

カルバートを含む盛土の地震時挙動に関する遠心模型実験

京都大学大学院

学生会員 ○荒居 旅人, 澤村 康生

京都大学工学研究科

正会員

岸田 潔, 木村 亮

1. はじめに

従来, ボックスタイプをはじめとする剛性カルバートの設計においては, カルバートは地震時に周辺の地盤や盛土の変形に追従して挙動するものとし, 原則として地震時の挙動は考慮してこなかった¹⁾. しかしながら, 高盛土条件下における施工機会の増加, ヒンジ機能を有するプレキャストアーチカルバートの開発など, 従来の適用範囲を超えるカルバートの研究・開発が進んでおり, それらのカルバートを含む盛土の地震時挙動の把握が重要である. そこで本研究では, カルバートの覆工形状と盛土高に注目し, 動的遠心模型実験を実施し, 盛土を含むカルバート構造物の地震時挙動に関する検討を行った.

2. 実験概要³⁾

本研究では, 剛性土槽(長さ 450mm×高さ 300mm×奥行き 150mm)を用いて, 50G 場での動的遠心模型実験を実施した. ここでは, 2 種類のカルバート形状と 2 種の盛土高をパラメータとした 4 ケースについて実験を行った. 覆工形状はアーチタイプとボックスタイプの 2 種類とし, 盛土高についてはプロトタイプ換算で, 5.0m (低盛土), 7.5m (高盛土) の 2 種類とした. また, 比較のためにカルバートを含まない盛土のみの場合でも実験を行った. 図 1 に, 一例としてアーチタイプの低盛土条件における実験模型及び計測器配置を示す.

本研究では, 剛性土槽を用いて実験を行ったため, 土槽境界からの反射波の影響を緩和するため, 緩衝材として厚さ 3mm のゲルシートを側壁に貼付した²⁾. 模型地盤は, 地盤, 盛土ともに乾燥豊浦砂を用いて気中落下法によって相対密度 85%として作製した. 実験で利用したカルバート模型は, それぞれの形状に対して, 高さと同径幅が同等となるようにし, 珪砂 6 号:早強セメント:水=2:1:0.65 の配合のモルタルを用いて作製した. 打設後は 28 日間水中で養生させ, その後気中と乾燥炉でそれぞれ 24 時間乾燥させた. カルバート模型の材料定数を表 1 に示す. 入力波はプロトタイプ 1 Hz, 最大加速度約 400 gal のパルス波とし, 振動台の変位を制御することで与えた.

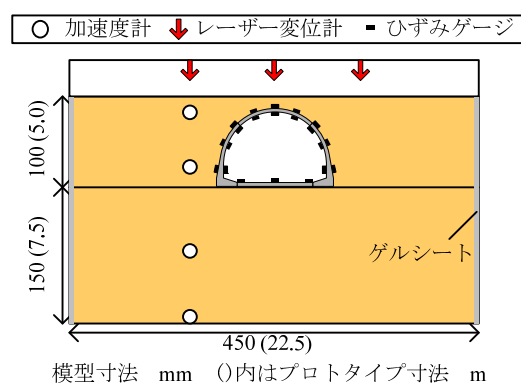


図1 実験模型及び計測器配置 (低盛土条件/アーチ)

3. 実験結果

図 3 に低盛土条件における深さ方向の最大応答加速度分布を示す. ボックスカルバートを含むケースを除いて, 地表面から 9 m 以降で加速度が増幅していることが確認できる. ボックスカルバートの加速度は全体的として応答が小さくなっている. この理由としては, ボックスカルバートは剛性が高く, 拘束圧が小さい低盛土条件においては, 周辺地盤への追従性が低くなっているため加速度応答が小さくなったと考えられる. 一方, アーチカルバートを含む盛土の挙動は盛土のみの場合とほぼ同様であることから, アーチカルバートは周辺地盤と一体となって挙動する傾向でことがわかる.

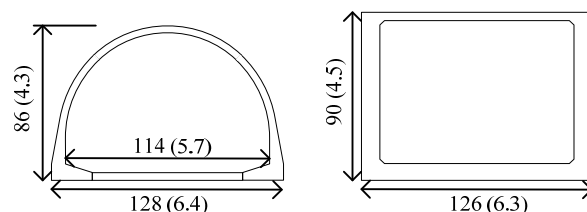


図2 カルバート模型寸法

表1 カルバート模型の材料定数

ヤング率 (kN/m ²)	圧縮強度 (kN/m ²)	ポアソン比
2.20×10 ⁷	4.92×10 ⁴	0.176

キーワード カルバート, 盛土, 動的挙動, 遠心模型実験

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-4-291 TEL 075-383-3136

図4, 5は, 覆工に発生する曲げモーメントと軸力の分布を示す. 初期状態について着目すると, アーチカルバートでは, 低盛土条件において側方土圧の影響が卓越するが, 高盛土条件においては鉛直土圧が増加し, 構造物全体が扁平に変形するような挙動を示す. 一方, ボックスカルバートは盛土高の増加により, 曲げモーメントは頂板においてその増加が顕著であり, 軸力は覆工全体で増加することが確認できる.

最大曲げモーメント発生時について着目すると, アーチカルバートでは, 左脚部および右肩部においては外側に引張りが生じるモード, 左肩部においては内側に引張りが生じるモードで曲げモーメントが発生した. 一方, ボックスカルバートでは, 左脚部および右肩部において曲げモーメントが増加したが, 左肩部では盛土高によらず, ほとんど変形は見られなかった. これより, アーチカルバートはボックスカルバートに比べて, 部材の変形をある程度許容しながら, 周辺地盤と一体となって挙動していることがわかる.

