

一級河川加古川における被災原因除去工法の提案と災害査定結果について

吉田 武史

兵庫県 北播磨県民局 加東土木事務所 東播磨南北道路対策室 南北道整備課

(〒673-1431兵庫県加東市社字西柿1075-2)

当箇所の護岸や帯工は、平成16年台風23号に伴う被災を契機に実施した加古川河川激甚災害対策特別緊急事業（以下、「激特事業」という。）により、平成20年度に整備されたものである。

竣工後、これまでも豪雨や台風等の異常出水により何度も護岸欠壊、根固ブロック流失等の被災が発生し、その都度、原形復旧を原則に復旧を行ってきたが、平成30年7月豪雨では、計画高水位近くに達する異常出水により、再度被災を受けることとなってしまった。

本論文では、災害提案の際に取りまとめた「これまでの被災を含めた被災原因の検証」、 「被災原因を除去するための工法選定」について述べるとともに、合わせて「災害復旧事業の実施に際しての留意点」について、災害査定業務を担当した立場から述べる。

キーワード 繰り返された災害、被災原因の検証、被災原因の除去

1. はじめに

当箇所の護岸や帯工は一級河川加古川中流域の兵庫県西脇市内に位置する。

西脇市は加古川水系の水資源を活かした染色業が江戸時代から盛んな場所で、播州織の産地として発展を遂げてきた。



図-1 位置図

2. 施設の概要

激特事業では河積拡大を図るため河床掘削を行うこととしていたが、河床掘削により沿川に存在する播州織の工場が利用している井戸の水位低下が懸念された。

そのため、地下水位を回復する目的で環境水路を計画し、当箇所に帯工を設置した。

帯工直上流には有孔管が埋設されており、河川水を環境水路に引き込む構造となっている。



写真-1 平成30年災 被災状況写真1

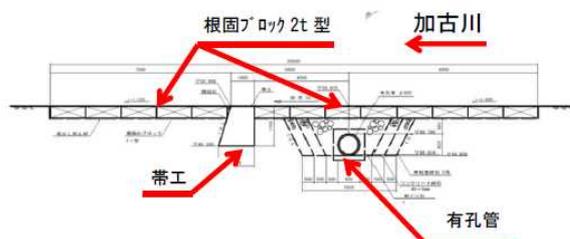


図-2 A-A断面図

3. 災害の概要

(1) 気象の状況

平成30年7月4日～8日にかけて本州に停滞した梅雨前線の影響により、兵庫県を含む11府県に対して大雨特別警報が発表され、西日本の広い範囲で河川氾濫や土砂災害が発生した。

当箇所では、直近の観測所（県西脇観測所）で7月4～8日の累計で401mmの降雨を記録し、被災箇所でも最高56.10mと計画高水位56.964mに迫る河川水位を記録した。

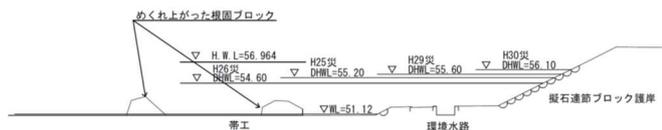


図-3 被災水位（帯工設置箇所）

(2) 今回の被災状況

5日間にわたる河川水位上昇の結果、当箇所でも下記被害が発生した。

- ① 帯工上流根固めブロックのめくれ上がり（写真-2）
- ② 左岸側護岸の背面侵食・欠壊（写真-3）



写真-2 平成30年災 被災状況写真2



写真-3 平成30年災 被災状況写真3

(3) 繰り返された災害

当箇所では平成20年度の整備以来、今回の被災を含め過去に4回にわたり河川災害が繰り返され、かつ、下記のとおり今回と同様の被災を受けている。

- ① 平成25年災及び平成26年災（増波）：
 - a) 帯工根固めブロックのめくれ上がり
 - b) 帯工直下の中抜け
- ② 平成29年災：
 - a) 左岸側護岸の背面侵食・欠壊

特に、平成29年災の復旧工事竣工後、1年以内に被災（未満災）したことから、国土交通省との査定前事前打合せに向けた説明資料作成作業の中で、「これまでの被災も含めた被災原因の検証」及び「被災原因を除去するための工法の選定」を行うこととした。



写真-4 平成25年災及び平成26年災（増波） 被災状況写真



写真-5 平成29年災 被災状況写真

4. 被災原因の検証と除去（工法選定）

(1) 帯工上流根固めブロックのめくれ上がりの原因

平成30年災について、被災後の河川縦断を確認したところ、帯工直下流で河床低下が発生し、落差が生じていることが確認できた。



図-4 平成30年災 被災後河川縦断図

落差が生じたことにより、流速の増加が想定されたことから、落差発生地点前後で不等流計算を行うことによ

り落差地点での限界流速を算出し、その限界流速から必要となる上流側根固めブロックの重量を算定した。

算定の結果、必要重量は5.6tとなり、現状の根固めブロック2t型では重量不足であることが判明した。

なお、今回の被災を受け、平成25・26年災の被災後河川縦断を再度確認したところ、平成30年災と同様に帯工直下流で河床低下が発生し、落差が生じていることが確認できた。

