

実測記録と数値モデルに基づくバランスド扁平アーチ橋の振動特性把握

—埋め戻し地盤の剛性と橋梁の振動特性変化—

日本大学 学生会員 ○鈴木 一功

日本大学 正会員 仲村 成貴

日本大学 正会員 関 文夫

1. はじめに

静岡県富士宮市白糸の滝近傍に建設された滝見橋は、新しいPC バランスド扁平アーチ構造が採用された。著者らは、振動実験や数値モデルに基づいて滝見橋の振動特性を段階的に検討しており、低次振動モードにおいて下部工周囲および斜材背面地盤が橋梁の振動特性に影響を及ぼすことを確認している¹⁾。本稿では、施工時に埋め戻した地盤の剛性が橋梁の振動特性に及ぼす影響について検討した結果を報告する。

2. 対象橋梁及び周辺地盤の概要²⁾

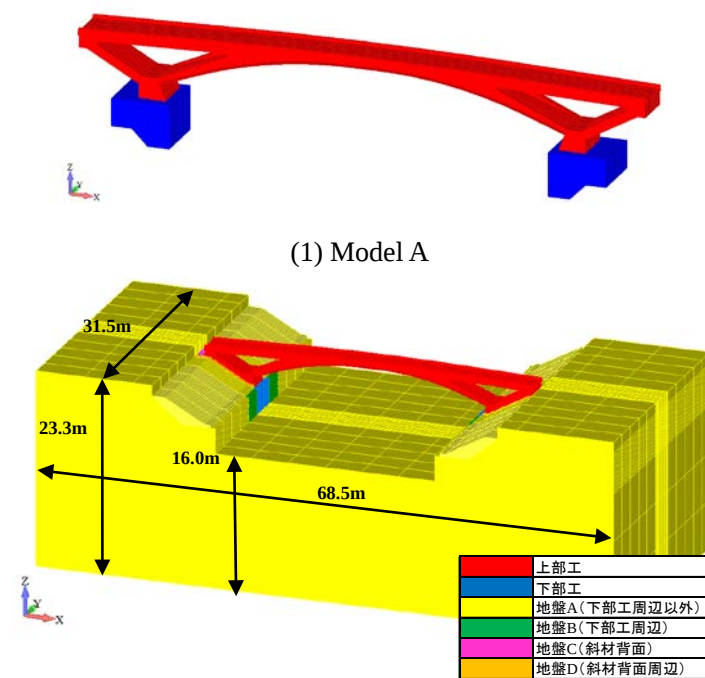
対象橋梁は静岡県富士宮市白糸の滝の下流に位置する滝見橋(写真 1)である。滝見橋は直接基礎で支持され、橋長 39.0m、アーチ支間 28.0m、高さ 2.55m、有効幅員 2.50m、縦断勾配 3.0%である。原位置地盤調査によると、周辺地盤の表層(GL0~GL-2m)は礫混じりシルト、GL-2m 以深は N 値 50 の凝灰角礫岩で構成されている。なお、左右岸端部の埋め戻しや舗装工前に、振動実験(起振実験、人力加振実験、常時微動観測)を実施した。

3. 数値モデル

3次元有限要素モデル構造図とモデルの諸元を図1と表1にそれぞれ示す。Model A は橋梁のみ、Model B は橋梁と地盤をモデル化した。橋梁の物性値は、道路橋示方書³⁾に記載された値(Model A, B1-1, B2-1, B3-1)と、ヤング係数のみ 90%に低減させた値(Model B1-2, B2-2, B3-2)を用いた。建設時に埋め戻した部分



