

VI-65

洪水により洗掘を受けた鉄道橋梁の調査と補強対策

（財）鉄道総合技術研究所

正会員 西村昭彦

J R 西日本米子支店施設部工事課

鳥谷郁雄

J R 西日本米子構造物検査センター

杉本賢次

J R 西日本米子構造物検査センター

友長春彦

1. はじめに

J R 各社では橋梁橋脚の健全度判定の資料とするため、衝撃振動試験¹⁾により橋脚の固有振動数を測定している。これは30kgf 程度の重錘を用いて橋脚天端付近を打撃し、その応答波形を周波数分析して固有振動数を求めるものであり、試験方法、波形の解析法、固有周期の求め方などは参考文献を参照されたい。

この方法で求めた固有振動数を標準値²⁾と比較し、実測値がかなり小さい場合には、不健全と判定し、詳細な検査を実施するなどの処置をとっている。この度、この検査法を昭和61年 7月の山陰豪雨により洗掘を受けた三江線の川平川橋梁に適用し、災害直後と補強工事施工後の固有振動数を測定して、補強効果などを確かめたので報告する。

2. 三江線川平川橋梁の概要

三江線は、江津～三次を結ぶ鉄道であり、その北部は源流を島根県横田町三井野原に発する江の川に沿った、狭あいな場所に建設されている。

川平川橋梁は、川平～川戸駅間において、川平川が江の川と合流する地点に架設されている。

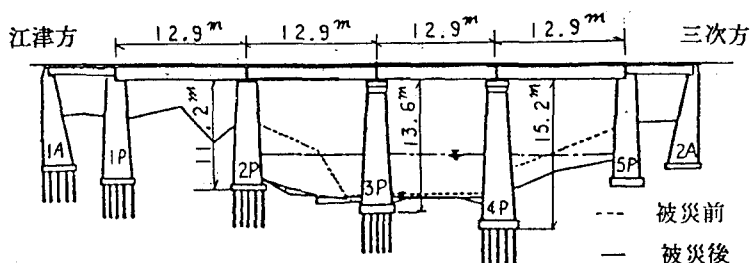


図-1 川平川の概要と洗掘の状況

川平川橋梁の概要を図-1に示すが、上部工は、デッキガーダー6径間、下部工はコンクリート造である。この付近の川平川は常時では、水深30cm、川幅が15m程度であるが、過去に洪水により洗掘を受けたことがあり、3P～4Pにかけて護床工が施工されていた。なお、3Pは躯体は円形で下端の直径は3.4m、フーチングは一辺が4mの正方形、厚さは90cmである。また、地盤はフーチングの下面から粘土質砂礫が2m程度堆積し、その下が粘土質シルトとなっている。

3. 被災の状況と調査

この地区は、毎年のように梅雨末期や台風の襲来により集中豪雨に見舞われている。7月の豪雨は付近の川戸駅での記録によると累計雨量298mm 最大時雨量41mmを記録している。

この豪雨のため列車を停止し、検査をしたところ3P上で軌道が川下へ40mm移動しているのが発見された。その後の詳細な検査により、護床工が全面的に流失し、およそ1mの河床低下が生じていることが判明したが、橋脚には大きな傾斜は生じていない。河床低下の状態を図-1に、各橋脚の根入れ長さを表-1に示す。なお、2Pの根入れ長さは河心側の値であり、反対側には7m程度の土がある。また、橋梁上流方右岸の道路護岸が約15mにわたって倒壊し、コンクリート壁が流失

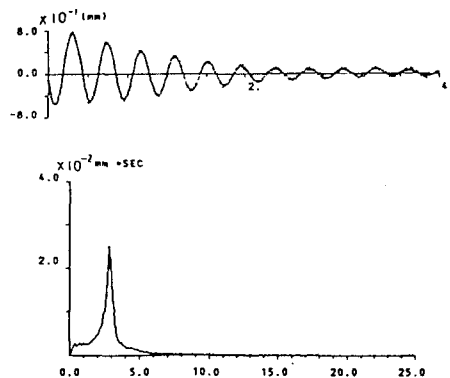


図-2 衝撃振動試験の結果（被災直後）

していた。3 P 軀体の下部には衝撃跡がみられ、桁も橋脚軀体から 7mm 移動していることから、軌道の移動の原因は護岸壁が倒壊時に 3 P に衝突し、橋脚は一時的に変位し、軌道および桁も移動したが、橋脚の変位が元に戻しても軌道および桁には変位が残留したものと推定される。

