

不均一な上載荷重を受けるヒンジ式アーチカルバート縦断方向の動的遠心模型実験  
 Dynamic centrifuge modeling test on seismic behavior of hinge-type arch culvert  
 in culvert longitudinal direction under unsymmetrical vertical pressure

○宮崎祐輔・澤村康生・岸田 潔・木村 亮

○Yusuke MIYAZAKI, Yasuo SAWAMURA, Kiyoshi KISHIDA, Makoto KIMURA

Recently, hinge-type precast arch culverts have been employed as a road construction for the sake of labor-saving. However, these culverts have greatly suffered and lost their serviceability from the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake. This disaster has motivated experts to reexamine the seriousness of grasping their seismic performance. In this research, we conducted dynamic centrifuge model tests in culvert longitudinal direction on a model embankment including hinge-type arch culverts, focusing on the uneven overburden and the mouth structure which seems to be critical for the real disaster. We observed the axial force behavior and the transition of the embankment deformation and then, we found the uneven overburden made the axial force in the hinge-type arch culverts unstable during excitation.

1. はじめに

近年、施工の省力化を目的に、ヒンジ式プレキャストアーチカルバートが道路工事に積極的に採用されている。しかしながら、2011年に発生した東日本大震災により供用性を損なう大きな被災を経験し、同構造物の被災メカニズムの解明が重要な課題となっている。そこで、本研究では、被災に寄与したと考えられる不均一な盛土形状と抗口構造に着目して、ヒンジ式アーチカルバートを含む盛土模型に対して動的遠心模型実験を実施した。

ぶ)を含む盛土が建設された場合とした。

写真1に模型の完成状態を示す。被災現場を参考に、カルバートが道路本線に対して交差角70°有するように設置した。図2に抗口壁のモデル化を示す。3ヒンジ式の抗口壁は、常時の安定性や地震時の相互作用を考慮して中央で分割した壁面構造を抗口壁に採用する。抗口壁の壁面工は、アクリルパネルとアルミ部材を用いて帯鋼補強土壁でモデル化した。図3に3ヒンジ式模型の概略図を示す。アーチ部材は、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。模型地盤は、最適含水比17.62%に調整した江戸崎砂を用いて締固め度92%で作製した。

2. 遠心模型実験

図1に実験模型の概略図を示す。本研究は、遠心力50G場において剛性土槽を用いて振動台実験を実施した。実験対象は、基礎地盤上に3ヒンジ式アーチカルバート(以下、「3ヒンジ式」と呼

