

今後の堤防管理に関する技術検討会 第3回検討会資料

金勝川の決壊について

2014年7月22日

滋賀県 土木交通部 流域政策局

説明項目

- 1.金勝川に関する報告の概要
- 2.平成24年被災時の状況検証
- 3.落差工上流側護床ブロック等の流失の検証
- 4.その他、再度災害防止の観点からの検証
- 5.復旧方法の説明

1 金勝川に関する報告の概要

1 金勝川に関する報告の概要

前回の検討会をふまえた本検討会での報告の概要は以下の通り。

①前回検討会での提示概要

- ・金勝川での堤防決壊シナリオ

②前回検討会での委員指摘事項

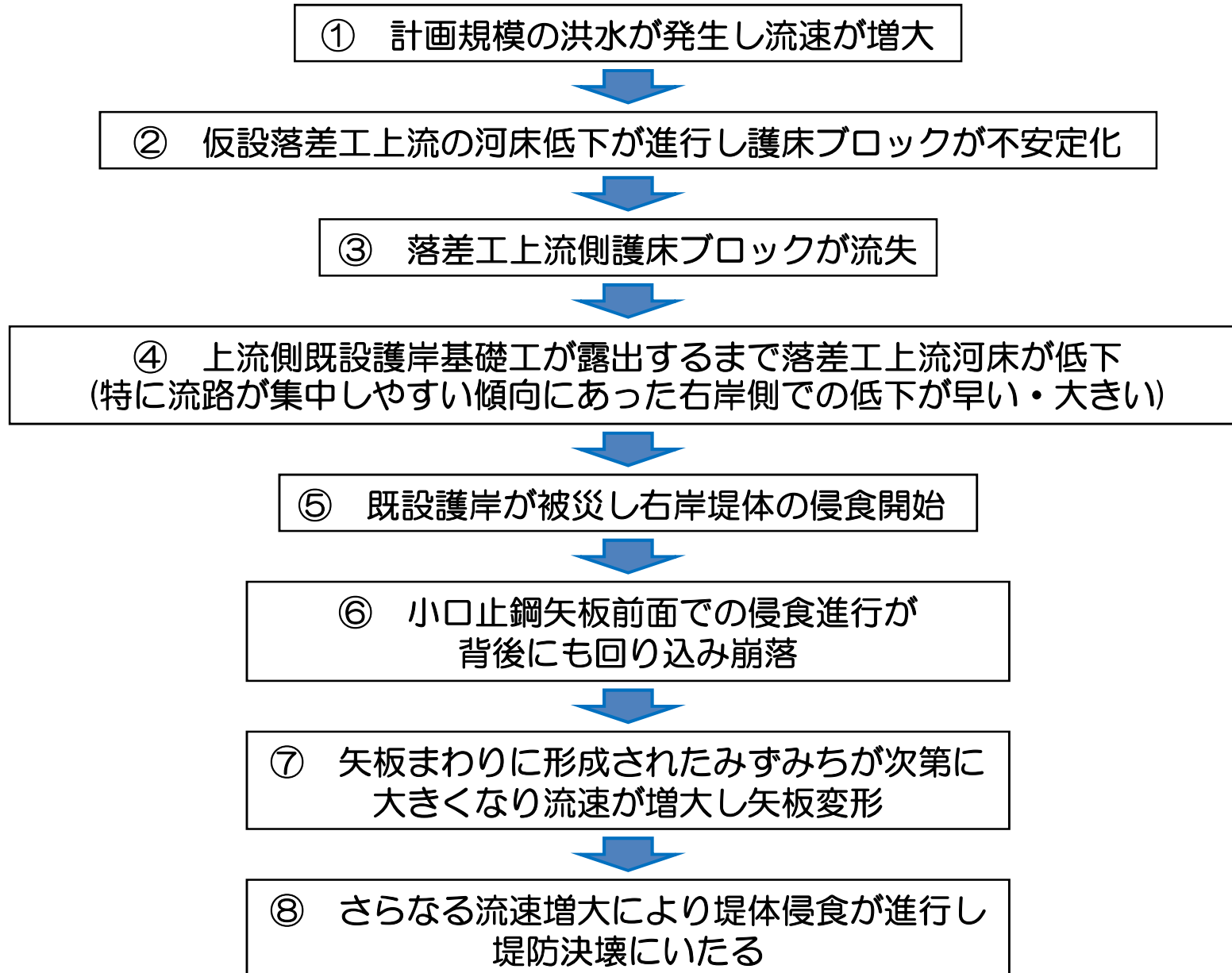
- ・平成24年被災時の状況検証の必要性
- ・落差工上流側護床ブロック等の流失の検証の必要性
- ・その他、再度災害防止の観点からの検証の必要性

③委員の指摘をふまえた本検討会での提示内容

- ・上記3項目の検証結果
- ・復旧方法の説明

第2回検討会での提示概要

以下のように堤防決壊が発生したと考えられることを示した



2 平成24年被災時の状況検証

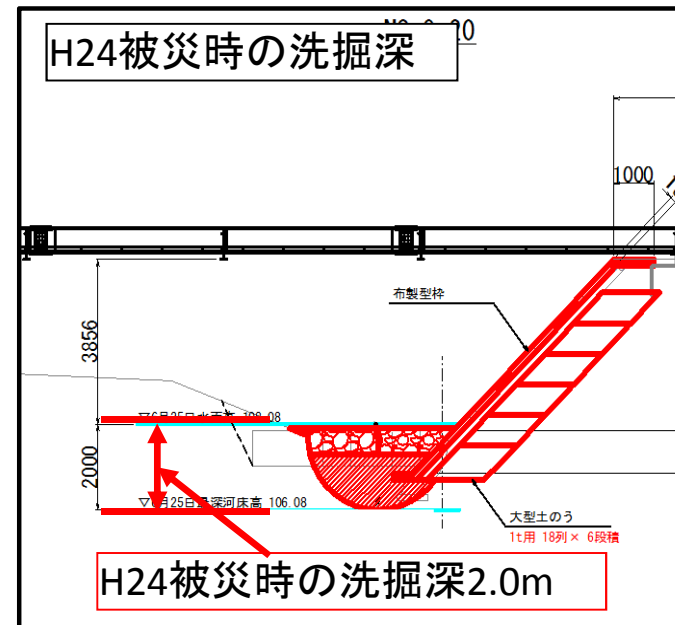
- 2-1 第2回検討会での提示内容
- 2-2 平成24年の被災状況に関する委員指摘事項
- 2-3 平成24年6月出水の再現
- 2-4 平成24年6月出水時の状況検証
- 2-5 平成24年被災時の状況検証まとめ

2-1 第2回検討会での提示内容：平成24年の被災概要

平成24年6月22日の出水によって仮設落差工上流右岸側の護岸が崩れ、応急復旧が行われている。右岸沿いの主流によって基礎が洗掘を受けており、これが主要因と推察される



2-1 第2回検討会での提示内容：平成24年の被災概要



2-2 平成24年の被災状況に関する委員指摘事項

平成24年の被災状況に関する委員指摘事項

①平成24年被災時の流況について確認が必要

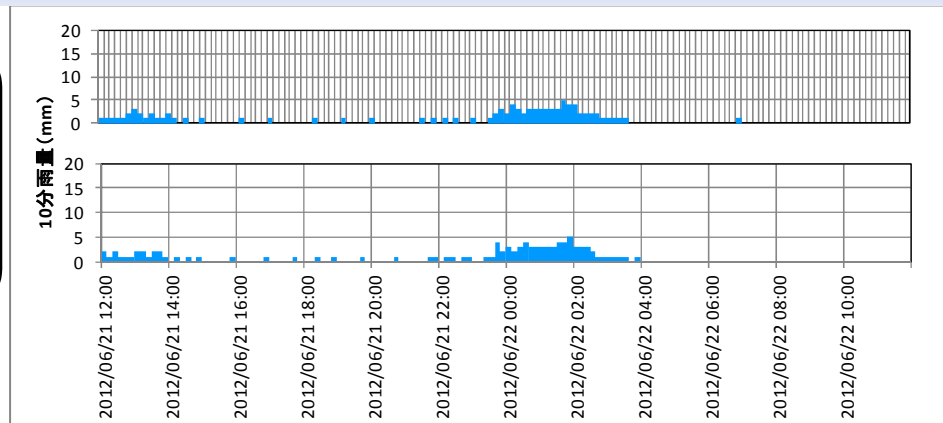
平成24年被災時にも、落差工上流の低下背水により河床低下が進行するような掃流力が発生していたことが確認できれば、今提示のシナリオの確度が高いことの根拠となる。

