

3 ヒンジアーチカルバートの縦断方向の耐震性能評価手法に関する研究

木村 亮*・岸田 潔**・澤村康生***

1. 研究の目的

2011年に発生した東日本大震災により3ヒンジアーチカルバートが被災し、その被災メカニズムの解明が重要な課題となっている。被災構造物は、震源地との位置関係からカルバート縦断方向に強い地震動を受けたと考えられている。そこで、本研究では3ヒンジアーチカルバートの被災メカニズムの解明を目的に、カルバート縦断方向の振動特性に及ぼす重要な因子として、カルバート抗口部の盛土形状に着目して動的遠心模型実験を実施した。

2. 研究の方法

本研究では、遠心力 50 G 場において剛性土槽 (幅 450 mm × 高さ 340 mm × 奥行 300 mm) を用いて振動台実験を実施した。実験対象は、5.0 m の基礎地盤上に、3ヒンジアーチカルバートを含む盛土が建設された場合とした。図 1 に、実験模型の概略図を示す。3ヒンジアーチカルバートは、左右 2 枚のアーチ部材と基礎部により構成され、左右のアーチ部材を互いに拌み合わせることで、両脚部と天端、計 3 点の継手部をヒンジ構造とした静定構造物である。モデル化においても、実施工と同様の千鳥構造を模擬した。アーチ部材の材料には、実際の RC 構造と曲げ剛性を一致するよう厚みを調整したアルミ合金を用いた。また、抗口壁は補強土壁により構築されるのが一般的であるため、アクリルパネルとアルミ部材を用いて帯鋼補強土壁で抗口壁をモデル化した。模型地盤は、3ヒンジアーチカルバートの施工基準を参考に、江戸崎砂を用いて締固め度 92 % 以上、最適含水比 17.62 % で角材により突き固めて作製した。

本実験では、抗口部の盛土形状が構造全体の振動特性に及ぼす影響を確認するため、表 1 に示す 4 種の異なる盛土形状を設定した。入力波形には、1 Hz、20 波のテーバー付き連続波を用いた。ここでは、遠心力 50 G 場に到達した時点 STEP 0 とし、その後 1 ステップごとに最大入力加速度を 0.5 m/s^2 ずつ増やし、最大入力加速度を $0.5 \sim 5.0 \text{ m/s}^2$ とする計 10 ステップにより加振した。以下に示す実験結果は、プロタイプ換算値を用いる。

表1 実験ケース

Unit: mm, () means proto m

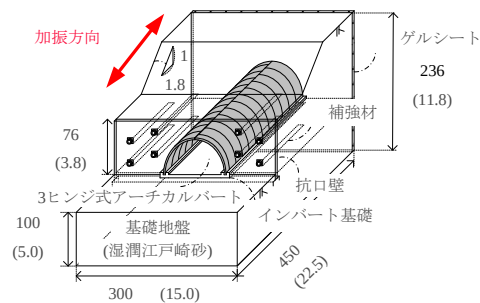
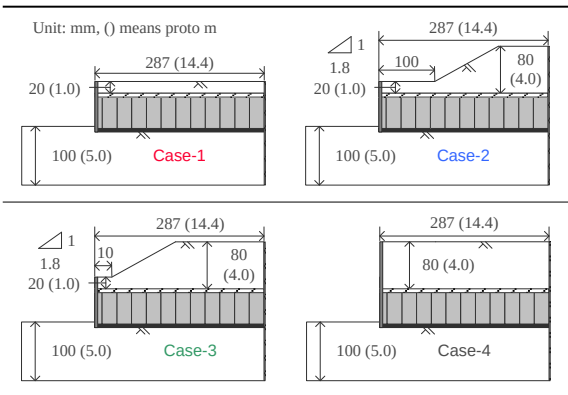


図1 実験模型の概略図



*京都大学大学院工学研究科・教授，**同・准教授，***同・助教

3. 得られた成果

図2には、STEP 1～10 (最大加速度 $0.5 \sim 5.0 \text{ m/s}^2$) における壁面の転倒率 R および滑動量 S の経時変化を示す。ここで、転倒率 R は、壁面上部と下部の変位量の差を計測点の間の距離で除した値、滑動量 S は、壁面上部と下部の変位量の平均で定義する。壁面の転倒率・滑動量の経時変化は、全てのケースにおいて STEP 4 (最大加速度 2.0 m/s^2) 以降に明確に増大し始め、その後はほぼ一定の割合で蓄積している。各ケースの最終加振後の変形量に注目すると、転倒率・滑動量はどちらも Case-4 > Case-3 > Case-2 > Case-1 の順に大きくなる結果となった。壁面の滑動量は壁面上部と下部の二点の変位量の平均値であるため、滑動量は加振による壁面変位量の大きさを意味してすることから、定性的には土被りが増大するにつれて壁面の変位量も増加する結果となったといえる。

