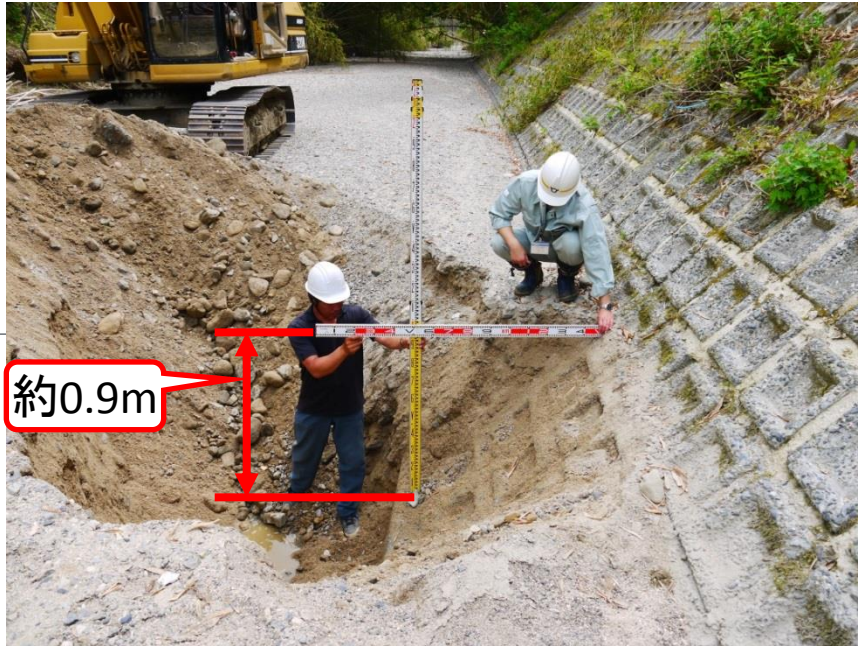


4 侵食破壊に関する詳細検討

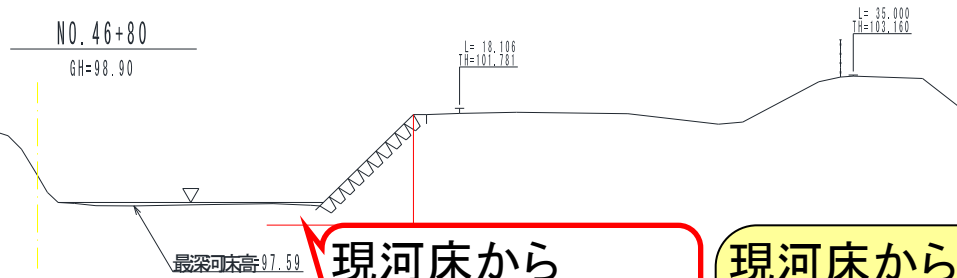
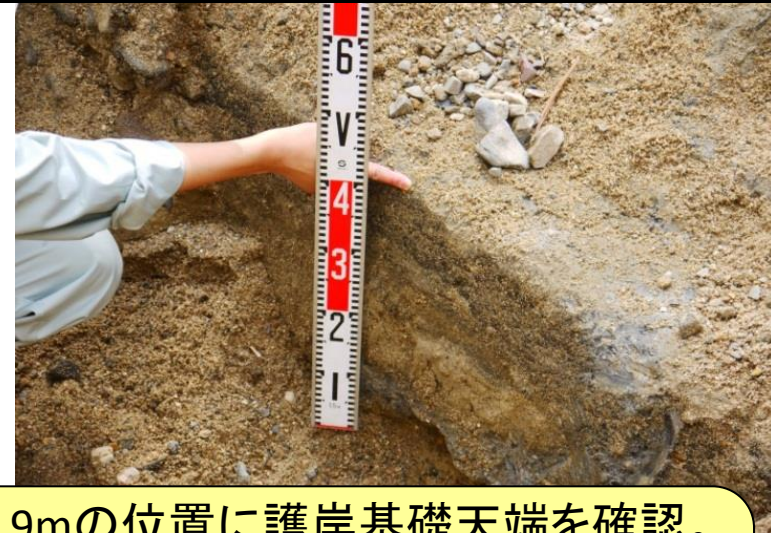
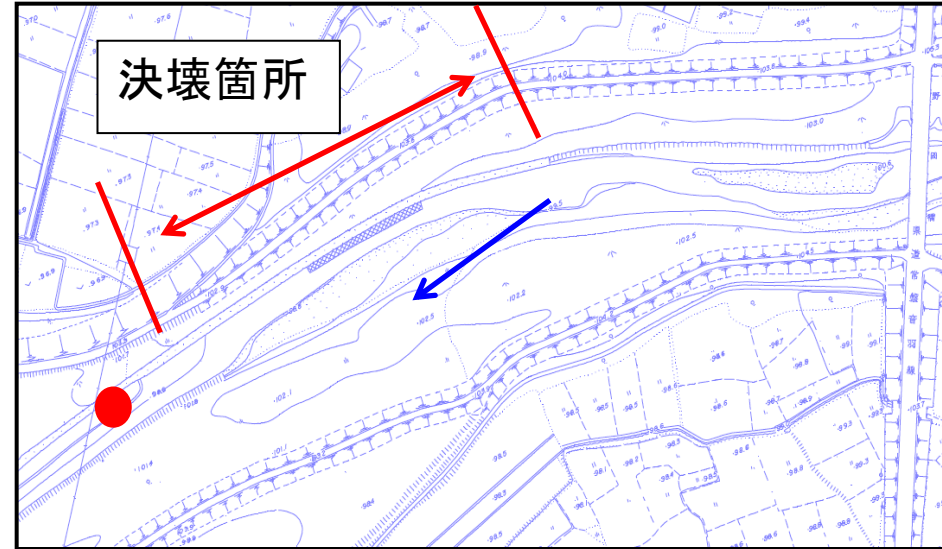
- 4 -1 根入れ調査
- 4 -2 一連区間の被災状況の分析
- 4 -3 洪水流再現解析
- 4 -4 調査・解析結果に基づく侵食破壊に関する考察

