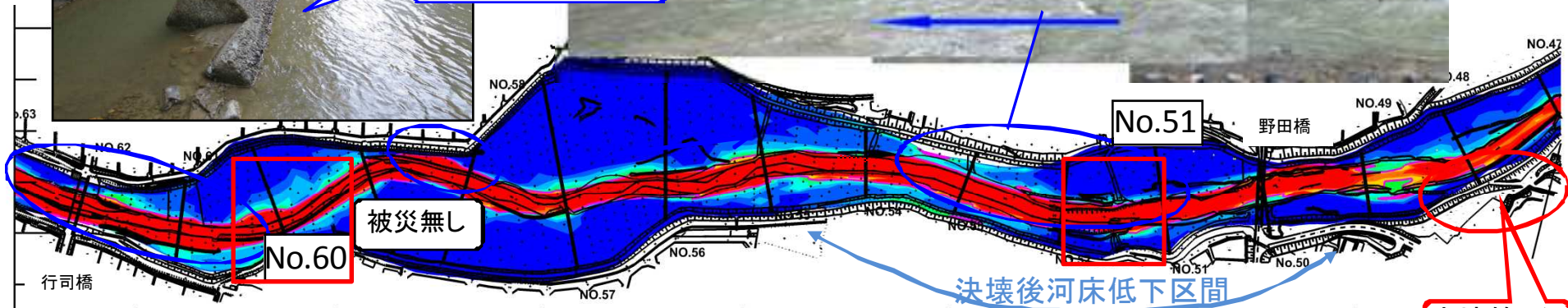


図 No.60周辺
被災状況(右岸)

根固めブロック
の効果で被害
が比較的軽微



①根固めブロックが重点的に整備されている湾曲部・狭窄部

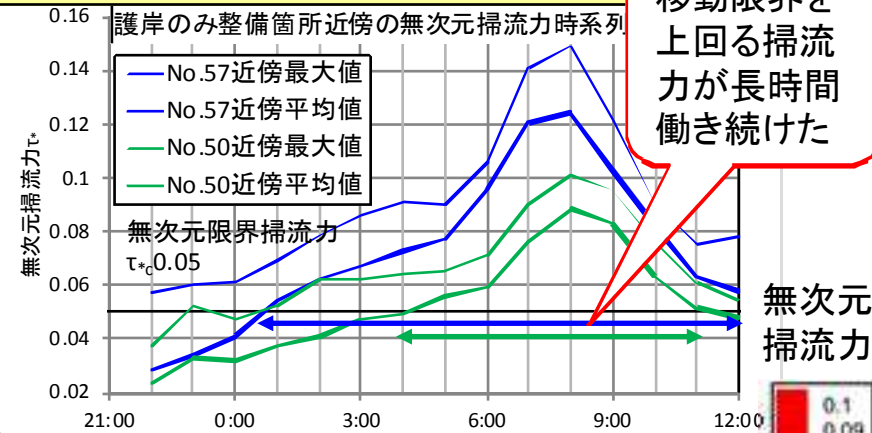
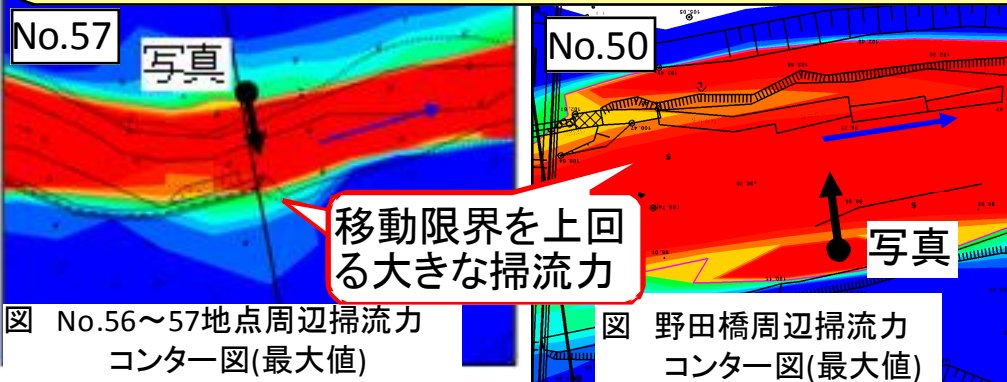
図 鴨川一連区間の掃流力コンター図(最大値)

決壊後河床低下が見られた区間の被災は、決壊の影響により発生した可能性も考えられる

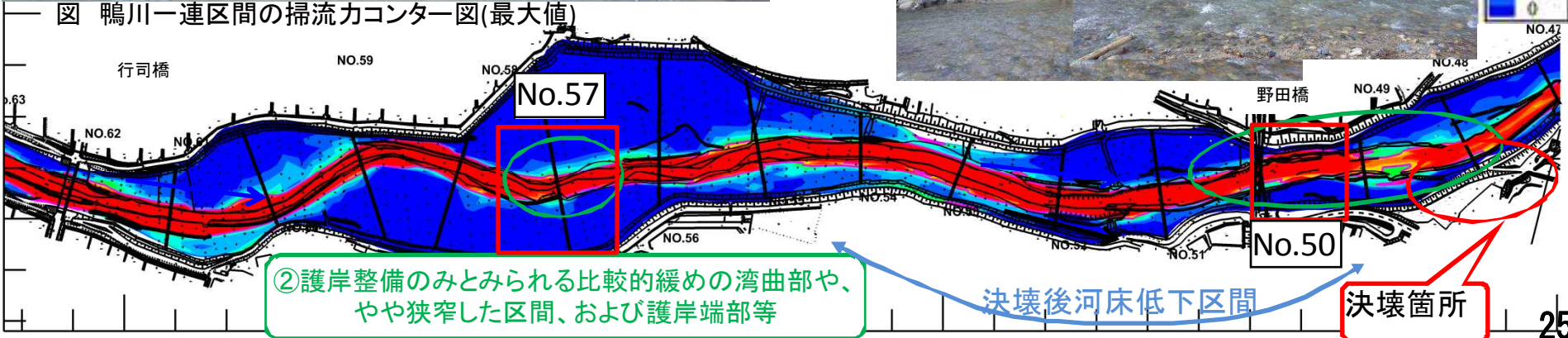
2-5 洪水流再現解析

②護岸のみ整備の比較的緩めの湾曲部や、やや狭窄した区間、および護岸端部等

護岸のみ整備のやや狭窄部の区間でも、**代表粒径の移動限界を上回る大きな掃流力**となっている。
過去の被災経験から護岸のみ整備で対応してきた区間に、**大きな掃流力が長時間にわたり働いたため、護岸被災が発生し、またその後も河岸に大きな掃流力が働き続けたため、堤体・高水敷が著しく侵食されるほど被害が拡大した**と考えられる。



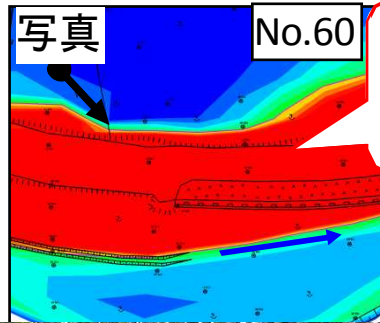
移動限界を上回る掃流力が長時間働き続けた



2-5 洪水流再現解析

②護岸整備のみとみられる比較的緩めの湾曲部や、やや狭窄した区間、および護岸端部等

護岸端部でも、代表粒径の移動限界を上回る大きな掃流力となっている。
過去の被災経験から護岸整備がされているため、計画規模の大きな掃流力が働いた場合に護岸端部にも大きな掃流力が働き、その結果堤体・高水敷が著しく侵食されるほど被害が拡大したと考えられる。

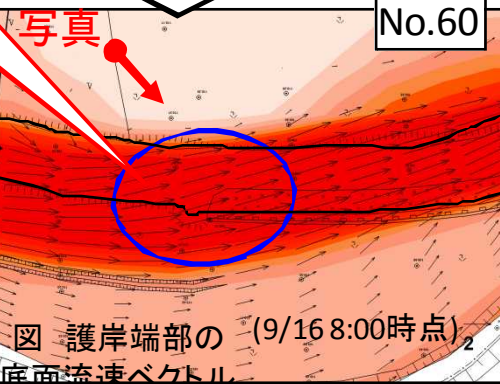
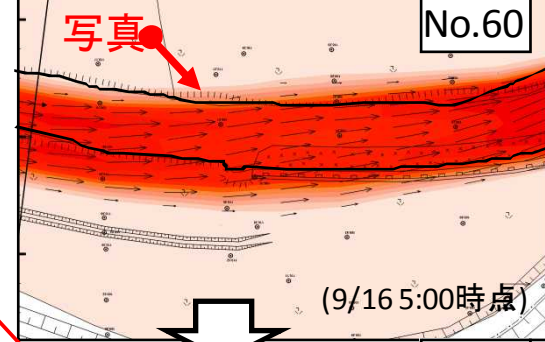


移動限界を上回る大きな掃流力

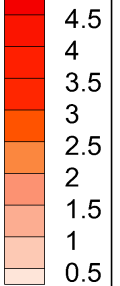
ピーク時周辺で高水敷からの落ち込み流れが護岸端部で発生

出水初期～中期の護岸被災と落ち込み流れで堤体・高水敷が著しく侵食

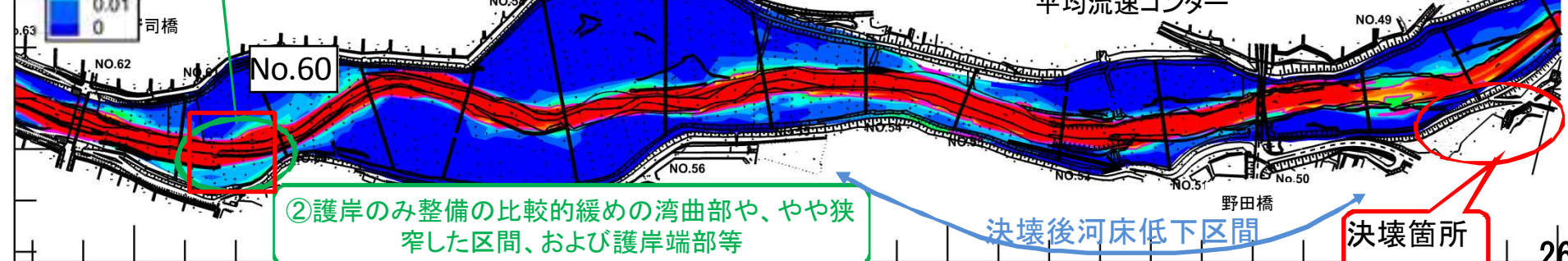
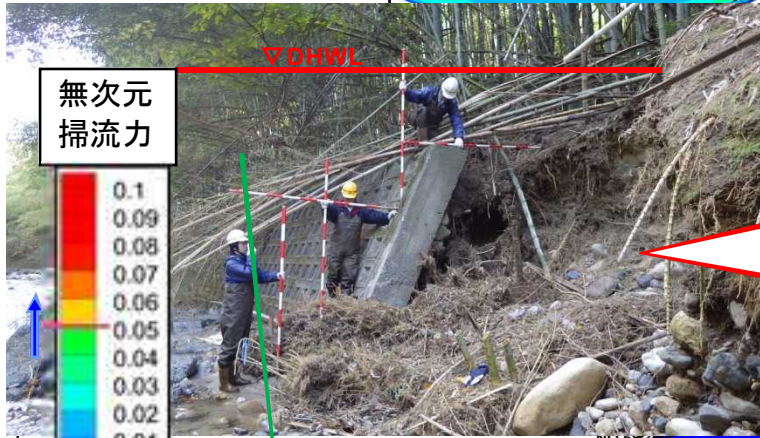
図 鴨川一連区間の掃流力カウンター図(最大値)



