

カルバート盛土坑口部における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

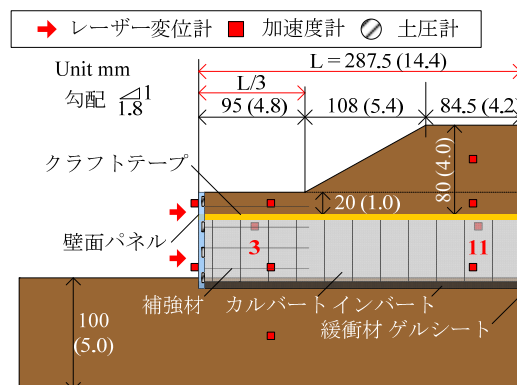
1. はじめに

東日本大震災では、3 ヒンジ式アーチカルバートを含む盛土において、盛土や抗口壁の損傷、カルバート部材の欠け、ヒンジ部のずれなど、坑口部分を中心に主にカルバート縦断方向（盛土軸直角方向）の地震動が支配的であると考えられる被害が発生した¹⁾。被災したカルバートでは、抗口付近において盛土勾配が変化する場合や土被りが小さい場合が多く、坑口部の盛土形状がカルバート盛土の耐震性に影響を与えている可能性が高い。そこで本研究では、3 ヒンジアーチカルバートを含む盛土のモデル化を行い、盛土形状に関して坑口から上載盛土までの距離と、土被りの大きさをパラメータに、カルバート縦断方向の地震時挙動に関する動的遠心模型実験を実施した。

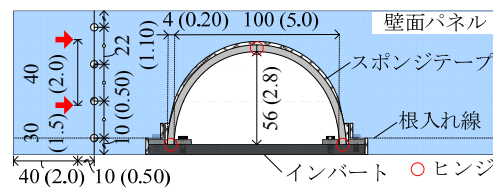
2. 実験概要

本研究では、カルバート縦断方向の地震時挙動の解明を目的に、遠心力 50 G 場において振動台実験を実施した。図 1 に実験模型の概略図を示す。実験対象は、5.0 m の基礎地盤上に、3 ヒンジ式のプレキャストアーチカルバートを含む盛土が建設された場合とした。ヒンジ式アーチカルバートでは、幅 1.0 m ～ 2.0 m 程度の部材を縦断方向に連続的に設置する。そこで本研究では、縦断方向に幅 12.5 mm の部材を 1 個、幅 25 mm（プロトタイプ寸法で、0.625 m と 1.25 m）の部材を 11 個設置することとした。また、抗口壁近傍のカルバートを Ring 1 とし、それ以降を順に Ring 2 ～ 12 と定義している。壁面工は、アクリルパネルとアルミ部材を用いて補強土壁をモデル化した。ただし、実際の壁面工においては、層ごとに補強材の長さを変化させて施工するのに対して、本実験では実験条件を単純化するため、全てのケースで補強材の長さは一定（プロトタイプ換算で 4.8 m）としてモデル化している。3 ヒンジアーチカルバートでは、カルバート近傍に造成される盛土の締固め度を 90 % 以上として管理している²⁾。そこで本実験では、地盤を締固め度 92 % を目標に締固め管理した。アーチカルバート模型の作製においては、実際の RC 部材と曲げ剛性を一致させたアルミ部材を使用した。実施工において 3 ヒンジプレキャストアーチカルバートは、頂部ビーム工と呼ばれる部材により縦断方向に連結されている。そこで本実験では、図 1(a) に示すように、カルバート頂部にクラフトテープを貼付してカルバート同士を連結し、頂部ビーム工をモデル化した。

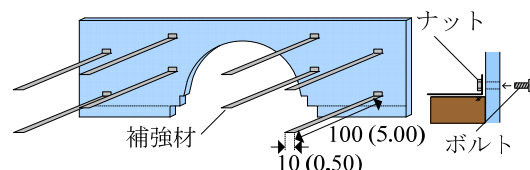
本実験では、坑口部の盛土形状が構造全体の地震時挙動に及ぼす影響を確認するため、表 1 に示す、抗口壁から上載盛土の法尻までの距離の影響を比較したケース (Case-2 と Case-3) と土被りの影響を比較したケース (Case-1



(a) 実験模型側面図



(b) 実験模型正面図



(c) 壁面パネル概略図

図1 実験模型概略図

表1 実験ケース

Case-1: 小土被り	Case-2: 上載盛土 L=100 mm
Case-3: 上載盛土 L=10 mm	Case-4: 大土被り

模型寸法 mm () 内はプロトタイプ寸法 m

キーワード カルバート盛土, 坑口部, 地震時挙動, 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 075-383-3136

と Case-4) を設定した。本実験では、遠心力 50 G 場に到達した時点 STEP 0 とする。その後、1 ステップごとに最大入力加速度を 0.5 m/s^2 ずつ増やし、最大入力加速度を $0.5 \sim 5.0 \text{ m/s}^2$ とする 10 ステップで実験を行った。各ステップでは、所定の最大加速度でテーパ付き正弦波を 20 波入力した。たとえば、STEP 5 は、最大入力加速度 2.5 m/s^2 のテーパ付き正弦波を 20 波入力している。以下では、プロトタイプ換算値の結果を示す。

