

橋梁架設系の地震応答について

三井住友建設(株) 正会員 瓜生正樹 九州産業大学 フェロー 水田洋司
九州産業大学 牧 誠也

1. 序論

日本では、兵庫県南部地震、鳥取県西部地震、鹿児島県北部地震、新潟県中越地震等、10年を経ずして大きな被害をもたらした大地震が4回も起こっている。数年の施工期間を要して架設される長大橋梁構造物¹⁾の架設系は、剛性の低い構造となることが推察され、架設系の耐震性の検討も必要と考えられる。本論文では、斜張橋部とラーメン橋部で構成される鮎の瀬大橋の斜張橋部に注目して、施工途中の架設系の固有振動数と線形地震応答について検討した。

2. 対象橋の概要

対象橋梁は、幅400m、深さ140mのV字渓谷に架設された橋梁でY型形状のラーメン橋と斜張橋とが連続する橋長390mの3径間連続プレストレストコンクリート橋である。図-1に対象橋梁の一般図を示す。斜張橋部はファン型2面吊り構造の斜材ケーブルを有し、中央径間側及び側径間側にそれぞれ12列、合計48本から構成されている。

3. 架設系

本論文では、斜張橋部の架設構造系に着目し、施工の進行により変化する斜張橋部構造系の振動特性について検討した。斜張橋部は、主塔高さ70.0m、橋脚高さ65.755mの規模で基礎には直径18.0m、深さ31.0mの大口径深礎工が採用されている。架設は片持ち張り出し工法で実施された。中央径間側及び側径間側のそれぞれ12本のケーブルを考慮して、斜材架設を12STEPに分けた。図-2には各施工STEPの施工状況を示している。解析に採用した構造系には図-2の施工STEPを各々モデル化した系を用いており、各系の固有値解析、地震応答解析を実施した。

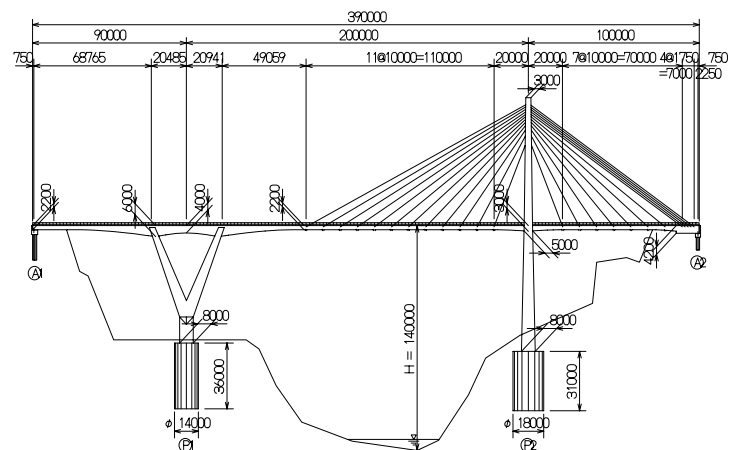


図-1 対象橋梁の一般図

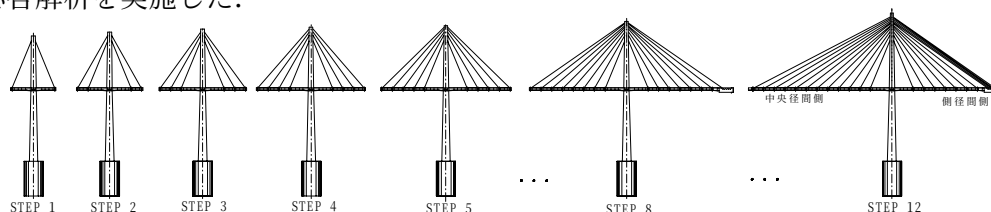
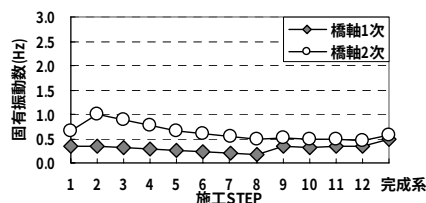


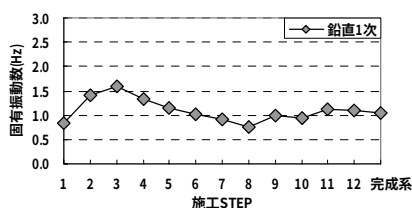
図-2 斜張橋部施工 STEP

4. 固有値解析

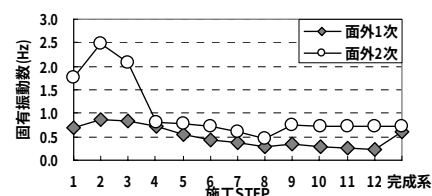
各施工STEPにおける固有値解析結果を図-3に示す。横軸に施工STEP、縦軸に固有振動数を取り、橋軸、鉛直、面外の低時振動数の変化を図示している。完成系はY型ラーメン橋と連続した状態である。橋軸、鉛直、面外水平の各方向の1次固有振動数は施工STEPが進むにつれ徐々に小さくなっている。しかし、完成系つまりY型ラーメン橋と連続した構造系においては、橋軸方向固有振動数は最大値を示し、面外固有振動数も上昇している。



