

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の動的遠心模型実験

京都大学工学研究科 学生会員 ○宮崎 祐輔

京都大学工学研究科 正会員 澤村 康生, 岸田 潔, 木村 亮

1. はじめに

2011年に発生した東日本大震災では、抗口壁の大きな変状や頂部ヒンジのずれといったヒンジ式アーチカルバートを含む盛土の供用性を大きく損なう被災が発生した¹⁾。このようなカルバート坑口部に集中した損傷は、斜角のつくカルバートにおいて多数発生していることが確認されている。これは、上部道路とカルバートが平面交差角を有し、坑口部において不均一な上載荷重(偏土圧)がカルバートに作用することが原因だと考えられる。そこで本研究では、道路盛土とカルバートの設置に対する交差角をパラメータとして、3ヒンジ式アーチカルバートを含む盛土をモデル化し、アーチカルバートに偏土圧を作用させた条件で縦断方向の地震時挙動を遠心模型実験により検討した。

2. 実験概要

本研究では、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」と呼ぶ)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。斜角が60°から90°未満のカルバートが被災していることを参考に¹⁾、平面交差角を70°として設定した。写真1に模型の完成状態を示す。3ヒンジ式の抗口壁においては、常時の安定性や地震時の相互作用を考慮して、図2のように中央で分割した壁面構造を抗口壁に採用する²⁾。斜角条件とともに抗口壁の構造の影響を考慮するため、二枚の亚克力板によって同構造を模擬した。図3に、3ヒンジ式模型の概略図を示す。モデル化においては、奥行25mmの部材とその半分の奥行12.5mmの半アーチ部材を左右に組み合わせて、実施工と同様の千鳥構造を模擬した。アーチ部材の材料では、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。抗口壁の壁面工は、亚克力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。模型地盤は、3ヒンジ式の施工基準²⁾を参考に、江戸崎砂を用いて締固め度92%、最適含水比17.62%で締固めにより作製した。剛性土槽の反射波の影響を緩和するため、加振方向に垂直な土槽壁面に厚さ2mmのゲルシートを貼付した。入力波形には1Hz、20波のテーパ付き連続波を用いた。遠心力50G場に到達した時点をSTEP0とし、その後1ステップごとに最大入力加速度を0.5m/s²ずつ増やし、最大入力加速度を0.5~5.0

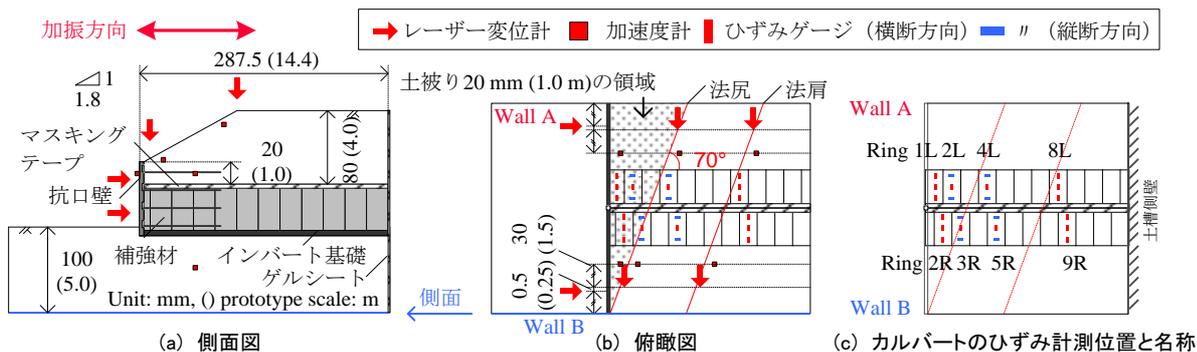


図1 実験模型と計測項目の概略図



写真1 実験模型の完成状態

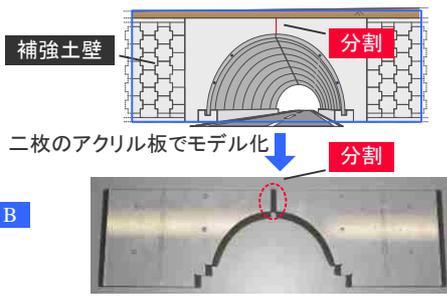


図2 抗口壁のモデル化

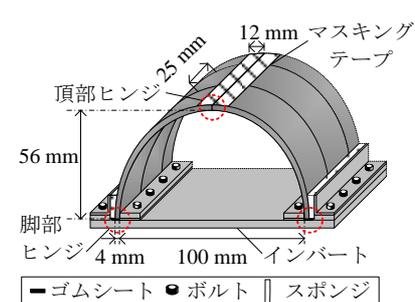


図3 3ヒンジ式アーチカルバート模型

キーワード ヒンジ式アーチカルバート, 偏土圧, 遠心模型実験, カルバート縦断方向
 連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 京都大学大学院工学研究科 TEL 075-383-3193

