

RC 充腹アーチ橋の地震時中詰め土の作用に関する一考察

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

1. 目的

RC 充腹アーチ橋は、アーチリブの両端に側壁を築き、内部に中詰め土を詰めた構造のアーチ橋である。同橋梁は不静定次数が高く、これまでに地震で壊れた事例は少ないため、耐震性が高い構造形式といえる。ただし、中詰め土の地震時の挙動が未だ明らかになっておらず、中詰め土の作用の仕方によっては、地震時に大きな損傷を招く可能性がある。本検討では、既設の RC 充腹アーチ橋について、部分モデルを作成し、中詰め土の作用をパラメータとした解析的検討を行ったものである。

2. 对象桥梁概要

対象橋梁は、東日本高速道路常磐道に位置する 7 径間連続 RC 充腹アーチ橋である(図-1)。橋長 175m、支間長 25m であり、橋脚高 11m~18m、幅員 20.4m である。基礎形式は、直接基礎と深礎杭基礎から成り、地盤種別は I 種地盤である。中詰め材は、橋脚頭部において、軽量土が 3m の高さで中詰めされており、これより上部を土砂で中詰めした形式である¹⁾。本検討においては、P3 橋脚~P4 橋脚の 1 径間を対象とした。

3. 部分モデルの作成

P3 橋脚～P4 橋脚の 1 径間を対象とするにあたり、その隣接区間である P2 橋脚～P5 橋脚までをモデル化した(図-2). アーチリブ、橋脚を非線梁要素、基礎及び地盤は線形集約ばね要素でモデル化した。ここで、側壁については重量のみを考慮し、剛性は未考慮である。モデル化しない区間については、モデル化した区間のモデル中央のアーチクラウン部を固定としたプッシュオーバー解析を橋軸方向及び橋軸直角方向に対して行い、疑似的なばねで置換した(図-3)。ここで、端部の境界条件については、鉛直方向及び回転 3 方向を固定とした。

4. 中詰め土の作用ケース

橋軸方向については、中詰め土を鉛直方向に分割し、分割した重量をアーチリブの各要素に考慮するケース(ケース 1)、中詰め土を水平方向に分割し、振動方向にのみ作用するものとしてアーチリブの各要素に重量を考慮するケース(ケース 2)、主働土圧として作用させるケース(ケース 3)である(図-4(1)～(3))。橋軸

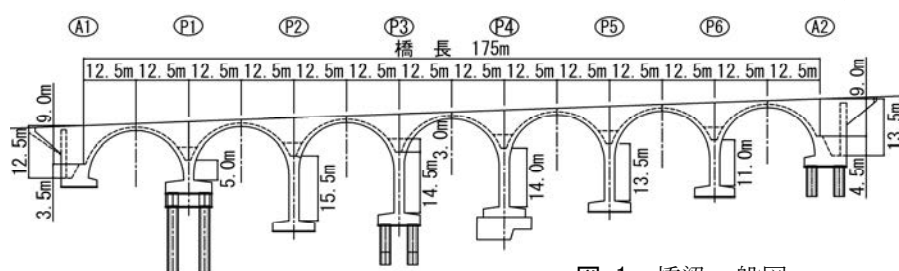


圖-1 橋梁一般圖

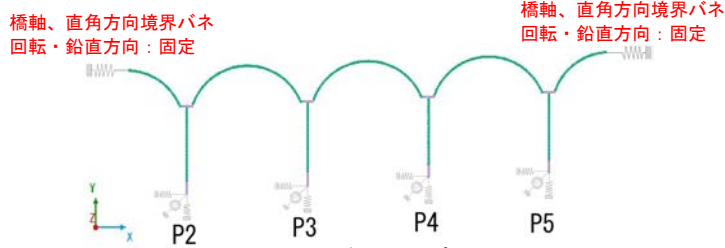
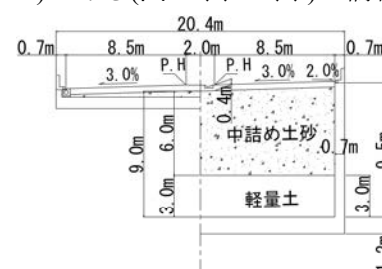


図-2 部分モデル

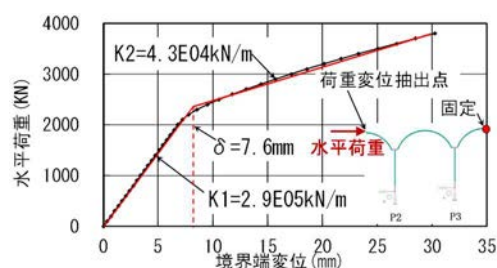


図-3 端部の疑似ばね

キーワード RC 充腹アーチ, プッシュオーバー解析, 中詰め土, パラメータ解析

連絡先 〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1 (株) オリエンタルコンサルタンツ TEL03-6311-7868

直角方向については、中詰め土を鉛直方向に分割し、分割した重量をアーチリブの各要素に考慮するケース(ケース 4)、主働土圧として作用させるケース(ケース 5)である(図-4(4), (5)).

