

衝撃振動試験を利用した橋脚補強効果の確認

近畿日本鉄道(株) 正会員 金田 甚右門
近畿日本鉄道(株) 正会員 ○赤井 智明

1. はじめに

「衝撃振動試験」は、鉄道総合技術研究所が橋梁下部工の健全度を判定するために開発した非破壊の検査手法で、鉄道事業者を中心に活用されている。本試験法は、橋脚の固有振動数を健全度指標としており、この固有振動数を比較することで橋脚下部工の健全度を判定することが可能である。ここでは、近畿日本鉄道の橋梁において本試験法を適応した例について具体的に紹介する。

2. 京都線木津川橋梁における適応例

2. 1 概要

木津川橋梁は昭和3年に建設された22連の橋梁で、基礎には井筒基礎が採用されている。図1に側面図を示す。本橋梁付近では建設後、上流側で土砂の採取が盛んに行われ、昭和44年には川床がフーチングより約5m低下した。このため、図2に示すようにシートパイルおよびモルタル充填による基礎部の補強を実施している。

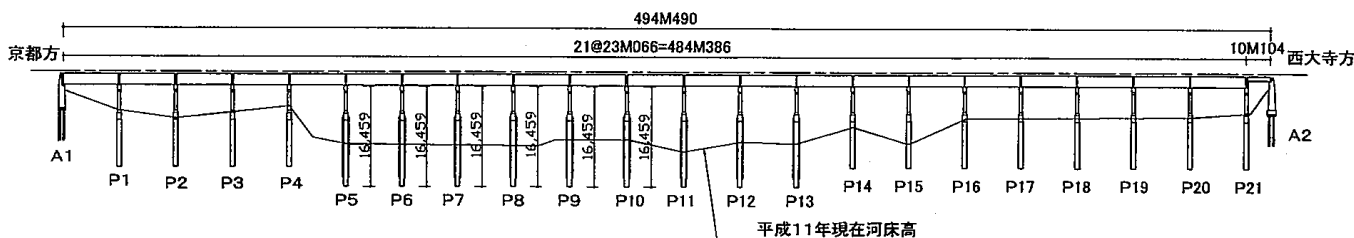


図1 木津川橋梁側面図

2. 2 衝撃振動試験の結果

本橋梁に対して平成11年に衝撃振動試験を実施したところ、常時流水中にあるP5～P10の固有振動数について、表1に示すような結果が得られた。橋脚の構造および根入れ深さはP5～P10のいずれも同じで、衝撃振動試験と同時に実施した河床高調査でも、各橋脚位置での河床高はほぼ同じであったことから、各橋脚とも同程度の固有振動数になると考えられたが、P5だけが6(Hz)を切る低い値となった。一般に、橋脚の固有振動数は基礎部の支持力の低下や躯体強度の低下により小さくなることが知られている。P5の外観検査からは躯体強度の低下は考えにくく、基礎部の支持力が何らかの原因により低下していると考えられた。支持力低下の原因として、モルタル充填部での空隙の発生が想定されたためボーリング調査を実施したところ、空隙が確認された。そこで空隙部へのモルタル充填を実施し、再度衝撃振動試験を行った。その結果、固有振動数は5.7(Hz)から6.2(Hz)に上昇し、隣接橋脚と同等まで基礎部の支持力の回復が確認された。図3にモルタル充填前後のフーリエスペクトルを示す。

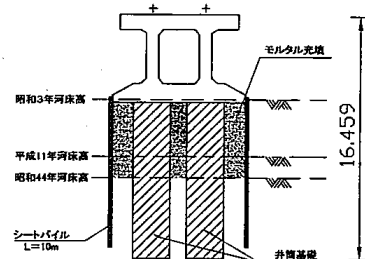


図2 橋脚基礎補強経緯

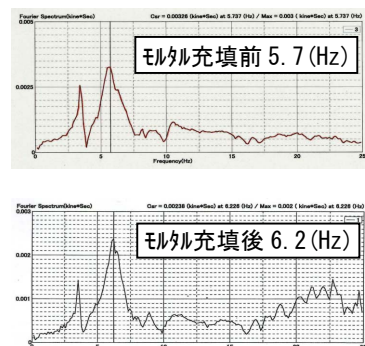


図3 フーリエスペクトル比較図

表1 衝撃振動試験結果

橋脚	P5	P6	P7	P8	P9	P10
固有振動数(Hz)	5.7	6.0	6.1	6.1	6.3	6.3

キーワード 衝撃振動試験, 固有振動数, 橋脚下部工, 洗掘, 非破壊検査

連絡先 〒543-8585 大阪府大阪市天王寺区上本町6丁目1番55号 TEL 06-6775-3399

3. 道明寺線大和川橋梁における適応例

3. 1 概要

大和川橋梁は明治31年に建設された11連の橋梁である。橋脚はパイルベント構造で、建設後に上部をコンクリートによる巻立てを行っている。また昭和11, 61年には、洗掘対策としてフーチングの補強を実施している。図4に側面図、図5に橋脚の補強経緯を示す。