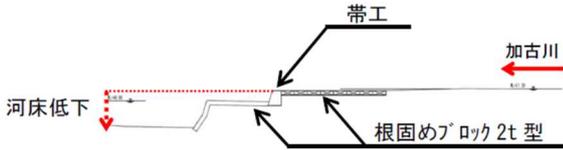


図-5 平成25・26年災 被災後河川縦断図

(2) 帯工上流根固めブロックのめくれ上がりの対策 (河床低下に対する対策)

平成25・26年災では、落差発生による流速増加を想定せず、復旧に当たっては埋戻し下流端に土砂止め用の根固めブロックと矢板を設置することにより、下流側の河床変動を押さえることを期待したが、変動を押さえることはできず、再度、帯工直下流で河床低下が発生し、落差が生じてしまった。



図-6 平成25・26年災 復旧平面図

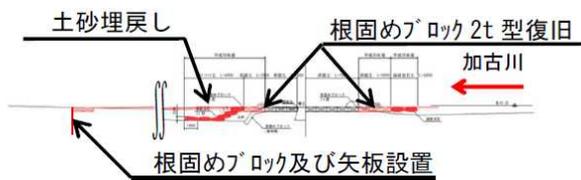


図-7 平成25・26年災 復旧河川縦断図

ところで、設計便覧(案)第2編 河川編¹⁾や床止めの構造設計手引き²⁾では、「河道の状態が経年的に変化することや、将来的な河道計画の見直し等を考慮すると、帯工は簡易的な構造とし、河床変動の状況に応じて改修していくことが合理的と考えられる。」「将来河床低下が発生し、帯工下流で落差が発生する場合は、そのときに落差に改築すればよく、帯工は仮設的なものとするべき」

との記載がある。

また、平成30年災害手帳³⁾では、河床変動の除去が技術的に困難で、原形復旧不可能な場合は、落差工(床固工)を新設し、従前の効用を回復することが認められている。

表-1 災害復旧事業の範囲

要綱	被害箇所状況等	対象工程	復旧工法	原形復旧が不適当であること的主旨	復旧工法の採択限度
第2-1	原形復旧	公共土木施設の被災	全工程	◎被災前の位置に(被災施設と形状、寸法及び材質の等しい施設に復旧する工事)	-
第2-2(一)	原形復旧不可能(原形の判定が可能な場合)	河川、海浜、農用道路、砂防、地すべり、急傾斜地、橋梁、下水道、公園	◎被災前の位置に(形状寸法の変更、材質の改良、根固工、水制工、床止工、突堤工、排水工、消波工、擁壁工、法面保護工等の新設)	技術的に不可能	従前の効用を回復
第3-1(一)	原形復旧とみなす困難	河床変動、海岸てい線の移動、地形地盤の変動、被災施設の除去が困難	◎位置法線の変更、形状寸法の変更、材質の改良、根固工、水制工、床止工、突堤工、排水工、消波工、擁壁工、法面保護工等の新設 ◎道路を橋梁、さん道、トンネルとする。	技術的に困難	従前の効用を回復

(注)全工程:河川、海岸、砂防、地すべり、急傾斜地、道路、橋梁、下水道、公園

出典:平成30年災害手帳³⁾

以上のことから、平成30年災からの復旧にあたっては、河床変動により原形復旧不可能と判断し、帯工を落差工に改築することとした。

また、落差を残したまま復旧することから、上流側根固めブロックの規格を2t型から6t型に変更して対応することとした。

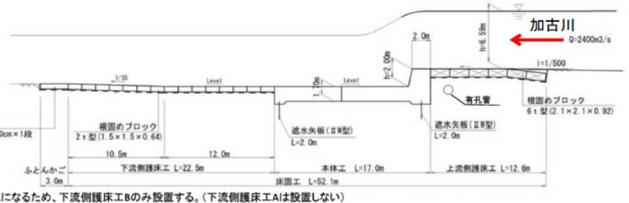


図-8 平成30年災 復旧河川縦断図

(3) 左岸側護岸の背面侵食・欠壊に対する対策

平成29年災では巻止め工の根入れ深さを侵食深より深くすることにより対応したが、平成30年災では前年度以上の侵食が発生し、再度、左岸側低水護岸の背面侵食・欠壊が発生してしまった。