4-1 根入れ調査

決壊箇所周辺の根入れ調査を実施した。



約0.9m



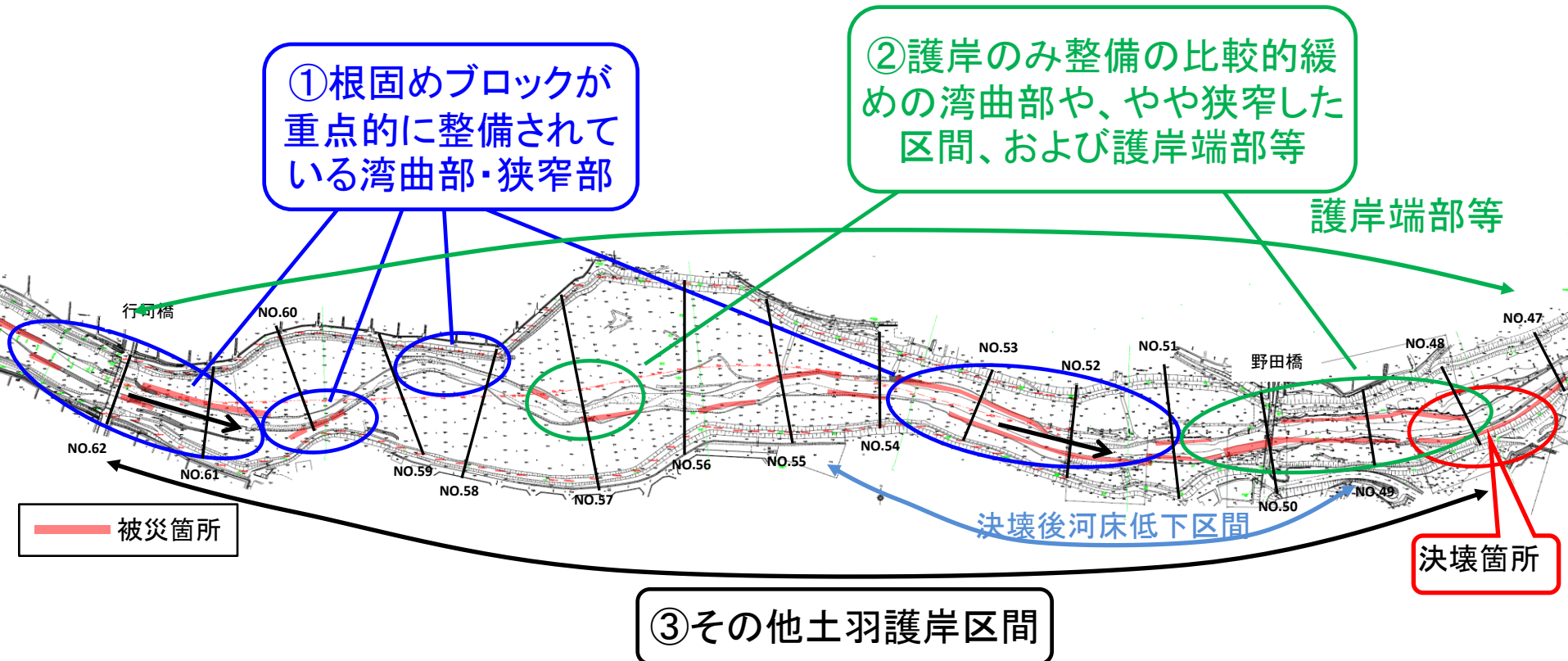
現河床から
約0.9m

現河床から約0.9mの位置に護岸基礎天端を確認。従来から護岸基礎は河床から1mの位置とする基準で運用してきており概ね一致する。ただし、当該箇所
の出水前及び出水中の河床高は不明である。

4-2 一連区間の被災状況の分析

決壊箇所への侵食破壊について検討するに際し、参考となる一連区間の被災状況を分析した。
その際以下の3つに分類し特徴を把握した。

- 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
- ③その他土羽護岸区間※



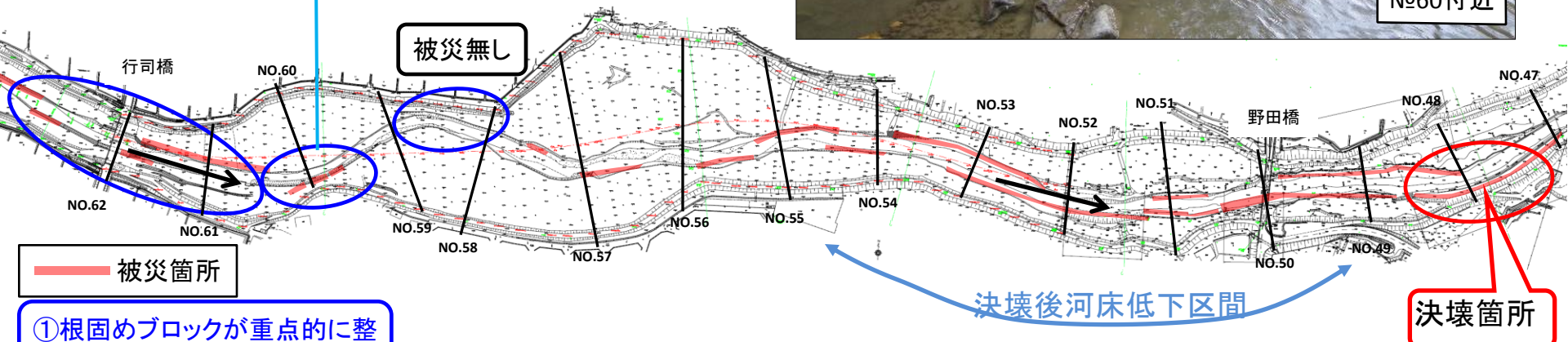
※③その他土羽護岸区間についてはまとめ資料からは割愛

4-2-1 連続区間の被災状況の分析

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、根固めブロックや護岸の被災が確認されるも、**高水敷や堤体の侵食が少なく、比較的軽微な被災状況**といえる。根固めブロックが有効に機能したものと見られる。