(a) 橋軸方向



(b) 鉛直方向



(c) 面外水平方向

図-3 低次固有振動数

5. 地震応答解析

兵庫県南部地震の EW,UD,NS 成分の最大加速度を 100gal に変換した地震波をそれぞれ、橋軸、鉛直、面外水平方向に作用させた. 図-4 には応答着目点を示している. 図-5 には主桁 (Point50), 橋脚基部 (Point234) の各施工 STEP における最大曲げモーメントを示している. 最大加速度 100 gal の地震に対しては, Point234 では破壊曲げモーメントを下回り十分な安全性を確認できるが, Point50 の主桁部では施工 STEP6~8 で破壊曲げモーメントを上廻り, 100gal の地震でも施工時に危険な状態にあることがわかる. また, 500 gal の地震に対しては完成系の Point234 は破壊曲げモーメント内に収まっているが, 施工途中では上廻る施工 STEP もあり, 施工時における地震応答の検討が必要である. 図-6 には各施工 STEP の中央径間側桁先端の面外水平方向, 鉛直方向における最大・最小変位と最大・最小加速度を示している. 鉛直, 面外共に多くの STEP で完成系を上廻る変位・加速度が生じている.

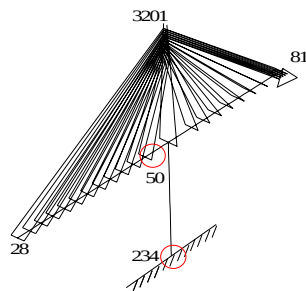
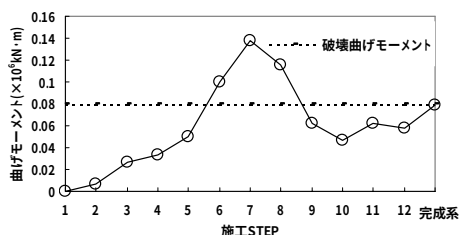
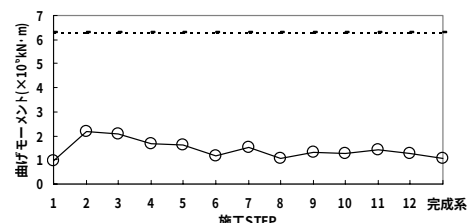


図-4 応答値着目点



(a) Point50



(b) Point234

図-5 面外最大曲げモーメント

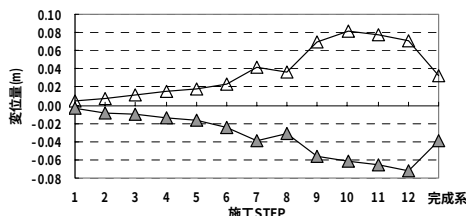
6. 結論

解析から得られた架設系の固有振動数, 地震応答に関する知見をまとめると以下の通りである.

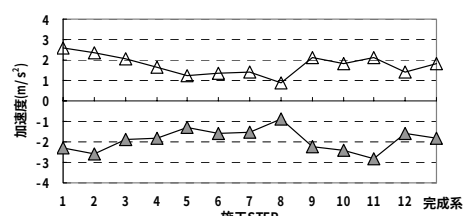
- ① 対象橋梁規模の斜張橋では, 架設の進行に伴い橋軸, 鉛直, 面外 1 次固有振動数は徐々に小さくなるが, 完成系では, 固有振動数が大きくなり, 連続化の効果は大きい.
- ② 100gal 程度の地震に対しては, 各施工 STEP の橋脚基礎は十分な安全性を有しているが, 主桁部では一部破壊曲げモーメントを上廻る施工 STEP があり, 地震応答に対する照査が必要である.
- ③ 鉛直, 面外共に, 多くの施工 STEP で完成系を上廻る変位・加速度が生じている.
- ④ 施工期間が長期に及ぶ場合には, 架設系に対する地震応答の検討も必要である.

参考文献

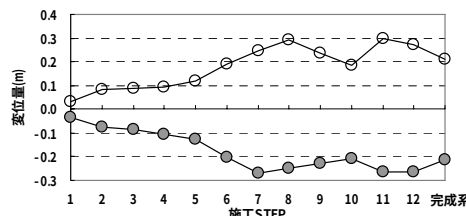
- 1)水田・瓜生他：鮎の瀬大橋の振動実験, 構造工学論文集 Vol.46A, pp.461~468, 2000 年 3 月



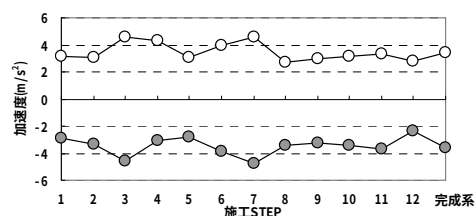
(a) 鉛直応答変位



(b) 鉛直応答加速度



(c) 面外応答変位



(d) 面外応答加速度

図-6 各施工 STEP での先端部応答