

鉄道橋梁における洗掘を受けやすい橋梁を抽出するための採点表（案）の作成

鉄道総合技術研究所 正会員 ○中村 貴史 正会員 佐溝 昌彦 正会員 村石 尚
正会員 小林 徹 正会員 渡邊 諭
九州旅客鉄道株式会社 正会員 中島 大輔

1. はじめに

鉄道では河川橋梁における洗掘災害を防ぐために、橋梁の状態を確認するための定期的な検査を行うとともに、必要な箇所への対策工の施工や運転規制を実施している。一般に、橋梁検査は、目視による外観検査（全般検査）と、これから抽出した橋梁について行う詳細な検査（個別検査）とに分けられる。個別検査では、洗掘の危険性のある橋梁に対して対策の要否など必要な措置の検討も行う。ここで、洗掘災害を防止するためには、全般検査の段階で「洗掘を受けやすい橋梁」を精度良く抽出する手法が必要となる。そこで、筆者らは、全般検査段階で用いることを想定した、洗掘災害の発生する危険性がある橋梁を効率的に抽出する手法を検討し、全般検査での抽出精度を向上させるための採点表（案）を作成した。ここでは、採点表（案）作成段階での検討内容と現地での試行の結果について報告する。

2. 採点表（案）作成のための検討内容

2.1 検討の方法

採点表（案）の作成に際しては、過去の被災事例から被災橋梁と河川の特徴を整理し、洗掘災害との関係の強さや作業性を考慮して、調査項目と配点を定めた。また、現地での試行により調査項目や配点を見直した。

2.2 抽出手法の検討

一般に、検査によって危険箇所を抽出する手法には、フローチャートを用いる手法や、着目する項目を列記し該当する項目数を数える手法（チェックシート式）、さらに各項目の重み付けを考慮して配点し、点数を合計する手法（採点表式）などがある。洗掘災害は複数の要因が重なっていることが多い。その一方で、特定の項目に該当するだけで重大な危険性がある場合もある。また、要注意橋梁の抽出に際しては各橋梁を相対的に評価する必要性もある。そのため、採点表式とチェックシート式を併用することとした。

2.3 採点表（案）の対象橋梁

橋脚の有無によって洗掘災害の形態は異なる。このため、今回は橋脚を有する橋梁のみを対象としている。また、桁冠水による橋脚の倒壊などの災害については、洗掘災害とは原因や対策が明らかに異なるため今回の対象からは除外した。

3. 調査項目の検討と採点表（案）の作成

3.1 洗掘災害を受けた橋梁の特徴

国鉄時代に収集された洗掘被災事例（108件）および「鉄道土木」、「日本鉄道施設協会誌」に掲載されていた事例を分析した。その結果から、洗掘災害が発生した橋梁の特徴としては、1)河川改修環境の変化、2)経年的な全体河床の低下、3)河川（流路）に対する橋脚の位置、4)防護工の変状や構造上の不備、5)岩着判定の誤認、6)扇状地形での多発、などが挙げられる。

3.2 洗掘に関係が大きい要因

河川橋脚における洗掘深さや大きさを左右する要因はこれまで洗掘深の予測式などに取り上げられているものがよく知られている。たとえば、1)河床材料の粒径、2)河床勾配、3)流速（流量）、4)橋脚幅などである。しかし、これらは時々刻々変動するものや特定するための作業が非常に煩雑であるものが多い。そこで、河床勾配や河床材料の粒径については、これらと相関があると思われる周辺地形や河床材料で間接的に代表させる

