

道路橋基礎の洗掘災害事例及び点検に関する実態調査

(独) 土木研究所 正会員 ○加藤 隆雄

(独) 土木研究所 津幡 紀昭

(独) 土木研究所 正会員 石田 雅博

1. はじめに

橋梁が抱えるリスクのうち、洗掘に起因する基礎の損傷は非常に大きな重みを持っている。過去の調査では、米国の高速道路橋の落橋原因のうち、約 6 割が河床の変動を含む洗掘や側方移動によることが知られている。我が国においては、現在、欧米のような洗掘に起因する大事故は少ないが、それでも近年（H19～H24）における橋梁被災要因の約 6 割が豪雨や台風による洪水となっている（表-1）。このような現状を踏まえ、過去の洗掘による損傷事例及び洗掘の点検結果の分析について報告する。

年次	融雪	豪雨	台風	地震	地滑り	その他	合計	備考
H19	0	65	48	58	0	0	171	能登半島地震、新潟中越沖地震
H20	0	39	2	64	0	1	106	岩手宮城内陸地震
H21	0	22	40	2	0	2	66	
H22	0	93	8	0	0	0	101	

2. 橋梁の洗掘事例

(1)平成 10 年 8 月の福島・栃木豪雨による

洗掘事例：この豪雨では5日間で累積雨量1,200mm、時間最大雨量90mmが記録され、那珂川及び阿武隈川流域で河川堤防の破堤、道路橋の桁流出、斜面崩壊等甚大な被害があった災害である。土木研究所では、豪雨直後から道路橋の洗掘を含めた現地調査を行っており、この調査報告書を元に、洗掘に関する橋梁の損傷結果をまとめた（表-2）。

表-1 橋梁の被災要因(H19～H24)						平成19年～24年 災害統計(国土交通省)より		
年次	融雪	豪雨	台風	地震	地滑り	その他	合計	備考
H19	0	65	48	58	0	0	171	能登半島地震、新潟中越沖地震
H20	0	39	2	64	0	1	106	岩手宮城内陸地震
H21	0	22	40	2	0	2	66	
H22	0	93	8	0	0	0	101	
H23	0	42	157	329	0	1	529	東日本大震災
H24	1	125	10	1	0	1	138	
合計	1	386	265	454	0	5	1,111	

表-2 H10.8豪雨災害における洗掘被害事例

	変状	分類	素因	誘因	
A橋	橋台・桁流出、橋台背面盛土流	収縮洗掘	流木による河積阻害	地形・橋梁による河道狭窄	全面通行止め
B橋	橋台・桁の流出	収縮洗掘	上流で越流した洪水流の流入	橋梁・取付盛土による河道狭窄	全面通行止め
C橋	橋台の傾斜、桁・背面盛土の流	局所洗掘	流木による河積阻害	流下能力を上回る洪水	全面通行止め
D橋	橋台の沈下、桁の流出	局所洗掘	上流で越流した洪水流の流入	流下能力を上回る洪水	全面通行止め
E橋	桁・背面盛土の流出	収縮洗掘	流木による河積阻害	谷底地形に橋梁が位置	全面通行止め
F橋	橋台の沈下・傾斜	局所洗掘	橋台根固めの不十分	被災橋台が水衝部	全面通行止め
G橋	橋脚の沈下・傾斜	局所洗掘	橋脚根固めの不十分	架橋位置が水衝部	道路閉鎖中
H橋	橋脚の沈下・傾斜	局所洗掘	橋脚根固めの不十分	架橋位置が水衝部(橋脚位置が流心)	全面通行止め
I橋	橋脚の沈下	局所洗掘	ラーメン式橋脚	流下能力を上回る洪水(流心の橋脚が沈下)	全面通行止め
J橋	橋台背面盛土の流出	収縮洗掘	流木による河積阻害	橋梁・取付盛土による河道狭窄	全面通行止め
K橋	橋台背面盛土の流出	収縮洗掘	上流で越流した洪水流の流入	橋梁・取付盛土による河道狭窄	全面通行止め
L橋	橋台背面盛土の流出	局所洗掘	流木による河積阻害	桁高の不足	全面通行止め
M橋	橋台背面盛土の流出	局所洗掘	流木による河積阻害	流下能力を上回る洪水	全面通行止め
N橋	前面護岸の洗掘	局所洗掘	橋台護岸の不十分	架橋位置が水衝部	全面通行止め
O橋	背面盛土・道路の流出	局所洗掘	橋台護岸の不十分	橋台の河道法線阻害	全面通行止め