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。

2-3 平成24年6月出水の再現：流出量の再現

流出量の再現

上砥山地点・観音寺地点雨量に基づく金勝川流域雨量により流出量を算出すると、決壊地点近傍ではピーク流量が約90m³/sとなる。



平成24年6月出水のハイトグラフ（上：観音寺、下：上砥山）

合理式による平成24年6月出水の再現流量【金勝川流域雨量】

地点名	流域面積 (km ²)	到達時間 (min)	到達時間内			流出係数 (-)	再現流量 (m ³ /s)
			雨量 (mm)	降雨規模 (-)	降雨強度 (mm/hr)		
草津川合流点	20.928	73	25.9	10~20	21.3	0.723	89.5
名神高速道路横過点	19.974	64	23.2	10~20	21.8	0.722	87.3
山田川合流点	18.759	63	22.9	10~20	21.9	0.722	82.4

地点名	流域面積 (km ²)		
	金勝川流域全体	観音寺	上砥山
草津川合流点	20.928	11.252	9.676
名神高速道路横過点	19.974	11.252	8.722
山田川合流点	18.759	11.252	7.507

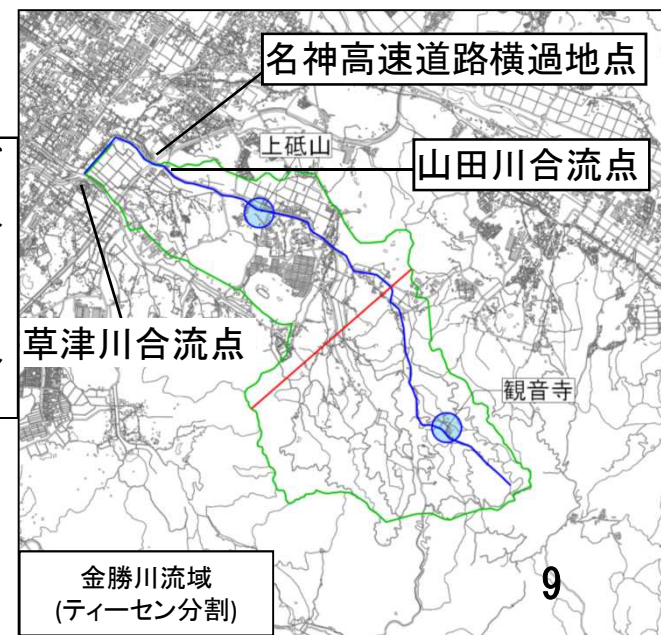
滋賀県降雨強度式より算出した雨量

確率年	降雨継続時間内雨量 (mm)		
	63分	64分	73分
2	32.2	32.5	34.5
3	37.8	38.1	40.5
5	43.8	44.2	47.1
7	47.6	48.0	51.2
10	51.5	51.9	55.4
20	62.6	63.1	67.1
30	73.5	74.0	78.8
50	88.4	89.1	94.8
80	102.3	103.0	109.7
100	111.4	112.3	119.7

※到達時間内雨量について

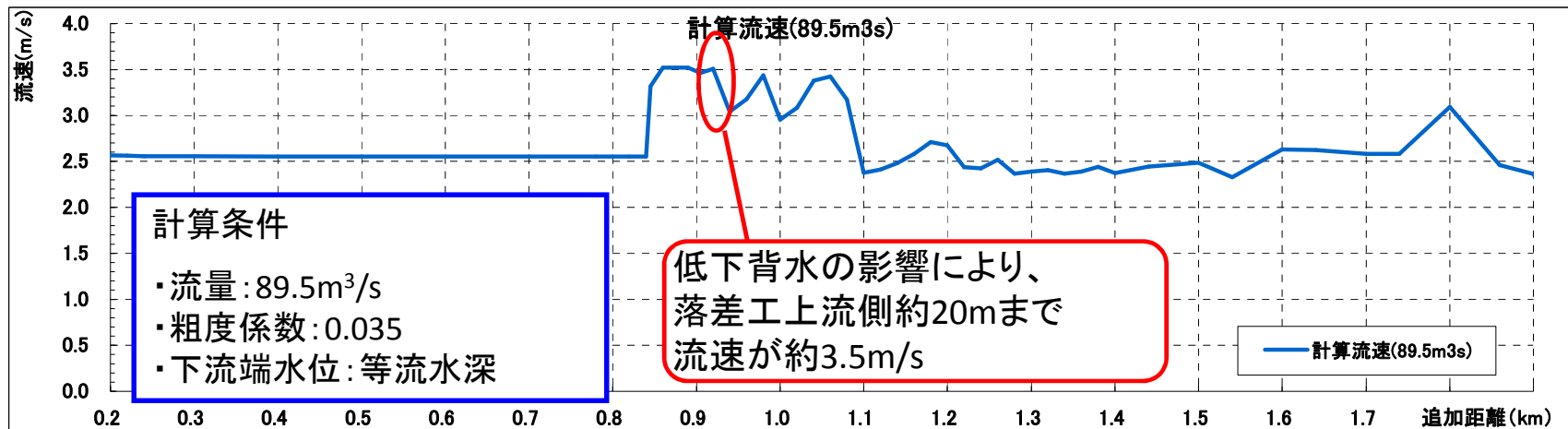
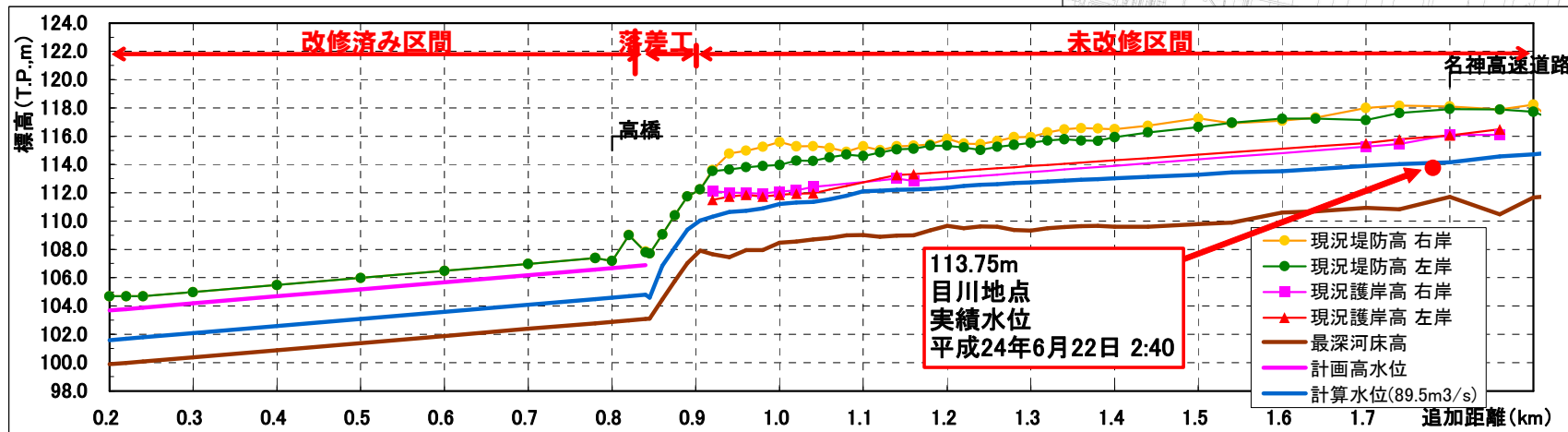
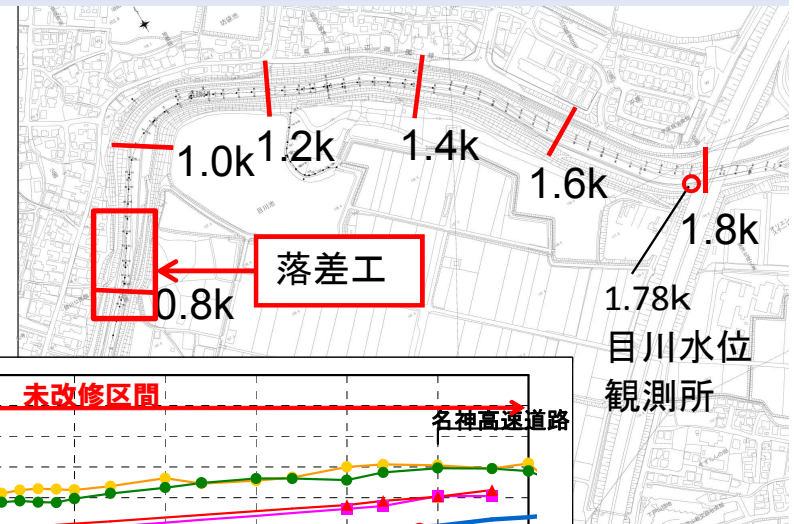
到達時間内雨量は、実績10分雨量を均等割りして算出した1分雨量より算定しており、あくまで想定した雨量である。

