

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

京都大学大学院 学生会員 ○澤村 康生, 荒居 旅人
 京都大学大学院 正会員 岸田 潔, 木村 亮

1. はじめに

カルバートを含む盛土では、過去の地震においてはカルバート函体本体に目立った損傷が発生せず、地震時には崩壊した盛土の復旧を行えばよいとの認識から、カルバート縦断方向の耐震性に関して十分な検討がされてこなかった。このため、坑口付近の挙動など未解明な部分も多い。また、近年施工が増加している規模の大きな道路用カルバートは、道路ネットワークを構成する主要な盛土構造物と位置づけられており、カルバート縦断方向の地震時挙動についても明確にしていく必要がある。そこで本研究では、カルバート縦断方向に関して、カルバート間の連結様式および坑口付近の挙動に着目した遠心模型実験を実施し、カルバートを含む盛土構造の地震時挙動に関する検討を行った。

2. 実験概要¹⁾

本研究では、剛性土槽（長さ 450 mm×高さ 330 mm×奥行き 300 mm）を用いて、50 G 場での動的遠心模型実験を実施した。図 1 に実験模型の概略図を示す。実験対象は、壁面工を有する直盛土内にアーチカルバートを含む場合とした。模型地盤は、地盤、盛土共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。また、使用したアーチカルバート模型は、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。壁面工は厚さ 5 mm のアクリル製のパネルを用いてモデル化し、壁面自体は一体かつ剛であると仮定した。両側の壁面パネルは、厚さ 1 mm、幅 5 mm のアルミ製の板を用いて連結し、等変位条件とした。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ことを目的に、加振方向に対して垂直な土槽壁面には、緩衝材として厚さ 3mm のゲルシートを貼付した²⁾。一方、加振方向に対して平行な土槽壁面については、摩擦を軽減するために、土槽壁面にプラスチックフィルムを張り付けてシリコンオイルを塗付した後、厚さ 1 mm の硬質ゴムを地盤との間に挟むようにした。本実験では、カルバート同士の連結方式、およびカルバートと壁面の連結様式をパラメータとして、表 1 に示す 4 ケースで実験を行った。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。

3. 実験結果

図 2 に各ケースにおける壁面変位と土圧の分布を示す。Case-1 では、他のケースと比較して壁面下部の変位が大きくなることがわかる。これはカルバートが縦断方向に一体化されているため、カルバート覆工に大きな慣性力が働き、壁面の変動が大きくなったと考えられる。その結果、変動量が大きくなった分、他のケースに比べて土圧は減少する。一方 Case-2 では壁面変位、壁面土圧ともに Case-0 とほぼ同様の傾向を示す。すなわちカルバート同士が縦断方向に分離されている場合カルバート覆工がそれぞれ独立して挙動するため、全体として壁面に与える影響は小さくなる。Case-3 では、壁面とカルバートが連結されているために壁面の動きが拘束され、初期の壁面変位はほとんど発生しないが、その後は Case-1 と同様の挙動を示す。図 3 は各

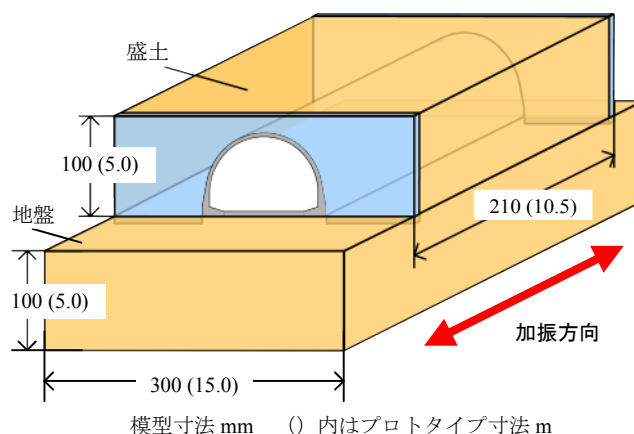


図1 実験模型概略図

表1 実験ケース

Case	壁面とカルバート	カルバート同士	備考
0	—	—	カルバートなし
1	分離	連結	基本ケース
2	分離	分離	連結様式の影響
3	連結	連結	坑口の処理方法の影響

キーワード カルバート、盛土、地震時挙動、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

時刻における縦断方向の断面力の変化を示す。これより、Case-1 では縦断方向について圧縮および引っ張りが交互に生じるのに対し、Case-2 では引っ張力はほとんど発生しないことがわかる。特に Case-1 における②の覆工において大きな断面力が発生している。両脚部の断面力に着目すると Case-1 では Case-2 に対して縦断方向の変動が大きいことがわかる。一方、壁面とカルバートを連結させた Case-3 では、他のケースと比較して、カルバート頂部において比較的大きな断面力が発生している。これは、壁面土圧による押出力の影響が作用したのだと考えられる。

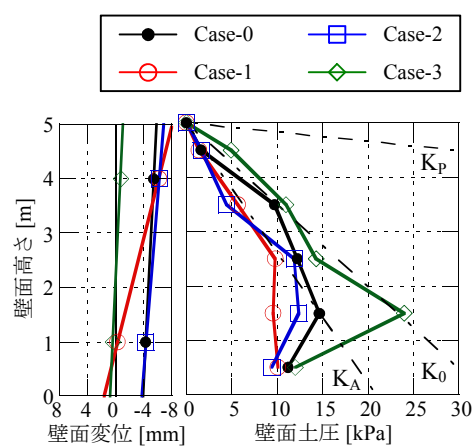
4. まとめ

◆カルバート同士の連結に関して：壁面変位に着目すると、カルバート同士が一体化された場合の方が、分離されている場合と比較して、壁面の変動が大きくなる。一方、カルバートに発生する断面力では、一体の場合は圧縮および引っ張りが交互に生じるのに対し、分離されている場合では引っ張力はほとんど発生しない。