5. 解析結果

部分モデルに対して、プッシュオーバー解析を行った。図-5 に橋軸方向の水平震度と P3-P4 区間のアーチクラウン部の水平変位の関係($kh-\delta$)を、図-6 に橋軸直角方向の $kh-\delta$ を示す。また、図-7 の部位に着目して、主要な損傷イベントをプロットした。橋軸方向は、どのケースも、橋脚基部がはじめに曲げ降伏に至り、その後アーチリブが曲げ降伏するものの、最終的には橋脚基部が曲げ終局に至った(図-5)。橋軸直角方向は、どのケースにおいても、橋脚がせん断破壊先行となり、その後、橋脚基部が曲げ終局に至った(図-6)。橋軸方向の曲げ終局に至る水平震度に着目すると、ケース 1~3 の順で、 $kh=0.262$, 0.250 , 0.327 となり、ケース 2 が最も厳しい結果となった(図-5)。ケース 2 については、水平方向に中詰め材を分割しているため、アーチリブの上方が中詰めの重量を大きく負担することとなるため、慣性力が大きくなり、最も厳しい結果となったものと考えられる。橋軸直角方向のせん断破壊に至る水平震度に着目すると、ケース 4,5 の順で、 $kh=0.427$, 0.565 となり、ケース 4 の方が厳しい結果となった(図-6)。

6. まとめ

RC 充腹アーチ橋の地震時の中詰め土の作用に着目し、部分モデルを用いたパラメータ解析を実施した。この結果、橋軸方向においては、水平方向に中詰め土を分割したケース(ケース 2)が最も厳しくなり、直角方向については鉛直方向に分割したケース(ケース 4)が厳しくなることを確認した。なお、部分モデルの妥当性については、全体モデルのプッシュオーバー解析を別途実施し、本検討で着目した P3 橋脚~P4 橋脚間の挙動については、概ね再現されていることを確認している。

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。

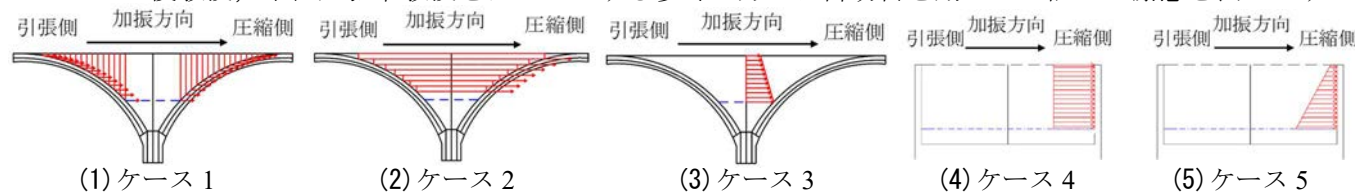


図-4 中詰め土の作用ケース

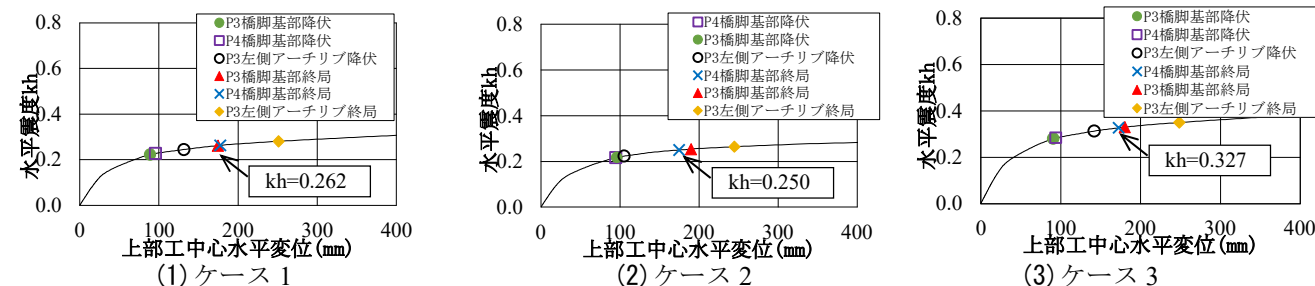


図-5 橋軸方向加振時の解析結果($kh-\delta$ 関係と損傷順序)

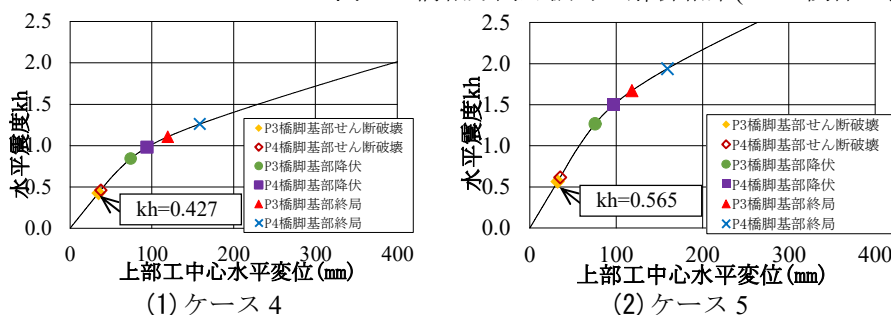


図-6 橋軸直角方向加振時の解析結果($kh-\delta$ 関係と損傷順序)

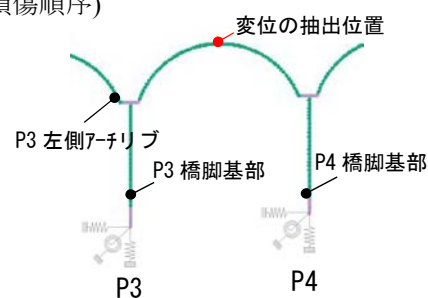


図-7 着目位置