流速 (m/s)



底面流速 (2m/s)



②護岸のみ整備の比較的緩めの湾曲部や、やや狭窄した区間、および護岸端部等

決壊後河床低下区間

決壊箇所

2-5 洪水流再現解析

③ 決壊箇所周辺

決壊箇所でも代表粒径の移動限界を上回る大きな掃流力となっている。決壊箇所は、護岸整備が主体であり根固めブロックが部分的に整備されていた。大きな掃流力が長時間働いた場合に河床低下が進行し、護岸のみ整備区間と同様に護岸被災が発生し、堤体・高水敷が侵食された結果堤防決壊に至ったと考えることが可能である。

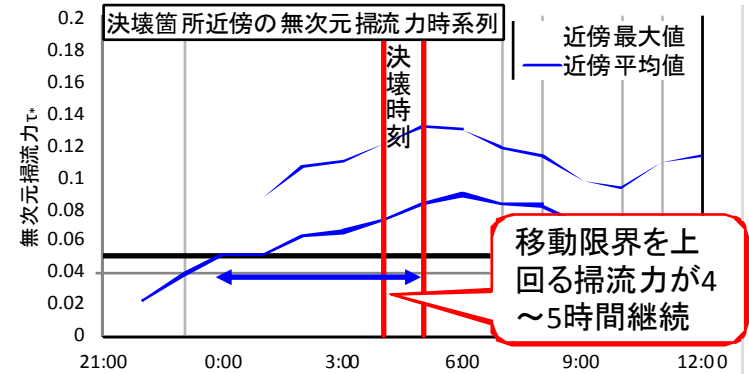


図 決壊箇所の掃流力カウンター図(5:00)

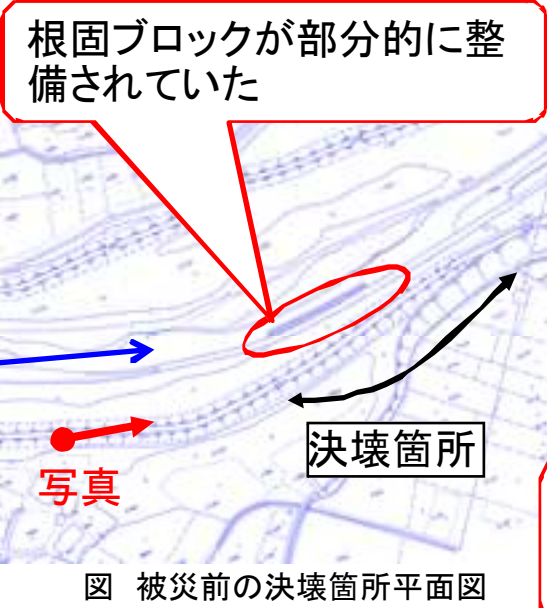
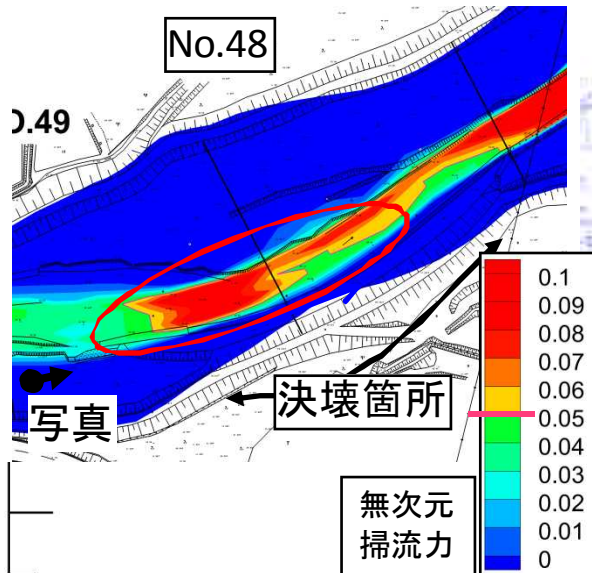


図 被災前の決壊箇所平面図

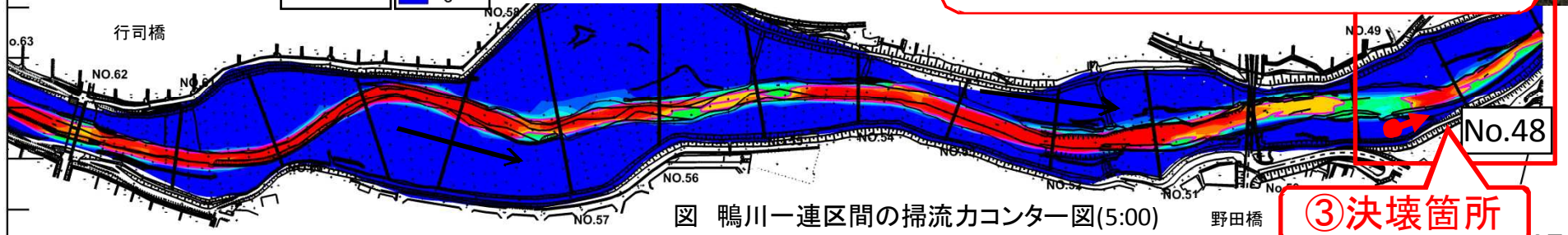


図 鴨川一連区間の掃流力カウンター図(5:00)

③ 決壊箇所

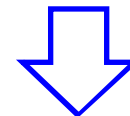
2-6 調査・解析結果に基づく侵食破壊に関する考察

狭窄部や湾曲部の状況

狭窄部や湾曲部では、非常に大きな掃流力が発生したが、根固めブロックの効果により被害は比較的軽微

護岸のみ整備区間等の状況

護岸のみ整備のやや狭窄部区間や護岸端部でも、長時間にわたり大きな掃流力が発生し、護岸被災により、堤体・高水敷が著しく侵食されるほど被害が拡大

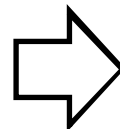


決壊箇所の河道の特徴

緩い湾曲でやや狭窄した区間

堤防・高水敷幅が狭い

護岸が整備されており、根固めブロックは部分的に整備。



決壊箇所の状況

決壊箇所では、移動限界を上回る大きな掃流力が長時間発生し、護岸のみ整備区間と同様に護岸被災が発生し、堤体・高水敷が侵食された結果、堤防決壊に至った可能性が考えられる。

3 浸透破壊に関する詳細検討

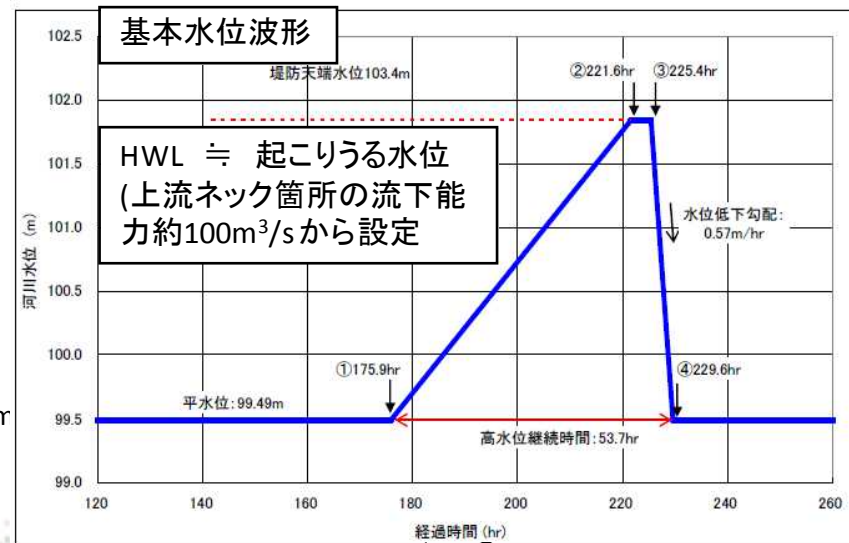
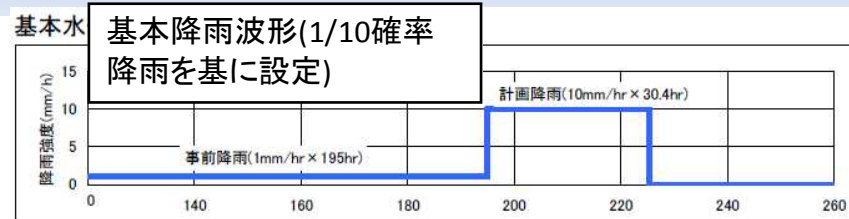
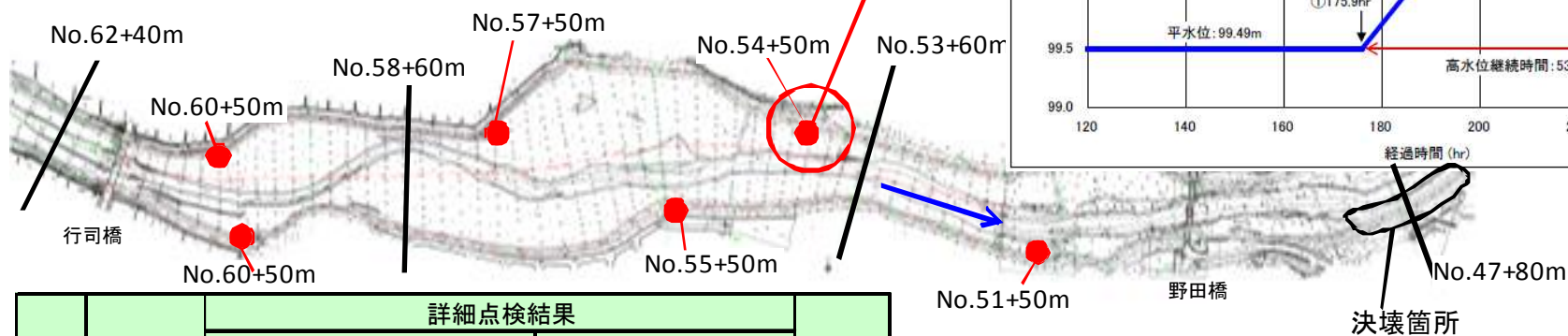
- 3-1 第2回検討会での提示内容
- 3-2 浸透破壊に関する委員指摘事項
- 3-3 浸透流解析:解析条件
- 3-4 浸透流解析:野田橋上流左岸
- 3-5 浸透流解析:決壊箇所
- 3-6 解析結果に基づく浸透破壊に関する考察

