

記録的豪雨による既設渡河橋梁直接基礎の洗掘沈下に対する危険度評価

北海道大学大学院工学研究院 磯部公一

近年の降雨状況の変化は、地盤災害や河川水害を誘発し、人的、物的被害を増大させることが予想されている。これまで台風の影響が少なかった北海道においても、平成 28 年 8 月に台風が相次いで上陸し、過去に経験したことのない記録的豪雨による被害が道内各地で多発した。この事例では、河川における橋台背面地盤の侵食、洗掘、流出による甚大な被害が社会的に注目された一方で、国道 38 号の小林橋や清見橋、さらには国道 273 号の高原大橋において、橋脚を支持する直接基礎周辺地盤の洗掘に起因する橋脚の沈下被害や落橋被害が発生した。その後も同種の被害が毎年道内で発生しており、北海道では近年、渡河橋梁直接基礎橋脚の洗掘被害が急増する傾向にある。このような背景を受け、本研究では過去に北海道で発生した渡河橋梁直接基礎の洗掘被害事例に着目し、橋脚の洗掘沈下危険度を容易かつ定量的に評価できる手法の開発を目指し、①北海道内の渡河道路橋の記録的豪雨に伴う河川の異常出水時の橋脚洗掘被害履歴およびその被害要因を統合したデータベースの作成、②データベースを基に統計分析を実行し、被害要因の洗掘被害への影響度評価とそれに基づく各橋梁の洗掘被害判別予測を実施した。

情報収集および分析の対象としたのは、過去の豪雨災害により直接基礎橋脚の洗掘被害を受けた国道、道道、町道を含む道内の道路橋 16 橋と、平成 28 年 8 月に北海道に上陸し記録的な被害をもたらした台風 10 号による豪雨の範囲に存在し、洗掘被害を受けなかった直接基礎橋脚を持つ国道橋 114 橋を合わせた 130 橋（うち被害有り 16 橋）である。洗掘被害の要因については被害の直接のきっかけとなる降雨等の「誘因」と、橋梁が潜在的な被害リスクとしてもともと持ち合わせている性質的な要因である「素因」が存在するが、データの入手容易性から本研究では素因に着目し、表-1 に示す情報を橋脚洗掘被害の素因として収集した。このうち河川地形的素因と地質的素因は GIS を用いて情報を収集し、構造的素因は国道橋については国土交通省北海道開発局から橋梁一般図等の提供を受けた。

統計分析には「数量化Ⅱ類」を用いた。分析にあたり、収集した素因データをカテゴリーに分類した。数量化Ⅱ類ではこのカテゴリー分けしたアイテムを説明変数、洗掘被害の有無を目的変数とした判別分析を橋梁単位で行った。また同時にカテゴリーごとにカテゴリーウェイトも算出した。カテゴリーウェイトが負の値であれば、そのカテゴリーが被害有りの判別に寄与し、正の値であれば被害無し判別に寄与することを表す。これを基に各素因の洗掘被害への影響度評価を行った。その結果、川幅 45 m 以上、火山砕屑物地質、単位川幅当たりの集水面積 15 万～20 万メッシュ/m、河床勾配 2～2.5%のカテゴリーウェイトが比較的大きな負の値を示し、被害有りの判別に寄与していることが分かった。一方で、橋脚と河道の交差角の被害への影響度はあまり高くないとの結果を得た。さらに、竣工年が 1980 年以降でカテゴリーウェイトが正の値を示す傾向にあり、1976 年に制定され、根入れ長等の基準について定めた「河川管理施設等構造令」が大きく影響していることも明らかとなった。

以上より、統計的手法により正答率 83%と一定の精度で洗掘被害の判別予測と各素因の影響度評価を定量的に行うことができた。一方で被害があった橋梁のデータ数が少なく評価精度には課題も残るため、今後は分析対象の拡大や誘因情報の説明変数への取り込みを行うことで精度の向上に努める予定である。

表-1 収集した素因データ

分類	具体的なパラメータ
河川地形的素因	曲率半径、川幅、集水面積、 河床勾配
地質的素因	表層地質
構造的素因	橋脚と河道の交差角、竣工年、 橋脚幅、根入れ長

表-2 説明変数の有効性

	川幅	表層地質	単位川幅集水面積	河床勾配
偏相関係数	0.808	0.702	0.868	0.77
F値	2.207	0.939	3.637	1.41
自由度	4,86	5,86	4,86	5,86
参考p値	0.075	0.46	0.009	0.229