写真 1 滝見橋全景



(2) Model B

図 1 数値モデル構造図

表 1 数値モデル諸元

モデル名称	上部工			下部工			地盤B・C・D			地盤A			境界条件	モデル条件
	ヤング係数 $E(N/m^2)$	ポアソン比 ν	質量密度 $\rho(kg/m^3)$	ヤング係数 $E(N/m^2)$	ポアソン比 ν	質量密度 $\rho(kg/m^3)$	ヤング係数 $E(N/m^2)$	ポアソン比 ν	質量密度 $\rho(kg/m^3)$	ヤング係数 $E(N/m^2)$	ポアソン比 ν	質量密度 $\rho(kg/m^3)$		
Model A	2.98E+10	0.150	2.50E+03	2.50E+10	0.150	2.50E+03	-	-	-	-	-	-	下部工の底面を固定	橋梁単体 (上部工+下部工)
Model B1-1	2.98E+10	0.150	2.50E+03	2.50E+10	0.150	2.50E+03	1.00E+09	0.200	2.00E+00	1.00E+09	0.200	2.00E+00	地盤Aの底面と側面を固定	橋梁—地盤連成系
Model B1-2	2.68E+10	0.150	2.50E+03	2.25E+10	0.150	2.50E+03	1.00E+09	0.200	2.00E+00	1.00E+09	0.200	2.00E+00	地盤Aの底面と側面を固定	橋梁—地盤連成系
Model B2-1	2.98E+10	0.150	2.50E+03	2.50E+10	0.150	2.50E+03	1.00E+08	0.200	2.00E+00	1.00E+09	0.200	2.00E+00	地盤Aの底面と側面を固定	橋梁—地盤連成系
Model B2-2	2.68E+10	0.150	2.50E+03	2.25E+10	0.150	2.50E+03	1.00E+08	0.200	2.00E+00	1.00E+09	0.200	2.00E+00	地盤Aの底面と側面を固定	橋梁—地盤連成系
Model B3-1	2.98E+10	0.150	2.50E+03	2.50E+10	0.150	2.50E+03	1.00E+07	0.200	2.00E+00	1.00E+09	0.200	2.00E+00	地盤Aの底面と側面を固定	橋梁—地盤連成系
Model B3-2	2.68E+10	0.150	2.50E+03	2.25E+10	0.150	2.50E+03	1.00E+07	0.200	2.00E+00	1.00E+09	0.200	2.00E+00	地盤Aの底面と側面を固定	橋梁—地盤連成系

キーワード バランスド扁平アーチ構造, 固有振動数, 3次元有限要素モデル, 橋梁—地盤連成系モデル, 埋め戻し地盤

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 日本大学理工学部まちづくり工学科 TEL:03-3259-0689 E-mail: csku14078@g.nihon-u.ac.jp

の地盤要素を場所に応じて A, B, C, D の 4 つに分類し, Model B においてヤング係数を変化させて検討した. 地盤の慣性力の影響を低減するため, 地盤要素の質量密度を極小とした⁴⁾. 境界条件については, Model A については下部工底面, Model B については地盤 A の底面と側面を固定とした. 解析には TDAP III を用いた.

4. 固有値解析結果

各モデルについて固有値解析を行った. 得られたモード形を図 2 に示す. 図中の薄黒色は変形前の形状を示す. 鉛直曲げ 1~3 次, 橋軸直角曲げ(水平曲げ) 1~3 次モードについては全モデルで実験結果と一致する形状が得られた. 橋軸直角曲げ 4 次モードは実験にて確認されていないが参考として示す. 図 3 に, 鉛直曲げ 1~3 次, 橋軸直角曲げ 1~3 次モードの固有振動数を実験値と対応させて示す. 全モードを俯瞰したとき, 橋梁と地盤(下部工周辺, 斜材背面とその周辺)のヤング係数を最も低下させた Model B3-2 が, 実験値に最も近似した. 個別のモードに着目すると, 鉛直曲げ 1~2 次と橋軸直角曲げ 1~3 次でモデルによる相違が大きく, 埋め戻し地盤(下部工周辺, 斜材背面およびその周辺)の剛性が影響した. 鉛直曲げ 3 次ではモデルによる相違はわずかであるが, 橋梁のヤング係数を低減させたモデル(Model B1-2, B2-2, B3-2)で実験値よりも低く評価された. よって, 鉛直曲げ 3 次モードについては埋め戻し土の影響はほとんど無く, 橋梁の剛性のみに依存するといえる.

5. おわりに

施工時に埋め戻した地盤の剛性が対象橋梁の振動特性に及ぼす影響について検討した. 結果として, 固有振動数の変化が大きい振動モードと, 変化がごくわずかな振動モードが存在することを確認した. 今後は, 下部工底面の結合条件による影響や, 地盤質量を考慮したモデルについて検討し, 実験値を再現できる諸物性値を同定する予定である.