表-1 各橋脚の根入れ長さ

	2P	3P	4P
根入れ長	1.1m	1.1m	2.1m

上記検査と並行して、2 P ～ 4 P について衝撃振動試験を行った。3 P の応答変位波形およびそのフーリエスペクトルを図-2に示す。このフーリエスペクトルから 3 P の固有振動数は 2.7Hz と読み取ることができる。また、各橋脚の固有振動数を表-2に示す。これから 3 P の固有振動数は他の橋脚よりかなり低く、また、他の同様な橋脚と比べてもかなり低いことが判明した。このことより、3 P は支持力がかなり低下しているものと考えられる。

4. 補強工と補強後の調査

上記検査および試験の結果、3 P については補強対策が必要と考えられ、その施工方法を検討した。補強工は、支持力を増強することはもちろんであるが、施工が容易で早くできること、経済的であること、水質汚濁などの影響がないことなどの制約条件を満足することが必要である。検討した結果、枠型基礎を採用することとした。これは図-3に示すように、3 P の周囲に長さ 7 m の鋼矢板を打設し、矢板頂部にコンクリートを打設、さらに鋼矢板に囲まれた橋脚周囲および基礎底面下の地盤にセメントミルクを注入して固めるものである。なお、洗掘によりフーチング底面付近の地盤が乱されている可能性もあり、鋼矢板打ち込みに際して周辺の地盤の緩みを助長することの少ない、超高周波杭打ち工法を採用した。工事の完了後、やはり、2 P ～ 4 P において衝撃振動試験を行った。そのときの 3P の応答変位波形およびそのフーリエスペクトルを図-4に示す。また、各橋脚の固有振動数を表-2に併せて記載した。

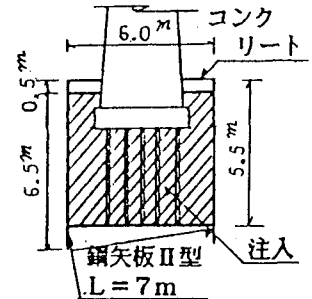


図-3 補強工の概要

補強工事施工の結果 3 P の固有振動数は約 2.1倍となった。また、列車走行試験でも橋脚はほとんど傾斜を生じなかったことから考えて、枠型基礎は十分な補強効果を持っていることが推定される。

表-2 各橋脚の固有振動数

		2P	3P	4P
固有振動数	施工前	6.8 Hz	2.7 Hz	4.1 Hz
	施工後	6.8 Hz	5.7 Hz	4.1 Hz

5. おわりに

洗掘を受けた橋梁の衝撃振動試験結果と補強工について述べた。この結果、衝撃振動試験によって求める固有振動数で橋脚の健全度の評価ができる可能性があること、また、列車走行試験結果なども総合して枠型基礎の補強効果が確認できた。しかし、被災前の固有振動数が測定されていれば、よりの確に健全度の判定ができると考えられるので、今後は洗掘による被害を受ける可能性のある橋脚については、事前に固有振動数を把握しておくよう努力するつもりである。

〔参考文献〕

- 1) 西村昭彦、中野聡：衝撃振動試験による構造物の振動特性の把握、第19回地震工学研究発表会、1987
- 2) 西村昭彦、棚村史郎：衝撃振動試験により求めた鉄道橋梁の固有振動数の標準値、土木学会第44回年次学術講演会、1989

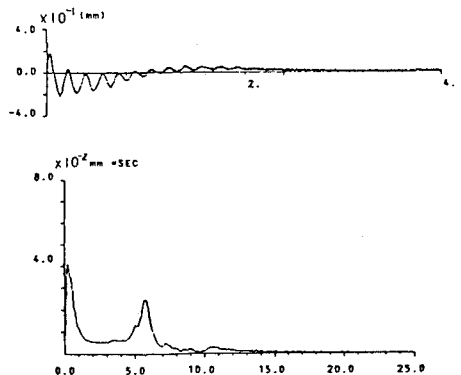


図-4 衝撃振動試験の結果（補強工事後）