

平成 30年 4月 24日

公益信託 NEXCO関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金  
受託者 三菱UFJ信託銀行株式会社 御中

## 研究概要書

研究課題：不均等な上載荷重が作用する盛土内に設置されたプレキャストアーチカルバートの被災メカニズムの解明

研究代表者：京都大学大学院 工学研究科 教授 岸田 潔

共同研究者： 同上 助教 澤村 康生

同上 博士後期過程 宮崎 祐輔

### 1. 研究背景と目的

プレキャストアーチカルバートは 2011 年の東日本大震災において供用性を損なう大きな被災を経験<sup>1)</sup>し、既存構造物の耐震補強対策と被災メカニズムの解明という課題が表面化した。本研究では、被災した斜角のつくカルバート構造(図-1)をモデル化し、損傷と関連が深いと考えられるカルバート縦断方向の地震時挙動を遠心模型実験により確認した。今年度は、偏土圧がアーチ断面方向(カルバート横断方向)に及ぼす影響を解明することを目的に、動的遠心模型実験を実施した。

### 2. 動的遠心模型実験

本実験は遠心力 50 G 場で実施した。図-2, 3 に、アーチ模型と実験ケースの概略図を示す。図-3 より、Case-1\_Even と Case-2\_Even はプロトタイプ寸法で土被り 1.0 m, 4.0 m になるよう均一に盛土した場合である。Case-1\_Uneven と Case-2\_Uneven は、それぞれ盛土全体の総重量が一致するよう 5:1 の傾斜を与えて盛土した場合であり、図-1 の斜角のつくカルバート構造において、偏土圧が働く横断断面を想定した。写真-1 に模型のヒンジ構造を示す。頂部、脚部はともに凹凸の突合せによりモデル化した。実際には脚部ヒンジはグラウト工により回転剛性を高める<sup>2)</sup>ため、本模型は実物より脚部の回転剛性が低くなる。模型材料は RC 構造と曲げ剛性が可能な限り一致し、ヒンジの加工性が保証された  $t=3.0$  mm のアルミ製合金を用いた。模型地盤は最適含水比に調整した江戸崎砂を用いて締固め度 92 % で作製した。本実験では、遠心力 50 G 場に到達した後、最大入力加速度  $0.5 \text{ m/s}^2$  に調整したホワイトノイズを入力し、その後、1 Hz、テーパ付き正弦波 20 波を、最大入力加速度を  $0.50 \text{ m/s}^2$  刻みで最大入力加速度  $0.50 \sim 4.0 \text{ m/s}^2$  とする計 8 ステップにより入力した。

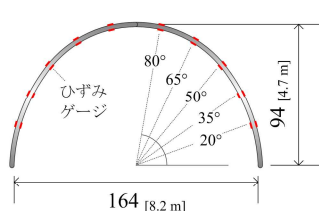
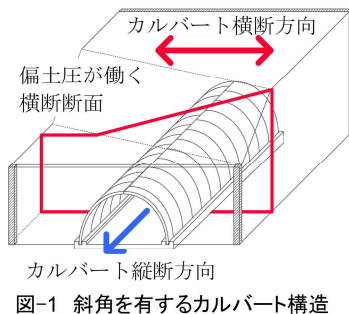


図-2 アーチ模型の概略図

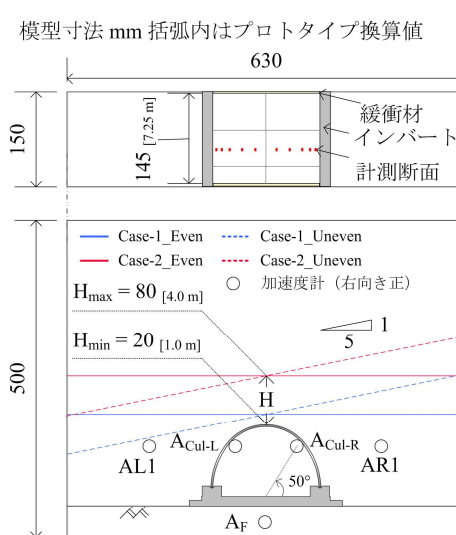
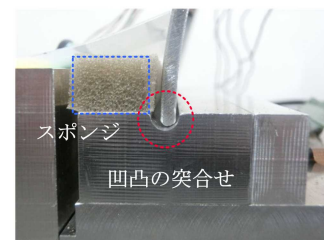


図-3 カルバートを含む盛土模型の概略図



(a) 頂部ヒンジ



(b) 脚部ヒンジ

写真-1 実験模型のヒンジ構造

### 3. 実験結果

図-4に、Case-1について入力加速度に対する応答加速度の履歴を示す（最大入力加速度4.0 m/s<sup>2</sup>）。図-3に示す A<sub>Cul-L</sub>, AL1 に注目すると、不均一に盛土した場合尖った履歴曲線が現れる。盛土が均一な場合と比べて、不均一に盛土するとアーチ左右において応答の一体性が損なわれる、といえる。