この事例より個別の素因・要因を分析すると、大きく「収縮洗掘」と「局所洗掘」に分類される。「収縮洗掘」は、川幅縮小に伴って掃流力が増加することから生じる洗掘である。今回の事例では、氾濫原を含む河道部が元の地形や橋梁取付盛土などによって河道が狭窄され、洪水流の極端な収縮によって河床が洗掘されている例がみられる。この洗掘は架橋地点のみならず、周辺の地形や土地利用、堤防などに影響される。「局所洗掘」は、橋脚などの河川構造物の周りの縮流、乱れなどに起因する構造物近傍のごく限られた範囲に生じる洗掘である。今回の事例では、水衝部にある橋台が基礎や背面盛土の洗掘によって流出・傾斜したほか流木による河積阻害により橋台や桁の流出が発生している。なお、通常、我々が橋脚の洗掘と言えばこの「局所洗掘」を示すことが多い。この洗掘は流水深、流速、河床材料、構造物の形式・寸法、洪水流と構造物の迎角などによって変化する。

(2)土木研究所に寄せられた技術支援案件における洗掘事例：ここでは、土木研究所構造物メンテナンス研究センターに寄せられた技術支援案件における洗掘事例を紹介する（表-3）．相談内容は、緊急の対応を必要とする事例が多く、特異な事例が含まれている．これらの事例からはO橋、R橋で見られるように、想定されにくい事象に

キーワード 道路橋, 基礎, 洗掘, 点検

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独)土木研究所構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773

よって損傷が発生した場合は、損傷の度合いが大きいことが分かる。

表-3 技術相談における洗掘被害事例				
道路名	変状	分類	素因	誘因
P橋	橋脚の傾斜	局所洗掘	橋脚根固め工の不十分	橋梁点検の不足
Q橋	橋脚前面護岸の浸食	局所洗掘	橋脚護岸(ランガー橋)の不十分	橋脚基礎の調査不足による基礎地盤の崩落
R橋	橋台基礎下面の浸食	局所洗掘	想定外の避避橋への洪水流入	上流部における破堤
S橋	橋台背面の路面陥没	局所洗掘	橋台護岸の不十分	過去に発生した同様の路面陥没の調査不十分

3. 洗掘に関する点検調査

我が国における洗掘に主眼をおいた点検事例に、平成 19 年度に実施した「橋梁基礎の洗掘に係る点検」がある。

調査対象橋梁：①基礎形式が直接基礎、支持地盤が砂または砂礫である橋梁、②過去の橋梁定期点検で洗掘に対する損傷の評価が“c”または“e”と評価された橋梁、③過去の災害経験箇所の調査において、洗掘に対する安定度が“対策又は防災カルテ作成の必要あり”と判断された直轄橋梁 467 橋 1, 134 基のうち、緊急対応が必要とされた 1 橋 2 基、維持・補修が必要とされた 103 橋 158 基及びそれと同等程度の洗掘を受けた橋梁について点検結果の分析を行う。

点検方法：橋梁基礎の洗掘状況等を現地調査により直接点検を行う。

点検結果の評価：点検結果を踏まえ、各々の点検橋梁が①緊急に対応が必要なもの、②維持・補修が必要なもの、③詳細調査又は継続的な観察を行い対応を検討するもの、④対応不要なもののいずれかに該当するかを判定する。