例えば、10分雨量が10mmの場合、その10分間の1分雨量はそれぞれ1mmとなる。

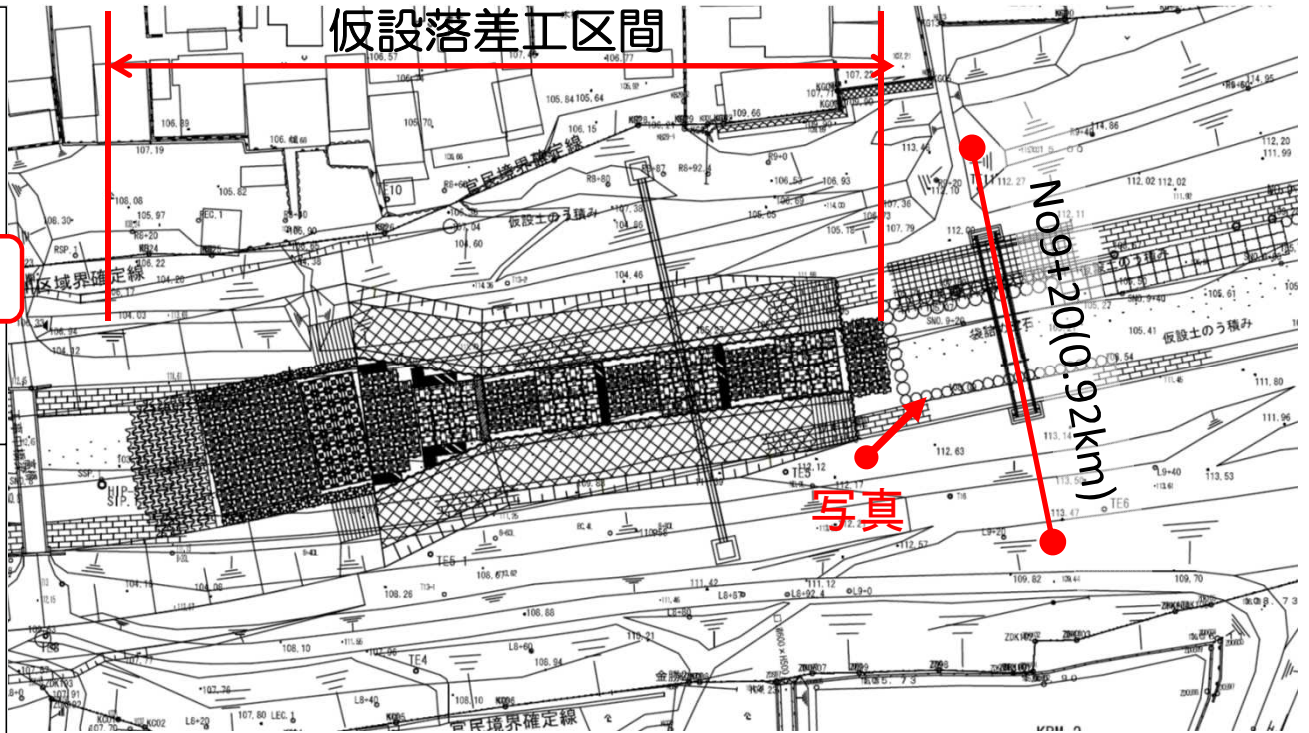
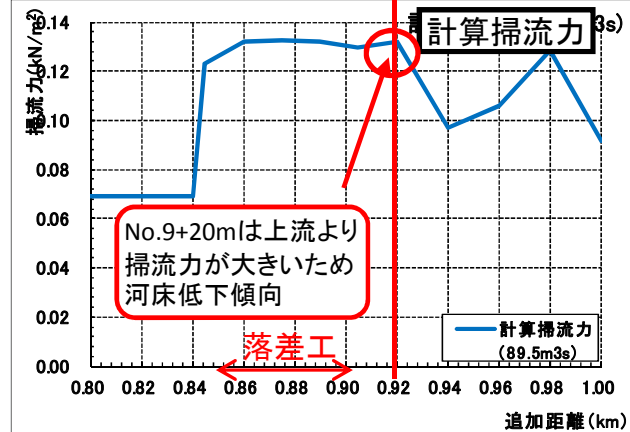
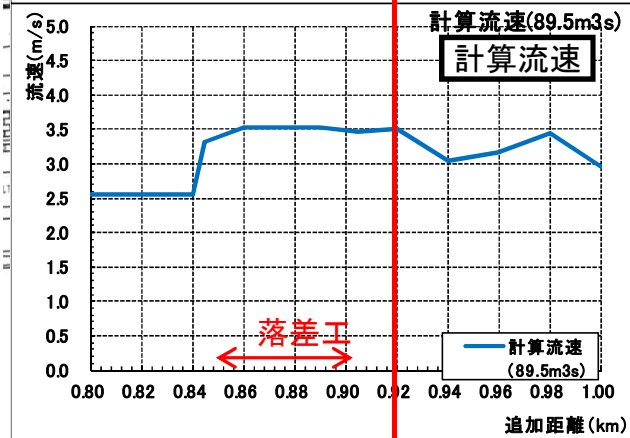
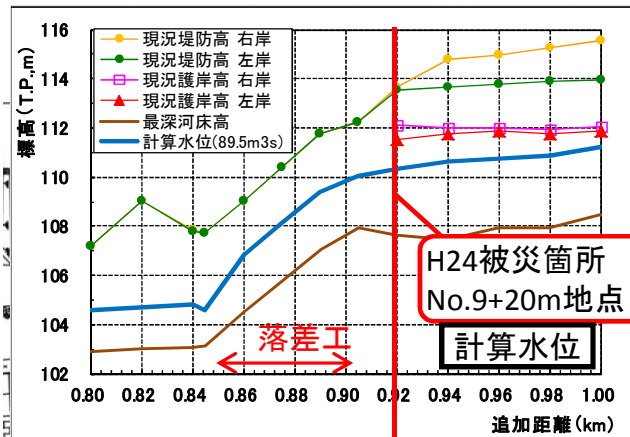


