

RC 充腹アーチ橋の耐震性能照査に関する一考察

東日本高速道路 正会員 ○高杉 啓佑 正会員 浅井 貴幸 正会員 永根 史規
 オリエンタルコンサルタンツ 非会員 審良 郁夫 正会員 梅林 福太郎 正会員 張 寧
 オリエンタルコンサルタンツ 正会員 久木留 貴裕 正会員 澤井 公哉

1. 目的

RC 充腹アーチ橋は、不静定次数が高く、耐震性が高い構造形式と考えられている。ただし、中詰め土の地震時の挙動が明確でない等の課題もあり、地震時の挙動を確認することは有効であると考え。本検討では、既設の RC 充腹アーチ橋に対して、非線形静的解析と非線形動的解析を適用し、耐震性能照査結果について、比較検討を行った。

2. 対象橋梁概要

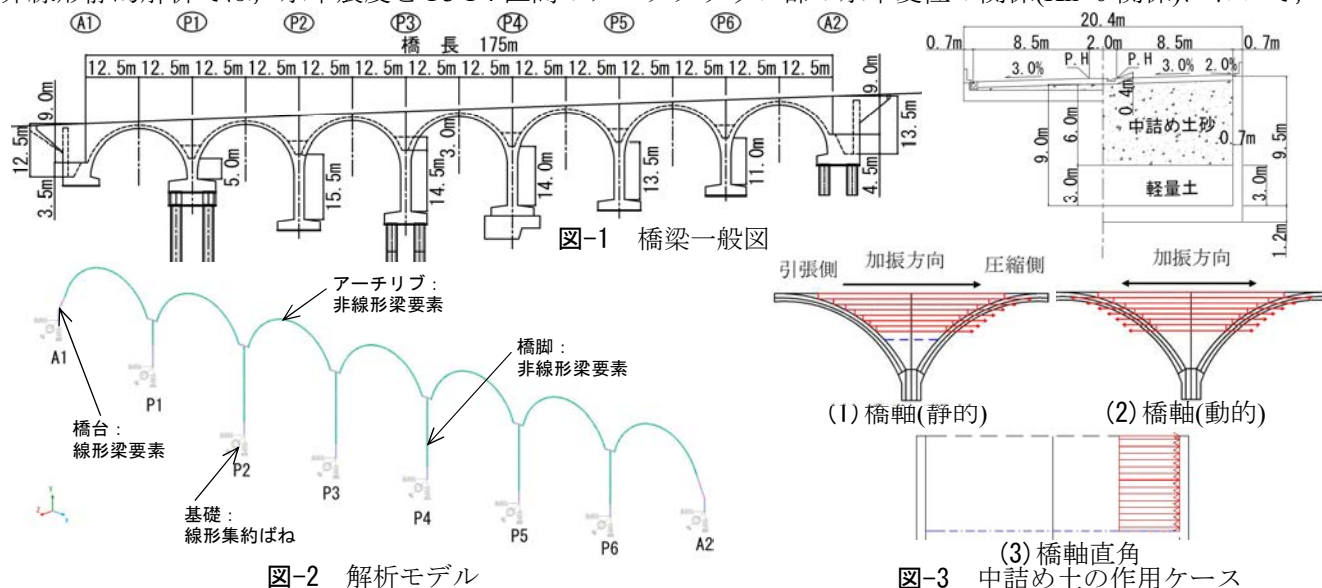
対象橋梁は、橋長 175m、支間長 25m、橋脚柱高 5m～15.5m、幅員 20.4m を有する 7 径間連続 RC 充腹アーチ橋である(図-1)。基礎形式は A1,P2,P4,P5,P7 が直接基礎、P1,P3,A2 が深礎杭基礎であり、いずれの基礎位置においても地盤種別は I 種地盤である。中詰め材料は、橋脚頭部において、軽量土を 3m の高さで中詰めし、これより上方を土砂で中詰めしている。側壁には、アーチクラウン部及び橋脚頭部に目地が設置されている。

3. 解析モデル

解析モデルを図-2 示す。アーチリブ、橋脚は非線形梁要素とし、橋台は線形梁要素とした。基礎及び地盤は線形集約ばね要素とした。側壁については重量のみをアーチリブの梁要素に付加し、剛性については見込んでいない。中詰め材料(軽量土、土砂)は重量のみをアーチリブに考慮した。ここで、静的非線形解析の中詰め土の作用方法については、以下のように考慮した。橋軸方向は、水平方向に土砂を分割し、振動方向にのみ作用するように重量をアーチリブに考慮するものとし(図-3(1))、橋軸直角方向については、鉛直方向に土砂を分割し、アーチリブに重量を考慮するものとした(図-3(3))。非線形動的解析においては、橋軸直角方向は非線形静的解析と同様としたが、橋軸方向については、正負に加振されるため、水平方向に分割した土砂の半分ずつを左右のアーチリブで負担するものとした(図-3(2))。また、非線形動的解析においては、橋台背面地盤の影響を、受働土圧強度を上限とした非線形ばね要素でモデル化することで考慮した。

