

### 鉄道護岸の効率的な維持管理手法に関する検討

鉄道総合技術研究所 正会員 ○獅子目修一, 中島 進, 篠田 昌弘  
阿部 慶太, 雪岡 剛哲, 名取 努

1. はじめに 鉄道土木構造物のうち、特に河川沿いに構築された土留め構造物（以下、護岸と称する）では、豪雨時等に洗掘による変状が急激に進展する例がある。鉄道構造物の維持管理では、目視による検査が中心であるため、護岸の洗掘による変状を事前に検知することは困難である。また、護岸は線状構造物であり詳細な調査を全構造物に対して実施する事も現実的には困難である。以上の背景のもとで、本報告では、線状構造の護岸について、危険箇所を効率的に抽出する手法と、危険箇所と選定された個別の護岸に対する振動特性に着目した検査法の概要を報告する<sup>1) 2)</sup>。

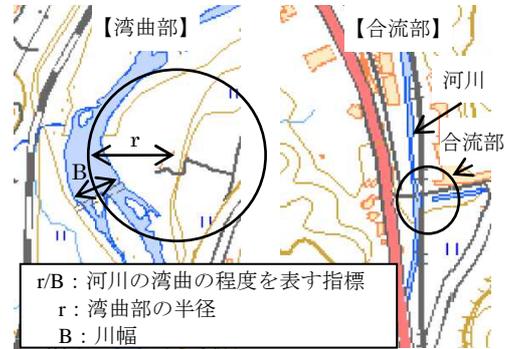


図1 地形要因の概念図

### 2. 被害箇所の分析

護岸の被害は、豪雨等による河川の増水に起因し、護岸基礎地盤の洗掘や、吸い出し等による背面地盤の流出に伴い発生するものと考えられる。こうした変状の危険度は、河川流水の作用と護岸の位置関係に依存するため、潜在的に変状が発生しやすい場所があると考えられる。

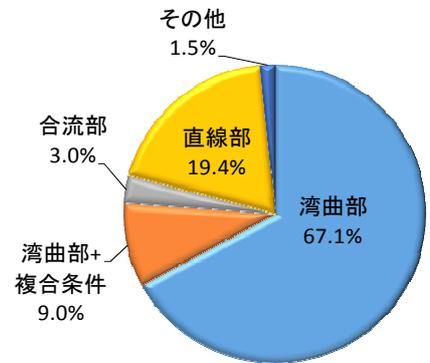


図2 地形要因による被害事例の分類結果

そこで、既往の文献や鉄道事業者より提供を受けた、河川護岸における被害事例71データについて整理を行い、被害要因の分析を行った。本検討では、鉄道構造物等維持管理標準・同解説<sup>3)</sup>を参考にして河川の地形要因として、①河川の湾曲部、②合流部、③河川の狭窄部に着目した。図1に各要因の概念図を示す。

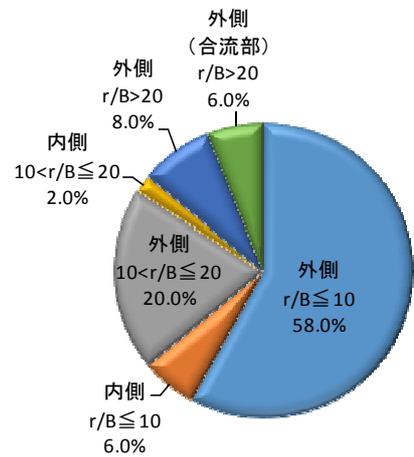


図3 湾曲の程度と護岸の位置による被害事例の分類

地形要因で被害事例を分類した結果を図2に示す。狭窄部単独で変状が生じた箇所は無かったものの、上記の3条件に当てはまる現場が被害全体の約80%を占めていた。また、これに当てはまらない箇所では、直線部において特に河床低下の影響が著しいと考えられる箇所で護岸が洗掘により被害を受ける事例があった。

ここで、地形要因の大半を占める湾曲部の事例51データについて、鉄道構造物等維持管理標準・同解説<sup>3)</sup>を参考にして湾曲部の半径  $r$  を川幅  $B$  で正規化した  $r/B$  の値と、河川との位置関係（湾曲部において、曲線の内側か外側か）とを指標とした分析を行った。図3に分析結果を示す。ここでは、湾曲の程度を  $r/B \leq 10$ ,  $10 < r/B \leq 20$ ,  $20 < r/B$  の3段階で区分した。図3に示すように、 $r/B \leq 10$  の範囲が全体の被害の64%を占めていた。また、河川の流れの外側に位置する護岸の被害事例が多く、今回の事例では河川の流れの外側に位置する被害事例が湾曲箇所での被害事例のうち92%を占めていた。以上の事から、前述した地形要因と湾曲の程度および河川との位置関係を指標として、