3. 実験結果

図 2 に、盛土の変形量の経時変化を示す。図より、最終加振の STEP 10 まで、全てのケースで、盛土の変形量ははらみ出す向きに蓄積していることがわかる。各ケースの最終加振後の変形量に注目すると、転倒率では、Case-3 > Case-4 > Case-2 > Case-1 の順に、滑動量では、Case-4 > Case-3 > Case-2 > Case-1 の順にそれぞれ変形量が大きくなる結果となった。ここで、Case-4 (大土被り) の変形量は、補強材の長さを実施工の条件に合わせた場合に減少する可能性がある。しかしながら、定性的には土被りの増大と盛土の変形量が概ね比例する結果となった。

つぎに、図 3 には、各ケースで盛土の変形量が明確に生じ始めた、STEP 5 (最大入力加速度 2.5 m/s^2) について、入力加速度と Ring 3 と Ring 11 の応答加速度の関係を示す。応答加速度は右向きを正とする。同図には、Ring 3 における加振中の応答加速度の最大値から最小値を減じた値を併記している。本実験では、振動台の変位制御により地震動を入力しているため、土被りが増加し総重量が増大するのに伴い、入力加速度の振幅が若干減少する傾向がある。しかし、図 3 より、土被りの増大に伴い、Ring 3 の応答値が減少し、さらに Ring 3 と Ring 11 の応答値の分布が 45° 線上に推移することがわかる。つまり、カルバート盛土の坑口部に土被りを設けることで、壁面変位は大きくなる可能性があるが、坑口部のカルバートの挙動についてはより安定すると考えられる。

4. まとめ

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から以下の知見を得た。カルバート盛土の変形量は、土被りの増大と比例して大きくなる可能性がある。一方で、坑口部に一定の土被りを設けることで、土被りが小さな盛土形状と比較して、坑口部のカルバートの挙動が安定すると考えられる。

謝辞：本研究は、公益財団法人 高速道路調査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.

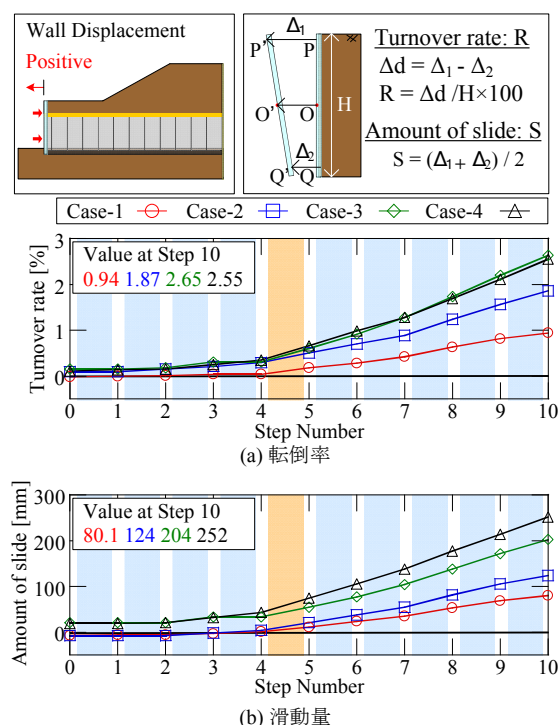


図2 盛土の変形量の経時変化

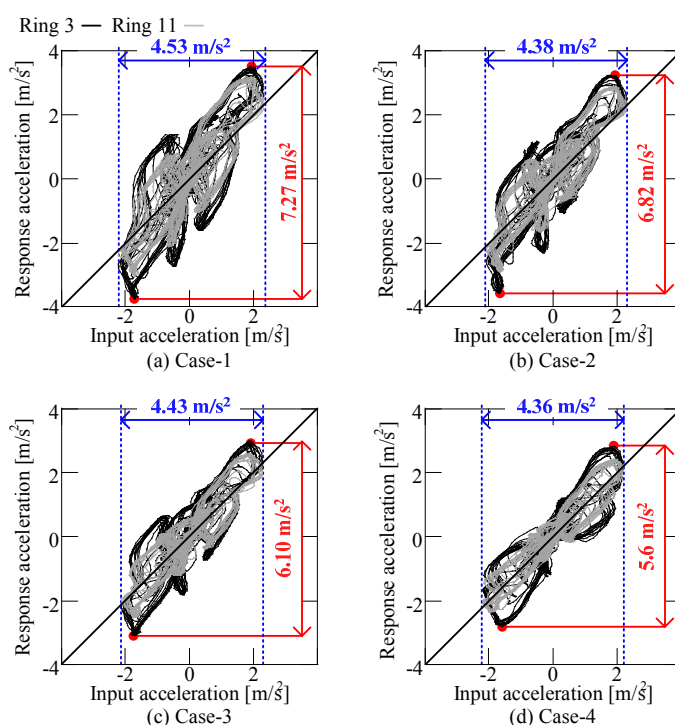


図3 入力加速度とカルバートの応答加速度の関係 STEP 5