3-1 第2回検討会での提示内容：既往の検討成果

野田橋から行司橋区間は平成24年度照査
(ボーリング調査は平成22年度実施)。

照査は「河川堤防の構造検討の手引き」や滋
賀県の堤防点検マニュアル等に基づき実施さ
れている

No.54+50m地点で浸透破壊の安全度が不足



区分	検討評価	詳細点検結果							後背地
		すべり破壊				パイピング破壊			
		川裏	判定	川表 1.0以上でOK	判定	局所動水勾配 0.5以下でOK		判定	
						鉛直	水平		
R-1	No. 51+50	1.26	OK	2.46	OK	0.24	0.05	OK	農地
L-1	No. 54+50	1.07	NG	1.65	OK	0.39	0.62	NG	集落
R-2	No. 55+50	1.86	OK	2.40	OK	0.32	0.45	OK	集落
L-2	No. 57+50	2.51	OK	4.72	OK	0.09	0.24	OK	農地
R-3	No. 60+50	1.39	OK	2.02	OK	0.03	0.16	OK	農地
L-3	No. 60+50	1.56	OK	1.81	OK	0.15	0.26	OK	農地

No.54+50m地点では浸透破壊の安全度が不足しており漏水対策工等の強化策が必要。台風18号出水時に裏法面崩落等は報告されていない。

3-1 第2回検討会での提示内容：決壊箇所の特徴

各断面の河道形状をまとめると以下の通り。

・決壊箇所は一連区間内でも、特に出水等による影響が生じやすい形状であったと思われる。

一連区間は未改修区間で河床勾配は概ね1/140


 堤防安全性の観点で比較評価した時、一連区間で相対的に安全度が低いと見られる項目

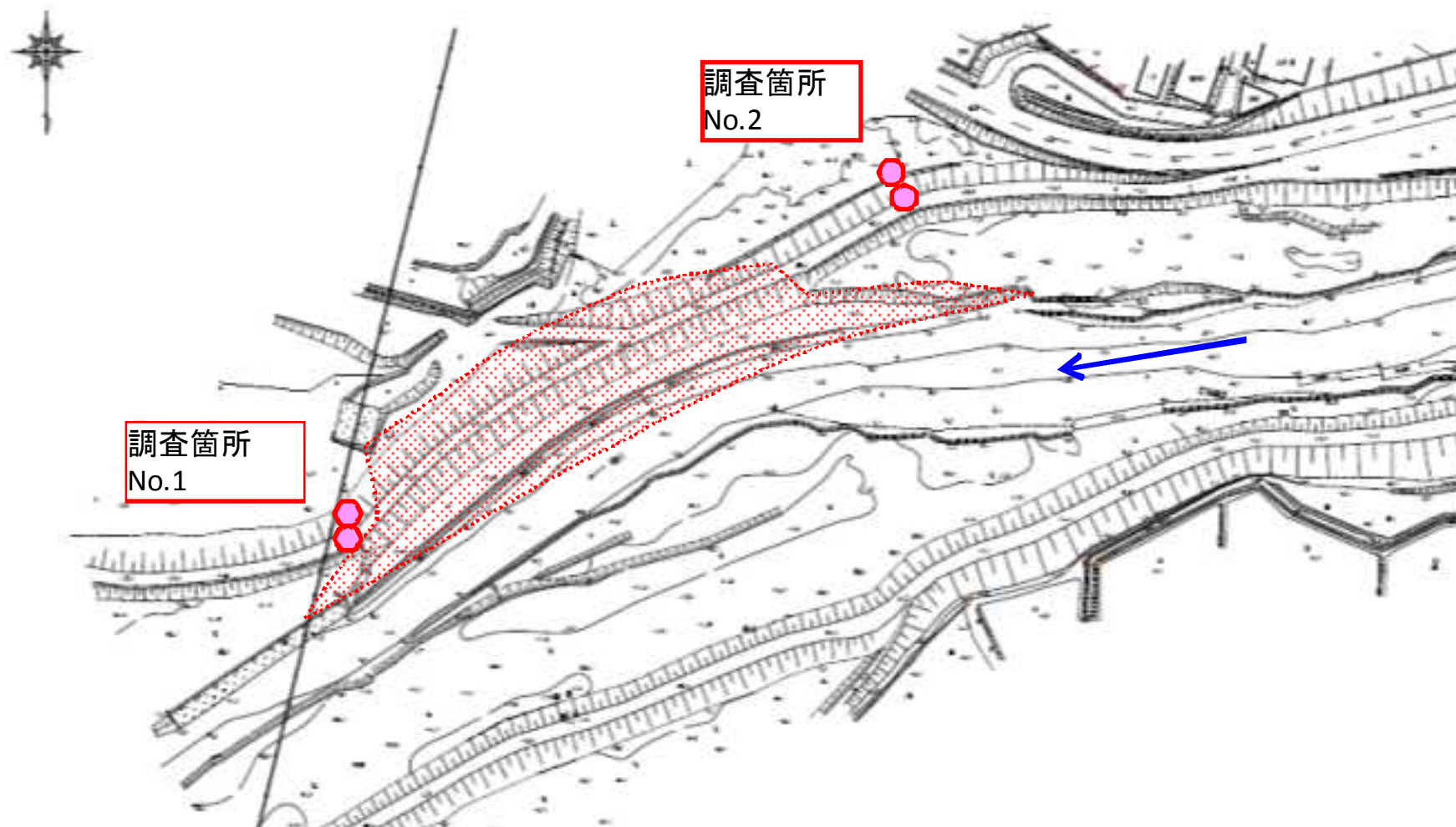
表 河道形状からみた決壊箇所の特徴把握結果まとめ表

測点	堤防高さ	堤防天端幅	堤防幅	裏法勾配	高水敷幅	平面形状	河床高	河岸	被災
No. 47+80 付近 (決壊箇所)	5.6m	3.4m	28.0m	1:2.0	5m未満	・低水路が右岸側寄り ・右岸側で堤防法線・低水路法線ともに湾曲	堤内地盤高より少し高い天井川	低水護岸有り	決壊
No. 53+60 付近	(左)5.0m (右)4.0m	(左)4.0m (右)3.8m	(左)14.6m (右)14.6m	(左)1:1.5 (右)1:2.0	20m前後	・低水路は河道の中心 ・やや狭窄部となる直線河道	左岸側堤内地盤高とほぼ同じ標高	低水護岸無し 河床低下有り	右岸側岸侵食
No. 58+60 付近	1.4m	2.2m	17.0m	1:1.0	5m前後	・低水路は左岸側寄り ・湾曲部外岸だが、堤防法線上は湾曲部内岸	堤内地盤高の方が約2m高い	低水護岸有り	なし
No. 62+40 付近	2.6m	1.2m	7.5m	(左)1:2.0 (右)1:1.0	10m前後	・低水路は河道の中心 ・狭窄部となる直線河道	堤内地盤高の方が約3m高い	低水護岸無し 河床低下有り	右岸側岸侵食

既往検討で浸透安全度不足

3-1 第2回検討会での提示内容：土質調査

決壊箇所の上下流でボーリング調査を実施



3-1 第2回検討会での提示内容：土質調査結果速報

No.1地点(下流側)

堤防は礫混り砂主体の盛土層で一部に粘性土が分布。
 N値はほとんどが10までで緩い相対密度の地層。
 沖積層は砂質土と礫質土の互層。N値はほとんどが30
 以上のよく締まった地層。
 砂質土・礫質土とも下部になるに従ってN値が大きくなる
 傾向。

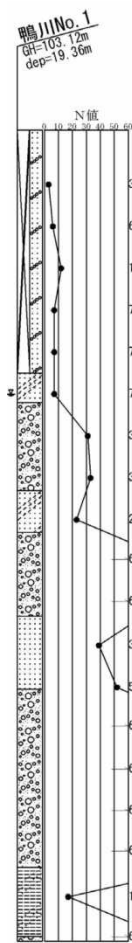
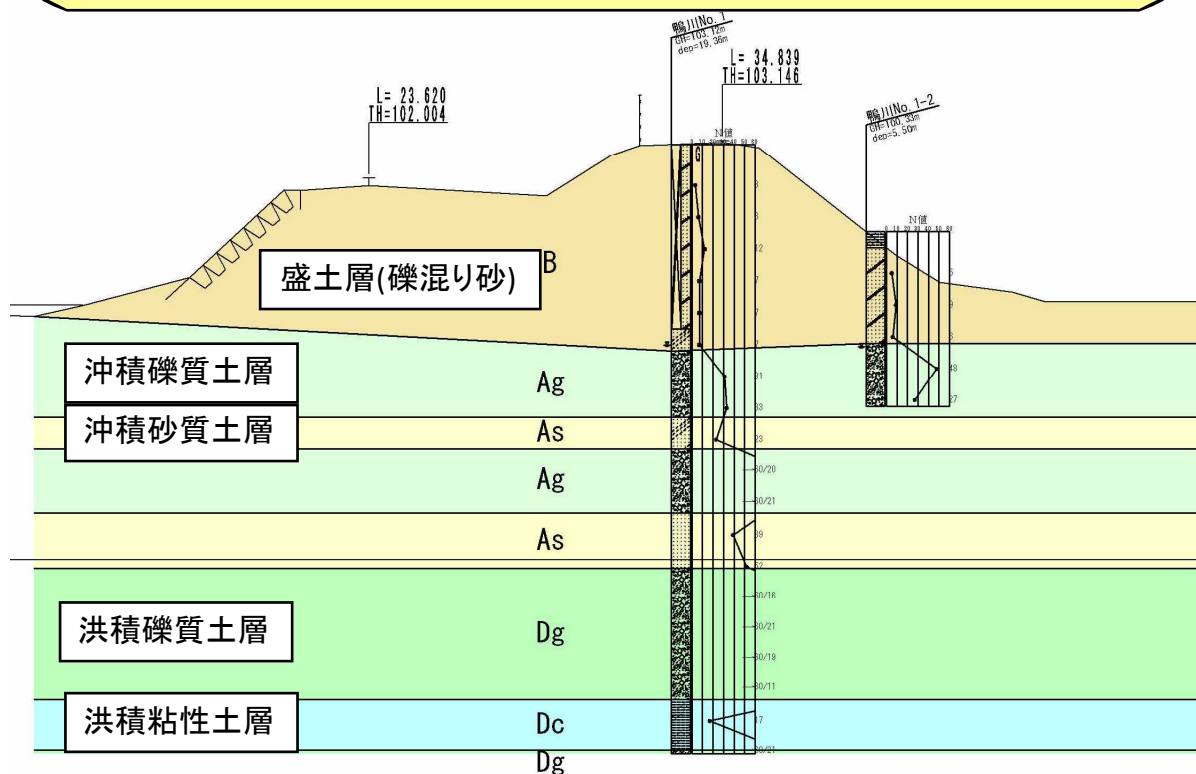