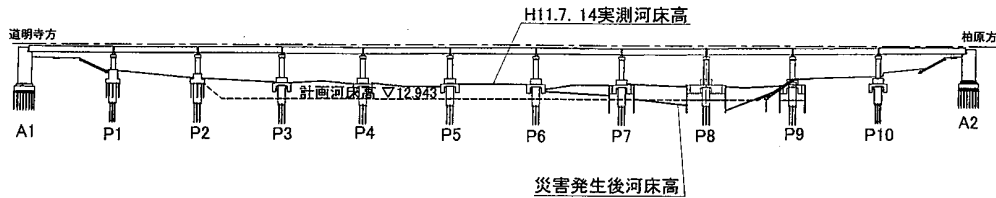


図4 大和川橋梁側面図

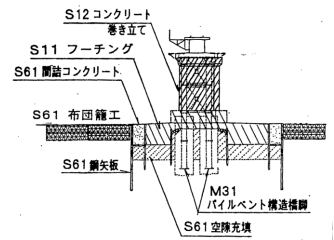


図5 橋脚補強経緯

3. 2 河川の増水による災害の発生

平成11年6月に河川の増水により基礎部が洗掘され、橋脚が傾斜する災害が発生した。詳細調査の結果、上流側の洗掘によりフーチング下部の砂が吸い出されたため、橋脚の自重により傾斜したものと判明した。図6に基礎下部の空隙発生状況を示す。直ちに応急復旧策として洗掘箇所への捨石および空隙箇所へのモルタル充填を実施し、平成12年5月には本復旧（橋脚の改築）を完了した。図7に応急復旧状況を示す。

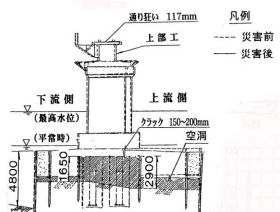


図6 基礎下部空隙発生状況

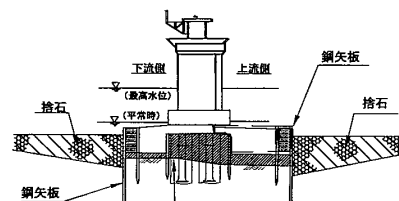


図7 応急復旧状況

3. 3 衝撃振動試験の結果

表2および図8に洗掘により傾斜した橋脚の平成9年、災害直後、応急復旧後の固有振動数、フーリエスペクトルを示している。災害前は基礎部の拘束力が非常に高く、橋脚が揺れにくかったため、顕著なフーリエスペクトルの卓越は現れていない。しかし災害直後には、フーリエスペクトルのピークが災害前に比べ明確になっており、これは洗掘により基礎部の拘束力が低下したことにより橋脚が揺れやすくなったため、健全度を示す固有振動数の値も低下している。一方、応急復旧後には捨石およびモルタル充填により基礎部の拘束力が大きくなったため、橋脚は揺れにくくなり、フーリエスペクトルのピークが明確に現れなくなった。

表2 固有振動数比較表 (Hz)

災害前 (H9)	災害 直後	応急 復旧後
17.7	6.1	12.5

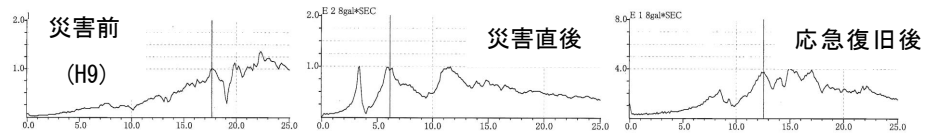


図8 フーリエスペクトル比較図

4. まとめ

衝撃振動試験を実施し、固有振動数およびフーリエスペクトルの卓越状況を比較することにより、目視では確認できない基礎部の健全度を把握できることが確認された。衝撃振動試験を継続的に実施し、固有振動数およびフーリエスペクトルの経時的変化を捉えることで、実際に橋脚に変状が現れる前に対策が実施できることは、列車の安全運行確保のための予防保全策として、鉄道事業者にとって有益である。今後、対象とする橋脚の選定や、適切な試験周期等に関する検討が必要である。

参考文献

- ・西村他；鉄道総研報告，Vol.3，No.8，pp41～49