点検結果分析：緊急点検対象 467 橋のうち、①緊急対応及び②維持・補修に区分されたのはあわせて 104 橋であった。このうち、橋台、橋脚の基礎もしくはフーチングの底版まで露出した洗掘（重度の洗掘）を受けた橋梁は 16 橋、橋台・橋脚の基礎もしくはフーチングの上面や一部が露出した洗掘（中程度の洗掘）を受けた橋梁が 49 橋である。この点検結果から損傷状況は、特に水衝部で顕著であることが分かる。104 橋のうち水衝部に位置する橋台もしくは橋脚があった 11 橋は、全て重度もしくは中程度の洗掘が確認され、そのうち 4 橋で重度の洗掘が確認されている。また、上流部においては、低水量時の流路が橋台もしくは橋脚に近接している場合に洗掘が確認される事例が多く、9 橋でフーチングの重度もしくは中程度の洗掘が確認されている。

点検調査における課題：今回の点検で唯一①緊急対応が必要と判断とされた橋梁は、橋台フーチング下面の一部が露出していたが、本橋以外にも

重度の洗掘が確認された橋梁は 15 橋（表-4）あり、点検者により判定基準や判断が大きく異なっている。重度の洗掘が発生していた橋梁の点検評価は、②維持・補修が 12 橋、③調査・観察が 1 橋で残る 2 橋は点検結果の判定が行われていない。これらから、調査結果の評価だけでは洗掘の進行度や危険度を判断できず、個別の点検調査を確認しなければ正確な状況が把握できないという課題が明らかになった。

表-4 点検結果一覧							点検結果
	基礎 地盤	河道 条件	橋台 洗掘	橋脚 洗掘	損傷 評価	損傷状況 ※橋台、橋脚共に沈下、傾斜なし。	
						状況	点検 評価
T橋	砂礫	水衝部	あり	あり	o	水衝部であるA1橋台底版の一部が露出	維持・補修
U橋	砂礫	水衝部	あり	あり	o	水衝部であるA2橋台底版の一部が露出	維持・補修
V橋	砂礫	水衝部	なし	あり	o	低水路であるP2橋脚底版の一部が露出	維持・補修
W橋	砂礫		あり	あり	o	A1・A2橋台で洗掘、橋台下面の一部が露出	維持・補修
X橋	砂礫		あり	なし	e	A1・A2橋台で洗掘、A2橋台ではフーチング下面の一部が露出	維持・補修
Y橋	不明	水衝部	なし	あり	c	P6橋脚周辺で洗掘、橋脚底版の一部が露出	調査・観察
Z橋	岩盤		あり	あり	e	A2橋台周辺で洗掘、フーチング下面が0.2m露出	緊急対応
AA橋	砂		あり	あり	c	A1橋台、P1橋脚周辺で洗掘、橋台下面の一部、橋脚フーチング露出	維持・補修
AB橋	砂礫		あり	あり	c	A1橋台、P1橋脚周辺で洗掘、橋台下面のフーチング下面露出	
AC橋	不明		あり	あり		P1橋脚周辺で洗掘、フーチング下面が露出	
AD橋	不明		あり	あり	o	A1橋台周辺で洗掘、A1橋台の一部で橋台下面が露出	維持・補修
AE橋	岩盤		あり	あり	o	A2橋台周辺で洗掘、A2橋台フーチング下面が露出	維持・補修
AF橋	土砂		あり	あり	o	A2橋台周辺で洗掘、A2橋台フーチング下面が露出	維持・補修
AG橋	岩盤		なし	あり	S	P2橋脚周辺で洗掘、フーチング底面露出も、岩着のため調査観察判定	調査・観察
AH橋	礫		なし	あり	c	P1橋脚周辺で洗掘、フーチング下面が露出	維持・補修

4. まとめ

道路橋基礎の洗掘災害事例及び過去の点検結果より損傷発生要因の実態、傾向について述べた。今後の課題として、洗掘のリスクを評価するにあたり、これまで評価の対象となっていない項目、例えば収縮洗掘の発生要因となる河道の閉塞条件、橋梁高さなども含め、より細かな要因についての分析を行い、構造物の状態を適切に調査・診断するための技術を確立していくことが必要である。

参考文献 1) 土木研究所：平成 10 年 8 月末豪雨による福島県・栃木県豪雨災害現地調査報告書，土木研究所資料第 3793 号，2001