

1. はじめに

大河津旧可動堰は昭和 6 年に竣工されて以来、新潟平野の洪水氾濫防止、水利用に大きな役割を担ってきた。しかし、老朽化に伴い、平成 15 年に旧可動堰の改築工事が決定され、平成 24 年に供用を終えた。

2. 研究目的

新可動堰の通水開始により、旧可動堰は撤去されるが、一部は現地に残置されることが決定されている(図-1)。旧可動堰構脚橋は竣工から約 80 年経過しており、鋼製橋脚を有するゲルバートラス構造は珍しい。そのため、残置にあたり旧可動堰の歴史的な位置付けや、構脚橋の耐震性を含む安全性の評価を行う必要がある。そこで、現地に残置される旧可動堰構脚橋を対象に三次元骨組みモデルを作成した。また、骨組みモデルの妥当性検証のため、現地で振動計測試験を実施した。作成したモデルで地震動を用いた時刻歴応答解析を実施し、旧可動堰構脚橋の耐震性能評価を行った。

3. 大河津旧可動堰の歴史的な位置づけ

大河津旧可動堰のような、鋼製橋脚を有する構造は少ない。歴史的鋼橋便覧により抽出を行うと鋼製橋脚を有する現存する橋梁は 11 橋であった。また、同年代に建設された可動堰等を調査した。その結果、いずれも橋台、橋脚は鉄筋コンクリート製であり、鋼製橋脚を有する他の可動堰は見つけることができなかった。

4. 旧可動堰のモデル化と現地振動計測

設計図面と現地視察をもとに旧可動堰構脚橋の三次元骨組みモデルを作成した。ソフトは EERC/Fiber を使用し、トラス格点に節点を設け、節点間は弾性ビーム

要素を用いた。設計図面と現状の構造では、設計図面と比較して一部の部材がない。そのため、該当部材を除去したモデルと除去していないモデルを作成し、それぞれを部材切断モデルと健全モデルと呼ぶ(図-2)。作成したモデルに対して固有値解析を行ったところ、橋軸直角方向の 1 次モードが 10.58Hz、2 次モードが 11.65Hz となった。

作成したモデルの妥当性検証のために、現地にて振動計測を実施した。振動計測では、設置の容易な無線三軸加速度計を 5 台使用し、常時微動計測を行った。対象とした径間は第 1 径間のみ (Case1) と第 1~3 径間 (Case2) の 2 ケースとした。計測結果から、橋軸直角方向の 1 次モードが 7.4Hz、2 次モードが 7.8Hz となり、各径間の連成振動と推察される振動モードが確認された。解析振動モードと実測振動モードを比較すると、概形はおおよそ一致するが、固有振動数に差が生じた。この原因としては、要素間の分割を行っていないことと、モデル化の際に無視した部材による影響で解析値の固有振動数が実測値より大きくなったものと考えられる。

5. 解析的検討

5.1 概要

作成した三次元骨組みモデルを対象に耐震性能の評価を行うべく動的解析を実施した。動的解析には一般的に応答スペクトル法や時刻歴応答解析が用いられる。本研究では、入力地震動から各応答を逐次数値計算し求める時刻歴応答解析法を用いた。



図-1 大河津旧可動堰

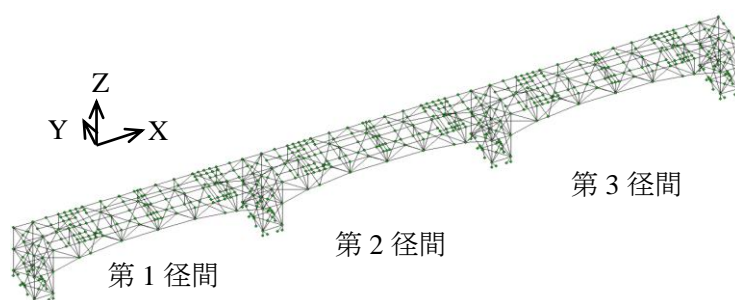


図-2 作成したモデル (部材切断モデル)

5.2 耐震性能

橋の供用期間中に発生する確率が高い地震動であるレベル 1 地震動、橋の供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度を持つレベル 2 地震動に対して耐震性能の設定した。目標とした耐震性能は、レベル 1 地震動に対しては、健全性を損なわないように耐震性能 1 とした。また、レベル 2 地震動に対しては落橋や倒壊などの地震による損傷が橋として致命的とならないようにすべく耐震性能 3 とした。

