

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 宛

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

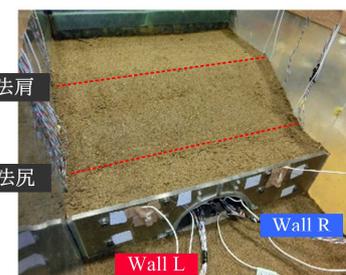
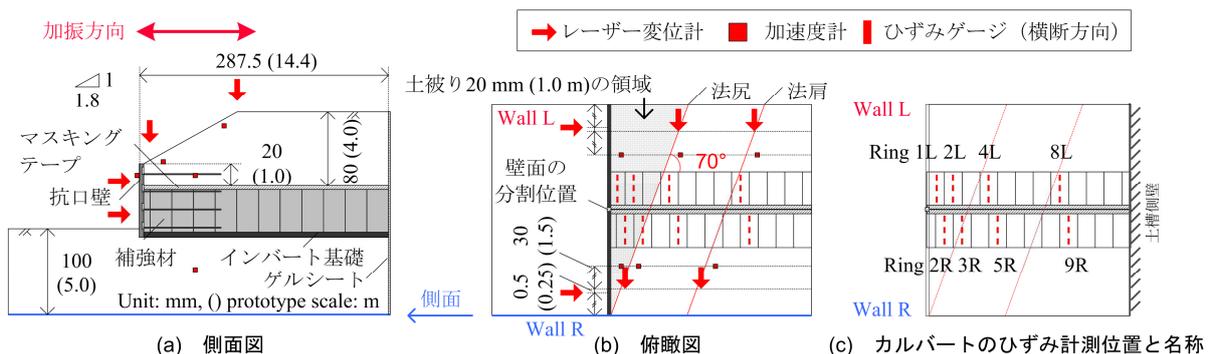
研究代表者：京都大学大学院工学研究科 教授 岸田 潔
共同研究者：同上 助教 澤村 康生
同上 博士後期過程 宮崎 祐輔

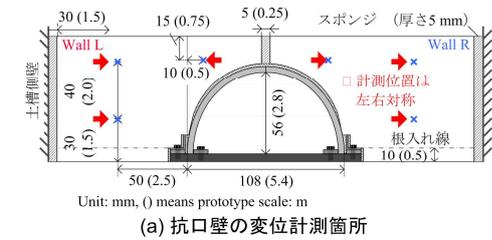
1. 背景

プレキャストアーチカルバートは、RC 部材をプレキャスト化することで高い品質管理や工期の短縮を図る構造物である。同構造物は、全国の高速道路建設工事において 200 基以上活用されてきたが、2011 年の東日本大震災において被災を経験¹⁾し、既存構造物の耐震補強対策とその被災メカニズムの解明が喫緊の課題となっている。先の震災では、特に、上部道路との交差構造の関係で不均等な上載荷重が作用するようなカルバート構造において、坑口壁の損傷やヒンジ部のずれといった深刻な損傷が発生した。そこで本研究では、坑口壁やアーチの変状原因の解明を目的に、被災したカルバートの構造的特徴を遠心模型実験によりモデル化し、その地震時挙動を確認した。

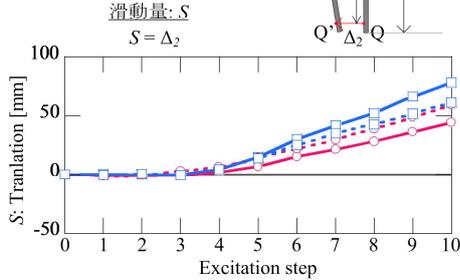
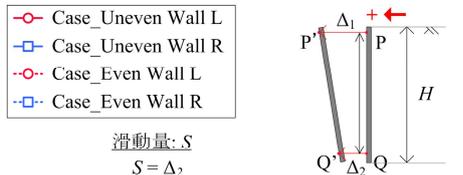
2. 動的遠心模型実験

図 1 に、実験模型の概略図を示す。本実験は遠心力 50 G 場で実施した。図 2 にモデル化にあたり参考にした被災事例を、写真 1、2 に実験模型の完成状態を示す。参考にした被災現場は、上部道路とカルバートの交差角が 70° として設計された現場である¹⁾。そのため、坑口壁右側では斜角のため左側に比較して土被りが小さく、坑口部においてカルバートに不均等な上載荷重が作用する構造である。補強土壁による左右非対称な変状は、このような不均一な土被りが原因で発生したものと考えられる。そこで、本研究では、被災現場の斜角条件と補強土壁の分割構造を再現するよう