根固めブロックが有効に機能し、高水敷や堤体の著しい侵食は見られない。



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

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

4-2 ブロック沈下状況に基づく検証

湾曲部の護岸ブロックのサイズ・傾きの角度から、ブロック整備時から最大1.4mの河床低下発生の可能性が考えられる。

護岸の根入れは1m程度と考えられることから、決壊箇所でも同様の河床低下が発生したと考えることも可能である※。

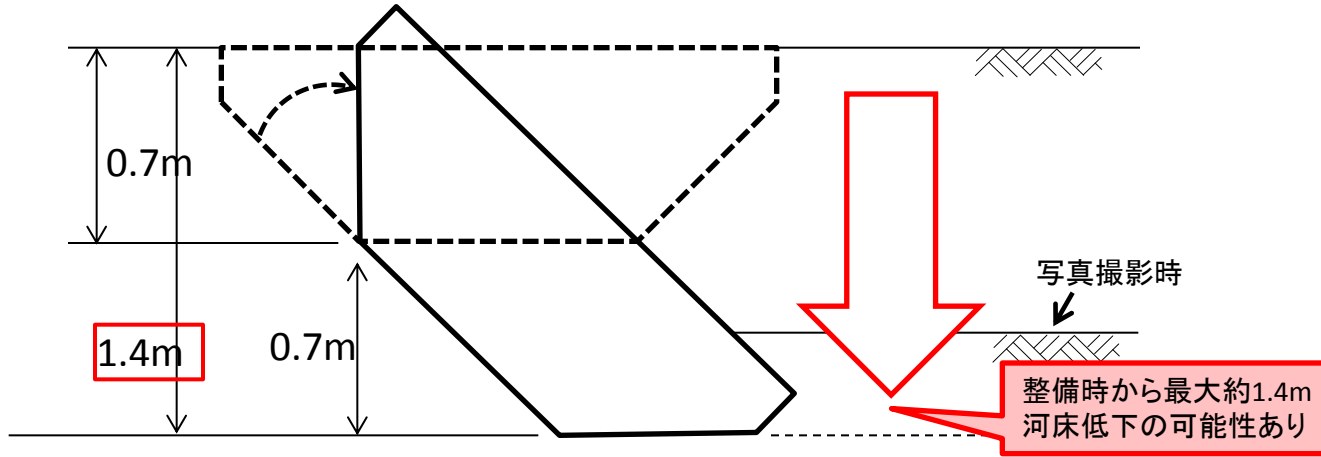


図 ブロックのサイズ・傾きの角度から推定される河床低下量

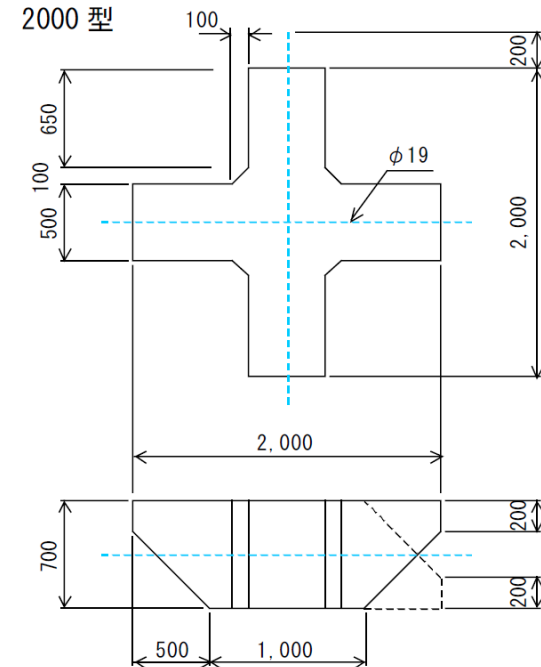


図 ブロック諸元(メーカー資料)

※整備時からの河床低下量であり、平成25年台風18号出水時の河床低下量との関係については不明

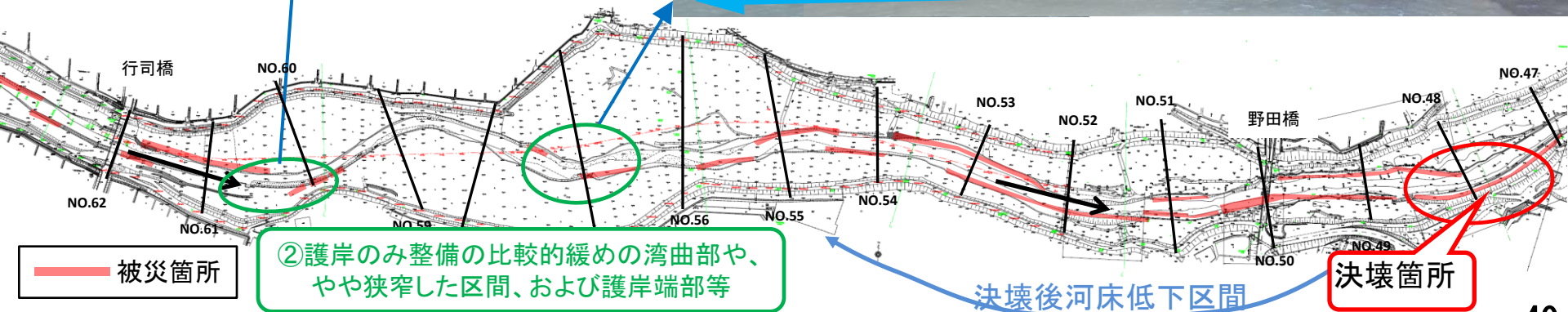
4-2 一連区間の被災状況の分析

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

護岸のみ整備区間では、河床洗掘由来の被災を中心に護岸めくれとみられるものも複数確認。よく見られる護岸の欠損や滑落(河床洗掘により出水後期に発生)と比較して、**高水敷や堤体の著しい侵食が発生し、比較的大きな被災状況といえる。**このような被災は、**出水が長時間に及んだため河床洗掘による護岸被災後も河岸に大きな掃流力が働き侵食が進行したためと考えられる。**