キーワード 護岸 洗掘 振動特性 維持管理

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 TEL 042-573-7261

護岸の危険個所の大部分を抽出可能であることが確認できた。

### 3. 護岸の振動特性に着目した検査法の概要

これまでの研究において、変状が生じた既設護岸や洗掘の変状を模擬した模型実験により護岸の振動特性に着目した護岸の健全度の検査法が有効であることが示唆された<sup>2)</sup>。以下では、護岸の振動特性に着目した検査法の概要を示すとともに、変状が生じた既設護岸に対して実施した衝撃振動試験の一例を示す。

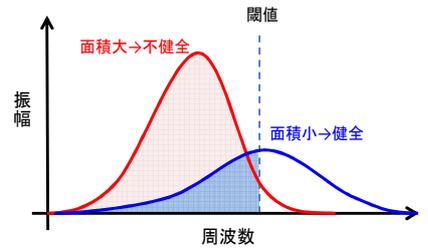


図4 スペクトル面積による診断の概要

#### (1) 衝撃振動試験を用いた護岸の振動特性の把握

衝撃振動試験は、構造物を重錘により衝撃力を与えることで、自由振動を励起させ、計測データから得られた固有振動数により、構造物の健全度を判定する手法である。この試験は、高架構造物の健全度診断に実績があるが、近年では、土留め壁や護岸にも活用されている。護岸の振動特性の指標には、図4に示すように、衝撃振動試験から得られるフーリエ振幅スペクトルの任意の周波数範囲における、縦軸(振幅)と横軸(周波数)との間に挟まれる面積であるスペクトル面積を適用した。

#### (2) 変状が生じた既設護岸に対して実施した衝撃振動試験の一例

試験対象とした護岸は、台風の影響により、石積護岸および根固め工が洗掘による被害を受け、護岸が沈下・傾斜する変状が生じた構造物である。当該護岸は、谷積み形式のブロック積護岸で、河床低下に伴い高さ2m程度の腰土留めが2段にわたり増築されていたが、復旧工事により、コンクリート壁およびブロック積壁にて再構築された。コンクリート壁は既存の石積壁を抱き込むように構築されており、最も被害が大きかった箇所は、ブロック積壁にて再構築されていた(図5)。ブロック積壁には、復旧前のような腰土留めは構築されていなかった。

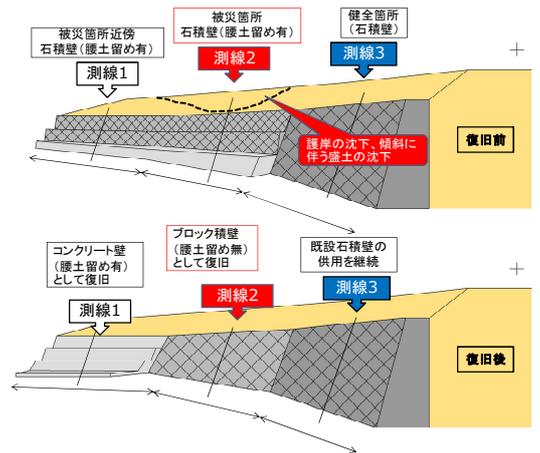


図5 構造概要図

この護岸に対し、復旧前・後で衝撃振動試験を行った結果、以下のことが分かった(図6)。

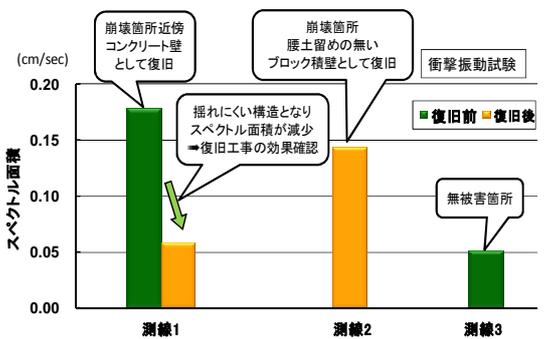


図6 復旧前後のスペクトル面積

- ①復旧前のスペクトル面積は、被災箇所近傍である測線1より無被害箇所である測線3のほうが小さく、被災状況に合致した結果である。
- ②復旧後のスペクトル面積は、コンクリート壁である測線1よりブロック積壁である測線2のほうが大きく、安定性の違いが振動特性により評価された。
- ③測線1においては、復旧前に比べて復旧後のスペクトル面積のほうが小さいことから、復旧工事による安定性の向上が確認できた。

このように、復旧工事の効果と、護岸の安定性の違いが振動特性により評価しうることが示唆された。

### 4. まとめ

本報告では、鉄道護岸における、危険個所を効率的に抽出する手法と、振動特性に着目した検査法の概要の報告を行った。護岸の維持管理においてこれらの手法を組み合わせることにより効率的な護岸の危険個所の抽出と診断が可能になると考えられる。今後は、事業者による提案手法の活用のために本成果の普及を図りたい。

【参考文献】 1)獅子目修一他：鉄道護岸に関する健全度診断のための現地試験および模型実験，第58回地盤工学シンポジウム，2)獅子目修一他：鉄道護岸における健全度診断手法に関する検討，第49回地盤工学研究発表会  
3)鉄道総合技術研究所(2007)：鉄道構造物等維持管理標準・同解説(構造物編)基礎構造物・抗土圧構造物