キーワード 鉄道橋梁、洗掘、検査

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 TEL 042-573-7263

こととした．また，橋脚幅のように基本的に不変なものは評価項目に加えることは避けた．

3.3 採点表（案）の調査項目と要因

調査項目は，前述の被災事例からみた特徴に加えて洗掘に関係が強いと考えられている事柄を中心に選び以下の3つに分類するとともに，条件ごとに要因を抽出した．

河川の環境条件（河川特有のもので橋脚ごとには変わらないもの）

要因：地形，河川幅の狭窄，河床材料，河床全体の低下

橋梁（橋脚）の構造条件

要因：河川の湾曲に対する橋脚の位置，河川敷に対する橋脚の位置，下流方の落差，根入比，岩着
防護条件

要因：防護工の有無，（有の場合）かご工，ブロック工，はかま工，シートパイル工

3.4 採点表（案）の作成

上記の要因ごとに要素を設定し，それぞれの要素に対して経験的な配点を行い，採点表（素案）を作成した．その後，作成した採点表（素案）をJR九州管内の実橋梁（41 橋梁，77 橋脚）で試行し，適用性を調べた．その結果に基づき，一部の要因と要素の配点の見直しを行い，表1に示す採点表（案）を作成した．この採点表（案）によって前述の41 橋梁・77 橋脚を再評価した．そのときの評価点の頻度分布を図1に示す．なお，図中の要調査橋梁（橋脚）とは，橋脚の洗掘災害に関する専門家が，採点表を使用せずに「洗掘に対するより詳細な調査が必要な箇所」と判断したものである．これによれば，採点表（案）を用いることで，より詳細な調査が必要と思われる橋梁（橋脚）と健全な橋梁（橋脚）とを概ね110点を閾値として分離することが可能であることがわかる．

表1 洗掘要注意橋梁を抽出するための採点表（案）

要因		要素	点数
河川の環境条件	地形	平野	10
		谷底平野	0
		扇状地	0
		山間地	5
	河川幅の狭窄	無	15
		有	0
	河床材料	砂	10
		礫	0
		露岩・巨礫	10
	全体河床の低下	有	0
		無	10
橋梁（橋脚）の構造条件	河川の湾曲に対する橋脚の位置	直線および曲線内側	15
		曲線外側	0
		流水中	5
	河川敷に対する橋脚の位置	陸地（護岸なし）	10
		陸地（護岸なし，流路隣接）	0
		陸地（整備護岸）	25
		陸地（整備護岸，流路隣接）	15
	下流方落差	なし	20
		～1m	5
		1m～2m	0
		2m～	0
		変状の有無	変状あり
	施工範囲	河川幅の一部のみ	0
		根入比	根入比1.5を満点とした比例配分
	岩着	岩着と思われる	15
		岩着	30

要因		要素	点数
防護条件	なし		0
		不明	0
	かご	変状有	0
		変状無	5
		変状不明	0
		変状無	20
	ブロック	変状中・一部流出・乱積み	5
		変状大・流出	0
		変状不明	0
		連結	5
	ハカマ	根入れ	袴上面＜河床
			袴下面＜河床＜袴上面
			河床＜袴下面
		変状	変状あり
	シートパイル	根入れ	地盤＜基礎底面
			基礎底面＜地盤
		変状	変状あり
			変状不明

各項目の該当する点数を合計し，合計点の少ない橋梁ほど洗掘に対する要注意橋梁と判断する．

印はその項目に該当する橋梁は合計点に関わらず要注意橋梁とする．

4．おわりに

全般検査段階での使用を想定した簡易な作業で洗掘要注意橋梁を抽出する採点表（案）を作成した．今後は現地での試行を重ねて，各要因の配点や閾値の検討を行っていききたい．なお，本研究は国土交通省の補助金を受けて実施している．

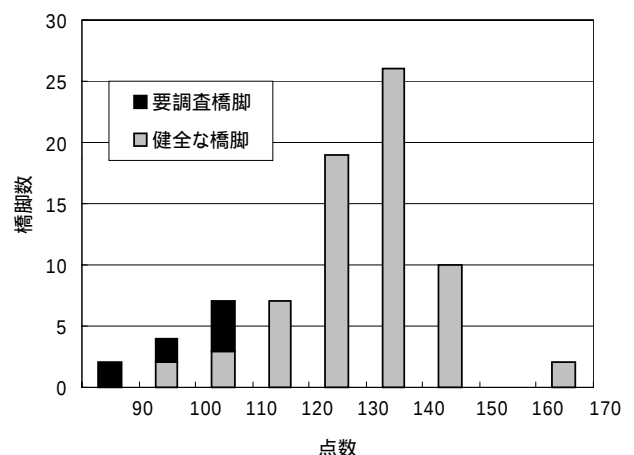


図1 現地調査による評価点の頻度分布