高水敷・堤体の侵食が著しい。



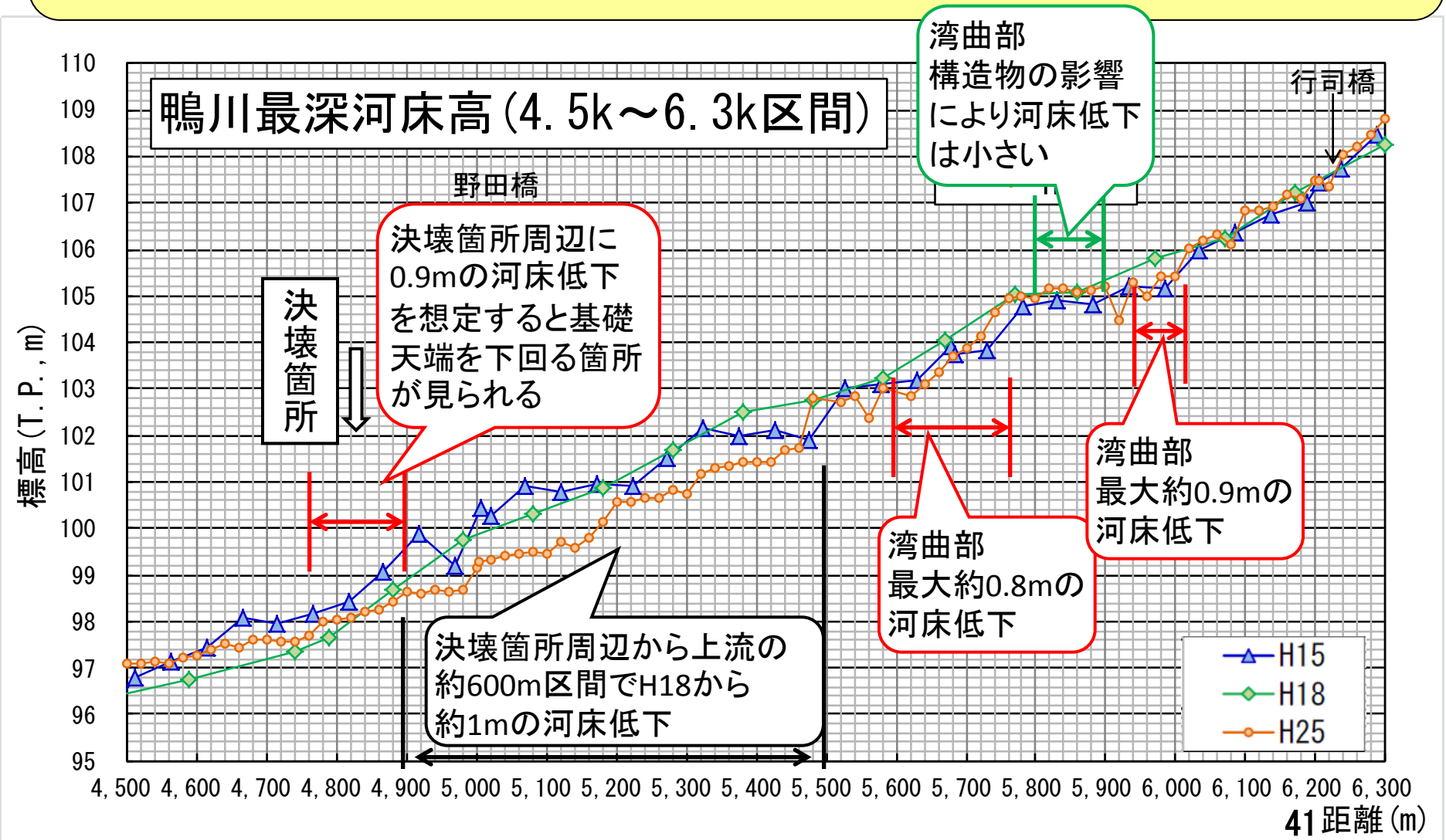
②護岸のみ整備の比較的緩めの湾曲部や、やや狭窄した区間、および護岸端部等

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

4-2 湾曲部の河床低下に関する検証

上流湾曲部での河床低下量(H18測量～H25測量の間の低下量)は最大で約0.9mとなっており、同程度の河床低下が決壊箇所が発生したとすると基礎天端を下回る箇所も見られる。



4-2 一連区間の被災状況の分析

一連区間の被災状況分析のまとめ

狭窄部や湾曲部の状況

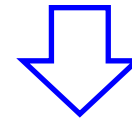
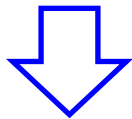
重点的に根固めブロックが整備されている狭窄部や湾曲部では、根固めブロックや護岸の被災が確認されるも、高水敷や堤体の侵食が少なく、比較的軽微な被災状況といえる。

その他の区間の状況

護岸のみ整備区間では、護岸被災に加えて高水敷や堤体の著しい侵食が発生し、比較的大きな被災状況といえる。

→ 長時間出水により護岸被災後も河岸に大きな掃流力が働いたためと考えられる。

その他の土羽護岸区間でも被災が見られるが、ただちに堤防決壊につながる可能性は低い区間と考えられる。



全体的に著しく大きな流体力や掃流力が長時間働いた。

特に護岸のみ整備の区間では、出水が長時間に及んだことで河床洗掘由来の護岸被災が発生し、その後も河岸に大きな掃流力が働いたため、被災が拡大したと考えられる。

4-3 洪水流再現解析

鴨川一連区間の洪水時の状況を把握するため、洪水流再現解析を実施した。

対象区間: 鴨川の整備済区間や掘込区間を除く区間
(以下、「一連区間」という)