2-3 平成24年6月出水の再現：ピーク時の状況の再現

- ・流速が3.5m/s
→ 平成24年被災時もNo.9+20mで
流速が3.5m/s



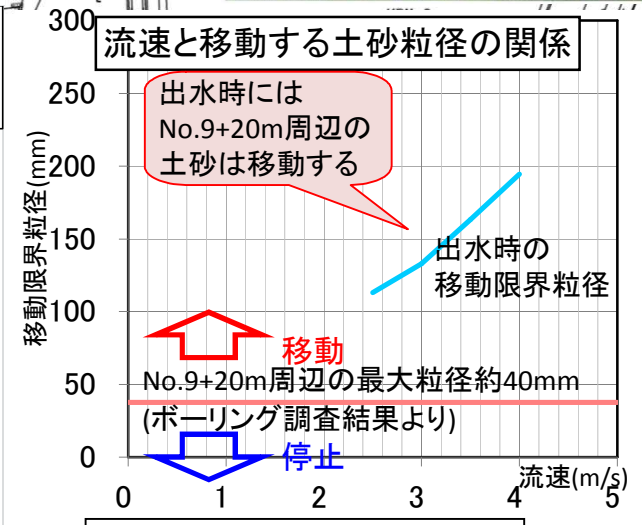
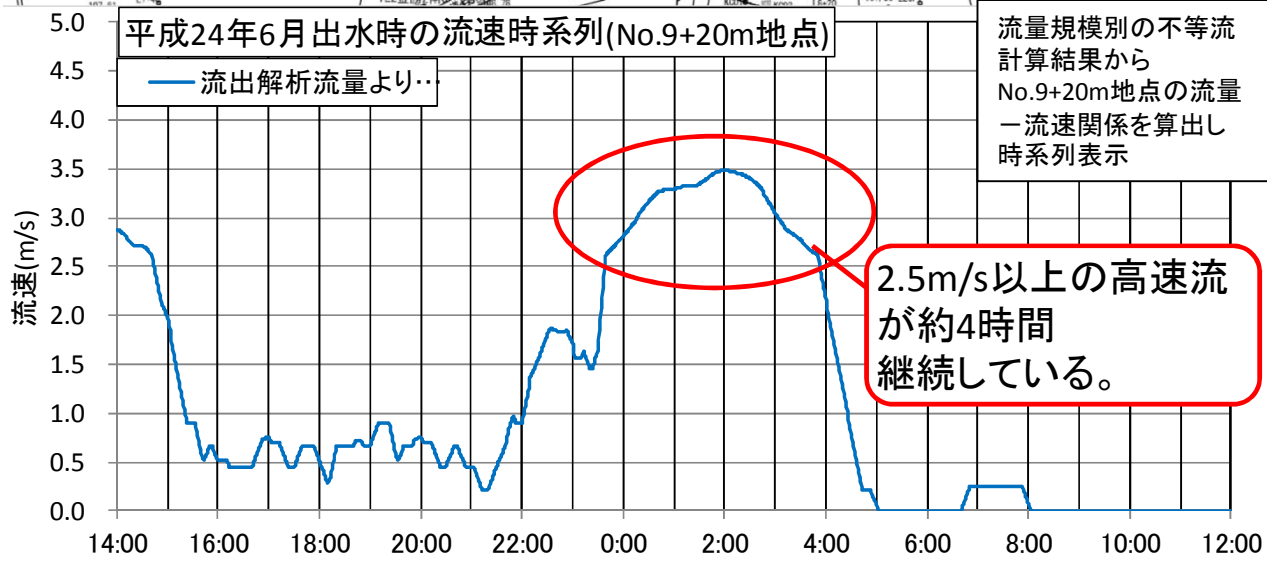
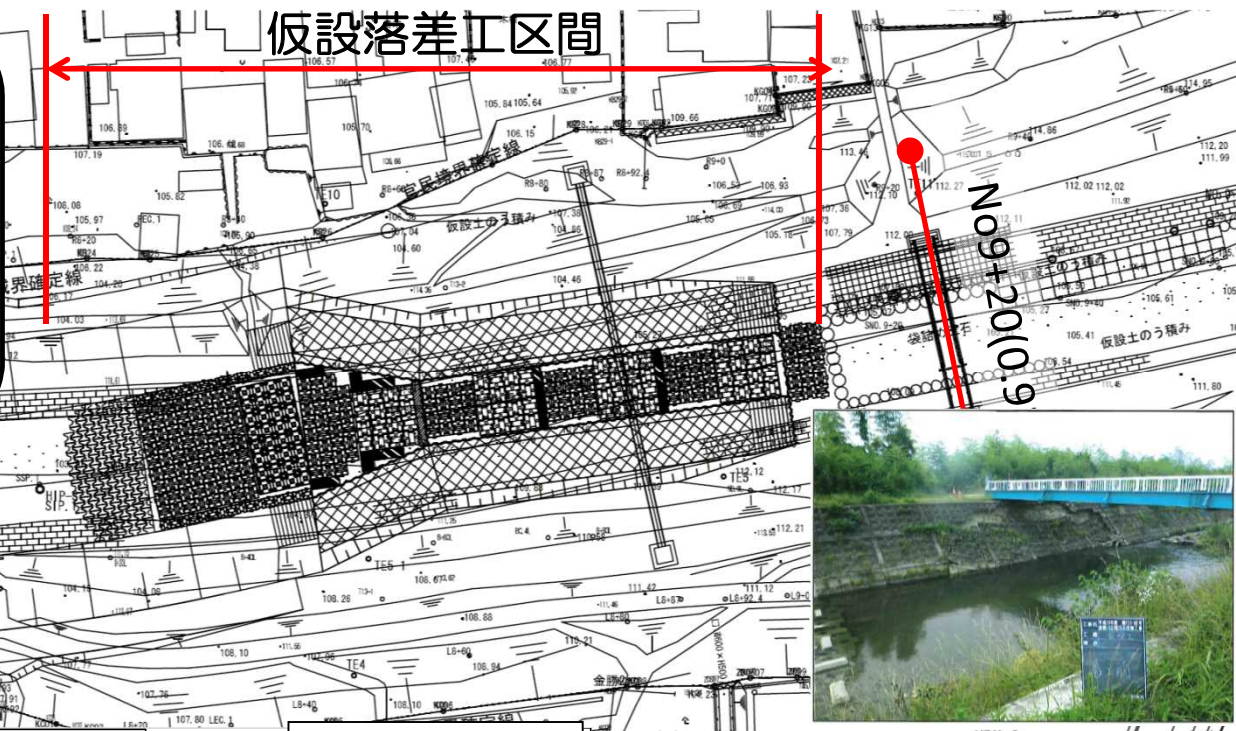
2-4 平成24年6月出水時の状況検証：ピーク時



平成24年6月出水時
 仮設落差工の護床ブロックより
 上流側でも掃流力が増大
 ↓
 著しい河床低下(実績2m)・被災

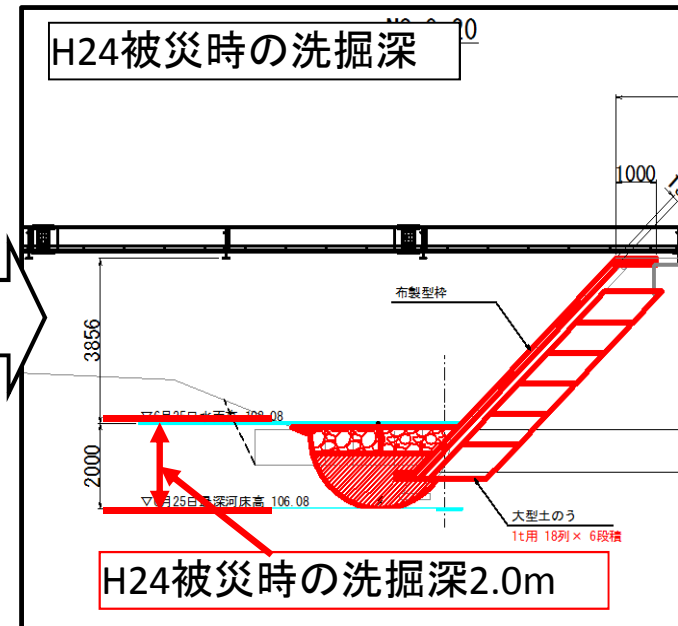
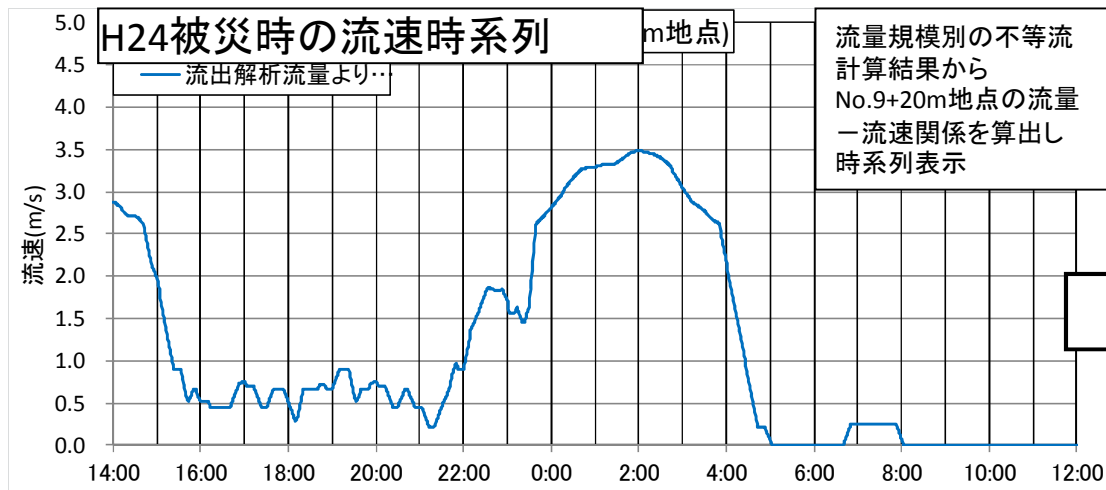
2-4 平成24年6月出水時の状況検証：時系列

仮設落差工上流部分の流速時系列
 約2.5m/s以上の高速流が継続
 ↓
 仮設落差工上流側で河床低下進行
 ↓
 右岸護岸の被災



流量規模別の不等流計算結果から
 No.9+20m地点の関係を整理

2-5 平成24年被災時の状況検証まとめ



H24被災時の実績(2.0m)を上回る局所洗掘が発生した可能性が高い。

台風18号出水時にはH24被災時を上回る高速流が長時間継続

→ H24被災時の実績(2.0m)を上回る局所洗掘発生の可能性が高く、それが堤防決壊に至る右岸側護岸被災に影響を及ぼした可能性が高い。



3 落差工上流側護床ブロック等の の流失の検証

- 3-1 第2回検討会での提示内容
- 3-2 護床ブロック等の流失に関する委員指摘事項
- 3-3 護床ブロックの流失先
- 3-4 護床ブロック等流失の検証：護床ブロック
- 3-5 護床ブロック等流失の検証：間詰砕石
- 3-6 護床ブロック等流失の検証まとめ

3-1 第2回検討会での提示内容：護床ブロックの流失

落差工上流側に敷かれていた護床ブロックはほぼ全て流失している。

出水前



護床ブロック(2tタイプ)



出水後



同タイプの護床ブロックで残っていることが確認できるのはこの1つだけ。

当該箇所に見られる護床ブロックは上流湾曲部周辺から流下したものの。

上流湾曲部の護床ブロック



- ・護床ブロックの不安定化と高速流の継続により上流側の護床ブロックが流失
- ・その結果、護床ブロックで保護されていた落差工直上流部分の河床低下も進行したと考えられる。

