

I-504

橋脚が洗掘された橋梁の振動特性

九州共立大学 正員 ○鳥野 清
 九州大学 正員 松田泰治
 千代田コンサルト（株） 龍谷幸二
 東京測器（株） 成瀬久和

1. まえがき

道路整備の充実に伴い、日本における橋梁数は年々増え続けている。これらを長期に渡って有効に活用して行くためには、損傷を早期に発見し適切な段階で補修・補強を行う必要がある。橋梁の下部構造の被害原因ひとつとして洗掘がある。本研究は平成4年の増水により橋脚に大きな洗掘を受けた大分市の白滝橋（国道10号線大野川上に架設）に対し、洗掘補修段階ごとに常時微動測定および車両走行時の振動測定を行い、本橋の振動特性の変化を調べ、洗掘度合と橋梁の振動特性を検討したものである。

2. 試験概要

図-1に白滝橋の概要を示す。本橋は全長244mの10径間連続ゲルバー橋で、各橋脚上はヒンジ支承となっている。また、本橋と隣接して歩道橋が架設されている基礎は全てケーソン形式である。従来、大野川の流路は図-1に示すようにP6～P8橋脚間であった。しかし、平成4年の大増水時に流路がP2～P3橋脚の方へ大きく変化し、その結果P2～P3橋脚が約6～7m程度洗掘された。図-2には検討対象とした洗掘度合いの異なる各補修段階(CASE1, CASE3, CASE5)を示す。測点はP2, P3, P4の橋脚上、P1, P2, P3橋脚の桁上およびスパンの中央点、1/2点、3/4点に設けた。測定方向は橋軸方向（X方向）、橋軸直角方向（Y方向）、上下方向（Z方向）の3方向である。試験時には常時微動および車両走行時の各測点の振動を約1時間連続して測定した。

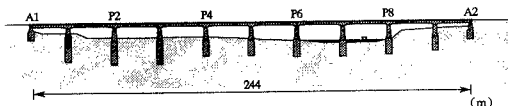
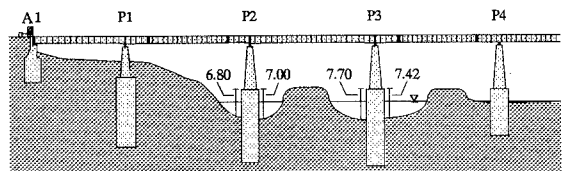
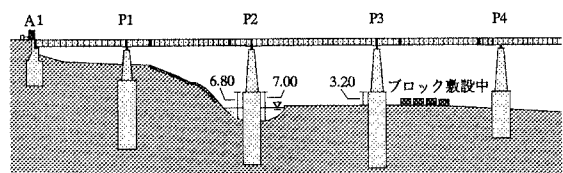


図-1 白滝橋概要（建設当時）

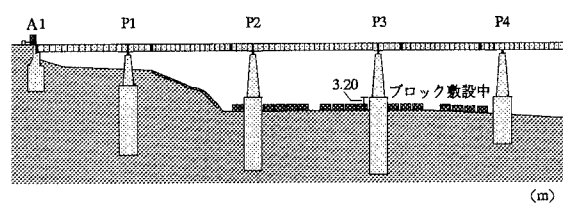
CASE1 洗掘時



CASE3 (P3 埋立時終了)



CASE5 (P2, P3 ブロック敷完成)



(m)

図-2 実験時の洗掘状況

3. 検討結果

図-3はCASE1とCASE5の橋軸直角方向の桁中央点における常時微動のフーリエスペクトル（サンプリング間隔 $\Delta t=0.01$ 秒、データ個数 $N=4096$ ）である。図より、CASE1に比べてCASE5の橋軸直角方向の1次の固有振動数が埋立の影響により高くなっていることがわかる。このような洗掘の影響を評価するため有限要素法による固有値解析を行った。桁、橋脚、基礎を全て3次元の梁要素でモデル化し、質量は各節点に集中質量として考慮した。図-4に白滝橋の解析モデル（質点数212）の内、洗掘部分A1～P5までを示す。また、地盤ばねは基礎部分の各節点で考慮した。ただし、橋脚部分における地盤柱状図は得られていないため、まずCASE5において橋軸直角方向の1次固有振動数が解析結果と一