解析方法: 高水敷流れの影響や局所的な掃流力の評価等が可能な平面二次元洪水流解析

評価方法: 洪水時の流速・掃流力の平面分布を把握し、台風18号出水時の決壊・護岸被災等への影響を評価

掘込区間
のため対象外

整備済区間で
十分な河積がある
ため対象外

No.58+60m
No.47+80m
No.62+40m
No.53+60m

決壊箇所

落差工

一連区間
未整備の築堤区間の
うち、決壊地点に類似
する断面を抽出

浸水実績範囲

1000 0 1000 2000 3000m

N
S
43

4-3 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

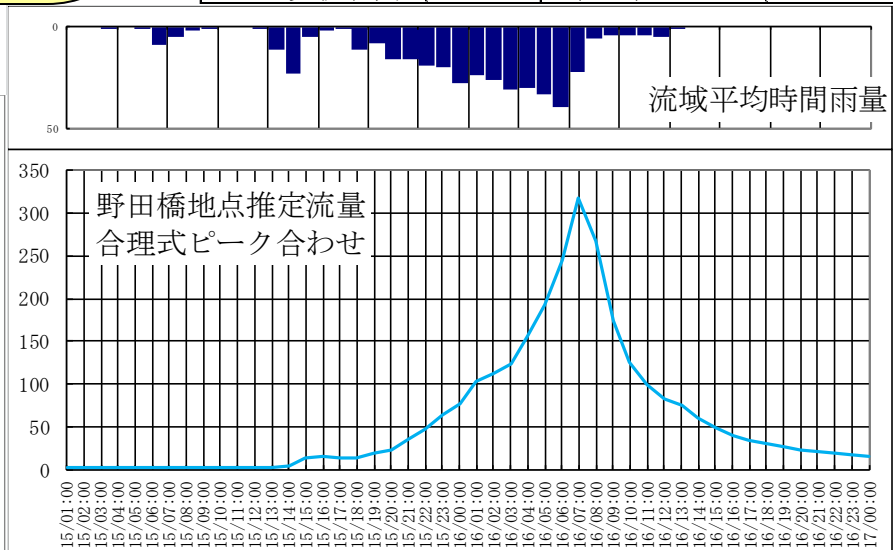
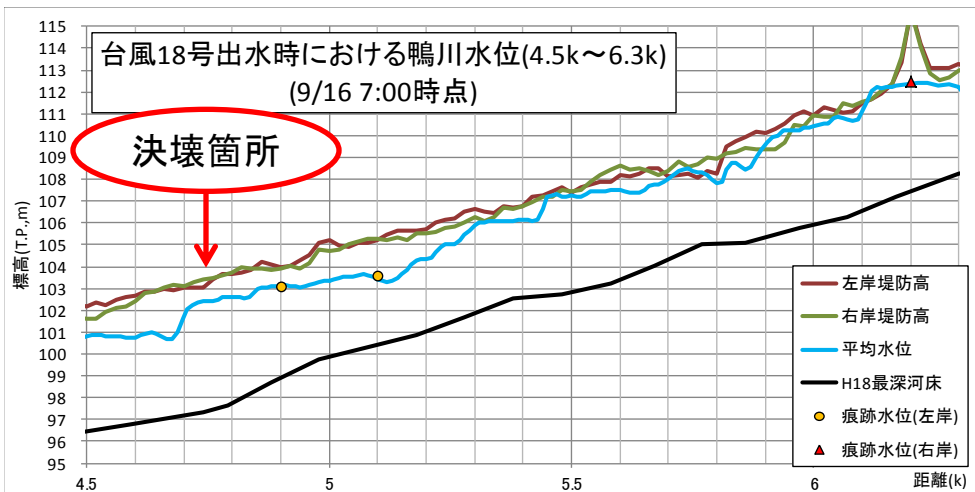
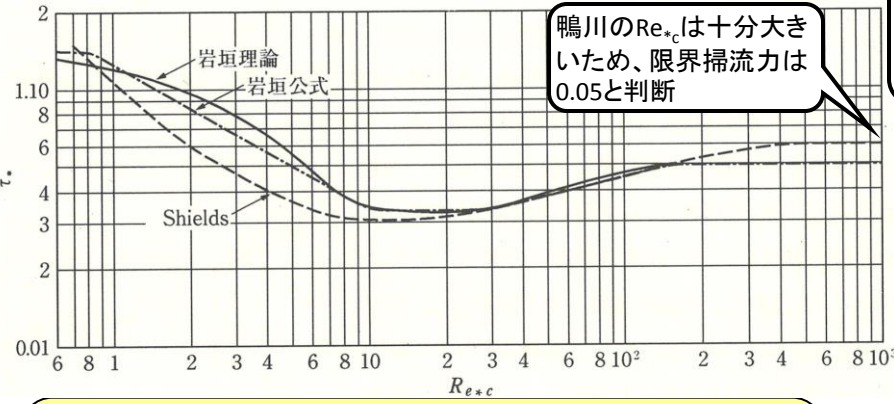


図 貯留関数法による平成25年台風18号出水時流量再現結果 44

4-3 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



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。



河床材料の状況(野田橋周辺)