3-2 護床ブロック等の流失に関する委員指摘事項

落差工上流側護床ブロック等の流失に関する委員指摘事項

①護床ブロックの流失先についてもまとめておくことが必要

第2回検討会での提示資料では、落差工上流側の護床ブロックが流失したことが明らかとなったが、ブロックの流失先についても整理しておく必要がある。

②不安定化により護床ブロックが流失しうるかという点についての検証が必要

横方向や下流方向への滑動、転動の可能性は一般的によく見られるが、上流側河床低下による不安定化によりブロック流失が発生しうるのかについても検証しておく必要がある。

③右岸側の間詰材の安定性についても検証が必要

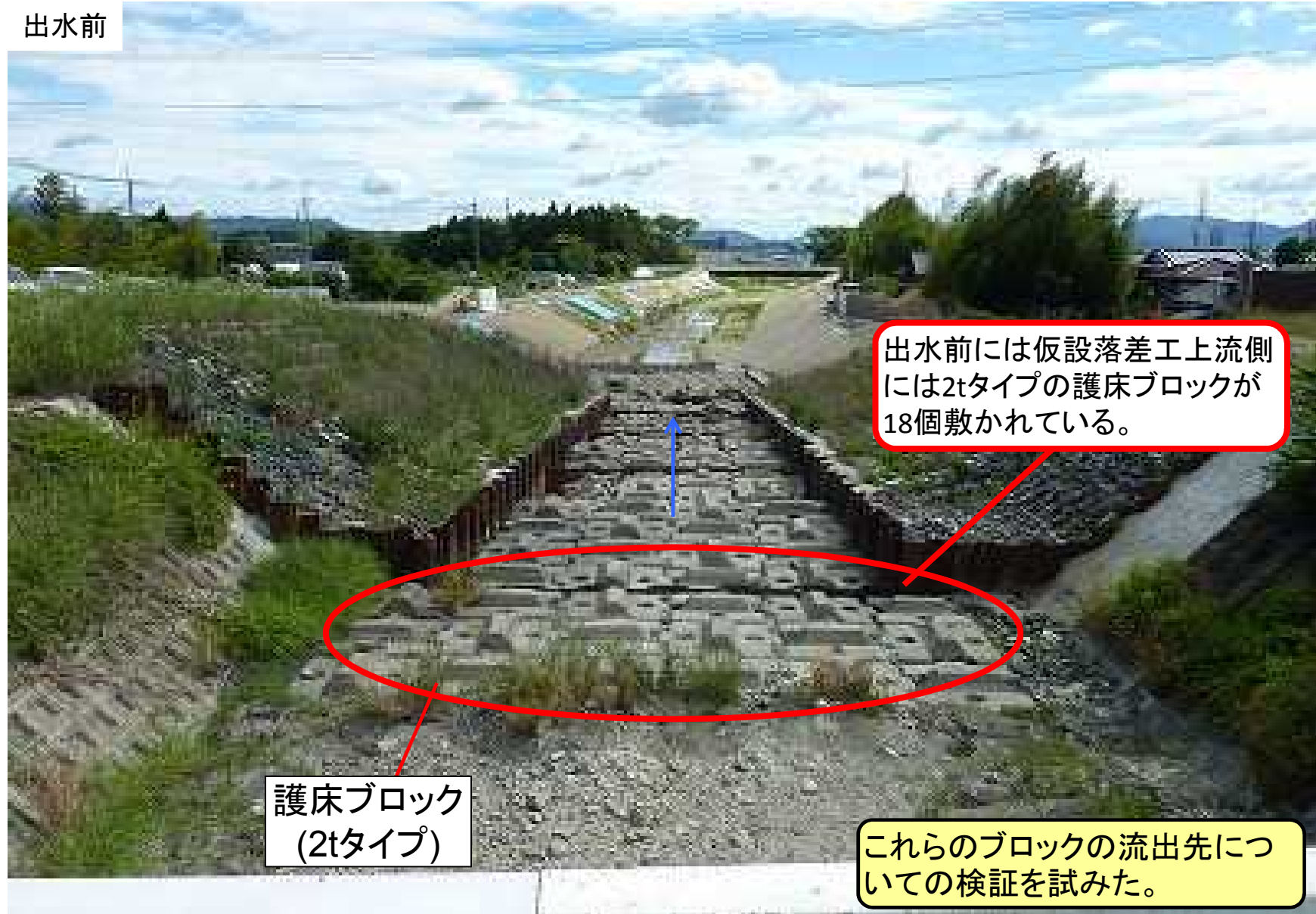
護床ブロックだけでなく、間詰碎石の流失・河床低下が護岸被災の主因となった可能性も考えられる。したがって間詰碎石の安定性についても検証が必要がある。

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 護床ブロックの流失先

出水前には仮設落差工上流側には2tタイプの護床ブロックが18個敷かれている。

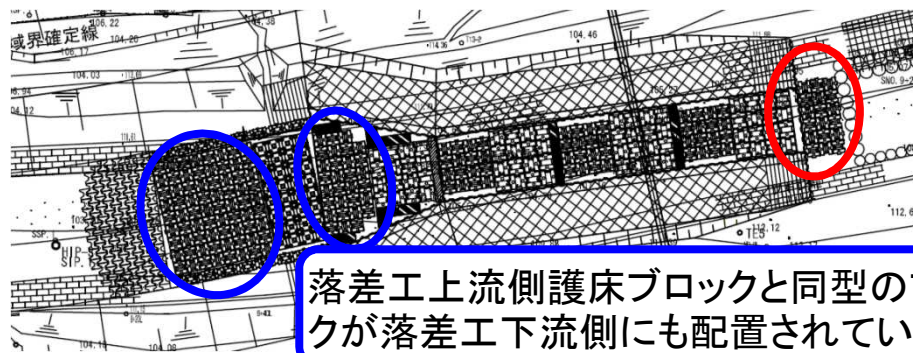
出水前



3-3 護床ブロックの流失先

落差工上流側護床ブロックの流出先についての検証を試みた。

被災直後写真(落差工下流側から上流を望む)



応急復旧時写真



出水直後や応急復旧時の写真から、合計9個の同型ブロックを確認した。これらが落差工上流側の護床ブロックであった可能性はある。しかし、落差工下流側にも同型ブロックが多数配置されていた点、また被災後の復旧対応時には事態収束を最重要視しており詳細の記録等が残っていない点から、これらのブロックが落差工上流側のものである確証は得られていない。

3-4 護床ブロック等流失の検証：護床ブロック

落差工上流側護床ブロック流失の可能性について検証を行った。



落差工上流側の護床ブロックの安定性について、敷設状況と出水時流況に基づき検証を実施

護床ブロック移動限界条件
(滑動、転動-層積みモデル)
(護岸の力学設計法)

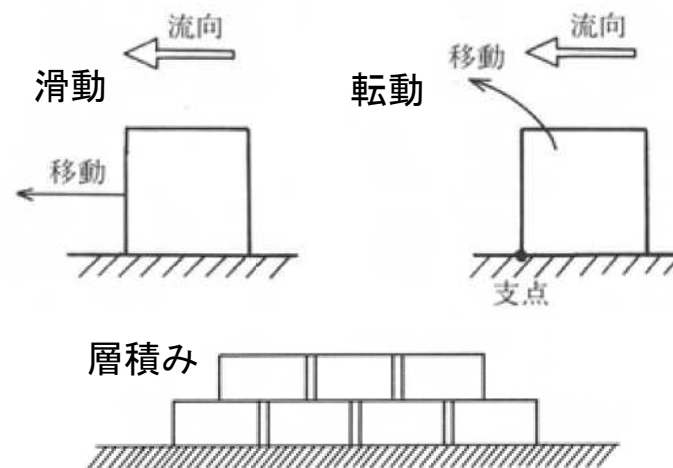
$$W > a \left(\frac{\rho_w}{\rho_b - \rho_w} \right)^3 \frac{\rho_b}{g^2} \left(\frac{V_d}{\beta} \right)^6$$

表 変数一覧

記号	説明	値	単位
W	根固工の空中重量	—	—
a	ブロックの形状による係数	0.54	—
β	ブロックの形状による係数	—	—
ρ _b	根固工の密度	2,030	kg/m ³
ρ _w	水の密度	1,000	kg/m ³
g	重力加速度	9.8	m/s ²
V _d	流速	—	—

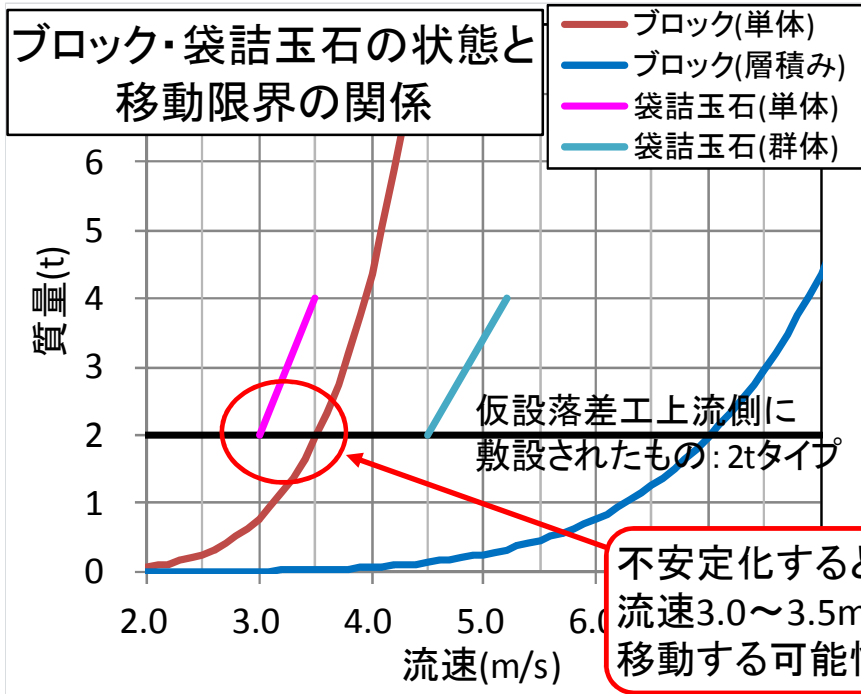
表 根固工の安定性評価モデル一覧(護岸の力学設計法)

