

河川の超過洪水に対応する橋台背面盛土の保全対策技術の検討

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 正 員 ○青木 卓也
 (国研) 土木研究所寒地土木研究所 山梨 高裕
 (国研) 土木研究所寒地土木研究所 正 員 橋本 聖

1. はじめに

平成28年8月の記録的な豪雨において、河川堤防からの越水や決壊による氾濫による道路の崩壊や落橋など大惨事となった(図-1)。その後、北海道開発局等では、『平成28年8月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会』で、気象変動を考慮した今後の水防災対策のあり方、特に許可工作物の対応として橋台背面の洗掘等による橋梁の被災要因を分析して有効な対策の検討が急務、と提言¹⁾された。本研究では、その河川橋梁の橋台背面盛土の保全対策に着目し、今回の超過洪水に相当する洪水外力に対応可能な橋台背面盛土構造を構築すべく、当時の橋梁の被災状況を分析し、その被災要因から恒久復旧や予防保全に寄与できる対策工技術を考案するために検討した。



図-1 橋台背面盛土の被災状況例

2. 平成28年8月北海道豪雨で発生した橋梁被災の形態

管理者聞き取り調査で、被災により改めて工事を行わなければならない橋梁は、北海道や自治体等の全体で128箇所及び、その多くは河川の上流部(河川勾配1/30~1/400)に位置していた。橋台背面盛土の被災に特化すると被災形態はほぼ3ケースで、洪水が直接あるいは橋梁上流の河岸洗掘が進行して到達したもの(図-2(a))、上流で溢水し道路が洗掘され橋台背面に達したもの(図-2(b))と橋梁付近の流木による河道閉塞で越水してその氾濫流が道路上を流下し洗掘したもの(図-2(c))であった。現状分析では、図-2(a)が多く、橋台背面盛土の消失が本体被災にまで影響を与えたものも多かった。つまり橋台背面盛土が洪水被害に遭わないように保全対策することが橋梁本体自体も保全し、被害を最小限に抑えられると考えられる。

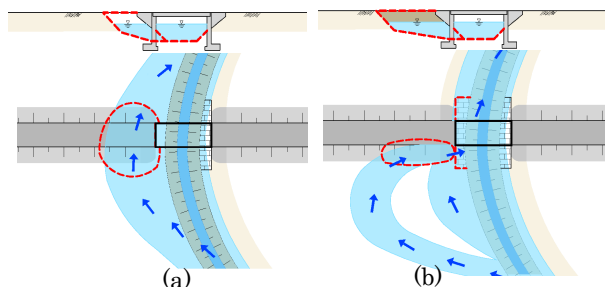


図-2 橋台背面盛土の主な被災形態

3. 橋台背面盛土の被災要因と対策工の考え方

今回の被災要因は、現状ではほぼ洗掘による被害と言え、今回の調査団の報告書²⁾や過去に全国で発生した豪雨災害における代表的な調査団の報告書³⁾や研究機関⁴⁾の専門書からも主な要因は、洗掘(侵食)・河床低下、浸透、間隙空気⁵⁾と考えられる。対策工を検討するうえでは、各要因に対応できる工法を選定することが必要で、現状の製品や試作品および新技術から下記のとおり1次的に選定した(図-3)。

- ・耐浸透および間隙空気(エアブロー)⇒透気防水シートおよびそれと同等品以上の製品
- ・耐洗掘および河床低下⇒連続箱型鋼製枠、落石ネットを利

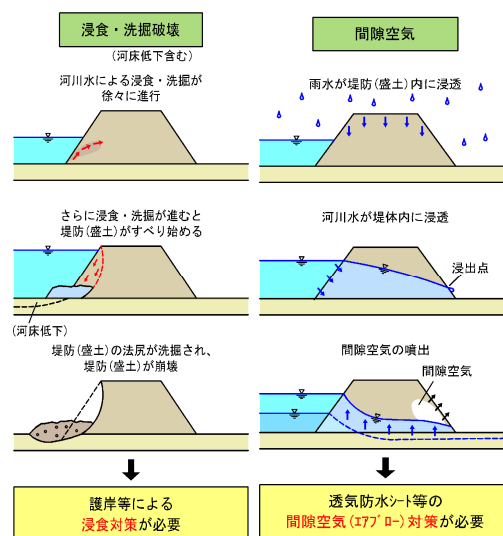


図-3 被災要因とその対策

キーワード：超過洪水、橋台背面盛土、洗掘、河床低下、間隙空気

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 寒地土木研究所寒地地盤チーム TEL:011-841-1709