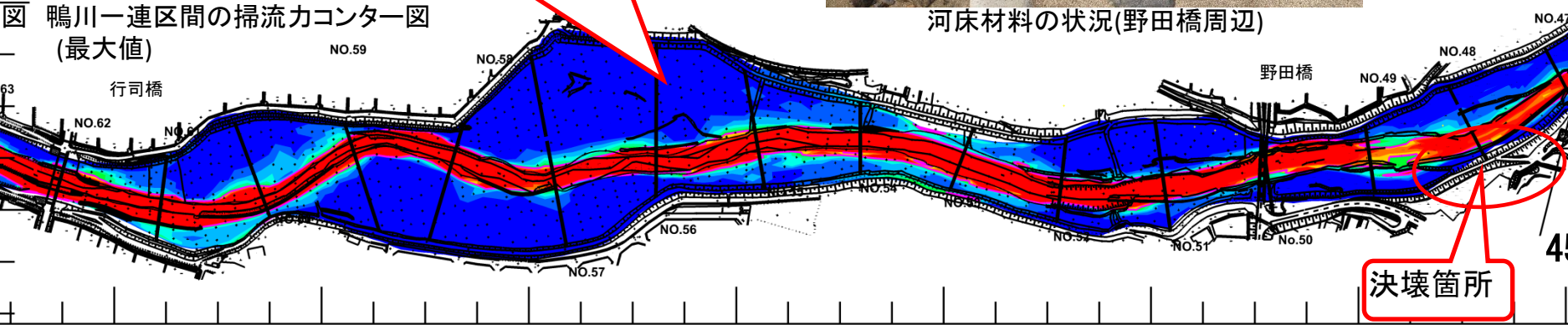


図 鴨川一連区間の掃流力カウンター図 (最大値)