4. 非線形静的解析結果

非線形静的解析では、水平震度と P3-P4 区間のアーチクラウン部の水平変位の関係(K_h - δ 関係)において、



キーワード RC 充腹アーチ、非線形静的解析、非線形動的解析、曲げ破壊、せん断破壊

連絡先 〒983-8477 宮城県仙台市宮城野区榴岡 1-1-111F 東日本高速道路株式会社 TEL022-398-5976

エネルギー一定則の考えに基づき、L2-タイプ I 地震時における応答を推定した(図-4)。橋軸方向加振における損傷の発生順序は、①アーチリブのひび割れ、②P2 橋脚基部の曲げ降伏、③P1-P2 区間のアーチリブの曲げ降伏、④A2 橋台近傍のアーチリブのせん断破壊、⑤P2 橋脚基部の曲げ終局、⑥P1-P2 区間のアーチリブの曲げ終局となり、橋脚は曲げ破壊となるものの、アーチ部の方が橋脚より先にせん断破壊が発生することが分かった。橋軸直角方向加振における損傷の発生順序は、①P2 橋脚基部のせん断破壊、②P2 橋脚基部のひび割れ、③P2 橋脚基部の曲げ降伏、④P2 橋脚基部の曲げ終局、⑤P1-P2 区間のアーチリブの曲げ降伏、⑥P1-P2 区間のアーチリブの曲げ終局となり、橋脚基部のせん断破壊先行となることが分かった。

5. 非線形動的解析結果

非線形動的解析の結果(L2 タイプ I 地震動)を示す(図-5)。橋軸方向加振時は、橋脚については、P1, P6 橋脚以外の橋脚基部の発生曲率が終局曲率を超過し、また、P1 橋脚の発生せん断力がせん断耐力を超過した。アーチリブは、P1~P2 区間の発生曲率が終局曲率を超過し、また、P1~P2, P2~P3, P5~P6 間の発生せん断力がせん断耐力を超過した。橋軸直角方向加振時は、橋脚の曲率に対する照査では、全て発生曲率が終局曲率以下となったが、橋脚のせん断力に対する照査では、全て発生せん断力がせん断耐力を超過した。アーチリブは、曲率に対する照査では、全て発生曲率が降伏曲率以下となったが、せん断力に対する照査では、P3~P4 区間の発生せん断力がせん断耐力を超過した。すなわち、橋軸直角方向加振時は、橋脚のせん断破壊先行となった。

6. まとめ

RC 充腹アーチ橋に対し、非線形静的解析と非線形動的解析を行った。両解析ともに橋軸方向は橋脚基部の曲げ破壊が卓越し、橋軸直角方向は橋脚のせん断破壊が卓越することを確認した。L2 地震時の応答値は、非線形動的解析に比べ、非線形静的解析の方が大きめに評価されている。橋軸方向については、主に中詰め土の作用方法の違いが影響しており、直角方向については、主に減衰の考慮の有無が考えられる。なお、本検討では前述のように、解析モデルに側壁の剛性を見込んでいない。側壁の照査は、別途 FEM にて検討している。今後は側壁を含めたアーチ部及び中詰め土を FEM によりモデル化した詳細検討を実施していく予定である。

参考文献：1)野口晃臣：気泡混合軽量土を用いた充腹アーチ橋 中詰めの施工，月刊基礎工，255 号，pp.86～90，1994.10.

謝 辞：本検討の実施にあたって、東北大学大学院の運上茂樹教授、内藤英樹准教授、東北学院大学の中沢正俊教授、千田知弘准教授をはじめとする多くの方々に御助言を賜った。記して謝意を表します。

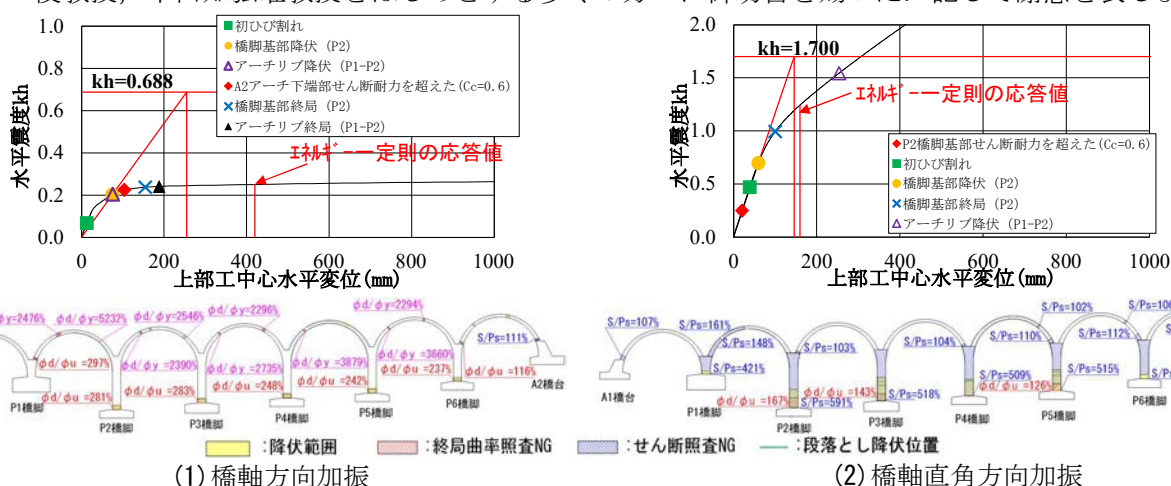


図-4 非線形静的解析結果 (L2 タイプ I 地震動)



図-5 非線形動的解析結果 (L2 タイプ I 地震動)