

VI-12

石積橋脚の圧潰変状と対策工効果

東日本旅客鉄道(株) 仙台支社 仙台土木技術センター 正会員 ○三宅浩一郎
正会員 水野光一郎

1. はじめに

橋りょう下部工は、橋桁などの上部工を支える重要な構造物であり、その変状は構造物の使用性に重大な影響を及ぼす。当仙台土木技術センター管内において、円形断面の石積橋脚が目地切れし、圧潰するという脆性破壊の事例が発生した。

これに対し、応急対策としてひし形金網と平鋼による橋脚の巻立て、および恒久対策のアクリル樹脂注入を実施した。本報告は、石積橋脚の圧潰対策の各段階で実施した衝撃振動試験により橋脚の固有振動数を求め、対策工の効果を検証したものである。

2. 当該橋脚の変状

当該橋脚は、築後 70 年の石積造であり、外側は切石をモルタルで積上げ、内側にはコンクリートが充填されている。

曲線半径 400m の外軌側にあたる沓座下部が、せん断破壊を起こし石積部が圧潰した（写真-1）。その目地切れによる最大開口量は 10cm で、開口部からは内部の脆弱なコンクリートが観察された。



写真-1 橋脚の変状

3. 対策工の概要

当該橋脚の圧潰変状は、放置すると脆性破壊する可能性がある。列車の安全安定輸送を確保し、早急に対策を講ずるために、列車間合で橋脚躯体をひし形金網で巻立て、脆性破壊を抑止した（写真-2）。

引き続き、恒久対策として列車間合でアクリル樹脂の注入とモルタル塗布により補強を行った（写真-3）。対策工に用いた材料を表-1 に記す。

当社においては、アクリル樹脂を橋りょうのあおり補修材料として、シュー座下面へ注入した実績がある。アクリル樹脂は、主剤及び硬化剤からなる 2 液性であるが、比較的ラフな混合比であっても強度発現するため取扱いが容易である。

今回、当該橋脚に対しアクリル樹脂を選定したのは、強度の早期発現性に優れており、ポーラスかつ湿潤なコンクリートに対しても、十分な接着力や浸透性を有することによる。強度発現時間の目標を 1 時間として、樹脂の注入を実施した。これは、迂回路を設けることが困難なことや、列車荷重による荷重変動が大きいこと等、鉄道固有の施工上の制約を受けるためである。なお、躯体内部への注入率は 3.2% であった。

表-1 使用材料表

	使用材料
応 急 対策工	早強モルタル
	ひし形金網 (XG22)
恒 久 対策工	平鋼バンド (t=4.5mm)
	アンカーピン (φ=12×120@515)
恒 久 対策工	アクリル樹脂
	ハードロックⅡ ER153-005 電気化学工業(株) 注入比率 3.2% (475 l) 比重: 1.1 圧縮強さ: 80N/mm ² 接着強さ: 6.9N/mm ²
恒 久 対策工	繊維入モルタル
	バルガード C-1000 日本パーカライジング(株) 3500 kg t=70mm 圧縮強さ: 51N/mm ²

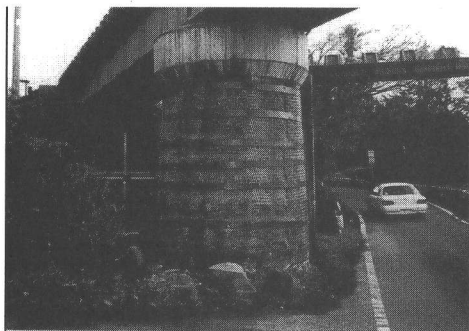


写真-2 応急対策の概況



写真-3 恒久対策の概況

4. 衝撃振動試験の結果とその考察

圧潰した石積橋脚の健全度と、対策工の効果を定量的に把握するため衝撃振動試験を行った。衝撃振動試験は、橋脚を重錘やカケヤ等で衝撃し、その応答から固有振動数を求め、健全度を判断する試験である。

固有振動数は、曲げ剛性や質量、地盤強度により決定される。周囲の地盤に変化がない場合は、構成する材料の劣化を固有振動数の低下という形で把握できる¹⁾。恒久対策が終了するまでのそれぞれの段階で行った衝撃振動試験の結果を表-2に示す。

表-2 衝撃振動試験の結果と推定圧縮強度の変化

測定日	対策	試験の結果	推定圧縮強度(N/mm ²)
H 9.12.19	通常検査(初期値)	10.8 Hz	18.0
H13. 4.18	目地モルタル詰め	9.2 Hz	13.0
H13. 4.20	応急対策(ひし形金網による橋脚巻立て)	9.2 Hz	13.0
H13. 5.17	恒久対策(アクリル樹脂注入)	11.3 Hz	18.6

アクリル樹脂の注入とモルタルの塗布との恒久対策工によって、橋脚の固有振動数が上昇したことがわかる。恒久対策工による断面2次モーメントや質量の増加が些少であることから、固有振動数の上昇は弾性係数の回復によるものである。さらに、外周モルタルの塗布は、内部強度の増加に寄与しないため、アクリル樹脂の注入によって、橋脚内部が満たされ、弾性係数が増加することで橋脚の健全度回復となっている。

弾性係数と圧縮強度には相関関係があり、弾性係数から圧縮強度を推定した結果、橋脚躯体の圧縮強度は約40%回復している。

これにより、圧潰した石積橋脚の変状対策にアクリル樹脂の注入が有用であることがわかる。

4. おわりに

本報告では、アクリル樹脂の注入が劣化した石積橋脚の補修に有用であることを示した。社会資本の維持管理には、構造物の材料特性を勘案した取り組みが不可欠である。ブロック構造物の機能維持には、外部からの雨水進入をいかに遮断するかを考慮しなければならない。当土木技術センター管内の橋脚は16%が石積であり、ブロック構造の変状対策として検証を積上げ、コストパフォーマンスの高い補修方法として確立していく次第である。

参考文献)

- 1) 西村昭彦, 棚村史郎: 既設橋脚の健全度判定法に関する研究, 鉄道総研報告, 第3巻第8号, 1989, 8