

RC 充腹アーチ橋の地震時挙動の確認と耐震性能評価

NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) ○正会員 建入 怜衣 正会員 李 首一 正会員 伊川 嘉昭
中日本高速道路(株) 正会員 山田 章史

1. はじめに

RC 充腹アーチ橋は、図-1 のように、橋梁の主部材であるアーチ上に間詰め土砂を載せて転圧し、一般の土工部と同じ舗装構造とする橋梁のため、車の走行性を向上させた構造である。また、床版や伸縮装置、支承がないため、交通規制を伴う補修工種を省略することができる維持管理性にも優れた構造である。

一般的にアーチ橋は不静定次数が高いため、耐震性能が高いとされている。しかし、RC 充腹アーチ橋については、大規模地震時における間詰め土砂部や側壁の影響を適切に評価した検討事例が少なく、地震時の挙動や構造的弱点、側壁が耐震性能に与える影響が不明で、耐震性能評価方法についても明確な決まりはない。そこで、非線形動的解析を行い、RC 充腹アーチ橋の地震時における挙動の確認と、耐震性能の評価を試みたのでその結果を報告する。

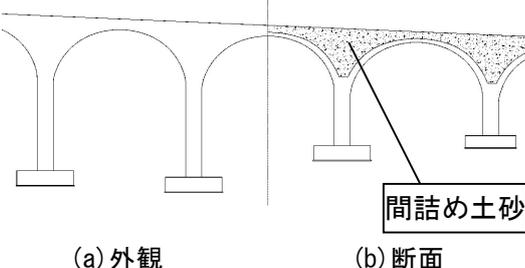


図-1 RC 充腹アーチ橋の構造

2. 構造概要

今回対象とした橋梁の側壁は、図-2 のようにアーチリブと分離しており、PC 鋼棒で繋がっている。これは、側壁とアーチリブが一体構造の場合、温度収縮等を側壁が拘束することで、アーチリブや側壁にひび割れが生じやすいことから、これを防ぐために分離構造が採用されていた。したがって、解析モデルは図-3 のようにアーチリブのみをモデル化し、節点はアーチリブの重心に設け、間詰め土砂と側壁は重量のみ考慮し、節点に荷重として与えた。

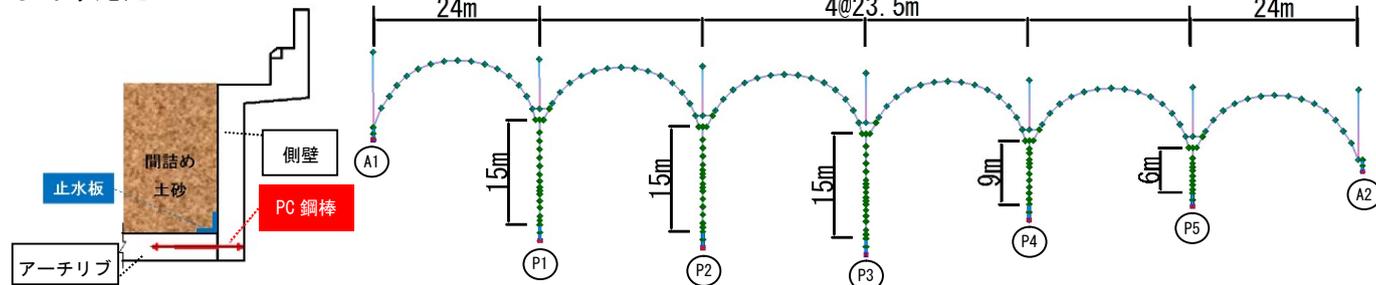


図-2 側壁の接合構造

図-3 解析モデル図

3. 地震時挙動

(1) 地震時挙動特性

図-4 の応答変位図より、橋軸方向では、アーチリブと橋脚天端に大きな変形が発生することが分かる。これはアーチリブの断面が薄く、剛性が低いため、水平力によりアーチリブが鉛直方向にも変形し、不静定次数が高いにも関わらず橋脚の水平変位を拘束できなかったことが原因と考えられる。橋軸直角方向については、1 次振動モードを主体とするシンプルな応答結果で、連続橋と比較して特異な挙動は確認されなかった。

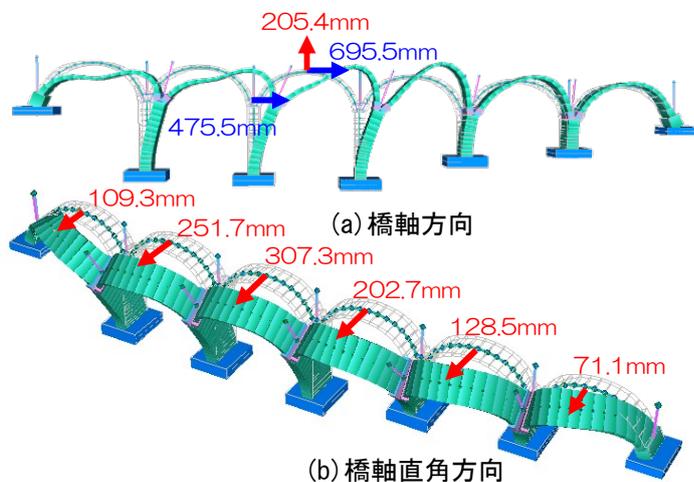


図-4 非線形動的解析によるの応答変位図

キーワード 充腹アーチ橋, 地震時挙動, 耐震性能評価, 非線形動的解析

連絡先 〒732-0057 広島市東区二葉の里 3-5-7 NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) TEL 082-207-1670