(a) 抗口壁の変位計測箇所



(b) 滑動量の経時変化

図3 抗口壁の変位モード

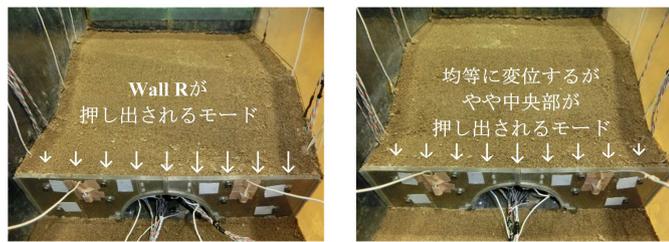


写真3 加振後の模型

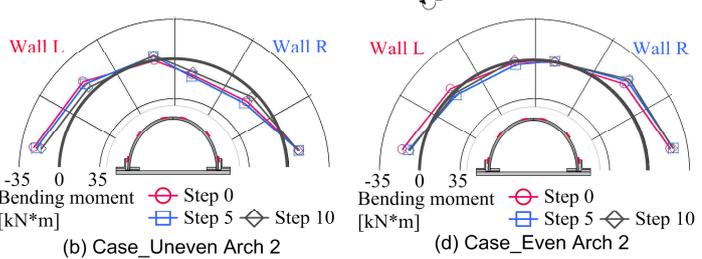


図4 曲げモーメント分布

な実験ケースをそれぞれ設定した。なお、坑口部の右側の壁面を Wall R、左側を Wall L とそれぞれ呼ぶ（写真 1, 2 参照）。入力波形には、1.0 Hz、20 波のテーパ付き連続波を用いた。ここでは、遠心力 50 G 場に到達した時点 STEP 0 とし、その後、最大入力加速度を 0.50 m/s^2 ずつ増やし、最大入力加速度を $0.50 \sim 5.0 \text{ m/s}^2$ とする計 10 ステップにより加振した。

3. 実験結果

写真 3 に、加振後の模型を示す。写真より、Case_Uneven では被りの大きな Wall R が押し出されるモードとなった。Case_Even では、壁面全体で均等に変位するが、分割位置でやや変位が大きくなるモードを示す。つぎに、図 3 に、抗口壁の滑動量の経時変化を示す。壁面の滑動量は壁面下部の水平変位量 (Δ_2) で定義する。図より、Case_Uneven においては、Wall L に対し Wall R が大きく滑動したが、Case_Even においては、Wall R, L の滑動量は殆ど一致した。以上より、抗口壁の変位量は盛土形状に大きく依存し、不均一な盛土工は、坑口壁の左右非対称な変状をもたらす。図 4 に、内空側の曲げを正としたアーチの曲げモーメントを示す。図に示すアーチは、坑口から二つ目に位置し、STEP 0 (遠心力 50 G 到達時)、STEP 5 (最大入力加速度 2.5 m/s^2) および STEP 10 (最大入力加速度 5.0 m/s^2) の加振後の値を示す。図より、Case_Even と比べて Case_Uneven では、初期状態から被りの大きな Wall R 側で内曲げが大きくなり非対称な曲げモーメントとなった。実際の被災では、斜角が 60.5° である現場において、抗口アーチの頂部ヒンジのずれが発生した¹⁾。本実験結果を鑑みると、常時から偏荷重が抗口のアーチに作用しており、さらに、アーチ部材に地震動による大きな慣性力が働いたことで、部材同士がねじれて、ヒンジのずれにつながった可能性が高い。

4. 結論

ヒンジ式アーチカルバートは、均一な荷重条件を前提に設計されている²⁾。一方、平面交差角 70° の盛土形状は、縦断方向の地震時において、坑口壁の左右非対称な変状に大きく影響し、さらに、坑口部のアーチに不均一な曲げモーメントを与える。このことから、実構造物では、設計で想定していない荷重状態となり、地震時にアーチ構造が不安定化する。設計におけるアーチ構造の安定性を明確化するために、偏土圧と設計断面の地震時挙動に着目した検討が必要である。

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.