図-5に、各ケースについて遠心力50 G到達時と最終加振後の曲げモーメント分布を示す。偏土圧を受ける場合は、初期状態から、土圧が均等な場合と比較して、土被りの大きい側ではアーチの内空側に曲げが生じ、土被りの小さい側では、アーチ外側に大きな曲げが生じる。加振後は土被りの大きい側では内空側に、小さい側では外側に向かう曲げがさらに増大した。

図-6に、最大入力加速度4.0 m/s<sup>2</sup>入力時のアーチ肩部におけるM-N相互作用図を示す。本実験模型はアルミ製であるが、実構造であるRC部材の終局曲げモーメント  $M_u$  を参照することで、地震時における破壊モードが推測できると考えられる。図より、偏土圧を受ける場合、地震時の曲げモーメント変化量が均等な場合より大きい。さらに、土被りの大きい右側では内曲げが大きく引張力が生じ、土被りの小さい左側では外曲げが大きく圧縮力が大きい。破壊規準線より、偏土圧を受ける場合、右側肩部において、均一に盛土した場合と比べて曲げ引張破壊に至る可能性が高い。

### 4. 結論

これまで、偏土圧がカルバート縦横断方向の地震時挙動に及ぼす影響を動的遠心模型実験によりそれぞれ確認した。不均一に盛土された3ヒンジ式アーチカルバートは、初期状態から設計<sup>2)</sup>で前提としない変形モードが発生しており、さらに縦横断方向のいずれの加振においても、曲げモーメントの不均一性が増大する。横断方向においては、土被り条件によっては周辺地盤とアーチが一体的に挙動しない可能性がある。偏土圧に伴うアーチの不安定な力学状態が、アーチ部材のねじれ変形を引き起こし、頂部ヒンジのずれや部材の曲げひび割れといった被害を引き起こすと考えられる。

### 参考文献

- 1) 安部哲夫, 中村雅範: 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.
- 2) 財団法人 先端建設技術センター「テクスパン工法設計施工マニュアル検討委員会」: テクスパン工法設計施工マニュアル (案), 1998.

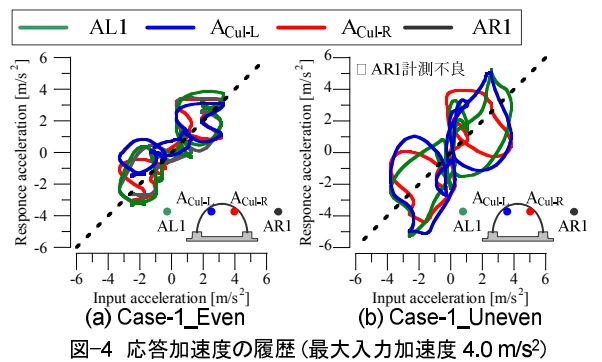


図-4 応答加速度の履歴(最大入力加速度4.0 m/s<sup>2</sup>)

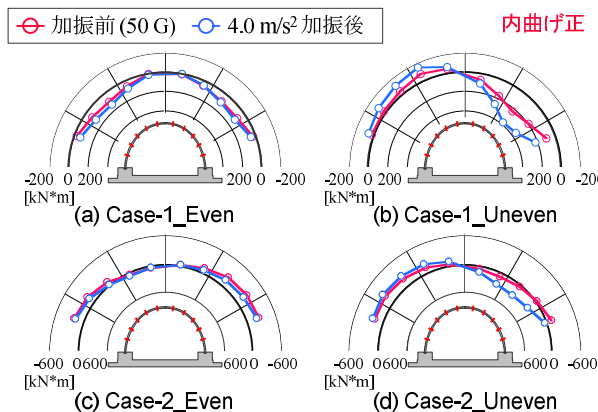


図-5 最終加振後の曲げモーメント分布

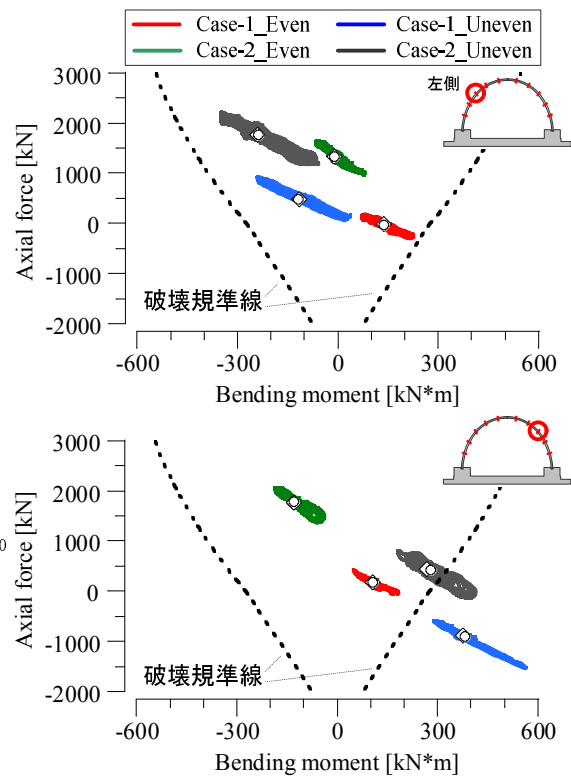


図-6 アーチ両肩部における曲げ・軸力相互作用図