(2) 橋台背面受働抵抗の影響について

一般的に、橋台背面の受働抵抗を考慮すると主桁を介して橋軸方向の変形が抑えられ、柱に作用する断面力の低減が期待できる。そこで、対象橋梁についても、橋台背面の受働抵抗を考慮した解析も実施し、受働抵抗を考慮しない場合の解析結果と比較した。図-5 より橋台背面の受働抵抗を考慮しても水平方向の変形量に変化は見られなかった。これは、アーチリブが水平方向の力を鉛直方向の変形として分散するため、一般的な桁橋とは異なり、アーチリブが橋脚の抵抗に寄与できなかったことが原因であると考えられる。

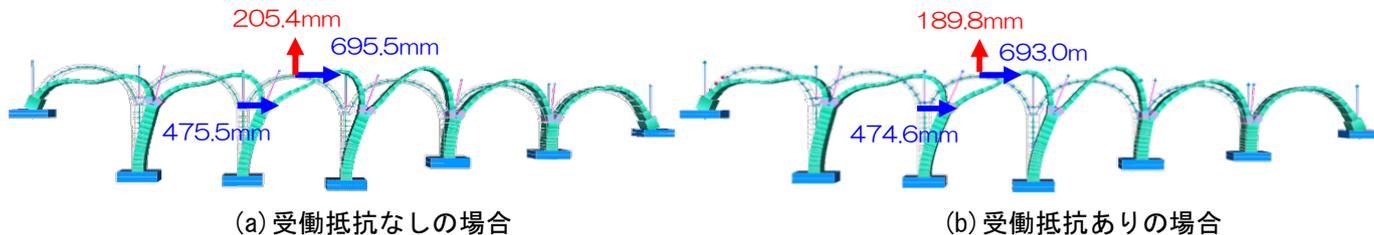


図-5 橋台背面の受働抵抗の有無の解析結果の比較

(3) 橋軸方向側壁剛性の影響

図-3 のモデルでは、側壁とアーチリブ接合部の構造特性から側壁の抵抗を無視したが、実際は側壁の剛性が変形抑制に寄与するものと推測される。そこで側壁の抵抗が全体解析に与える影響を確認するため、側壁剛性を考慮した解析を行った。その結果、アーチリブの変形は拘束するが、図-6 のように橋脚の塑性化を考慮した固有周期が 1.1sec から 0.7sec まで短くなり、加速度応答スペクトルが増加したため、橋脚に発生する変位量を劇的に低減することはできなかった。

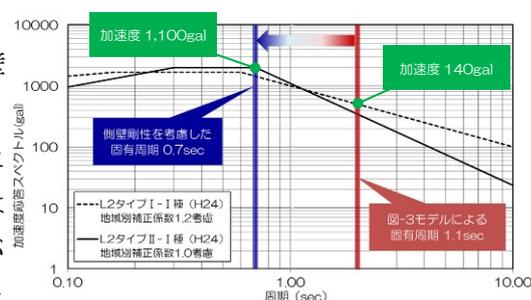


図-6 加速度応答スペクトルの比較

4. 耐震性能評価

(1) 全体の耐震性能評価

アーチリブ、橋脚は一般的なアーチ橋と同様、道路橋示方書等に準拠し評価を行った。評価結果を図-7 に示す。橋軸方向では橋脚基部の曲げ照査、橋軸直角方向では橋脚基部の曲げと段落とし部のせん断照査が許容値を満足しなかった。

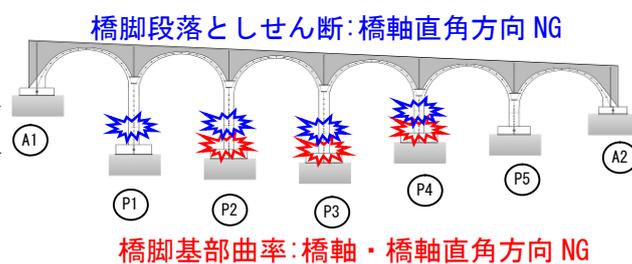


図-7 耐震性能照査結果

(2) 側壁の耐震性能評価

側壁については、緊急輸送路としての機能確保の観点から、路面等の陥没や土砂の流出が発生しないことを確認するものとした。照査については、側壁をモデル化した格子解析で、レベル 2 地震時の土圧を載荷し、側壁に発生する断面力を算出した。

- ・側壁は、一部で降伏に達する箇所はあるが、天端の一辺のみを自由端とする面部材であり、面として評価すると、部分的な降伏であり、性能に問題はない。
- ・PC アンカーは、一部で降伏に達する箇所があるが、側壁とアーチリブを面上に接続しており、部分的に降伏に至っても側壁の落下には至らない。

以上より、緊急輸送路としての機能は確保できると考えた。

5. まとめ

非線形動的解析により RC 充腹アーチ橋の大規模地震時の挙動を確認した。また耐震性能を評価した結果、橋脚は橋軸方向、橋軸直角方向ともに曲げやせん断で許容値を超える結果となった。さらに、側壁については、全体として耐震性能を確保するという評価方法を提案した。

なお橋脚の補強方法は、RC 巻立て補強を基本とし、施工条件により炭素繊維シートの使用を含め、計画する。

参考文献 1)御子柴,管理の手間が特に省けるコンクリート充腹アーチ橋梁,1991 2)西日本高速道路株式会社,設計要領第二集,2019 3)(社)日本道路協会,道路橋示方書・同解説,2012 4)松田他,充腹式連続アーチ橋の設計と施工,1988