m/s²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

写真 2 に加振後の模型の状態を示す. 写真より抗口壁が左右非対称に変位していることが確認できる. 図 4, 5 に, 抗口壁の水平変位と盛土法尻・法肩の沈下量の経時変化を示す. 図より, 土被りの大きな Wall B において水平変位量と沈下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想定される. つぎに, 図 6 に, STEP 5, 10 (最大入力加速度 2.5 m/s², 5.0 m/s²) 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, 上載盛土の応答倍率は, Wall B 側において大きくなるのがわかる. つまり, 地震時には Wall A, B の背面盛土で不均一な加速度が発生するため, 図 4 に示す通り, 抗口壁も非対称に変位するといえる. さらに, 図 7 に Ring 1L, 2R と Ring 8L, 9R の加振後の軸力分布を示す. 図より, 土被りの大きな Ring 2R と Ring 9R の軸力分布は繰り返しの加振の影響は小さく安定的だが, Ring 1L と Ring 8L は加振により軸力が大きく変動している. 特に, 坑口部の Ring 1L は頂部と脚部の軸力の変動が大きく, 荷重の負担が脚部から頂部に移動していることから, 縦断方向の地震動の影響を大きく受けているといえる.

4. まとめ

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.

謝辞: 本研究の一部は, 科学研究費補助金(課題番号:26889036)および近畿建設協会の研究助成を受けて実施した. ここに記して謝意を表す.

【参考文献】 1) 安倍哲生, 中村雅範: 各論 高速道路における大型のプレキャスト部材を用いたカルバートの活用と適用上の留意点, 基礎工, Vol.42, No.4, pp.8-11 2014.4. 2) 瀬戸英俊, 大谷義則, 酒井茂賀: テクスパン工法の概要と施工事例, 基礎工, Vol.42, No.4, pp.52-55, 2014.



写真 2 加振後の模型の状態

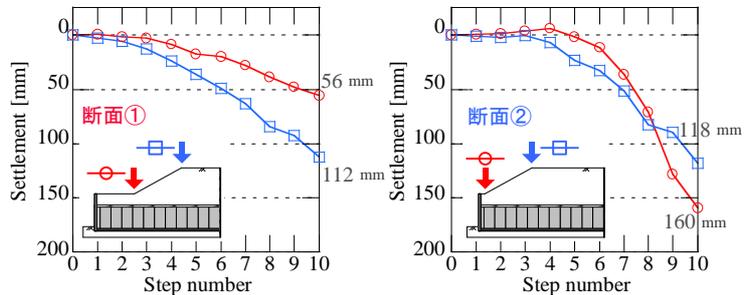


図 5 盛土法尻・法肩の沈下量の経時変化

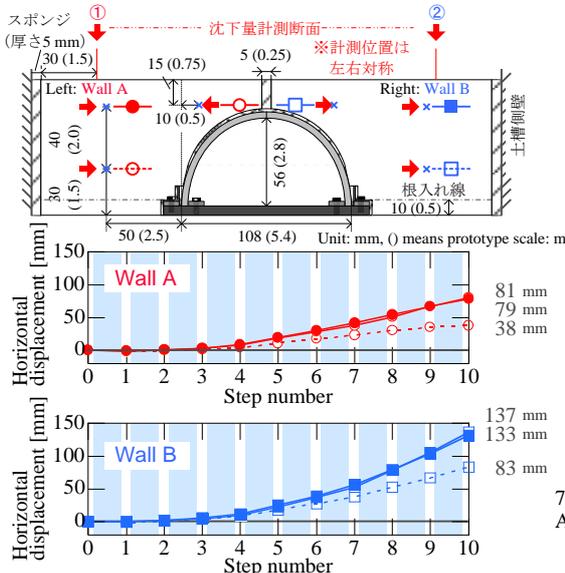


図 4 抗口壁の水平変位の経時変化

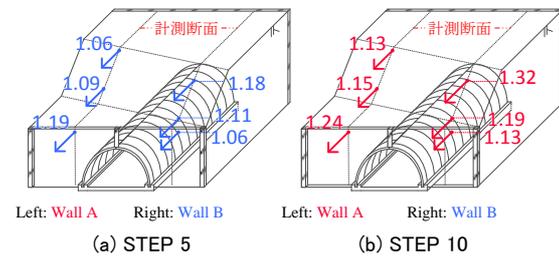


図 6 盛土部の加速度応答倍率

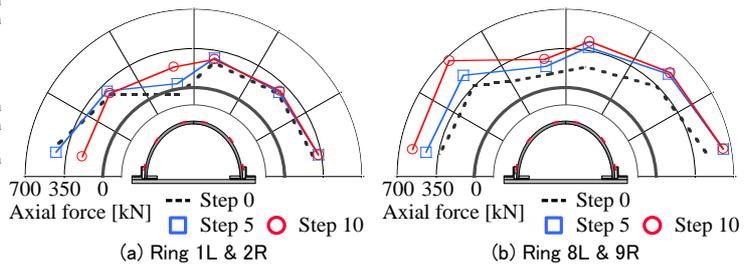


図 7 アーチに作用する軸力分布