5.3 入力地震動の選定

入力地震動は道路橋示方書に準じた加速度波形を用いた。これらの加速度波形は地盤条件によって異なるため、地盤の基本固有周期を算出したところⅡ種地盤に分類された。よって、レベル 1 地震動として 1 波（昭和 43 年日向灘地震）、レベル 2 地震動として、プレート境界型の大規模な地震を想定したタイプ I で 3 波（平成 15 年十勝沖地震、平成 23 年東北地方太平洋沖地震）、内陸直下型地震を想定したタイプ II 地震動で 3 波（平成 7 年兵庫県南部地震）を入力加速度波形とした。

5.4 照査方法

照査方法としては、地震動による発生応力度が許は道路橋示方書に基づき鋼材の許容引張応力度、許容圧縮応力度を算出した。なお、地震時の影響として許容応力度には 1.5 を乗じた。

5.6 解析結果

発生応力度は各部材力である曲げモーメントから部材の上縁、下縁の応力度を算出した。

レベル 1 地震動の場合、入力地震動が橋軸方向（X 軸）、橋軸直角方向（Y 軸）で発生応力度は両モデルとも許容応力度内であった。レベル 2 地震動タイプ I では、入力地震動が橋軸直角方向（Y 軸）で、構脚部下段の斜材、下横構、下横構斜材、対傾構垂直材で発生する応力度が許容応力度を超過した。タイプ II では、タイプ I の結果に加えて、入力地震動が橋軸方向（X 軸）で構脚部水平材の応力度が許容応力度を超過した。

6. まとめ

本研究では、現地に残置される旧可動堰構脚橋の安全性評価を目的に三次元骨組みモデルを作成し時刻歴応答解析を行った。また、モデルの妥当性検証のために現地にて振動計測を実施した。以下に得られた知見と課題を示す。

- 1) 作成したモデルと現地で行った振動計測から得たモード形は概ね一致したが、固有振動数には差異がある。
- 2) L1 地震動に対しては橋軸方向、橋軸直角方向のどちらに地震波を入力した場合でも、許容応力度を超過する部材はなかった。このことから、L1 地震動に対する耐震性能には問題がないと言える。
- 3) L2 地震動に対しては、タイプ I、タイプ II とも下横構、下横構斜材、構脚部斜材、対傾構垂直材で、発生する応力度が許容応力度を超過した。タイプ II では、加えて構脚部水平材、斜材で応力度が許容応力度を超過した。よって、許容応力を超過した部材には耐震補強を施す必要がある。

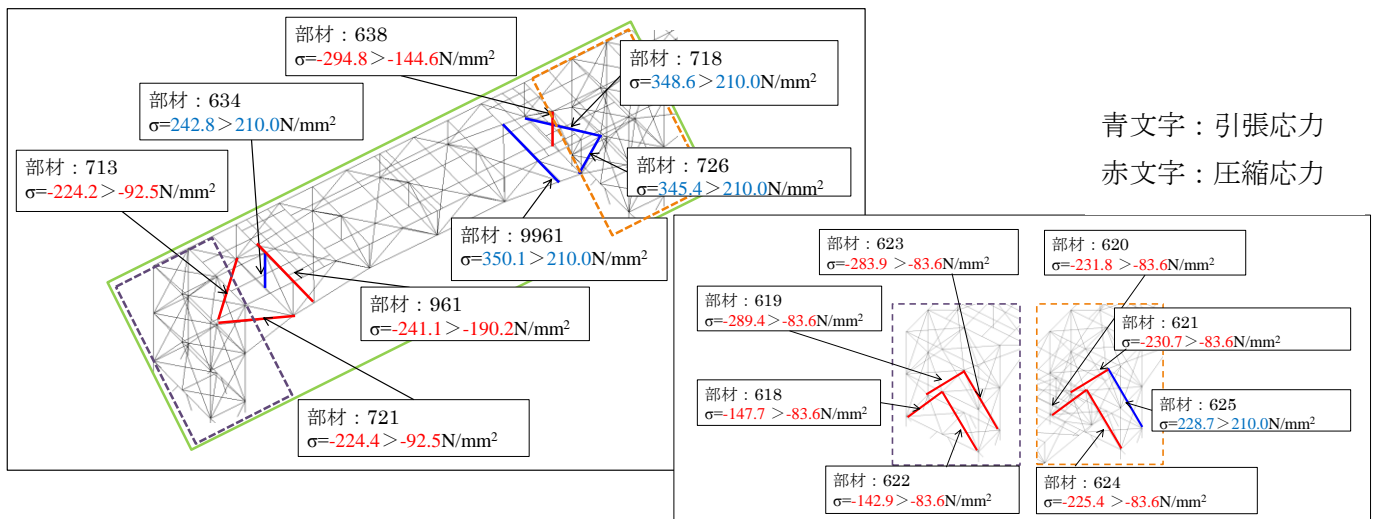


図-3 レベル 2 タイプ II 地震動（平成 7 年兵庫県南部地震） - 入力：橋軸直角方向 許容応力超過部材