用した箱型根固め工（仮称）およびそれと同等品以上の製品が各要因に対応できる工法として有効と考えられる。ここでは被災要因をフルスペックで対応できる方法として捉えた。各々の被災要因に応じた対策のみを選定することでも問題はない。

4. 被災要因に対応する対策工の検討

恒久的な復旧を想定した対策工案を検討する。現在考えられる 1 次対策工法を表-1 に取りまとめた。コンクリート構造物等の工法は、剛性自体は高いが、橋脚同様に河床低下には耐えられないため転倒や滑動が懸念され再度、不安定構造物となる。さらに用地確保、予算、工期、早期の道路啓開等程々困難を極める。とは言え、多くの橋梁において現状復旧や護岸復旧で完了してしまっても再度被災するのは明らかである。これらを考慮し、土構造物Ⅱ（透気防水シート＋連続箱型鋼製枠）およびⅢ（透気防水シート＋落石ネットを利用した箱型根固め工（仮称））が適した工法、と判断した。これらの工法は、維持業者が簡易に施工出来、複雑な施工管理が伴わない、短時間に材料が現着する市場性がある、広い施工ヤードは必要ない、大型機械は使用しない、短時間に施工が完了でき施工計画の立案が容易、通常時の河川景観にも影響を与えない、等々利点が多い。

