# アーチカルパート壁面に作用する動土圧に関する実験的研究

京都大学工学研究科 学生会員 〇石原 央之,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

プレキャストアーチカルバートを盛土内に連続的に設置させた多ユニットアーチカルバート盛土の導入が提案 されている.多ユニットアーチカルバート盛土の耐震性に関しては、遠心模型実験や数値解析により、その安定性 に関する検討が実施されている.その結果、継続時間の短い地震動に対して、カルバート同士の離隔間隔によって カルバートに発生する断面力は大きく変化しないことが報告されている<sup>1)</sup>.しかしながら、カルバートの離隔間隔 により、カルバート一盛土—カルバート間の動土圧発生メカニズムがどのように変化するのか詳細に検討した例は ない.そこで本研究では、多ユニットアーチカルバート盛土におけるアーチカルバート同士の離隔間隔に注目し、 地震時に離隔間隔がアーチカルバートに作用する動土圧の発生メカニズムに与える影響を明らかにすることを目 的として問題を単純化した簡便モデルによる振動台実験を実施した.

#### 2. 実験概要

本研究では、幅 900 mm,奥行き 600 mm の振動台を用いて振動実験を実施した.図1に振動台と実験装置を示 す.隣接する2つのアーチカルバートの脚部を2つの直壁としてモデル化し、2つの直壁間の距離を変化させるこ とによってアーチカルバートの離隔間隔を表現した.本実験は、壁面下部の構造を剛結とヒンジの2種類で行っ た.実験ケースは、2つの壁面の離隔間隔と壁面下部の構造をパラメータとして、表1に示す4ケースとした.模 型地盤は乾燥豊浦砂を用いて気中落下法によって相対密度 50%になるように作製した.計測項目は、①左側の壁 面に作用する動土圧(深度方向に5点)、②振動台の水平および鉛直方向の加速度、③左側の壁面上部における水 平加速度である.入力波は最大加速度 8.36 m/sec<sup>2</sup>、卓越周波数 3.8 Hz とし、およそ 20 秒間加振を行った(図2).

#### 3. 実験結果

図3には、深度方向に5点設置した土圧計のうち、最下点の土圧計(以下, P-5)における振動台変位–壁面土 圧関係を示す.振動台変位は、振動台の水平加速度から換算したものである<sup>2)</sup>.いずれの結果でも土圧が急激に変 化する変曲点 a,b,c,d が存在する.

はじめに,離隔間隔が広く,壁面同士の相互作用が最も小さいと考え られる Case-2\_R について,変曲点 a,b,c,d に注目して結果を整理する. 点 a は,振動台変位が最大値を示した後,左側に移動を始める点である. 点 a では,左側の壁面に作用する土圧は最小となる.その後,振動台変 位が左に進むにつれて(経路 ab),地盤の慣性力が壁面に作用し,次第 に水平土圧が増加して点 b に到達する.点 b は変位が最小となる直前の 点であり,点 c において変位が最小となる点へ向けて(経路 bc)水平 土圧が急激に増加する.これは,地盤が左側の壁面(土圧計を設置して いる壁面)に向けて変位していることを表している.その後,再び変位 が右側へと進むにつれて(経路 cd) 土圧は減少をはじめる.この際の 傾きは,経路 ab とほぼ平行となる.そして,点 d において変位が最大 となる直前まで低下した土圧は,経路 da で急激に低下する.これは, 地盤による水平土圧が右側の壁面に大きく作用することにより,反対側 の左側では土圧が大きく低下するためであると考えられる.このように,



図1 振動台と実験装置表1 実験ケース

離隔間隔下部構造	L=120 mm	L=650 mm
剛結 (Rigid)	Case-1_R	Case-2_R
ヒンジ (Hinge)	Case-1_H	Case-2_H

キーワード 振動台模型実験,アーチカルバート,離隔間隔,動土圧 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 075-383-3136 壁面下部を剛結とした場合には、相対的には壁面に囲まれた地盤のみが左右に変位するような挙動を示し、平行 四辺形に似た振動台変位-壁面土圧ループを描く.

一方,壁面下部を剛結のままとし,離隔間隔を狭めた Case-1\_R では, Case-2\_R と比較して扁平な平行四辺形の 振動台変位-壁面土圧ループを描く.これは,離隔間隔が狭い場合,相対的に地盤の体積が小さくなり,地盤に 作用する慣性力の影響が小さくなるためであると考えられる.

つぎに,壁面下部をヒンジとしたケースについて結果を整理する.まず,離隔間隔が広い Case-2\_H の結果に着目すると,壁面下部を剛結とした Case-2\_R とは異なる振動台変位一壁面土圧ループを描くことがわかる. Case-2\_H では, Case\_2-R で確認された変曲点 a,b,c,d の他に新たに変曲点 i,ii が確認できる.そこで,この変曲点 i,ii における壁面状態,変形モードを図4に示す.図4より,変曲点 i,ii は壁面変位が最大となる点であり,壁面変位による主働・受働土圧の影響を大きく受けていることがわかる.

Case-1\_H は、離隔間隔が狭く壁面下部をヒンジとしたケースである。離隔間隔が狭いので、Case-2\_H と比較すると、地盤( $\gamma$ =15.76 kN/m<sup>3</sup>) よりも相対的に重量の大きい壁面( $\gamma$ =53.12 kN/m<sup>3</sup>) の慣性力が大きく作用する。そのため、離隔間隔が広い Case-2\_H よりも壁面変位が大きくなる。これにより、Case-1\_H では Case-2\_H よりも壁面変位による主働・受働土圧の影響を大きく受け、振動台変位-壁面土圧関係は非常に複雑なループを描く。加えて、壁面下部を剛結とした場合には、離隔間隔が広くなるにつれて土圧の増減が大きくなる傾向にあったが、壁面下部をヒンジとした場合には一概にはそのような傾向は確認できない。

### 4. まとめ

本研究では、隣接するアーチカルバートの脚部を直壁としてモデル化し、壁面同士の離隔間隔と壁面下部の構造を変化させた場合の動土圧発生メカニズムについて検討を行った.得られた知見は以下の通りである.

① 壁面下部を剛結とした場合,振動台変位-壁面土圧関係は平行四辺形

に似たループを描く.また,離隔間隔が狭くなるにつれて水平土圧の 最大値・最小値の差が小さくなり,ループは扁平な形状となる.

② 壁面下部をヒンジとした場合、地盤は慣性力の影響だけでなく、壁面 変位による主働・受働土圧の影響を受け、振動台変位-土圧関係は剛 結構造で確認されたような平行四辺形を描かない。





【参考文献】 1) 澤村康生, 岸田 潔, 木村 亮, 小高 武: 多ユニットアーチ カルバート盛土の動的挙動に関する遠心模型実験, 地盤工学ジャーナル, Vol.6, No.2, pp.201-212, 2011. 2) 大崎順彦:新・地震動のスペクトル解析入門, 鹿島出 版会, 1994