

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 —下部工周面地盤の影響—

日本大学 正会員 ○仲村 成貴
八千代エンジニアリング(株) (元日本大学学生) 正会員 塚崎 翔太
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、日本で初めての構造形式であるバランスド扁平アーチ (BFA: Balanced Flat Arch) 構造が採用された PC 人道橋である¹⁾。著者らは、BFA 構造の振動特性を精緻に把握することを目指して、振動実験や 3 次元数値モデルに基づいて検討を行っている^{2), 3)}。本稿では、対象橋梁の低次振動モードに注視して、下部工周面の地盤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. 対象橋梁と既往の検討結果の概要

滝見橋の全景を写真 1 に示す。白糸の滝から約 80m 下流に位置する滝見橋の橋長は 39.0m、高さは 2.55m、有効幅員は 2.50m、縦断勾配は 3.0% である。滝見橋はスパンライズ比が 1/12 と扁平で、控え斜材を有したバランスド構造であり、 π ラーメン構造とアーチ構造の性格を併せ持つ人道橋である。原位置地盤調査結果によると、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。橋梁基礎には直接基礎が採用された¹⁾。

高欄工の直後、左右岸端部の埋め戻し工および舗装工前に振動実験を実施した²⁾。また、橋梁単体モデルおよび橋梁と下部工底面以深の地盤をモデル化した橋梁—地盤連成系モデルにより、下部工底面の地盤が橋梁の振動特性に影響を及ぼすことを確認した³⁾。

3. 数値モデル

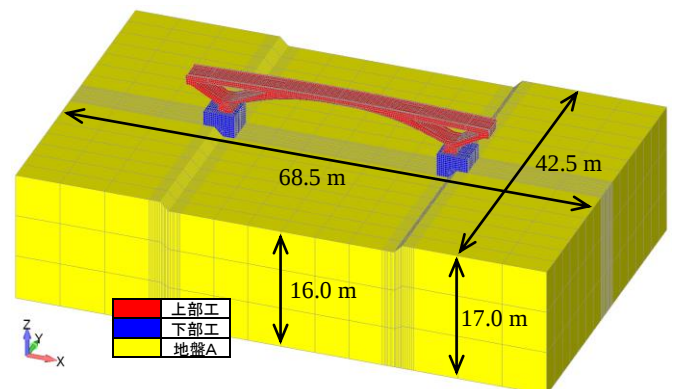
本稿で対象とした 3 種の数値モデル構造図を図 1 に、それらモデルの諸元を表 2 に示す。Model A は上部工と下部工をモデル化した橋梁単体モデル (図 1(1))、Model B は橋梁と下部工底面以深の地盤をモデル化した橋梁—地盤連成系モデル (図 1(2)) である³⁾。Model C は橋梁と支点以深の地盤をモデル化した橋梁—地盤連成系モデル (図 1(3)) である。なお、いずれのモ



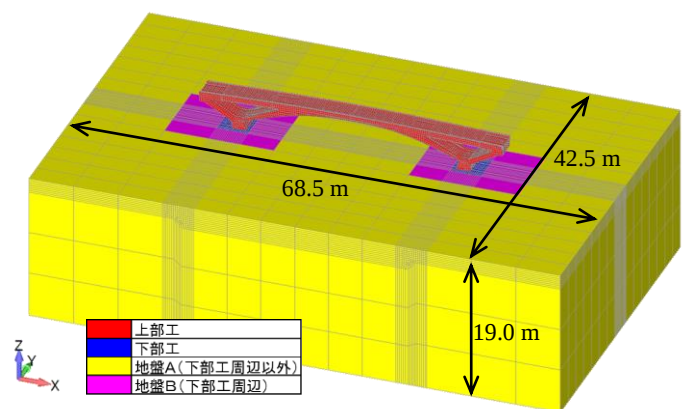
写真 1 滝見橋全景



(1) Model A



(2) Model B



(3) Model C

図 1 数値モデル構造図

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

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

表2 数値モデル概要

モデル名称	地盤A			地盤B			境界条件	モデル条件	要素数
	ヤング係数 E (N/m ²)	ポアソン比 ν	質量密度 ρ (kg/m ³)	ヤング係数 E (N/m ²)	ポアソン比 ν	質量密度 ρ (kg/m ³)			
Model A	-	-	-	-	-	-	下部工底面を固定	橋梁単体 (上部工+下部工)	14472
Model B	1.000×10^9	0.20	2.000×10^3	-	-	-	地盤A底面と側面を固定	橋梁-地盤連成系 (表層地盤切欠き)	21792
Model C	1.000×10^9	0.20	2.000×10^3	1.000×10^9	0.20	2.000×10^3	地盤A底面と側面を固定	橋梁-地盤連成系 (表層地盤嵩上げ)	37387