表 5.1.1(1) 鴨川 No.1 地点の地盤の地層区分表

記号	GL-m	地層	土質名	特徴						
B	5.80	盛土層	礫混り砂	0.10mまでクラッシュラン。 0.10~2.50m 細~中砂主体。 φ2~5mm程度の礫混入。 シルト少量混入。 含水少ない。						
			シルト質砂	2.50~5.80m 粗砂主体。 φ2~5mm程度の礫混入。 含水少ない。						
Ag	8.60	沖積礫質土層	砂礫	礫はφ2~5mm程度が主体。 最大礫径φ50mm程度。 砂は細~中砂主体。 含水多い。						
As	9.60	沖積砂質土層	シルト質砂	細~中砂主体。シルトが均質に やや多く混入。含水少ない。						
Ag	11.60	沖積礫質土層	砂礫	礫はφ2~5mm程度が主体。 最大礫径φ50mm程度。 砂は中~粗砂主体。 含水中位。						
As	13.35	沖積砂質土層	砂	細~中砂主体。含水中位。 12.60m~粗砂主体。 13.20~13.35m間、砂混りシルト 挟む。						
Dg	17.60	洪積礫質土層	砂礫	礫はφ5~10mm程度が主体。 最大礫径φ50mm程度。 砂は中~粗砂主体。 含水多い。						
				Dc	洪積粘性土層	砂質シルト	シルト主体。 微~細砂が混入。 非常に硬い。			
							Dg	洪積礫質土層	砂礫	礫φ2~5mm。粗砂主体。

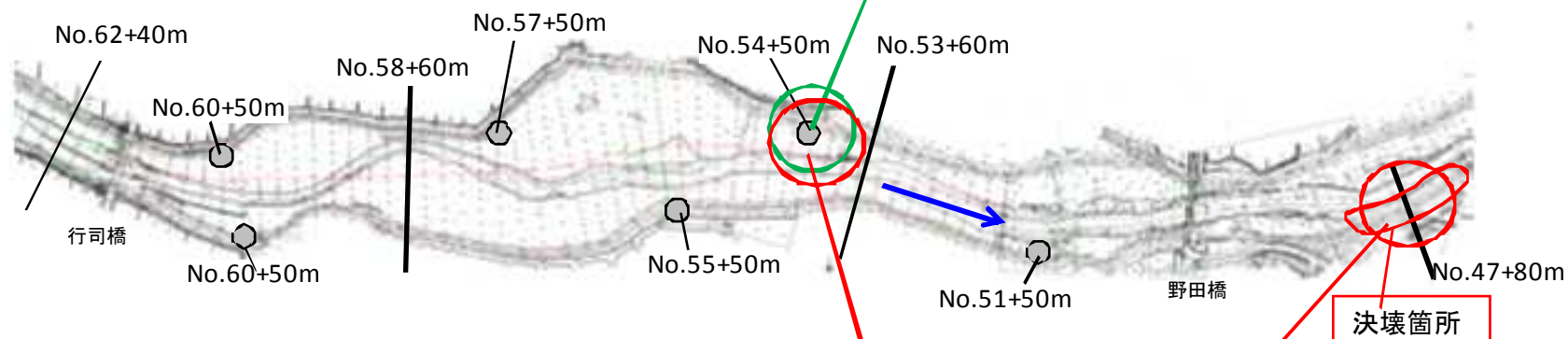
3-2 浸透破壊に関する委員指摘事項

浸透破壊に関する委員指摘事項

①浸透破壊に関してさらなる詳細検討が必要

- ・決壊箇所と野田橋上流左岸の2地点に絞り込んだ浸透流解析を行い、より詳細に浸透破壊の可能性を検討していく必要がある。

既往検討で浸透破壊の安全度が低かった
野田橋上流左岸(No.54+50m)地点



決壊箇所と野田橋上流左岸で浸透流解析を実施

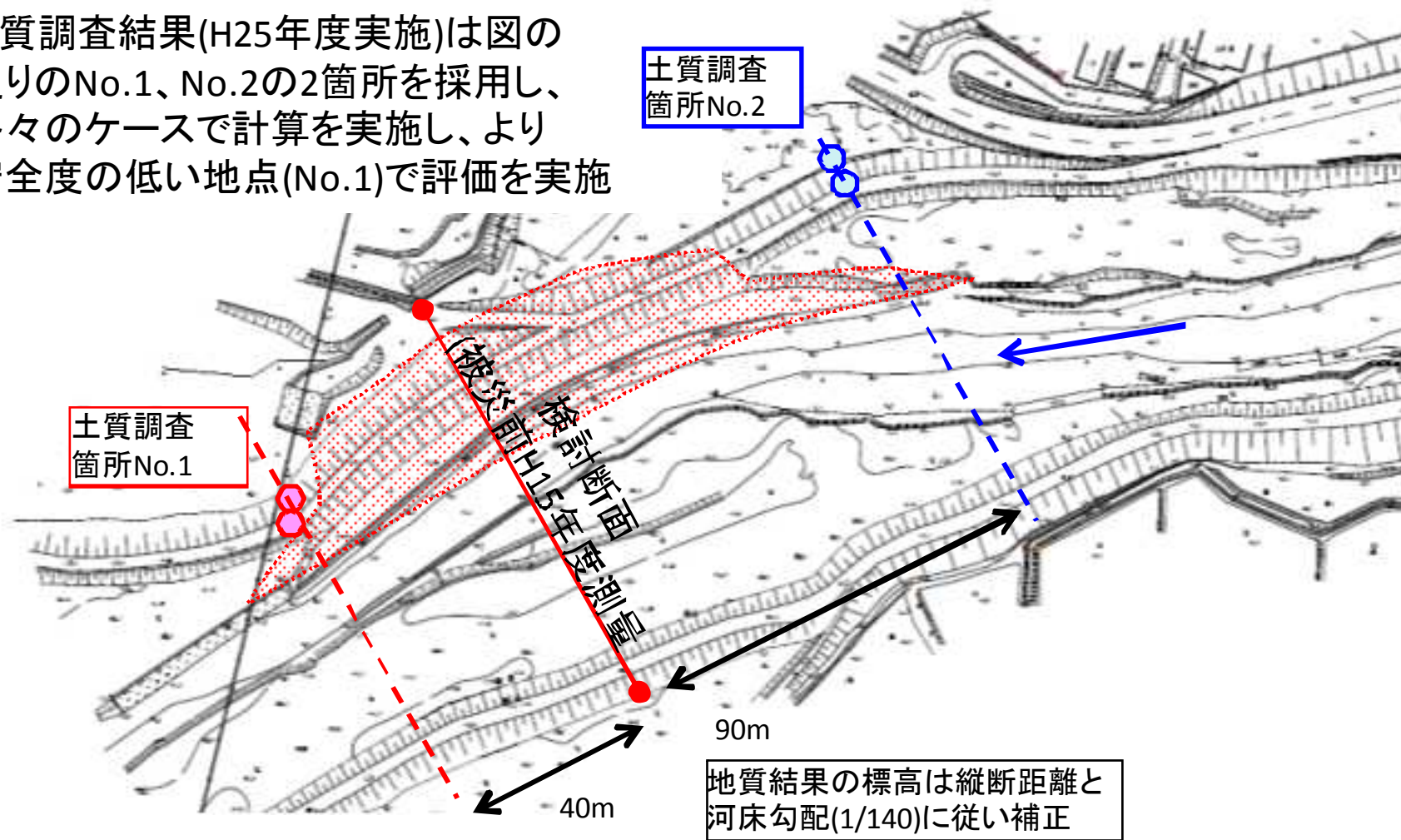
ご指摘の事項について次ページ以降の通りとりまとめた。

3-3 浸透流解析：解析条件

決壊箇所の上流でボーリング調査を実施

断面は決壊時の再現を目的とするため被災前のものを採用(H15年度測量)

- ・地質調査結果(H25年度実施)は図の通りのNo.1、No.2の2箇所を採用し、各々のケースで計算を実施し、より安全度の低い地点(No.1)で評価を実施



3-3 浸透流解析：解析条件

No.1地点(下流側)

堤防は礫混り砂主体の盛土層で一部に粘性土が分布。
 N値はほとんどが10までで緩い相対密度の地層。
 沖積層は砂質土と礫質土の互層。N値はほとんどが30
 以上のよく締まった地層。
 砂質土・礫質土とも下部になるに従ってN値が大きくなる
 傾向。

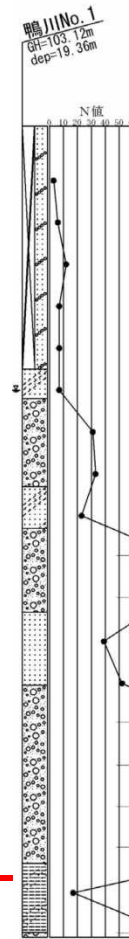
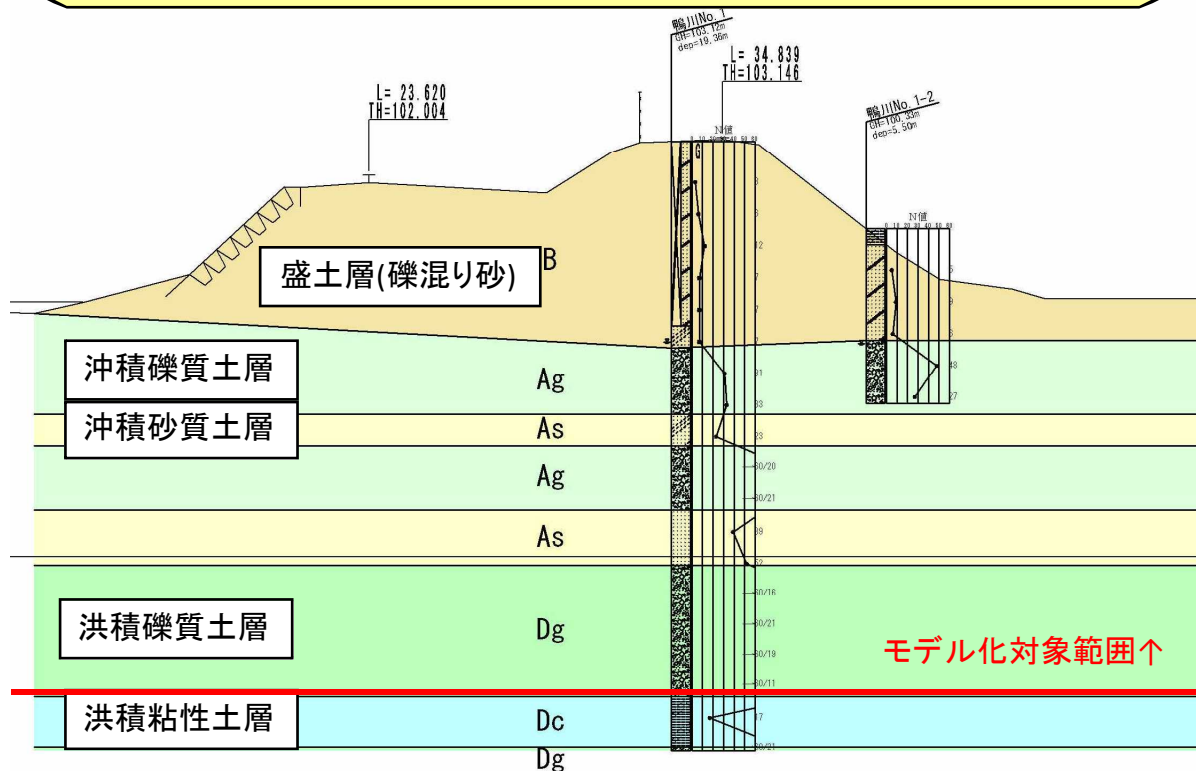