NO.	破壊要因	破壊形態	設置状態	構造モデル
①	流体力	滑動, 転動	層積み	「滑動・転動-層積み」モデル
②	流体力	滑動, 転動	乱積み	「滑動・転動-乱積み」モデル
③	流体力	掃流	乱積み	「掃流-乱積み」モデル
④	流体力	掃流	籠詰め	「掃流-籠詰め」モデル
⑤	流体力	掃流	中詰め	「掃流-中詰め」モデル



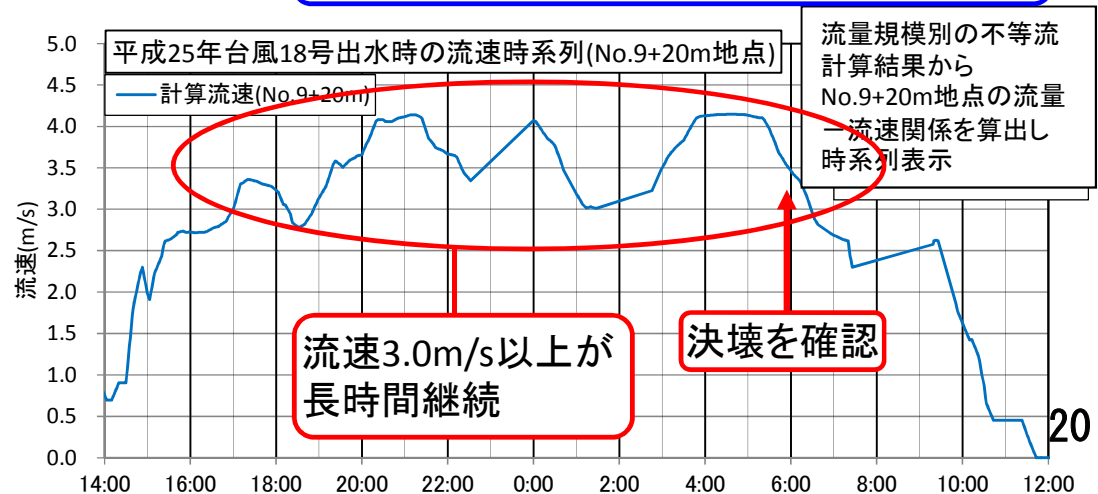
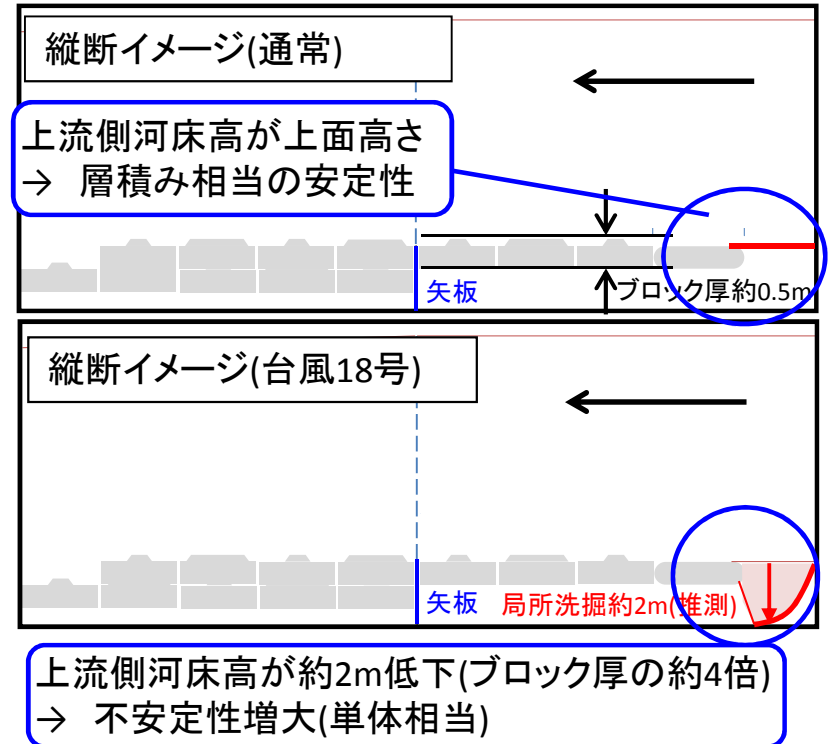
3-4 護床ブロック等流失の検証：護床ブロック

落差工上流側の護床ブロック等は、上流側河床低下により不安定化し流出した可能性がある。



ブロック移動限界: 護岸の力学設計法に基づき算出
 袋詰玉石: メーカー公表値(参考)

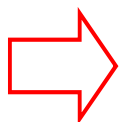
- ・上流側河床高が大幅に低下し、護床ブロック等が不安定化したと考えられる。
- ・不安定化したブロック等の移動限界を上回る高速流が長時間継続し、上流側の護床ブロックが流失したと考えられる。