参考文献

- 1) 島森晃一, 仲村成貴, 関文夫: 実測記録と数値モデルに基づくバランسد扁平アーチ橋の振動特性把握—斜材背面地盤のモデル化—, 土木学会第 72 回年次学術講演会, I-375, pp.749-750, 2017.
- 2) 関文夫, 佐藤和幸, 伊東靖, 石原大作, 天野光一: 世界文化遺産の構成資産白糸の滝に架けられた滝見橋のデザイン, 景観・デザイン研究講演集, pp.117-122, No.9, 2013.
- 3) 社団法人日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 I 共通編・V 耐震設計編, 2012.
- 4) 仲村成貴, 塩尻弘雄, 上島照幸, 有賀義明, 大湊周作: 常時微動観測と三次元有限要素法に基づく実在アーチダムの振動特性把握, 土木学会論文集 A1, Vol.69, No.4, pp.1742-1749, 2013.

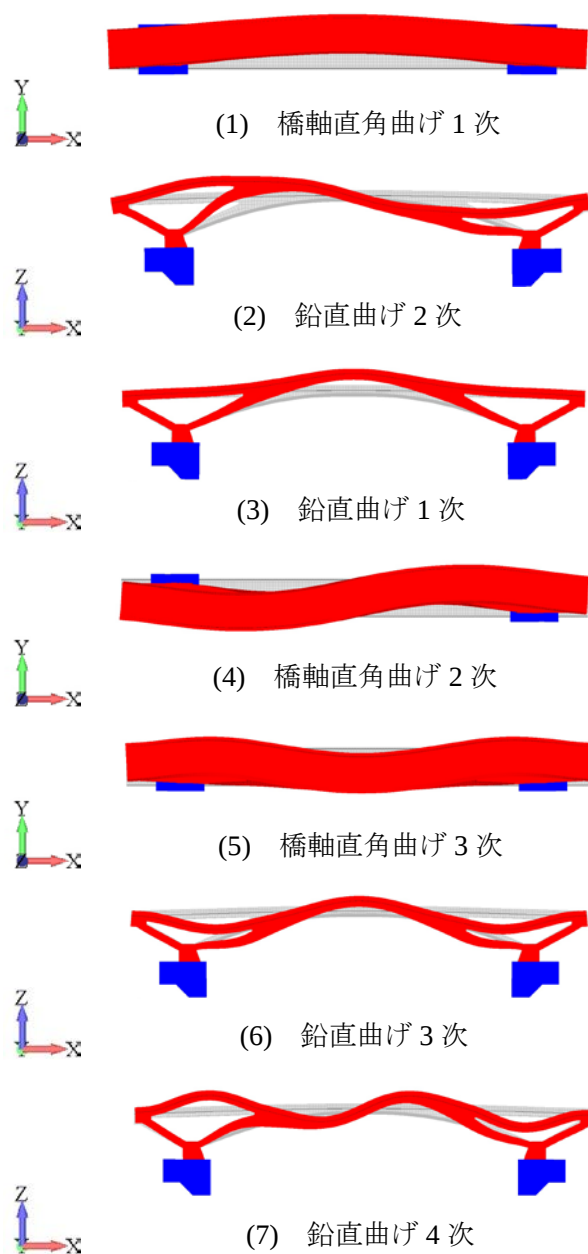


図 2 モード形

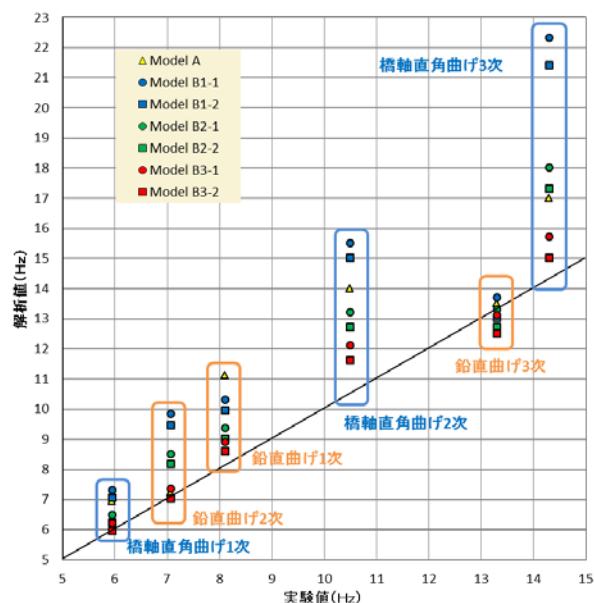


図 3 固有振動数