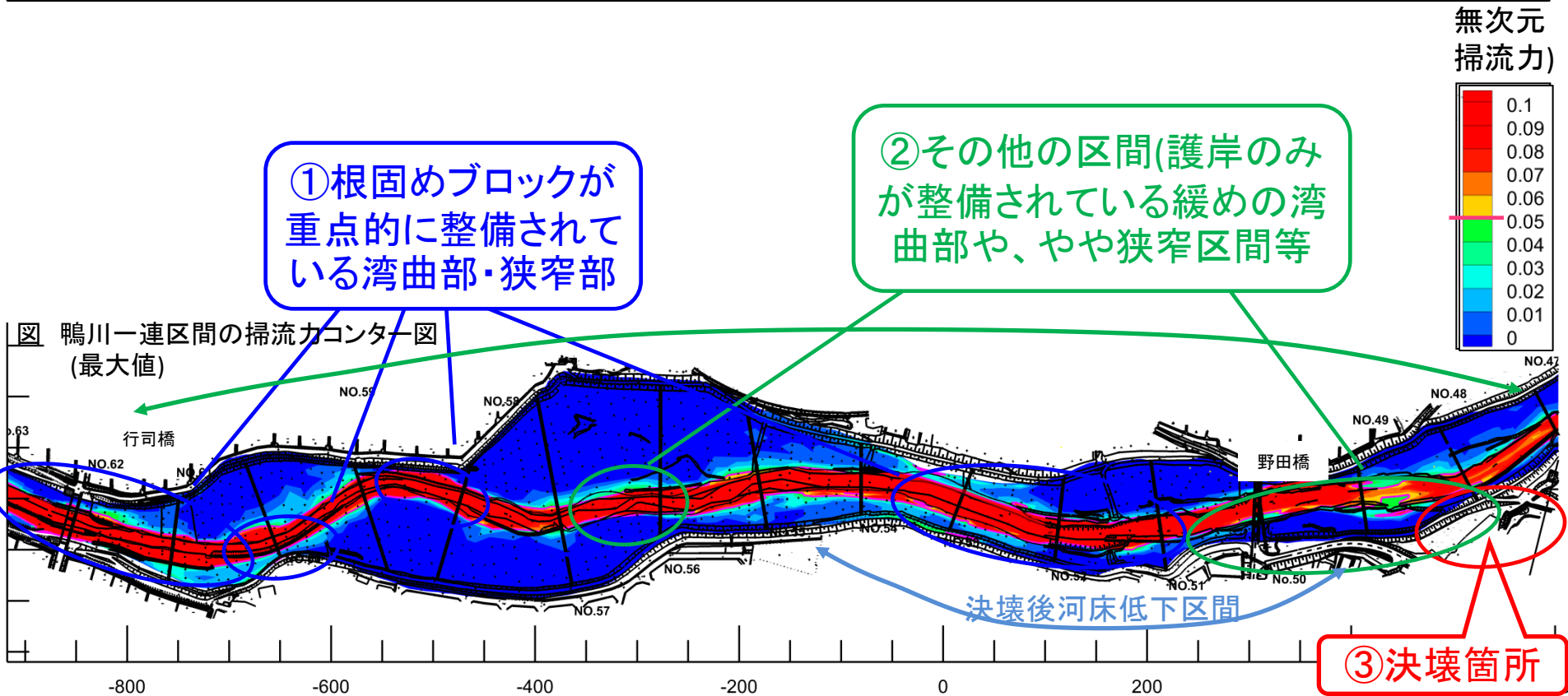
決壊箇所

4-3 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

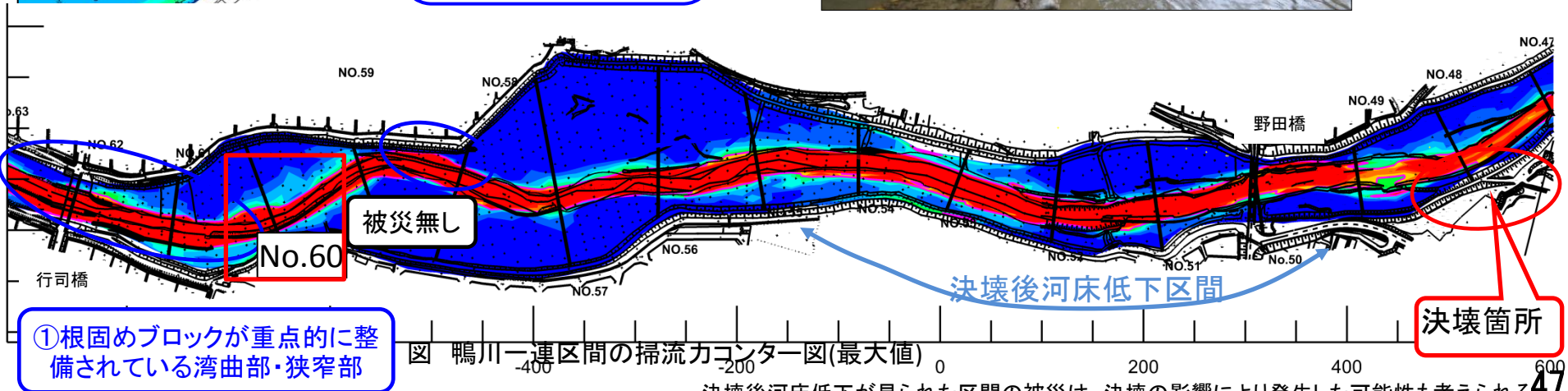
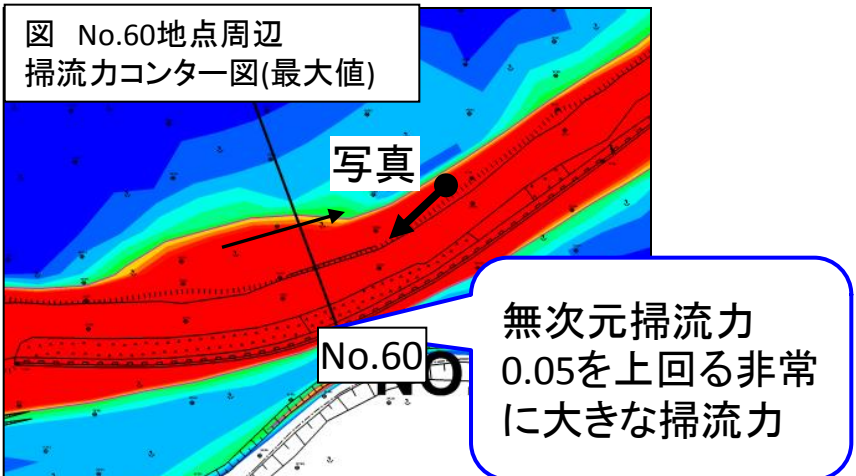


決壊後河床低下が見られた区間の被災は、決壊の影響により発生した可能性も考えられる

4-3 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

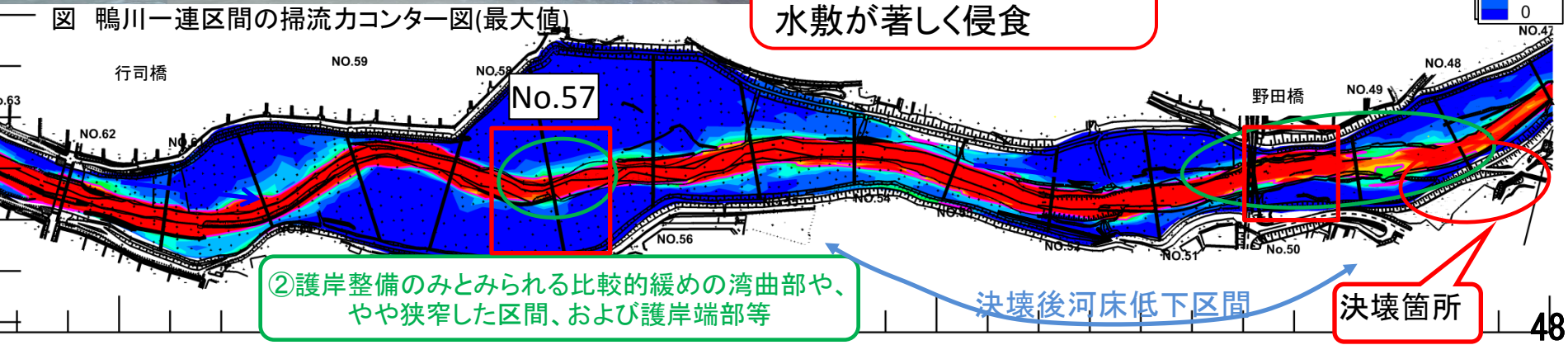
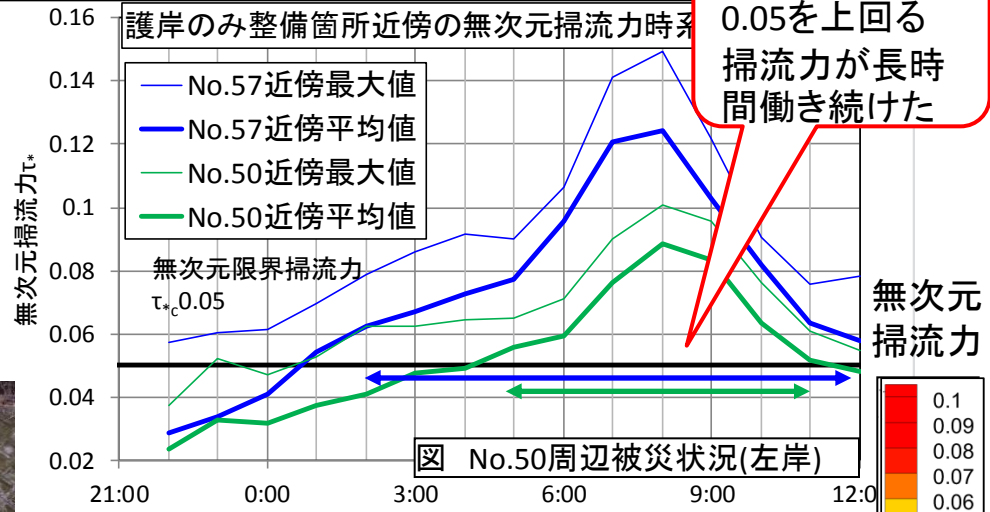
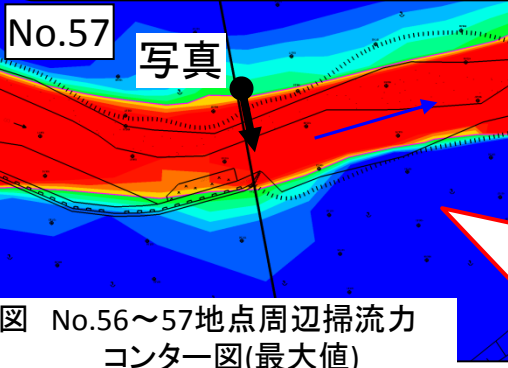
狭窄部や湾曲部では、無次元掃流力0.05を上回る非常に大きな掃流力となっている。
被害が比較的軽微なのは、過去の被災経験に基づき整備されていた根固めブロックの効果によると考えられる。