表 5.1.1(1) 鴨川 No.1 地点の地盤の地層区分表

記号	GL-m	地層	土質名	特徴
B	5.80	盛土層	礫混り砂	0.10mまでクラッシュラン。 0.10~2.50m 細~中砂主体。 φ2~5mm程度の礫混入。 シルト少量混入。 含水少ない。
			シルト質砂	2.50~5.80m 粗砂主体。 φ2~5mm程度の礫混入。 含水少ない。
Ag	8.60	沖積礫質土層	砂礫	礫はφ2~5mm程度が主体。 最大礫径φ50mm程度。 砂は細~中砂主体。 含水多い。
As	9.60	沖積砂質土層	シルト質砂	細~中砂主体。シルトが均質に やや多く混入。含水少ない。
Ag	60/20	沖積礫質土層	砂礫	礫はφ2~5mm程度が主体。 最大礫径φ50mm程度。 砂は中~粗砂主体。 含水中位。
As	60/21	沖積砂質土層	砂	細~中砂主体。含水中位。 12.60m~粗砂主体。 13.20~13.35m間、砂混りシルト 挟む。
Dg	60/16	洪積礫質土層	砂礫	礫はφ5~10mm程度が主体。 最大礫径φ50mm程度。 砂は中~粗砂主体。 含水多い。
Dg	60/21			
Dg	60/19			
Dg	60/11			
Dc	17.60	洪積粘性土層	砂質シルト	シルト主体。 微~細砂が混入。 非常に硬い。
Dg	19.25	洪積礫質土層	砂礫	礫φ2~5mm。粗砂主体。
Dg	19.36			

3-3 浸透流解析：解析条件

透水係数は信頼性が高いと考えられる現場透水試験結果を採用

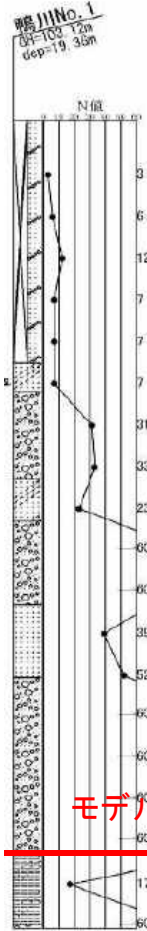
調査地点	試験深度 (GL-m)	地層	N値	試験方法	透水係数 k (m/sec)	平衡水位 (GL-m)
No. 1 (下流側)	3.00~3.00	盛土層 (B)	12	孔底法	5.04×10^{-5}	-
	7.00~8.00	沖積礫質土層 (Ag)	31	回復法	7.20×10^{-5}	6.30
No. 2 (上流側)	3.00~3.00	盛土層 (B)	7	孔底法	7.41×10^{-5}	-
	7.00~8.00	沖積礫質土層 (Ag)	29	回復法	1.02×10^{-4}	5.10

透水係数 k (m/s)						
10 ⁻¹¹ 10 ⁻¹⁰ 10 ⁻⁹ 10 ⁻⁸ 10 ⁻⁷ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁵ 10 ⁻⁴ 10 ⁻³ 10 ⁻² 10 ⁻¹ 10 ⁰						
透水性	実質上不透水	非常に低い	低い	中位	高い	
対応する土の種類	粘性土 {C}	微細砂, シルト, 砂-シルト-粘土混合土 {SF} [S-F] {M}		砂および礫 {GW} {GP} {SW} {SP} {G-M}	清浄な礫 {GW} {GP}	
透水係数を直接測定する方法	特殊な変水位透水試験	変水位透水試験			定水位透水試験	特殊な変水位透水試験
透水係数を間接的に推定する方法	圧密試験結果から計算	なし		清浄な砂と礫は粒度と間隙比から計算		

3-3 浸透流解析：解析条件

堤体のc,φは周辺の地質調査との比較結果から概ね等しいと考えることが可能
 → 周辺の既往三軸圧縮試験結果を参考に設定。
 基礎地盤のφはN値を基に道路橋下部構造設計指針による推測式※を参考に設定。

表 5.7.3(1) 鴨川 No.1 地点の地盤定数提案値



深度 GL-m	地層	平均 N値	単位体 積重量 γ (kN/m³)	粘着力 c (kN/m²)		内部摩擦角 φ (°)		変形係数 E (MN/m²)
				I 式	II 式※	I 式	II 式※	
3								
6	B	7	17	0	31.8	25.2	4.9	
12								
6.50								
31	Ag	32	20	0	37.1	36.9	22.4	
8.60								
23	As	23	18	0	35.1	33.5	16.1	
39								
11.60	Ag	60	20	0	39.4	45.0	42.0	
52								
13.35	As	35	19	0	36.4	37.9	24.5	
60/16								
60/21	Dg	60	20	0	38.4	45.0	42.0	
40/19								
60/11								
17	Dc	32	18	200.0	0	0	22.4	
19.25								
19.35	Dg	60	20	0	37.7	45.0	42.0	

※B層は砂質土層とした。
 ※算定式等で求めた土質定数は小數点2桁以下を切捨てとした。

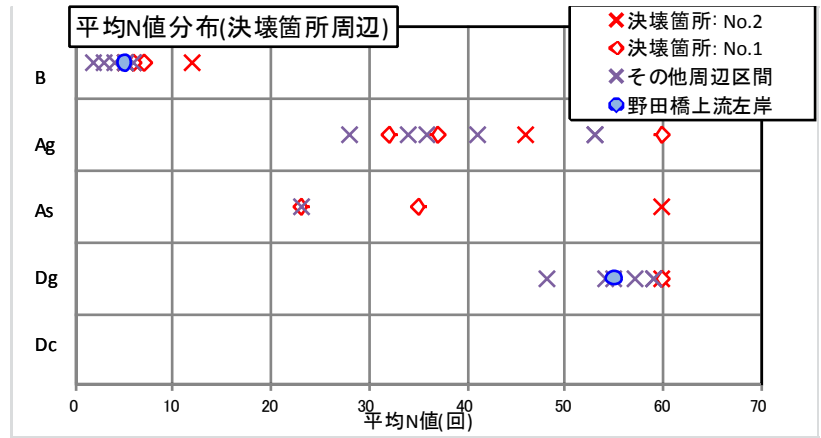
表 5.7.3(2) 鴨川 No.1-2 地点の地盤定数提案値



深度 GL-m	地層	平均 N値	単位体 積重量 γ (kN/m³)	粘着力 c (kN/m²)		内部摩擦角 φ (°)		変形係数 E (MN/m²)
				I 式	II 式※	I 式	II 式※	
0.50	B	-	17	-	-	-	-	
3.50	B	6	17	0	31.3	24.4	4.2	
5.50	Ag	37	20	0	39.2	38.5	25.9	

※B層は粘性土層と砂質土層の2層に区分した。
 ※算定式等で求めた土質定数は小數点2桁以下を切捨てとした。

堤体を構成する盛土層に関しては、
 周辺の地質調査との比較結果と、
 概ね等しいと考えることが可能であるため、
 周辺の三軸圧縮試験結果を参考にc,φを設定



※φ = √15N + 15

3-3 浸透流解析：解析条件

野田橋上流左岸地点の解析条件を設定した。

堤体のc,φは三軸圧縮試験結果を採用
 (周辺試験結果の最低値・最大値を用いた解析も実施)
 基礎地盤のφはN値を基に道路橋下部構造設計指針による推測式※を参考に設定。



図 対象地点位置(No.54+50m)

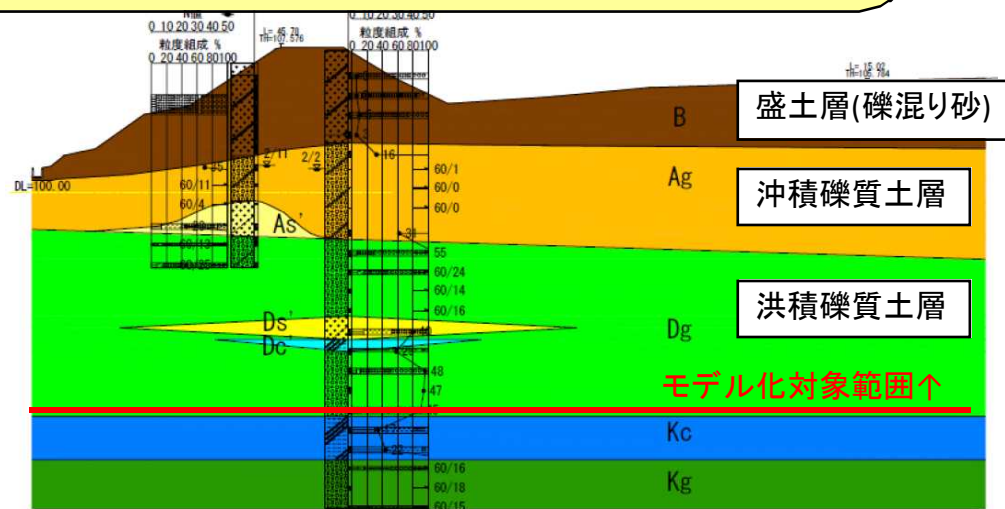


表 土質定数(No.54+50m) 図 地質調査結果(No.54+50m)

土層 記号	区分	土質記号	平均N値 (N値範囲)	単位体積 重量 (γ (kN/m ³))		強度定数(C, ϕ)						透水係数 (k_v (m/s))			
				試験値		採用値		試験値		採用値		試験値		採用値	
				C (kN/m ²)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	ϕ (°)	試験値	採用値	採用値	
B	堤体	堆積土	3 (2~5)	19.5	18.5	CO	0.0	34.2	-	29.2	1	34.2	3.3×10^{-4} (室内)	5.2×10^{-4} ~ 1.4×10^{-3}	2.0×10^{-4}
Ag	基礎地盤	堆積土	36 (16~60)	-	20	-	-	-	-	28.7	-	28	-	-	4.0×10^{-4}
As	基礎地盤	砂質土	23 (23~60)	-	18	-	-	-	-	28.9	-	28	-	1.1×10^{-4}	1.0×10^{-4}
Dg	基礎地盤	堆積土	55 (45~60)	-	20	-	-	-	-	28.2	-	28	9.8×10^{-5} (現場)	5.9×10^{-5} ~ 2.3×10^{-4}	1.0×10^{-4}