3-5 護床ブロック等流失の検証：間詰砕石

仮設落差工上流側の護床工の状況

護床工は大型ブロックを採用しているが、小さな隙間等のブロックを敷設できない部分には砕石による間詰を実施し、河床低下の抑制を図っている。

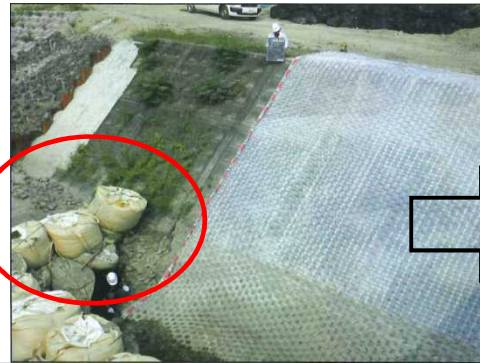


間詰砕石の安定性評価を実施

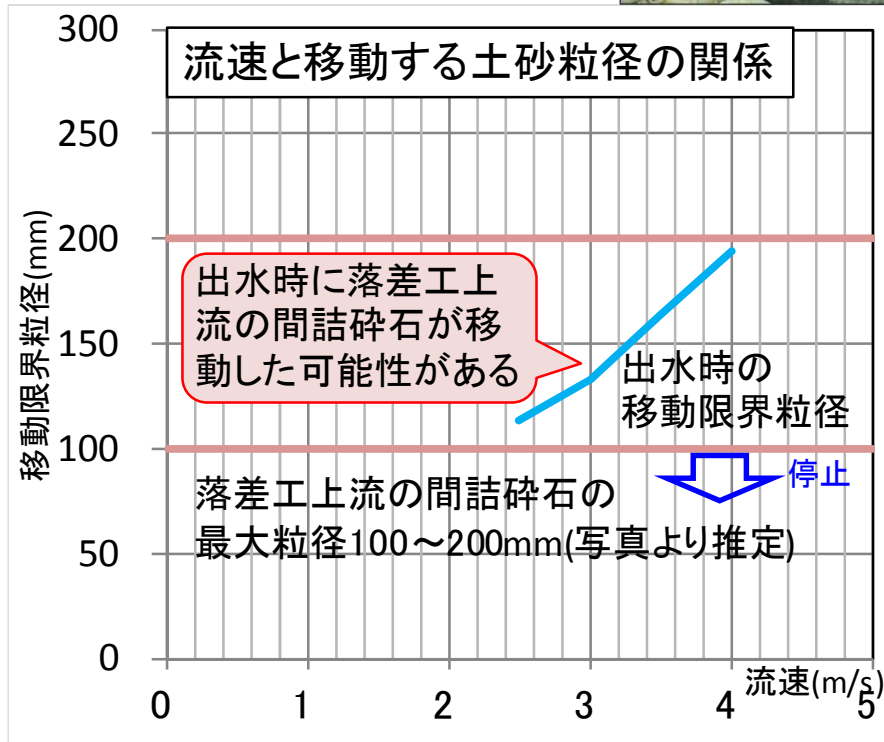


3-5 護床ブロック等流失の検証：間詰砕石

間詰砕石の安定性評価を実施



砕石の粒径は
いずれの範囲も
概ね等しい

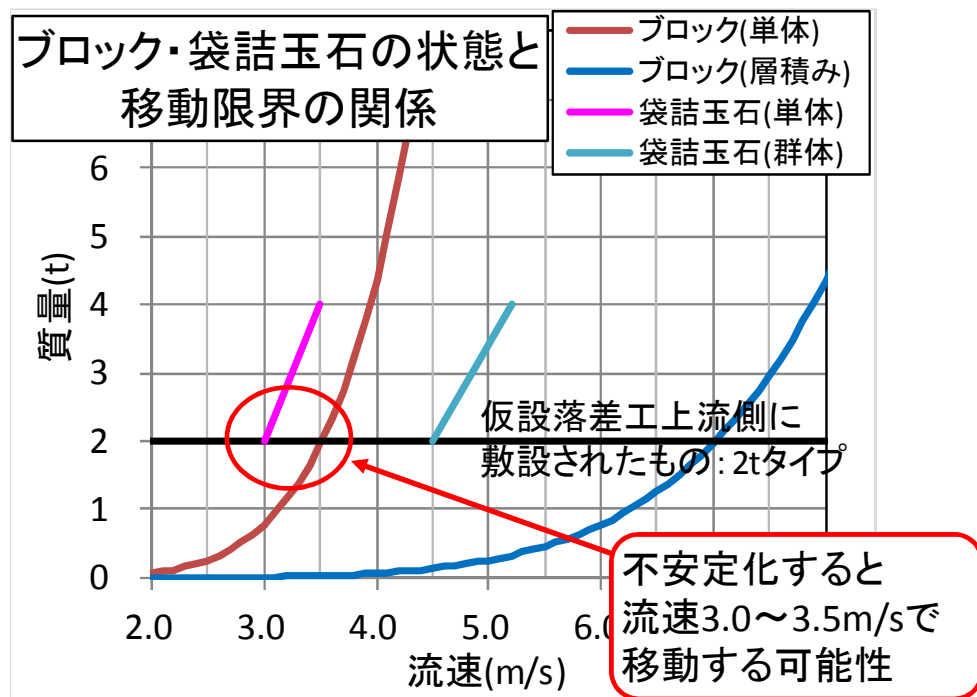


砕石の粒径は
約100~200mm

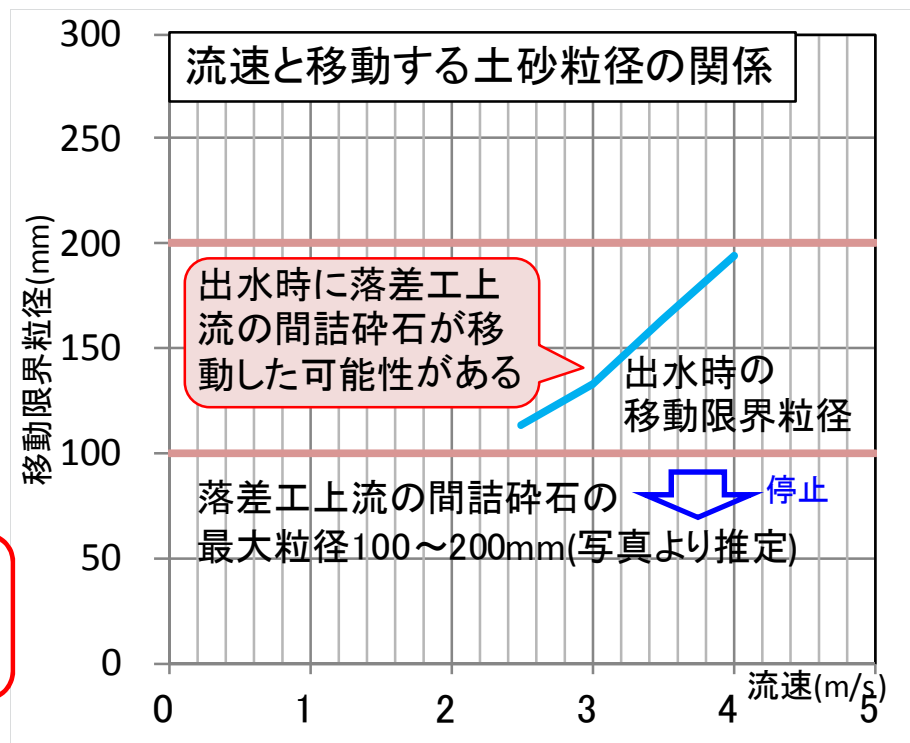
間詰砕石の移動限界程度的高速流が長時間継続

→ 護岸前面の河床低下が進行した可能性がある。

3-6 護床ブロック等流失の検証まとめ



ブロック移動限界: 護岸の力学設計法に基づき算出
袋詰玉石: メーカー公表値(参考)



- ・護岸被災の主たる原因として、護床ブロック流失と間詰碎石流失の両方の可能性が考えられる。
- ・どちらかに特定するのは困難であり、複合的に被災・決壊の原因となっている可能性が考えられる。
- ・したがって、今後の管理にあたっては、この2点両方に留意した施工の検討が必要といえる。

4 その他再度災害防止 の観点からの検証

4-1 第2回検討会での委員指摘事項

4-2 ブロックの沈下に関する検証

4-1 その他再度災害防止の観点に関する委員指摘事項

その他再度災害防止の観点に関する委員指摘事項

ブロックの沈下に関する検証の必要性

- ・落差工区間でブロックの沈下が見られる。この原因を追究しておくことが望ましい。護床ブロックを長距離設置しても沈下してしまうのであれば効果が薄いかもしれない。
- ・落差工周辺のブロックは出水前から乱れている。この原因を検証しておく必要がある。

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。

4-2ブロックの沈下に関する検証

落差工区間内でブロックの沈下が見られる。また、一部のブロックは出水前から沈下が見られる。これらの原因について考察を行った。



台風18号出水後、落差工の右岸側矢板や落差部矢板の近傍でブロックの沈下が見られる



出水前から、落差工の左岸側矢板近傍でブロックの沈下が見られる

5 復旧方法の説明

5 復旧方法の説明:復旧の概要

再度災害防止のため仮設落差工の復旧は以下の考え方で検討を行い概ね施工完了。

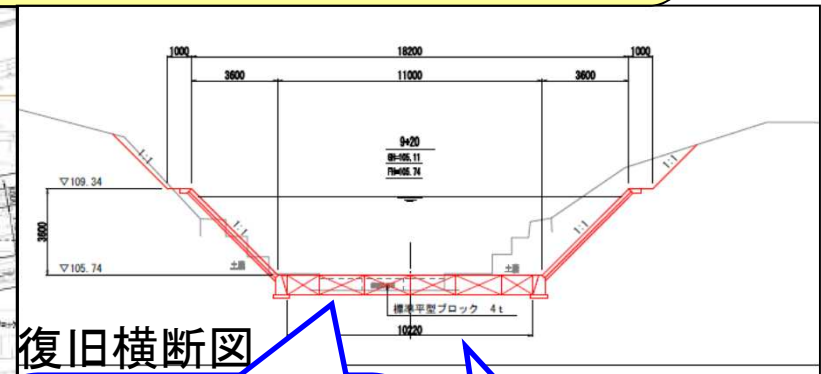
- ・落差工区間を延伸し緩勾配とする
- ・落差工や小口止に矢板を使用しない
- ・間詰材や河床材料の流出・吸出しを防ぐ