4-3 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、無次元掃流力0.05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。



4-3 洪水流再現解析

③ 決壊箇所周辺

決壊箇所でも無次元掃流力0.05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。

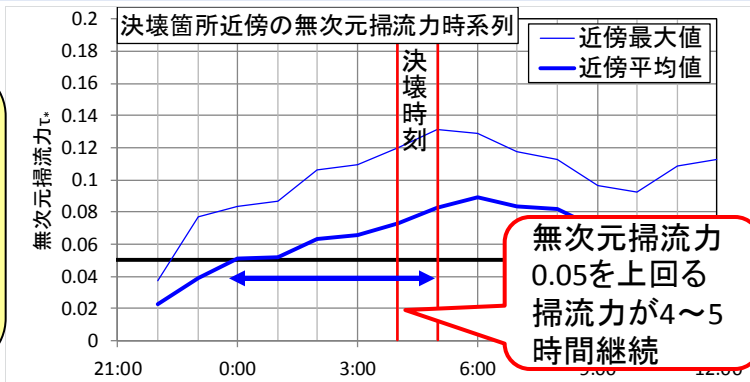


図 決壊箇所の掃流力カウンター図(5:00)

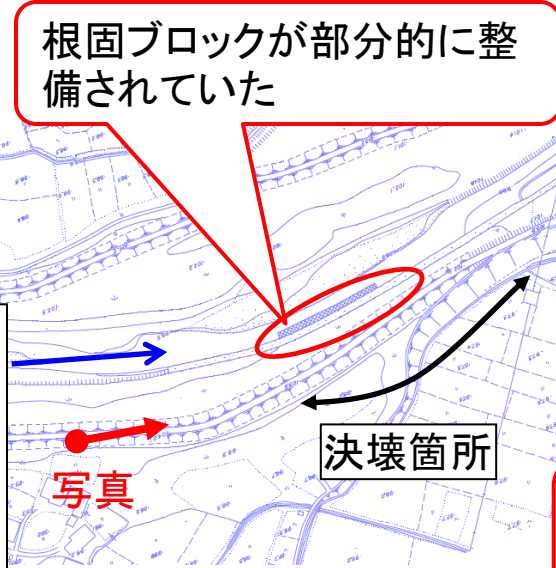
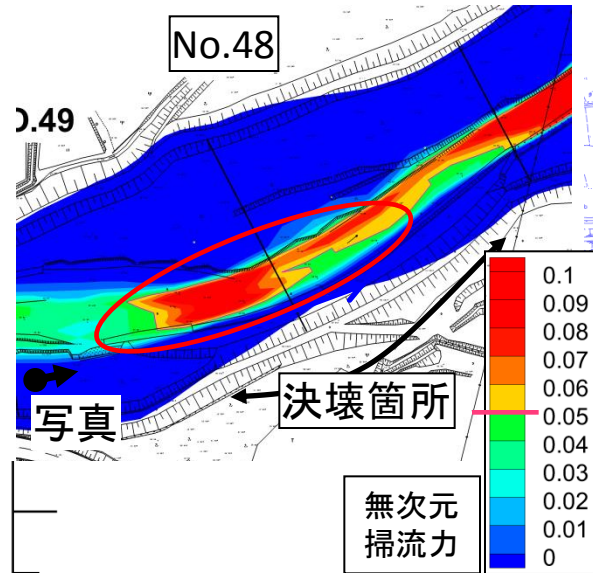


図 被災前の決壊箇所平面図

決壊箇所写真(上流側より望む)

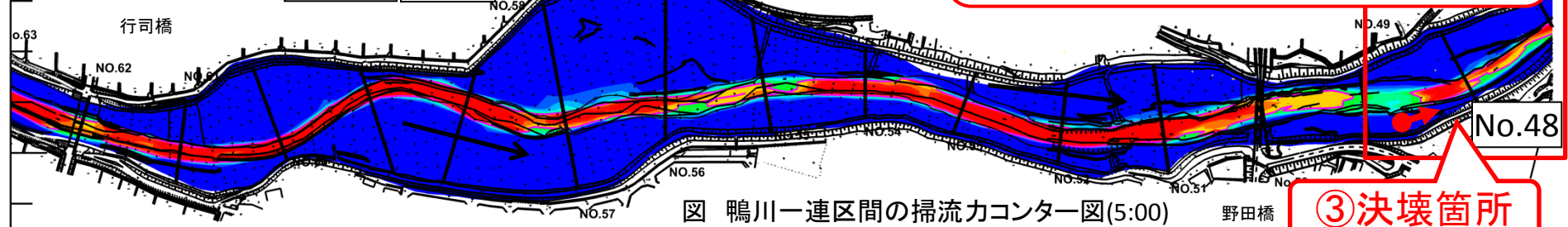


図 鴨川一連区間の掃流力カウンター図(5:00)

③ 決壊箇所

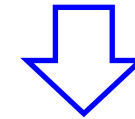
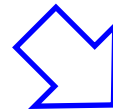
4-4 調査・解析結果に基づく侵食破壊に関する考察

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

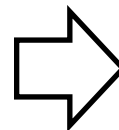


決壊箇所の河道の特徴

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。