入力波形には1Hz、20波のテーパー付き連続波を用いた。遠心力50G場に到達した時点 STEP0とし、その後1ステップごとに最大入力加速度を

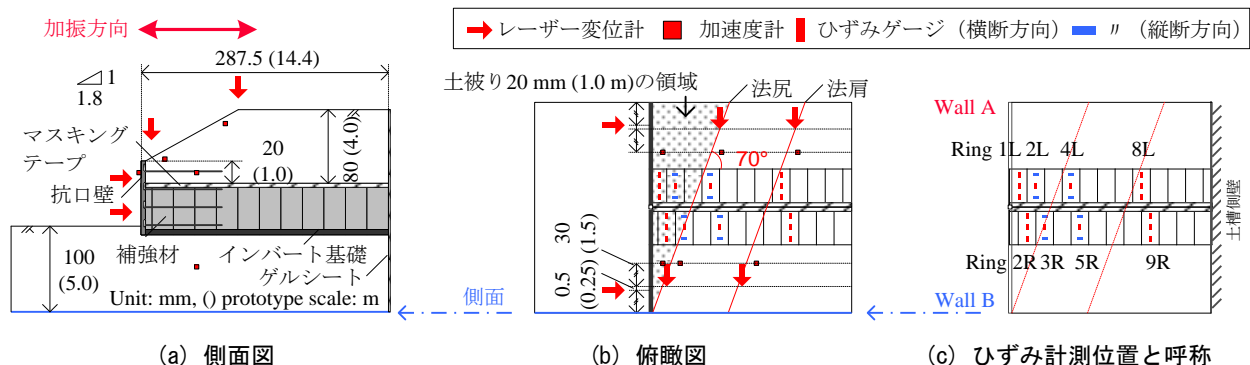


図1 実験模型と計測項目の概略図

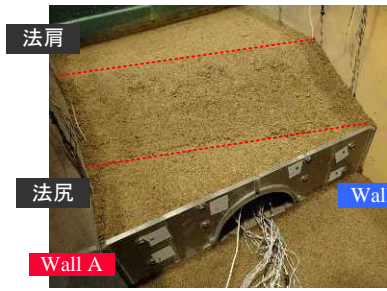


写真1 実験模型の完成状態

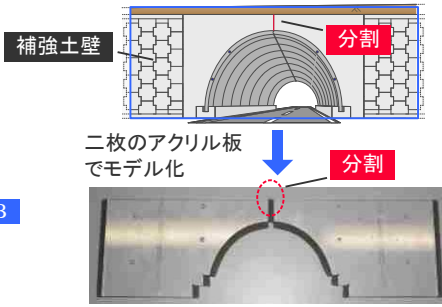


図2 抗口壁のモデル化

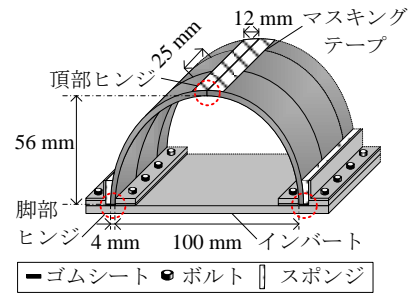


図3 3 ヒンジ式アーチカルバート模型

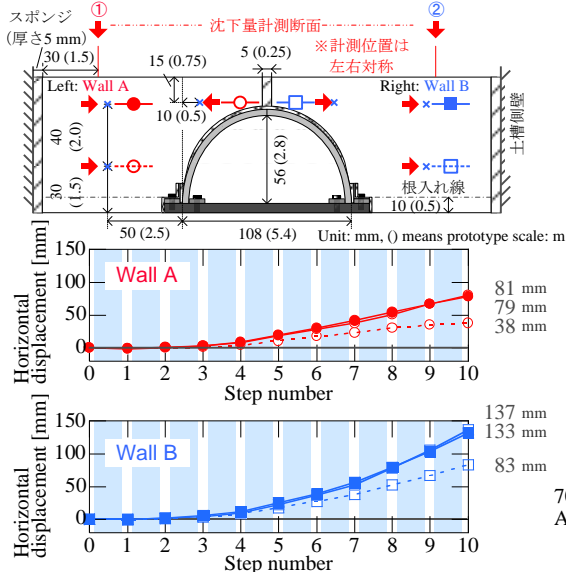


図4 抗口壁の水平変位の経時変化

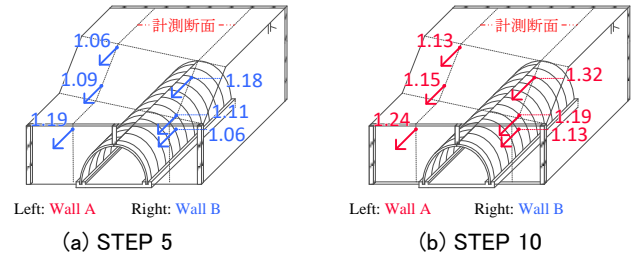


図5 盛土部の加速度応答倍率

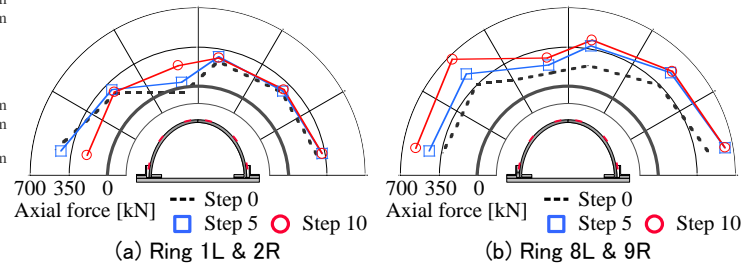


図6 アーチに作用する軸力分布

0.5 m/s<sup>2</sup>ずつ増やし、最大入力加速度を 0.5 ~ 5.0 m/s<sup>2</sup>とする計 10 ステップにより加振した。実験結果はプロトタイプ換算値を用いる。

### 3. 実験結果のまとめ

本稿では盛土の変形量の経時変化と地震時応答、アーチの軸力分布からカルバート縦断方向の地震時挙動を考察する。以下の実験結果では、特に記述が無い限りプロトタイプ換算した値を用いる。

#### (1) 盛土部の地震時挙動

図4に抗口壁の水平変位の経時変化を示す。図より、土被りの大きな Wall B において水平変位量が大きいことから、Wall A に対して Wall B 側の盛土が大きく変形していることがわかる。つぎに、図5に、加振ステップ 5 及び 10 (最大入力加速度 2.5 m/s<sup>2</sup>, 5.0 m/s<sup>2</sup>) における、1 Hz の入力に対する盛土の応答加速度倍率を示す。ここで 1 Hz の応答倍率とは、1 Hz における応答加速度のフーリエスペクトルを振動台のフーリエスペクトルで除した値とする。図より、抗口壁の応答倍率が Wall A

側で増加するものの、盛土部の応答倍率は、Wall B 側において全体的に増加することから、Wall B の水平変位量が增大したと考えられる。

#### (2) アーチの軸力分布

さらに、図6に Ring 1L, 2R と Ring 8L, 9R の加振後の軸力分布を示す。図より、Wall B 側に位置する土被りの大きな Ring 2R と Ring 9R の軸力分布は、初期値から増大するものの、初期の分布から変化はなく安定的である。しかし、Ring 1L と Ring 8L は加振により軸力が大きく変動し、特に、坑口部の Ring 1L は、荷重の負担が脚部から頂部に移動するなど初期分布から大きく変動し不安定化しているといえる。

不均一な上載荷重が作用するヒンジ式アーチカルバートにおける縦断方向の動的遠心模型実験の結果、上載盛土に発生する加速度が壁面の左右で異なるため抗口壁に非対称な変位をもたらす。さらに、坑口部において土被りの小さな側に位置するアーチの軸力は、地震時に不安定化する可能性が高いと考えられる。