表-1 橋台背面盛土被災後の復旧工あるいは予防保全工を想定した対策工の比較（1 次選定）

対策工種大別		コンクリート構造物	鋼構造物	土構造物Ⅰ	土構造物Ⅱ	土構造物Ⅲ
対策工種		擁壁類(逆T・L型・もたれ)、ブロック工(積み)	鋼矢板杭構造物	土壁工(ふとん籠・耐候性大型土のう)＋透気防水シート工	土壁工(落石ネットの箱型根固め工)＋透気防水シート工	土壁工(連続箱型鋼製枠)＋透気防水シート工
検討項目		設計	設計	設計	設計	設計
即時性	設計	・調査と設計に時間を要す	・調査と設計に時間を要す	・設計が簡易	・設計が簡易	・設計が簡易
	施工性	・施工管理や品質管理が複雑 ・製作に時間を要す ・資材、材料が多い ・人工も多数必要 ・広大な施工ヤードが必要	・施工管理や品質管理が複雑 ・大型機械(杭打ち機など)が多数必要、資材に時間がかかる ・人工も多数必要 ・広大な施工ヤードが必要	・施工(袋詰め)が簡易で場所を選ばない ・特殊作業員を要さない ・機械は小型Bu、小型クレーン	・施工(箱詰め)が簡易で場所を選ばない ・特殊作業員を要さない ・機械は小型Bu、小型クレーン(現地製作ならクレーン不要)	・施工が簡易だが、別場所からのクレーン吊りは出来ない ・特殊作業員が必要 ・機械は小型Bu、小型クレーン(現地製作ならクレーン不要)
	市場性	・材料(プラント、鉄筋、型枠等)が近隣にあるか、・現着の時間	・材料(鋼矢板・鋼管)の入手や製作が困難、・現着の時間	各主要都市にある	主に札幌近郊にある	主に札幌近郊にある
	計画性	・機械配備、人的配備に時間を要す、・完成に時間を要す、・仮設を伴う	・機械配備、人的配備に時間を要す、・完成に時間を要す、・仮設を伴う	施工計画が立案し易い	施工計画が立案し易い	施工計画が立案し易い
景観	河川景観性	コンクリートがむき出しだが橋台と同様	鉄がむき出しになる場合がある	黒色の土のう袋が見える	箱内の石が見え自然界と同化	下部に鋼製枠が向きだし(橋台の色と同色)
コスト削減	経済性	設計費、資材費、人件費等、時間も要し高価	設計費、資材費、人件費等、時間も要し高価	安価	ふとん籠や土のうと比較してやや高価	ふとん籠や土のうと比較してやや高価
	耐衝撃	耐水圧に強靱	耐水圧に強靱	流木や土石の衝撃に概ね対応できる	流木や土石の衝撃に対応できる(落石衝突実験済み)	流木や土石の衝撃に対応できる
機能性	耐洗掘(浸食)	耐水圧に強靱で洗掘されない	耐水圧に強靱で洗掘されない	耐洗掘に優れている	耐洗掘に優れている	耐洗掘に優れている
	耐河床変動	基礎が空洞になる可能性有り	河床低下により根入れ不足になる可能性有り	基礎が空洞になる可能性有り。	フレキシブルに追従する	底盤がないのである程度は追従する
	耐浸透	本体からの浸透はないが端部や継ぎ目からの浸透はある	本体からの浸透はないが端部や継ぎ目からの浸透はある	本体からの浸透はないが端部や継ぎ目からの浸透はある	本体からの浸透はないが端部や継ぎ目からの浸透はある	本体からの浸透はないが端部や継ぎ目からの浸透はある
	耐間隙空気	表面は拘束されていない	表面は拘束されていない	透気可能	透気可能	透気可能
流体力	本体の洪水による耐流体力	高い	高い	単体で積み重ね。一体力としては低い(1袋1t)	単体(1箱2t)で積み重ね。縦横方向の剛性(緊ぎ・骨格・支柱)の工夫が必要。	横方向は連続して一体性がある。積み重ね時の縦方向の剛性(緊ぎ・支柱)の工夫が必要。
剛性	一体力	高い	高い	単体で積み重ね。一体力としては低い(1袋1t)	縦横方向の剛性(緊ぎ・骨格・支柱)の工夫が必要⇒ジョイントコイルや強繊維紐で対応可	横方向は連続して一体性がある。積み重ね時の縦方向の剛性(緊ぎ・支柱)の工夫が必要。
維持管理	部分補修	滑動・転倒等があった場合は、取り壊して再施工	引き抜き必要、部分的な打ち直しは当初施工時と同様で困難	損傷部だけの部分的補修が可能	損傷部だけの部分的補修が可能	損傷部だけの部分的補修が可能
長期耐久	恒久性	高い	高い	仮設の域を超えない	箱型は高い、シート耐久性は10年単位(カタログより、再検討)	鋼製枠、シート耐久性とも10年程度(カタログより、要検討)
コスパ		×	×	△	◎	◎

印の説明) 本対策工法検討に対して◎：優位、○：やや優位、△：普通、×：やや不適

5. まとめ

・平成 28 年 8 月北海道豪雨災害による橋梁被災は橋台背面盛土の消失が起因となり橋梁上下部に影響するケースが多かった。橋台背面盛土の保全対策で、橋梁本体への影響が軽減され被害規模も小さくなる、と言える。

・そこで、橋台背面盛土へ洪水の影響に耐えられる対策工種を検討した結果、土構造物Ⅱ（透気防水シート＋連続箱型鋼製枠）およびⅢ（透気防水シート＋落石ネットを利用した箱型根固め工（仮称））が効果的な対策工と考え、今後は、水理模型実験や数値解析で検証する。

【参考文献】 1) 北海道開発局 HP：http://www.hkd.mlit.go.jp/, 河川。2) 公益社団法人土木学会 HP：http://www.jsce.or.jp/, 社会支援部門、災害速報。3) 鬼怒川堤防調査委員会：鬼怒川堤防調査報告書，pp3-13-37，2015。4) 財団法人北海道河川防災研究センター：河川堤防の漏水対策技術，2004。5) 伊東ら，河川堤防の浸透強化対策のための透気防水シートの有効性：第 52 回地盤工学研究発表会（名古屋），pp885-886，2017。