4. まとめ

本研究では, カルバートの覆工形状とその盛土高に注目して動的遠心模型実験を実施し, その地震時挙動について検討した. 本研究より得られた知見は以下の通りである. ①周辺地盤の最大加速度応答について, アーチカルバートは周辺地盤に追従する傾向が強く盛土のみとほぼ同様の挙動を示すが, ボックスカルバートは剛性が高いために周辺地盤の最大加速度応答が小さくなる. ②盛土高を大きくすると, アーチカルバートでは軸力による支持機構を発揮し, 上部の荷重は主に脚部に伝達される. 一方, ボックスカルバートは側壁の軸力が増加するとともに, 頂板に大きな曲げモーメントが発生する. ③最大曲げモーメント発生時において, アーチカルバートでは覆工全体が扁平に変形するが, ボックスカルバートでは, 脚部および肩部においてのみ曲げモーメントが増加する. なお本研究の一部は, 科学研究費補助金 (No.21360024) の助成を受けたものである.

参考文献 1) 古本ら: 道路におけるカルバート構造物の最新の技術, 基礎工, pp.6-9, 2001. 2) 坂本ら: パイルスラブ式盛土の模型振動台実験—緩衝材の選定—, 土木学会第65回年次学術講演会, pp727-728, 2010. 3) 澤村ら: 多ユニットアーチカルバート盛土の耐震安定性に関する動的遠心模型実験, 第55回地盤工学シンポジウム論文集, pp.141-146, 2010.

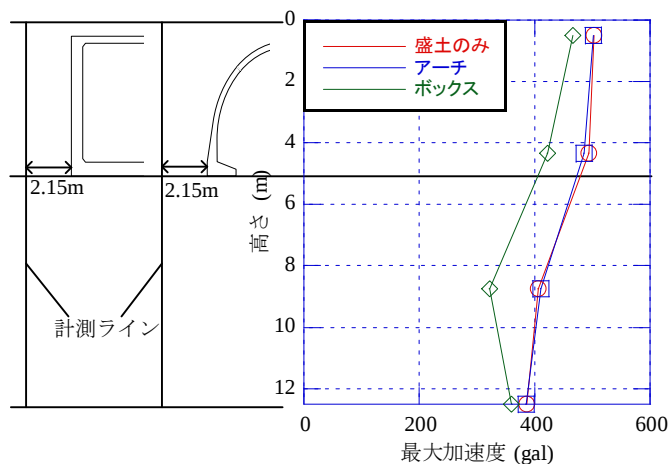


図3 深さ方向に対する
最大加速度分布(低盛土条件)

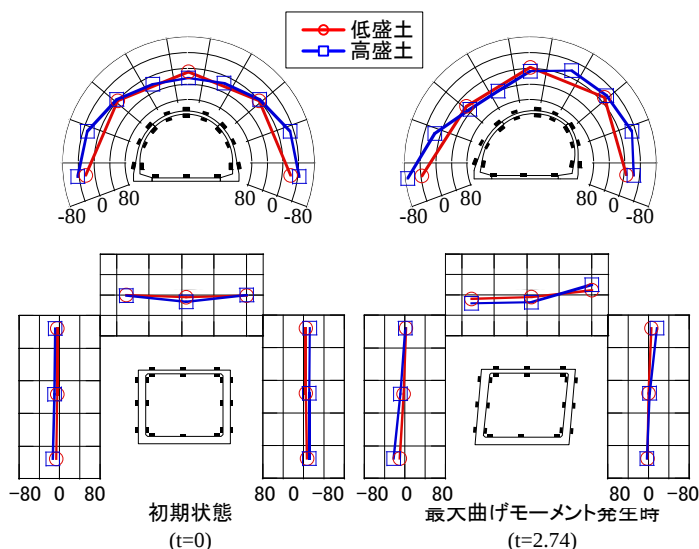


図4 曲げモーメント分布図

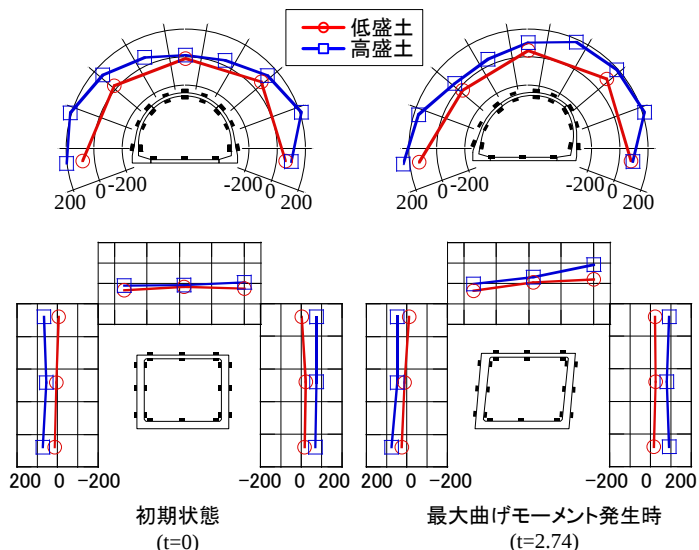


図5 軸力分布図