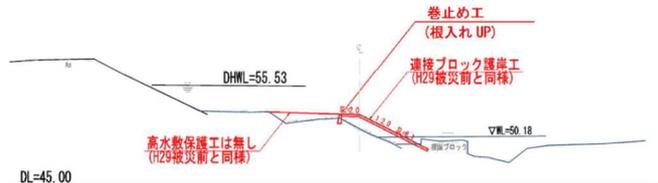


図-9 平成29年災 左岸側護岸復旧横断図

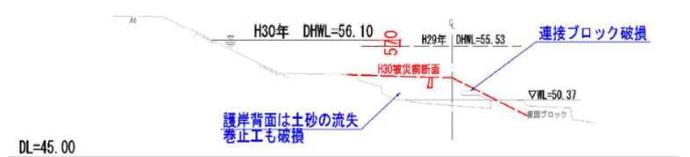


図-10 平成30年災 左岸側護岸被災横断図

復旧にあたっては、落差工に隣接する高水敷全面を張りブロックで覆うことにより、低水護岸の背面侵食、欠壊に対応することとした。

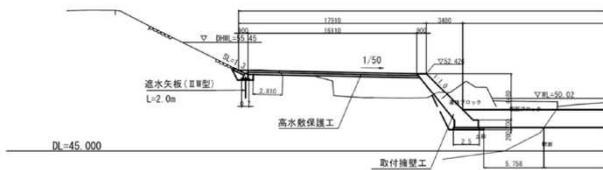


図-11 平成30年災 左岸側護岸復旧横断面図

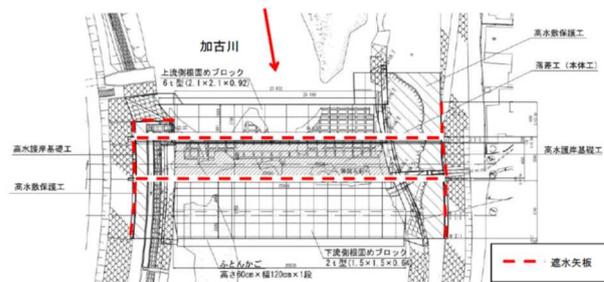


図-15 平成30年災 復旧平面図

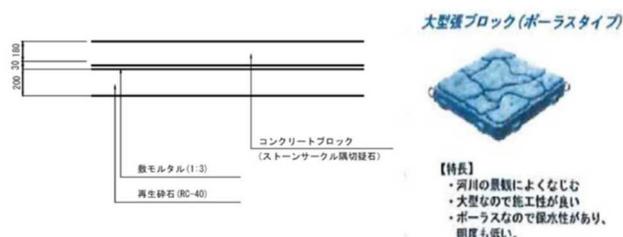


図-12 高水敷保護工断面図

(4) 落差工の中抜け及び堤防保護に対する対策

平成25・26年災では根固めブロックめくれ上がりにより、脆弱である有孔管理設箇所付近の土砂が洗掘を受け、河川中心部の帯工直下で中抜けが発生した。



図-13 平成25・26年災 被災後河川縦断面図(河川中心部)

また、平成30年災では、根固めブロック等に隠れて直接は確認できなかったが、帯工根固め工の洗掘、及び上流側ブロックのめくれ上がり状況(上流端よりめくれ上がっている)より、中抜けが発生している疑いがあった。

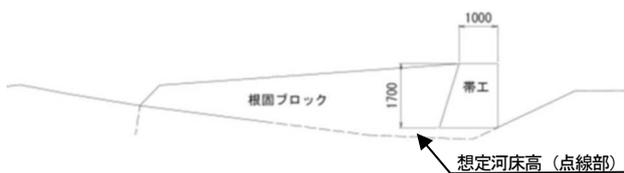


図-14 平成30年災 被災後河川縦断面図

そこで、復旧にあたっては、帯工直下での中抜け防止、及び高水敷上の洪水による堤防破壊を防ぐため、落差工本体直下と高水基礎直下に遮水矢板を設置することにより対応することとした。

5. 災害査定とその結果

前章「4. 被災原因の検証と除去(工法選定)」で検討した被災原因の検証と除去方法(工法選定)について、平成30年8月24日実施の国土交通省との事前打合せで説明し、提案通りの工法で行うことが認められた。

6. おわりに

平成25・26年災及び平成29年災では、あくまで原形復旧しようとした結果、河床低下や護岸の背面侵食・欠壊が再度発生してしまった。

今回も含めた過去4回の被災、復旧工事から得られた教訓として下記のことがあげられる。

- ① 河床は動く(時とともに変化してゆく)ことを前提とした復旧工法の選定
- ② 根本的な被災原因追求と被災原因を除去する復旧工法の選定

また、今回の査定では、本来検討すべき「落差工形式の選定」、「魚道の設定」、「地質調査による遮水工法の選定」が時間の関係でできなかった。

私が担当するのは査定までで、今後の実施設計、工事は事務所の河川担当課が行うことになるが、査定で検討できなかった上記の点を補足して実施設計、工事が進み、同様の災害で再度被災することのない強靱な河川施設が復旧することを祈念して、本論文を終了する。

謝辞: 本論文の作成・とりまとめにあたり、ご指導・ご協力いただいた県庁河川整備課及び県加東土木事務所の方々、設計コンサルタントの方々に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 近畿地方整備局：設計便覧(案)第2編 河川編 平成24年4月
- 2) (財)国土技術研究センター：床止めの構造設計手引き 平成10年12月
- 3) (一社)全日本建設技術協会：平成30年災害手帳 平成30年7月