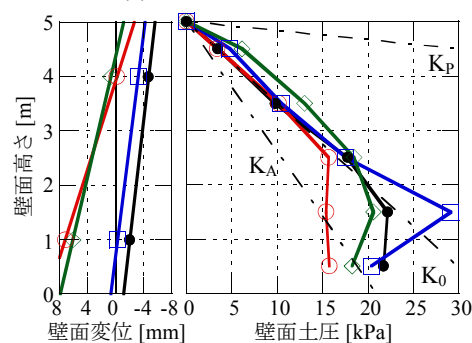
◆坑口の処理方法に関して：壁面とカルバートが連結されている場合、壁面の動きが拘束され壁面変位が小さくなるが、分離されている場合に対して、壁面土圧による押出力の影響から頂部の断面力にも注意を払う必要がある。なお本研究の一部は、科学研究費補助金(No.21360024)の助成を受けたものである。

参考文献 1) 澤村ら：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.

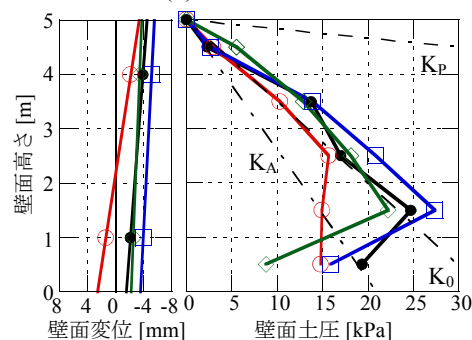
2) 清田ら：パイルスラブ式盛土の模型振動台実験 -盛土補強材の効果-，土木学会第65回年次学術講演会，pp.729-730, 2010.



(a) 加振前 ($t=0.000$ sec)

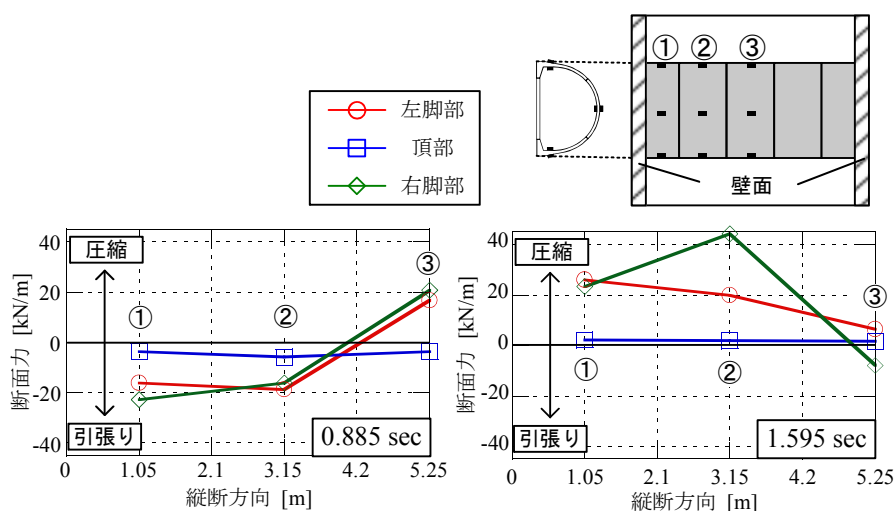


(b) $t=1.640$ sec

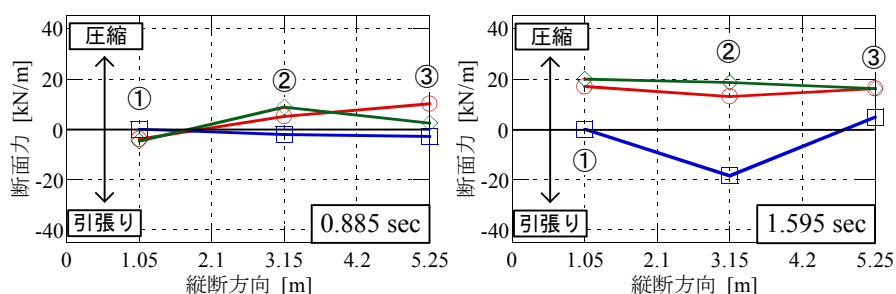


(c) 加振後 ($t=5.000$ sec)

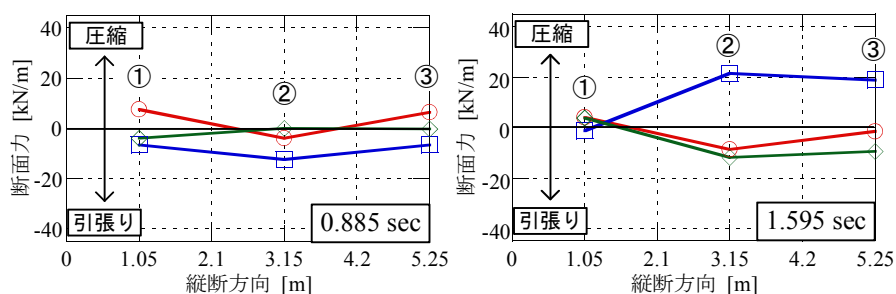
図2 壁面変位と土圧分布の関係



(a) Case-1



(b) Case-2



(c) Case-3

図3 縦断方向断面力の伝達