復旧平面図



被災前の
落差工範囲

落差工による流速増大を抑えるため、落差工区間を延伸し緩勾配とした

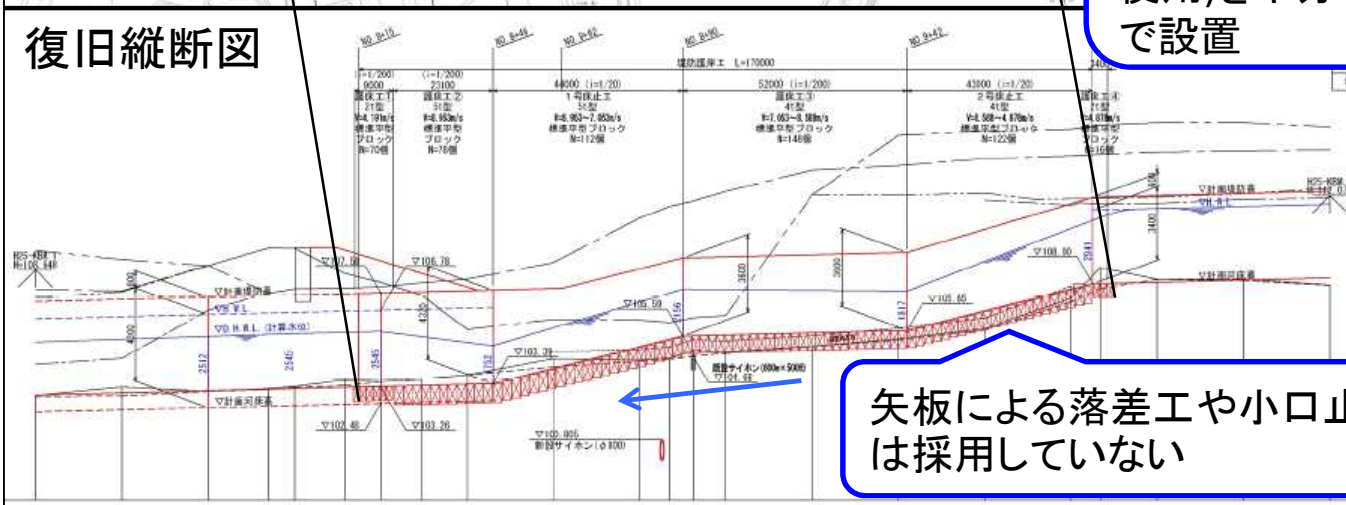


復旧横断面図

護岸の根入れ1mに加えて護床ブロック(4t,5tタイプを連結使用)を十分な長さで設置

間詰材や河床材料の流出・吸出しを防ぐため間詰材にコンクリートを使用

復旧縦断面図

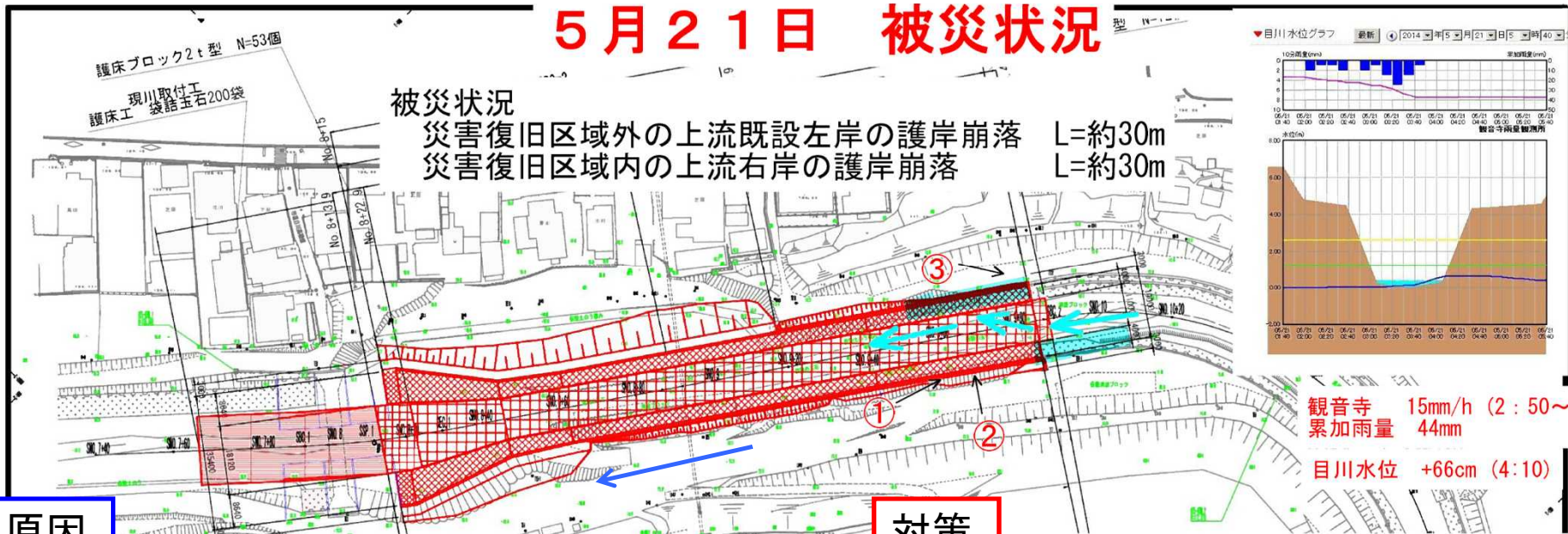


矢板による落差工や小口止は採用していない

5 復旧方法の説明:復旧施工中の被災とその対応

復旧施工中の出水により施工中の護岸被災が発生している。

5月21日 被災状況



原因

災害復旧区域の上流取付け部において、一時的に既存の根固めブロックを右岸側に移動させていたため、今回の出水で主流が左岸側に偏り、河床洗掘を受け左岸の既設護岸が崩落した。
また、左岸側に当たった主流は、右岸側に方向転換し、災害復旧区域内で施工である右岸護岸の基礎を洗掘し護岸崩落を起こしたものと考えられる。

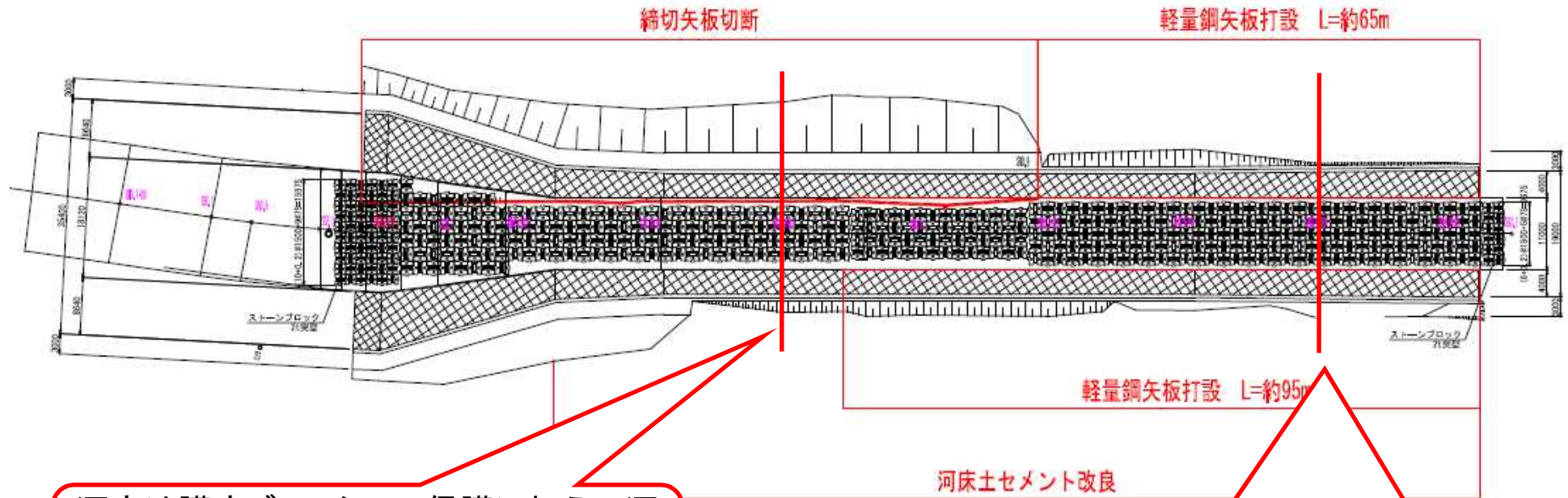
対策

災害復旧区域内での護岸施工においては、主流の蛇行による洗掘を防止するため、袋詰め玉石により流路の安定および護岸基礎部の保護を行いながら進める。
最終的には河床全面に吸出し防止材を敷いたうえで護床ブロックによる河床保護を行うため、河床の安定および護岸の安全性は確保される。

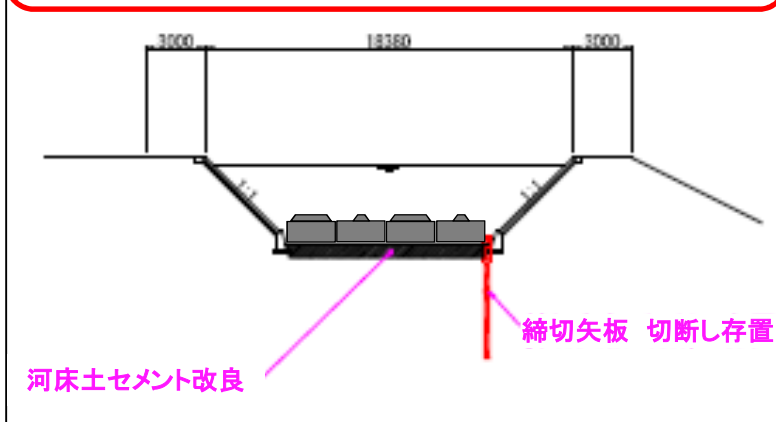


5 復旧方法の説明:復旧施工中の被災とその対応

再発防止のため、袋詰め玉石等による流路の固定、護岸基礎保護を行いながら進める。



河床は護床ブロックでの保護に加えて河床土はセメント改良も実施
締め切り矢板は切断し存置



軽量鋼矢板・袋詰め玉石により流路固定・護岸基礎保護を行いながら進める。
最終的には護床ブロック+河床土セメント改良