致するように、基礎に作用する地盤ばね定数を算定した。この値は結果的に道路橋示方書に基づきN値を30として求めた値とほぼ一致した。次に各CASEごとに洗掘されている地盤部分の地盤ばねを取り除き、固有値解析を行った。表-1に各CASEごとの固有振動数を実験結果と比較して示す。常時微動および車両走行時より得られた各固有振動数にはあまり差が認められない。また、上下方向の固有振動数は解析結果と実験結果でよく一致しており、しかも各CASE間における差異は小さい。一方、橋軸直角方向の1次固有振動数は埋め戻しの影響によりCASE1、CASE3、CASE5の順に高くなっており、この傾向は実験結果と解析結果でよく一致している。橋軸直角方向の2次の固有振動数は実験解析ともにCASE5において高くなっている。図-5はCASE5における上下振動の変位モードを示す。上下方向の振動モードは各CASEともほぼ同じであり、橋脚の洗掘による影響は少なく、桁の剛性のみで振動特性が決定している。図-6は各CASEにおける橋軸直角方向の変位モードを示したものである。橋軸直角方向の変位モードは各CASEごとに異なり、洗掘の影響により橋脚の地盤ばねが弱くなった部分が大きく振動している。これらの点は今後洗掘度合を判定する際の目安となると考えられる。

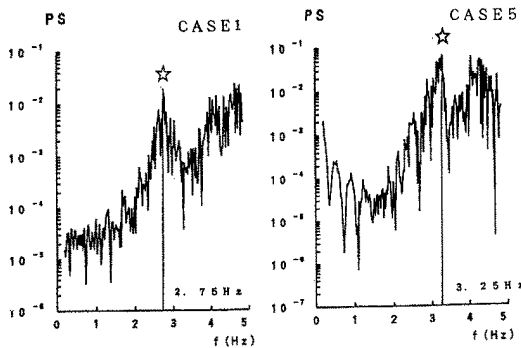


図-3 橋軸直角方向のフーリエスペクトル

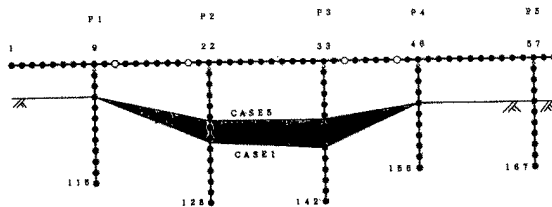


図-4 解析モデル

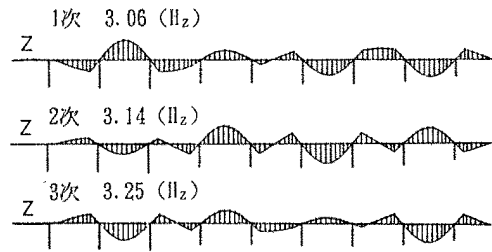


図-5 上下方向変位モード (CASE5)

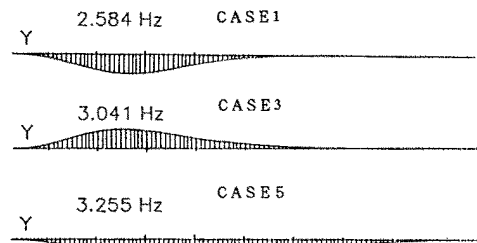


図-6 橋軸直角方向変位モード

表-1 固有振動数一覧

方向	次数	CASE1			CASE3			CASE5		
		常時微動	車両走行	解析結果	常時微動	車両走行	解析結果	常時微動	車両走行	解析結果
Z	1	3.00	3.06	3.06	—	3.06	3.06	3.09	3.13	3.06
	2	3.16	3.16	3.14	—	3.13	3.14	3.13	3.19	3.14
	3	3.25	3.25	3.26	—	3.25	3.26	3.25	3.25	3.26
	4	3.31	3.38	3.36	—	3.31	3.36	3.31	3.38	3.36
Y	1	2.69	2.56	2.56	3.06	3.06	3.04	3.31	3.00	3.26
	2	3.41	3.22	3.37	3.31	3.25	3.38	3.66	3.31	3.48

Z: 上下方向, Y: 振動直角水平方向

4. まとめ

洗掘による橋脚基礎部分の地盤ばねの剛性低下の影響が橋軸直角方向の1次の振動特性に顕著に現れることが試験結果およびその解析結果より明らかとなった。これらの知見によれば、橋脚基礎形式や深さが不明な場合でも、橋軸直角方向の1次固有振動数、変位モード等の試験結果および固有値解析結果を総合的に判断すれば、洗掘度合の判定がある程度可能であると考えられる。今後は、数多くの洗掘された橋梁に対して振動試験を実施して基礎データを蓄積し、洗掘度判定法の確立を図る。

なお、本研究は建設省九州地方建設局大分工事事務所で実施された試験結果を取りまとめたものである。