つぎに、盛土の変形状態とカルバートの応答加速度の関係について考察する。ここでは各ケースで大きく盛土が変形している、STEP 8 (最大入力加速度 4.0 m/s^2) に注目する。図3には、振動台の入力加速度に対する Ring 3 と Ground の応答加速度の履歴を示す。同図には、入力加速度の振幅、応答加速度の振幅を併記している。図より、Ring 3 の応答値の振幅は Case-1 > Case-2 > Case-3 > Case-4 の順となる。つまり、Case-1 と比べて Case-3, 4 は大きく盛土が変形している一方で、坑口部のカルバートの応答加速度は Case-1 よりも抑えられている。これより、振動台の入力加速度に若干の差異はあるものの、盛土が大きく変形している状態でも、坑口部に一定の土被りを施すことで、カルバート縦断方向の地震動に対して坑口部のカルバートの応答が軽減される可能性が高いことを示している。

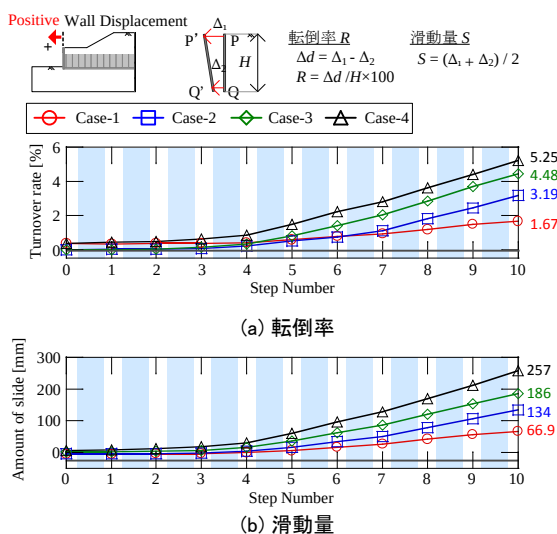


図2 盛土の変形量の経時変化

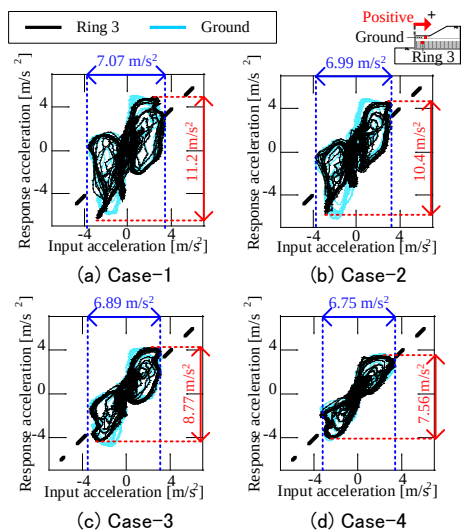


図3 カルバートと地盤の地震時応答 (STEP 8)

4. 謝 辞

本研究は、ヒロセ株式会社より委託されたものであり、関係各位に謝意を表す。

発 表 論 文

- 宮崎祐輔, 澤村康生, 岸田 潔, 木村 亮: 盛土内に設置されたプレキャストアーチカルバートの地震によるカルバート縦断方向の被災メカニズムの解明, 高速道路と自動車, Vol. 59, No. 2, pp.21-29, 2016.
- 宮崎祐輔, 澤村康生, 岸田 潔, 木村 亮: 2 ヒンジプレキャストアーチカルバートを含む盛土におけるカルバートの連結様式を考慮した縦断方向の動的挙動の評価, 地盤工学ジャーナル, Vol.10, No. 4, pp.517-529, 2015.
- 宮崎祐輔, 澤村康生, 岸田 潔, 木村 亮: カルバート盛土坑口部におけるカルバート縦断方向の地震時挙動に関する遠心模型実験, 第 70 回土木学会学術講演会講演概要集, III-141, pp.281-282, 2015-9.
- 宮崎祐輔, 澤村康生, 岸田 潔, 木村 亮: アーチカルバート縦断方向地震時挙動に及ぼす盛土形状の影響に関する遠心模型実験, 第 50 回地盤工学研究発表会発表論文集, pp.1147-1148, 札幌市, 2015-9.