

洗堀により空洞化した護岸の健全度評価手法に関する一考察

株式会社シーエス・インスペクター

正会員

○緒方 瞭 吉田育央

南海電気鉄道株式会社

非会員

塩見拓也

1. はじめに

鉄道の河川護岸は建設されてから長い年月が経ち、老朽化しているものも多く、適切に維持管理をしていくことが求められている。そのためには、適切な手法により補修・補強の措置をとることが重要であり、かつ健全度を適切に評価する必要がある。現在は、目視による定性的な判定例で健全度を評価しており、定量的な評価方法が求められている。本発表では、洗堀の進行により内部土砂の流出が確認された河川護岸において、安定性向上を目的として補修工事が実施されたことを受け、補修工事前後に実施した振動特性に着目した試験の評価手法について報告する。

2. 洗堀された河川護岸の補修工事

2. 1 河川護岸の変状状況

対象の河川護岸は鉄道擁壁部（以下、上段とする）と河川擁壁部（以下、下段とする）により構成されている。河川の湾曲部分であり、かつせり出した左岸の影響を受け、流速が非常に速い箇所である。本箇所では 2021 年に大きな空洞（図-1a）と下部に洗堀（図-1b）が発見された。そのため、内部を確認する詳細調査を実施した結果、内部に大きな空洞が確認された（図-2）。この結果から、緊急で対策を実施する必要があると判断した。

2. 2 河川護岸の補修工事

まず緊急工事として擁壁背面空洞充填工を実施した。擁壁背面に土が存在していないことから、上段については図-2 に示すように既設杭で荷重を受けていることになる。充填材料により荷重を増加させられないという考えのもと、軽量の発砲ウレタン系と土での充填を比較したが、緊急性を踏まえて出水期でも対応可能な土を採用した（図-3）。

本補修工事では洗堀防止工として、①鋼矢板土留め壁案 ②鋼板設置案 ③親杭横矢板土留め壁案の 3 案を比較した結果、大型重機の使用が困難であったことや、渇水期内の作業という制限から、③親杭横矢板土留め壁で実施することとした。また、再度洗堀が発生しないよう岩盤層へ少なくとも 0.3～0.5m 程度打ち込むこととした（図-4）。

3. 健全度評価

3. 1 衝撃振動試験について

補修工事前後に衝撃振動試験による健全度評価を行った。衝撃振動試験は、橋梁下部工の健全度診断に実績がある試験であり、土留め壁は背面土の拘束を受けることや、上下



(a) 上部の空洞

(b) 下部の洗堀状況

図-1 河川護岸の変状状況

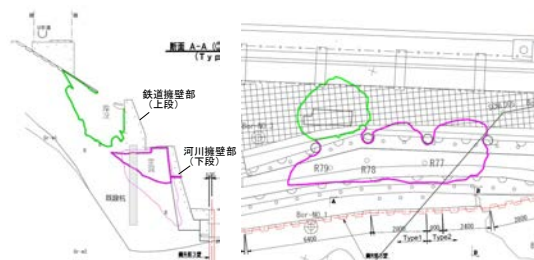


図-2 空洞調査の結果



図-3 充填状況



図-4 洗堀対策状況

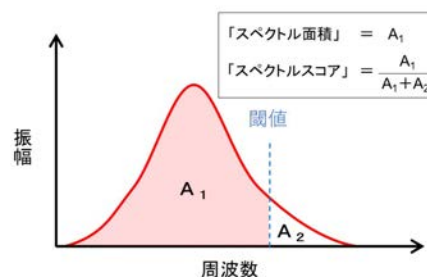


図-5 スペクトル面積とスペクトルスコア

端が固定されていることにより振動モードが複雑になるなどの理由から、固有振動数のみでの評価は難しい。そのため本検討では、スペクトル面積とスペクトルスコア¹⁾(図-5)を用いた。両指標は揺れやすさを示し、値が小さい方が健全だと考えられる指標である。本検討では、フーリエスペクトルによる評価も加え、補修工事前後の健全性を評価し、補修工事で埋め戻した箇所との整合性を確認し、本評価手法の適用性を検討した。

3. 2 試験概要及び考察

図-6 に測定箇所と空洞箇所を示す。上段は測線①～③の3測線、下段は測線①～④の4測線とした。また、打撃箇所は上段、下段のそれぞれの天端付近とし、それぞれの測線につき加速度センサを天端付近と中間部分に設置した。