※ $\phi = \sqrt{15N} + 15$

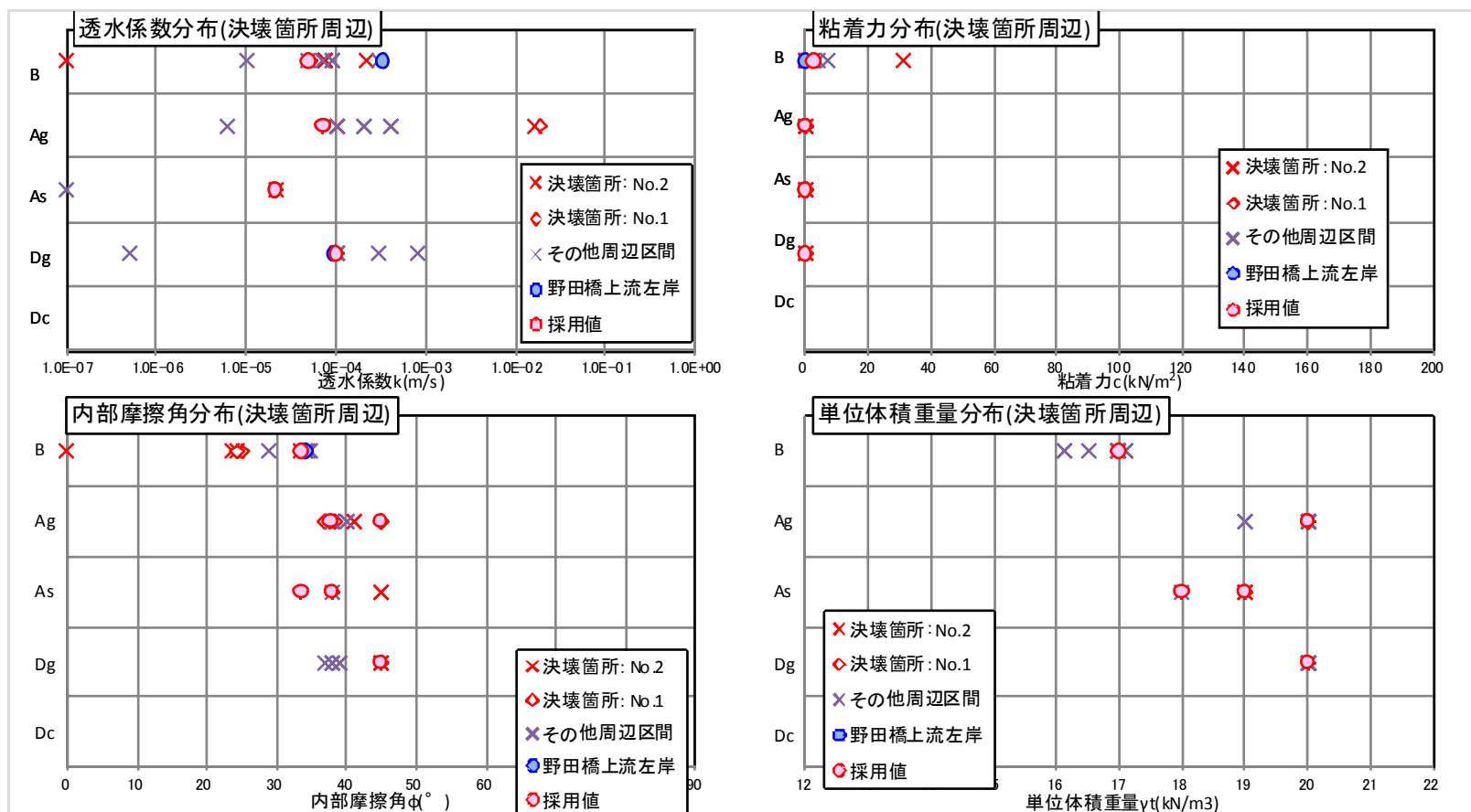
3-3 浸透流解析：解析条件

浸透流解析実施にあたっての土質定数を整理した。

既往の調査結果と比較して概ね同様の地質結果とみることが可能。

→ 既往検討と同様に k 、 γ は試験値を採用。堤体の c 、 ϕ は三軸圧縮試験結果を採用
(周辺試験結果の最低値・最大値を用いた解析も実施)

基礎地盤の ϕ はN値を基に道路橋下部構造設計指針による推測式※を参考に設定。



※ $\phi = \sqrt{15N} + 15$

3-3 浸透流解析：解析条件

浸透流解析実施にあたっての外力条件を設定した。

○降雨条件

流域内上流地点に位置し、対象流域を代表するガリバー地点降雨(実績値)を採用

○水位条件

水位波形を貯留関数法により再現し設定。
ピーク流量は合理式と整合。痕跡水位と良好に一致。

パラメータ調整の考え方

ピーク流量が合理式算出結果と整合するようにKを中心に調整。

飽和雨量は滋賀県他流域での設定状況を参考に設定。

その他のパラメータは一般値を基に必要なに応じて微調整

表 貯留関数法パラメータ

K:	39.692	Rsa:飽和雨量	200.000
P:	0.333	RL:損失雨量	0.000
Tl:遅滞時間	1.000	QB:基底流量	2.000
f1:一次流出率	0.500	A(km2):	36.220

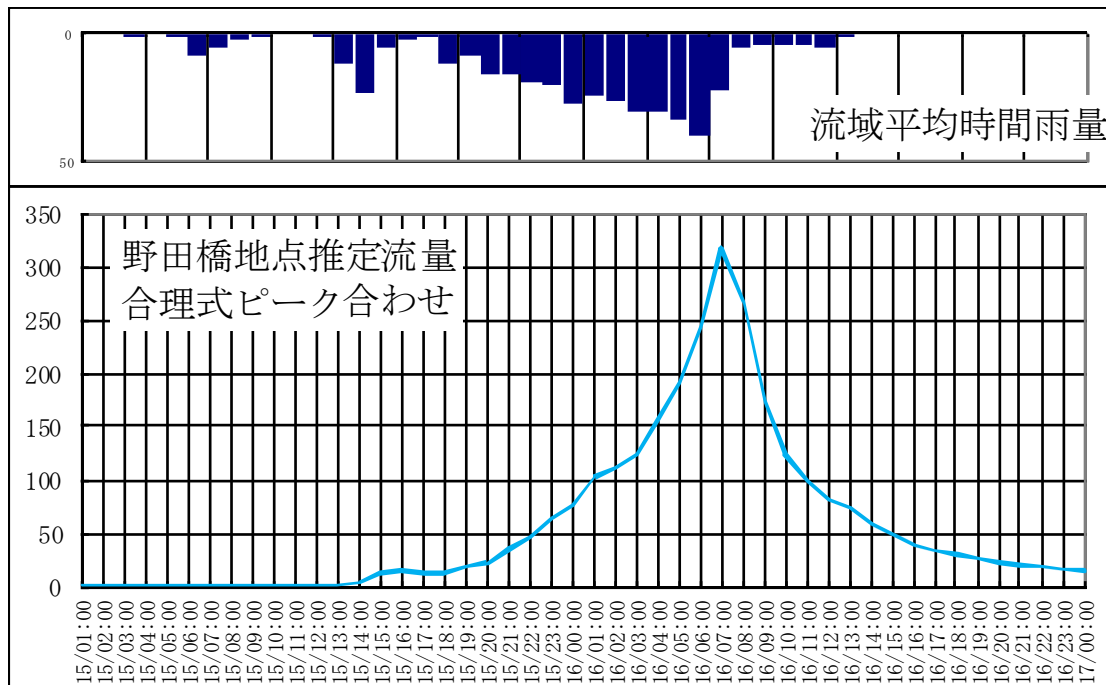


図 貯留関数法による平成25年台風18号出水時流量再現結果

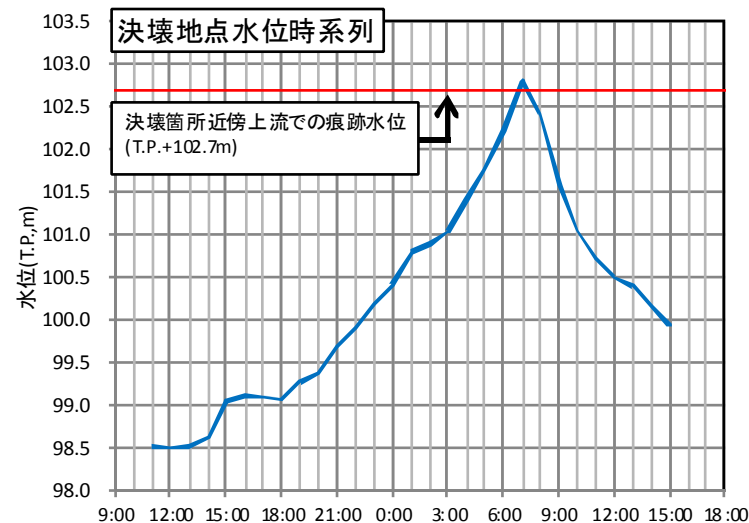


図 再現水位検証結果(痕跡水位)