デルにおいても上部工と下部工の物性値は道路橋示方書⁴⁾に記載された値を用いた(表3)。境界条件については、Model Aでは地盤を剛体と仮定して下部工底面を固定し、Model BとCでは地盤の底面と側面を固定した。なお、橋梁-地盤連成系モデルにおける地盤のモデル化範囲については、別途にモデル化範囲を変動させて固有値解析を実施し、橋梁の固有振動数が収束した範囲とした。解析にはTDAP III⁵⁾を用いた。

4. 固有値解析結果

3つのモデルの固有値解析を実施し、低次モードに注視して振動特性の特徴を整理する。得られた固有振動数を実験値に対応させて図2に示す。また、モード形を図3に示す。モード形については、全モデルで図3と概ね同様の形状が得られた。固有振動数については、鉛直曲げ2次ではモデルによる相違はわずかで、いずれも実験値をほぼ再現できた。これより、下部工底面と周面の地盤の影響はほとんど無いといえる。一方、橋軸直角曲げ1次と鉛直曲げ1次固有振動数は、モデルによって大きく変動した。これらのモードでは下部工底面と周面の地盤の影響が大きいといえる。

5. まとめ

新しい構造形式の滝見橋を対象として、低次振動モードにおいて下部工周面の地盤が橋梁の振動特性に及ぼす影響について検討した。橋軸直角曲げ1次と鉛直曲げ1次モードについては、下部工底面の地盤だけでなく周面の地盤の影響が大きく、鉛直曲げ2次モードは下部工底面と周面の地盤の影響はほとんど無いことが確認された。今後は、斜材背面の地盤と対象橋梁の振動特性との関連や、下部工周辺と斜材背面の埋め戻し地盤特性について検討する予定である。

参考文献

- 1) 関文夫ほか：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.，2) 仲村成貴，山崎佳樹，関文夫：実測記録に基づくバランスド扁平アーチ構造の振動特性推定，土木学会第70回年次学術講演会，第I部門，pp.691-692，2015.，3) 仲村成貴，塚崎翔太，関文夫：実測記録に基づくバランスド扁平アーチ構造の振動特性把握-下部工底面地盤の影響-，第43回土木学会関東支部技術研究発表会，I-15，2016.，4) 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.，5) 株式会社アーク情報システム：TDAP III バッチ版使用手引書 Ver3.04，2012.

表3 橋梁上部工と下部工の物性値

材 料	ヤング率 (N/m ²)	ポアソン比	質量密度 (kg/m ³)
上部工	2.980×10^{10}	0.15	2.498×10^3
下部工	2.500×10^{10}	0.15	2.498×10^3

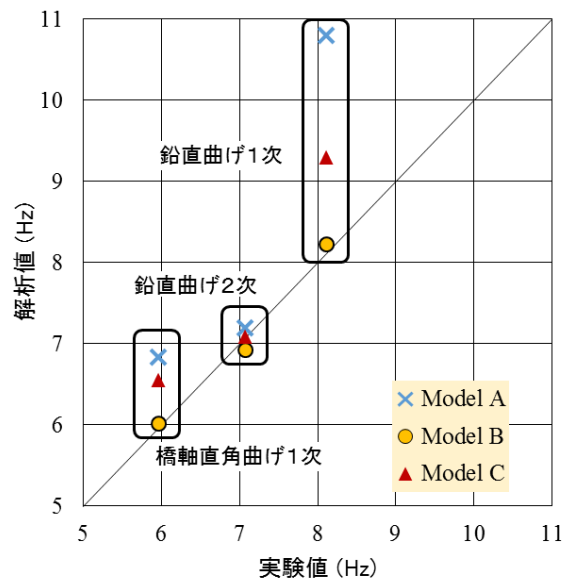


図2 固有振動数

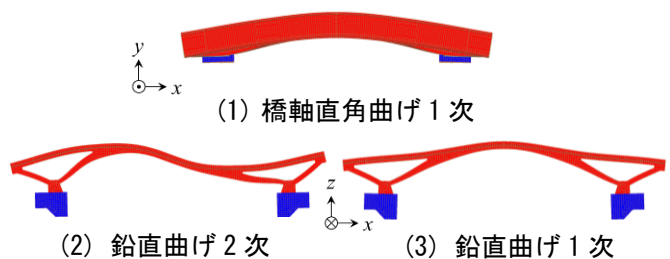


図3 モード形