3. 3 試験結果

スペクトル面積とスペクトルスコアについて、上段と下段の天端付近での結果をそれぞれ図-7、図-8に示す。なお、既往の研究¹⁾を参考に閾値を40Hzに設定した。

補修前後におけるスペクトル面積とスペクトルスコアの変化の傾向として、A)どちらも変化していない場合、B)両方減少している場合、C)スペクトルスコアは変化せず、スペクトル面積のみ減少した場合、の3パターンがみられた。これでは一概に評価が難しく、卓越振動数やピークの大きさを確認するためフーリエスペクトルの波形に着目した。3パターンの一例として、A)は上段①、B)は下段③、C)は上段③について図-9に示す。A)は補修前後で変化していない一方、B)では低周波帯でのピークがなくなっており健全度が向上したと評価できる。C)においては、補修後はピークが小さく滑らかになっており、2つの卓越振動数もわずかに大きくなっていることから、健全度は向上したと評価できる。また、B)に該当する下段③は背面の空洞を埋め戻した箇所であり、C)に該当する上段③も、擁壁下部の空洞を埋め戻したことにより既設杭の支持力が増加したと考えられるため、これらの衝撃振動試験による評価は適切であると考えられる。

これらの結果から、スペクトル面積とスペクトルスコアの各々で異なる変化の傾向がみられた場合でも、フーリエスペクトルと併せて総合的に判断することで健全度を判定でき、評価手法として適用可能であると考えられる。

4. まとめ

- (1) 内部が空洞化した河川護岸に対して、補修工事前後で衝撃振動試験による健全度評価を実施した。
- (2) 衝撃振動試験を行った結果、スペクトル面積とスペクトルスコアだけではなく、フーリエスペクトルと併せて総合的に判断することで健全度を判定でき、評価手法として適用可能であると考えられる。

参考文献 1) 中島進, 篠田昌弘, 阿部慶太: 振動特性を利用した既設石積み壁・もたれ壁の健全度診断に関する研究, 土木学会論文集C(地圏工学), Vol.71, No.4, pp.254-271, 2015.

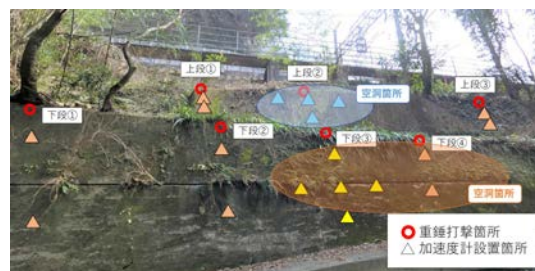


図-6 測定箇所

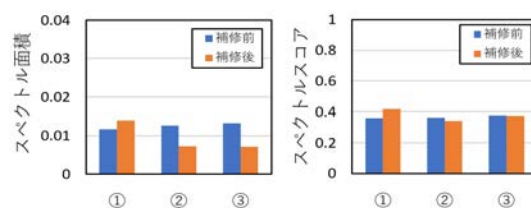


図-7 スペクトル面積とスペクトルスコア (上段)

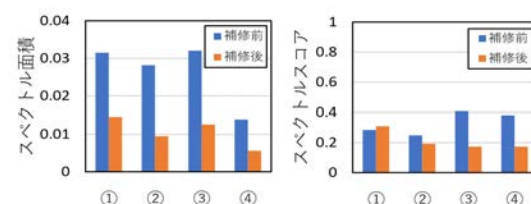


図-8 スペクトル面積とスペクトルスコア (下段)

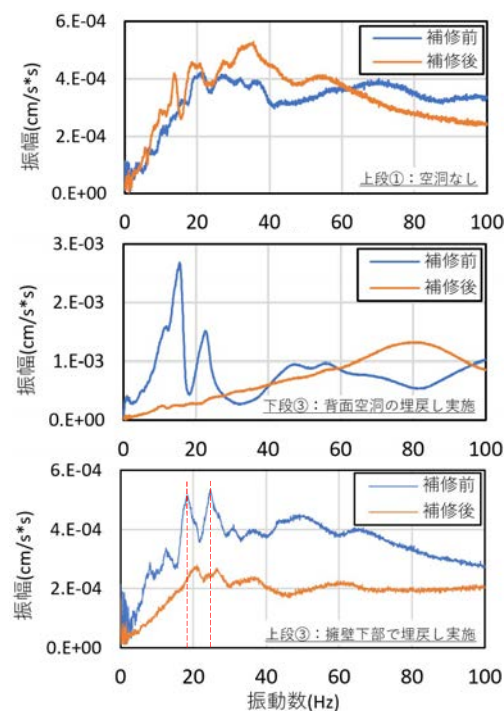


図-9 フーリエスペクトル