3-4 浸透流解析：野田橋上流左岸

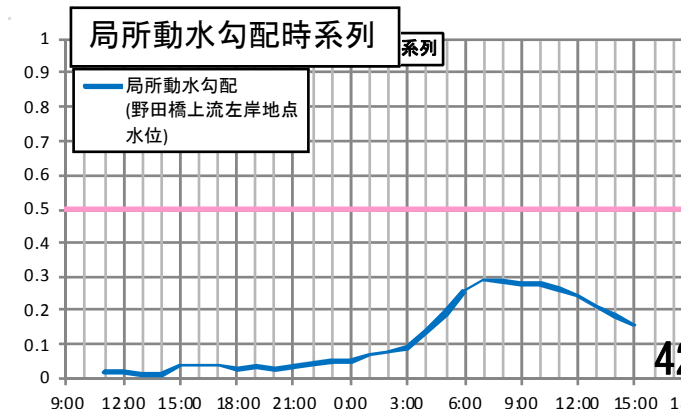
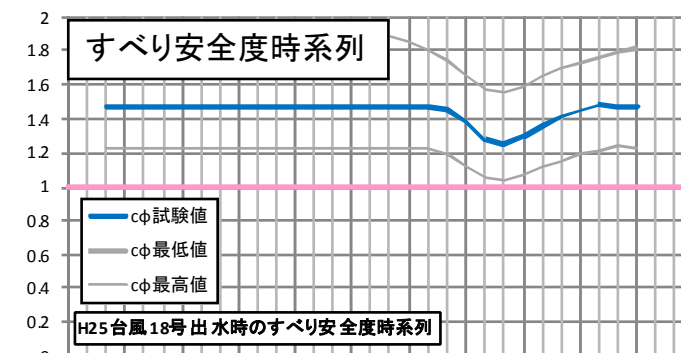
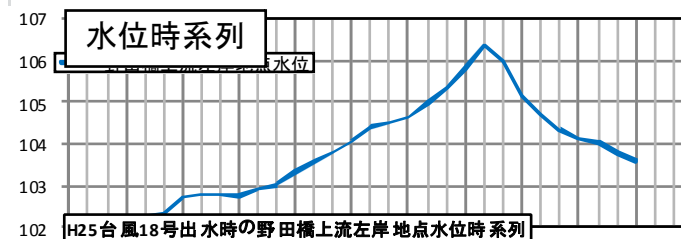
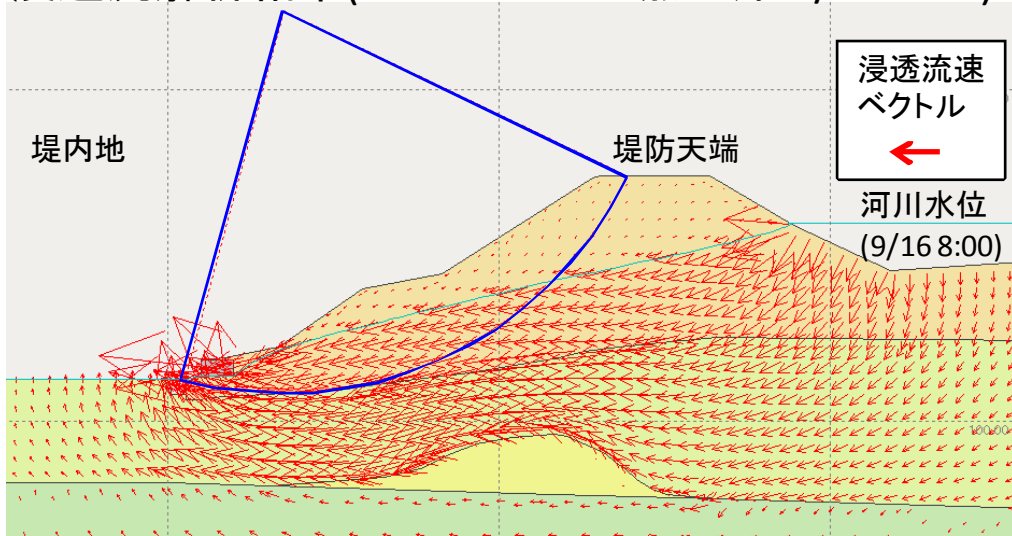
野田橋上流地点での浸透流解析を実施した。

台風18号出水時の外力条件では、既設のカゴマットの効果もありすべり、パイピングともに基準内に収まり破壊には至らない結果。



野田橋上流左岸にはカゴマットが設置されており、常時漏水が確認されている

浸透流解析結果(No.54+50m地点左岸 9/16 8:00)

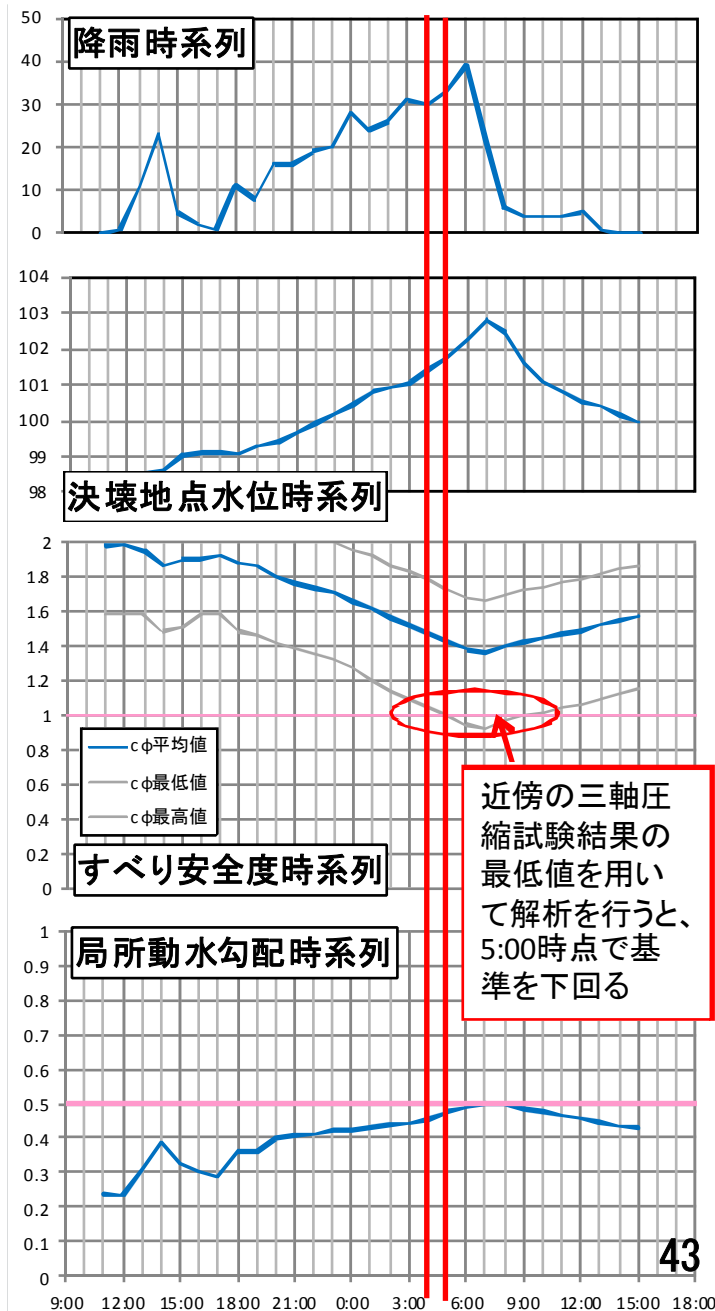
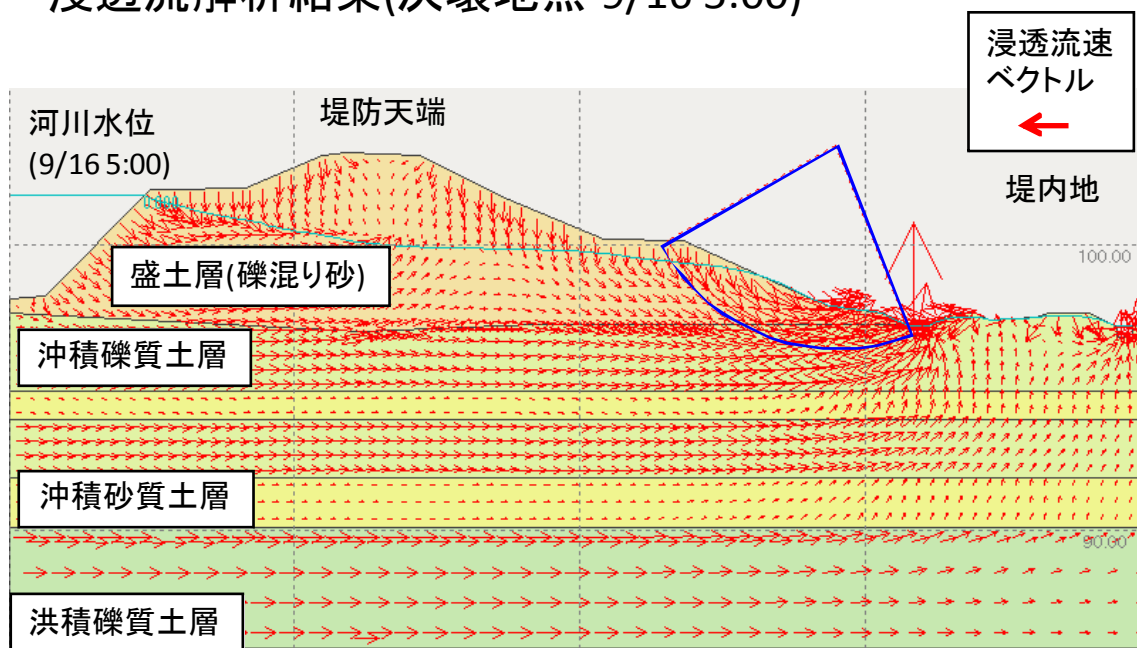


3-5 浸透流解析：決壊箇所

決壊地点での浸透流解析を実施した。

近傍の三軸圧縮試験結果から平均的な定数を設定した場合、すべりに対する安全性が維持される結果となったが、土質の状況によってはすべり破壊の基準を下回る結果となっている。

浸透流解析結果(決壊地点 9/16 5:00)



3-6 解析結果に基づく浸透破壊に関する考察

野田橋上流左岸地点

以前より漏水の指摘があった地点であるが、台風18号出水時に特筆すべき変状は報告されていない※。

台風18号出水時の外力を用いた浸透流解析結果からは、すべり破壊、パイピング破壊に対する安全性は維持される結果となった。

決壊箇所

台風18号出水以前に近傍で漏水等の変状は報告されていない。

台風18号出水時の外力を用いた浸透流解析結果からは、すべり破壊、パイピング破壊に対する安全性は概ね維持される結果であるが、土質状況によってはすべり破壊が発生する可能性がある結果となった。

野田橋上流左岸では安全性が維持される結果なのに対して、決壊箇所では場合によってはすべり破壊が発生する可能性がある結果となった。

したがって、浸透破壊のみによる決壊の可能性は高くはないが、すべり破壊の可能性は否定できない。

ただし、本浸透流解析は堤防形状に変状がないことを前提としたものであり、侵食破壊による堤防損壊があった場合に浸透の影響により破壊が促進され決壊に至った可能性は十分に考えられる。

浸透破壊が決壊の直接的原因となった可能性は高くはないが、決壊に影響を及ぼした可能性はあると考えられる。

※漏水発生等の比較的小規模の変状発生の可能性はあるが、すべり等の地形変状は確認されていない。

4 侵食破壊・浸透破壊の可能性 についての考察

4 侵食破壊・浸透破壊の可能性についての考察

侵食破壊について

狭窄部や湾曲部では大きな掃流力が発生したが、**根固ブロック設置箇所**の被害は比較的軽微。

一方で**護岸のみ整備の区間**では、大きな掃流力が長時間発生し、護岸被災により**堤体・高水敷**が著しく侵食されるほど被害が拡大

決壊箇所では根固ブロックは部分的整備。護岸のみ整備区間と同様に護岸被災が発生し、**堤体・高水敷**が侵食された結果、**堤防決壊**に至った可能性が考えられる。

浸透破壊について

台風18号出水時の外力条件では、浸透のみによる堤体破壊の可能性は低いですが、一連区間の中で**浸透への耐性が比較的弱い箇所**と考えられる。

浸透破壊が決壊の直接的原因となった可能性は高くはないが、**決壊に影響を及ぼした可能性はある**と考えられる。

決壊箇所の横断面的特徴

高水敷幅が5m未満と狭く、堤防高さが5.6mと高いため、出水時の**侵食**あるいは**浸透**の影響を受けやすい形状といえる。

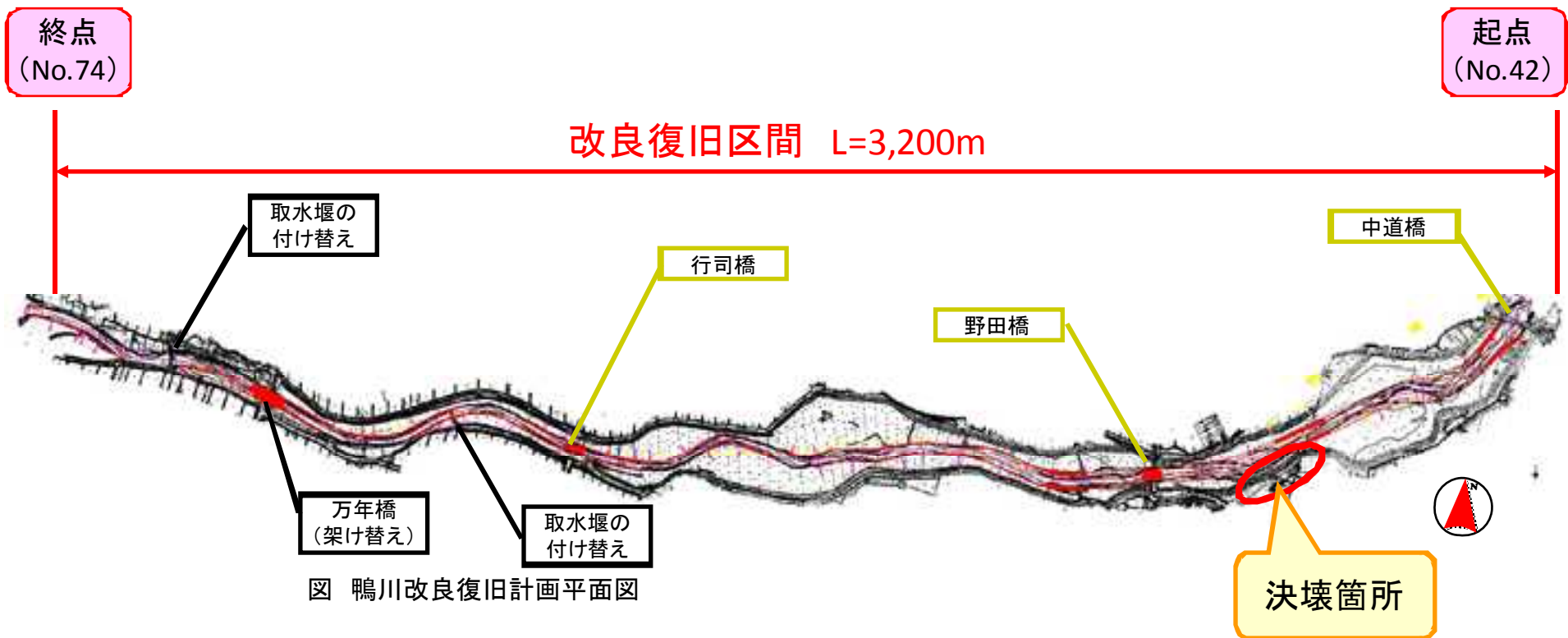
侵食・浸透のいずれかの要因によりひとたび堤体破壊が開始すると、**両方の要因**により堤体破壊が加速される可能性がある。

長時間の出水に由来した**河床洗掘**による護岸被災発生および堤体侵食と、堤体断面積の減少に伴う**浸透破壊**の2つの要因による**複合的な決壊の可能性**が考えられる。

5 復旧方法の説明

5 復旧方法の説明

平成25年台風18号出水での被災を受けて、再度災害防止のため、鴨川河川災害復旧助成事業を実施していく。

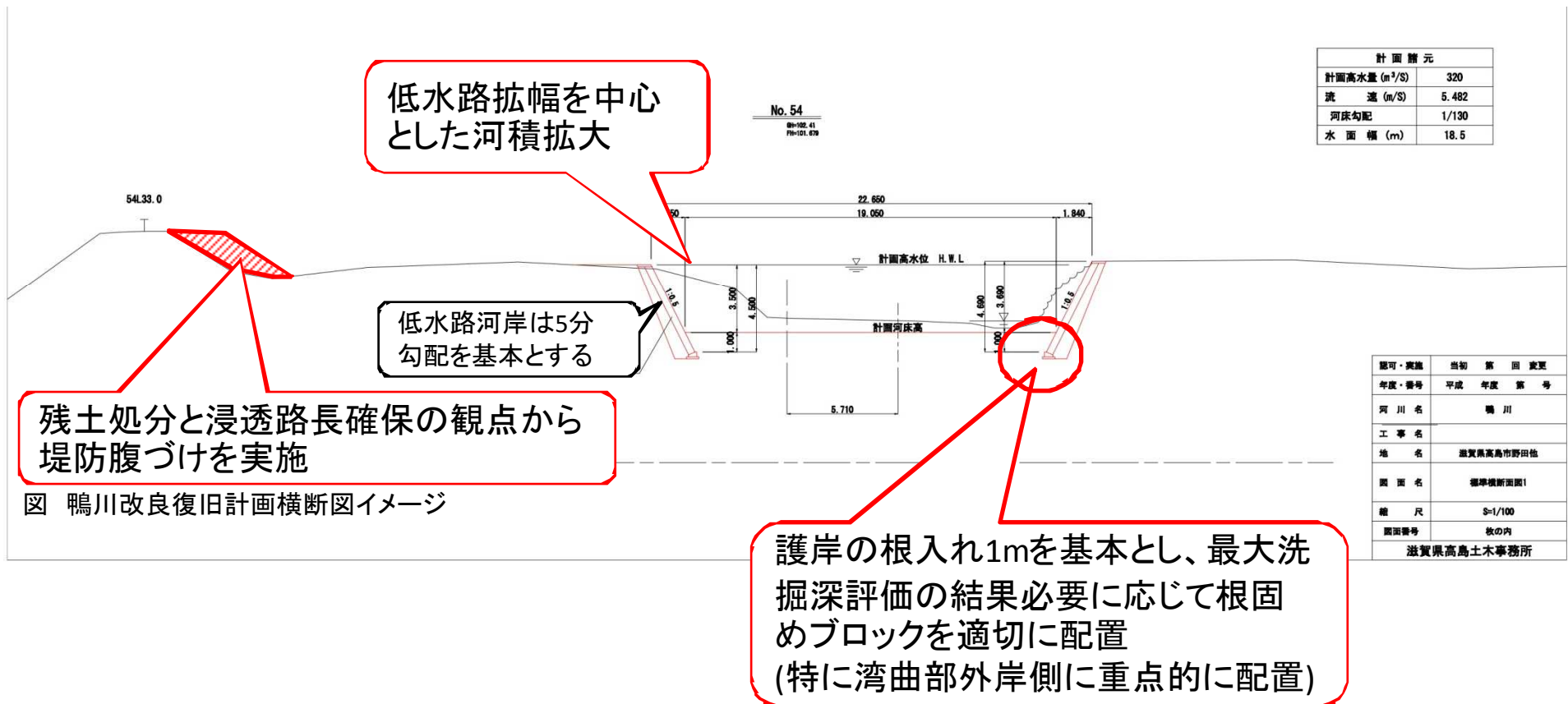


鴨川はNo.42までは改修済である(1/10確率)。台風18号の被災流量が概ね河川整備計画1/10レベルと同規模であったため、河川整備計画を踏襲して改良復旧を行うことにより洪水被害を解消し、再度災害の防止を図る。

5 復旧方法の説明

河道設定の考え方は基本的に以下の通りとし、多自然川づくりアドバイザーと協議しながら現在詳細検討中である。

- ・流下能力確保策：低水路拡幅を中心とした河積拡大
- ・河床洗掘対策：護岸の根入れ1mを基本とし、最大洗掘深評価の結果必要に応じて根固めブロックを適切に配置(特に湾曲部外岸側に重点的に配置)



※当該図面は現在検討中の復旧設計のイメージであり変更される場合がある

5 復旧方法の説明

特に決壊箇所周辺では、侵食・浸透への十分な強度を確保するため、高水敷幅の確保と矢板打設を含めた対策を現在検討中である。



図 鴨川改良復旧計画平面図イメージ(決壊箇所周辺)

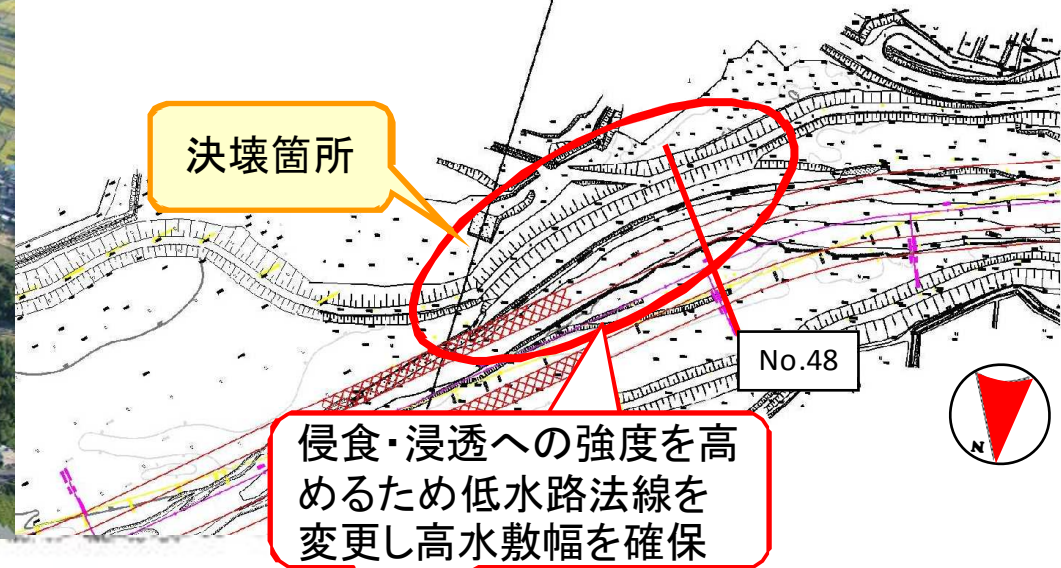


図 鴨川改良復旧計画横断図イメージ(決壊箇所:No.48)

※当該図面は現在検討中の復旧設計のイメージであり変更される場合がある