

偏土圧を受ける3ヒンジ式アーチカルバートの動的遠心模型実験 — 曲げモーメント・軸力関係 —

京都大学大学院 学生会員 ○ 塩梅 恭平, 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

2011年東日本大震災において、9基の3ヒンジ式アーチカルバートが供用性を損なう被災を経験した¹⁾。筆者らの研究グループは、これを背景として、被災メカニズムの解明を目的に、入力地震動の方向や種々の土被り条件に対する3ヒンジ式アーチカルバートの地震時挙動を確認した^{2),3)}。その結果、特に盛土高さがカルバートの左右で異なるアーチに偏土圧が生じる場合に、アーチと地盤の一体性が損なわれている可能性があることを確認した⁴⁾。本稿では、偏土圧を受ける3ヒンジ式アーチカルバートの曲げモーメント・軸力関係について、整理した結果を述べる。

2. 実験概要

図1に実験模型の概略図を示す。本実験は遠心力50G場で実施した。ひずみゲージはアーチ模型の内側と外側に貼付し、両アーチ部材の脚部から頂部にかけて計10点計測している。ひずみはカルバート横断方向の断面力を計測した。その他の実験概要は前稿⁴⁾を参照されたい。

本実験ではアルミ模型を用いるため、実構造であるRC部材の終局曲げモーメントによる直接的な健全度の評価はできない。しかし、断面力の相互作用線 $M-N$ 相互作用図と終局曲げモーメント M_u の比較で行うことで、アーチ部材の破壊モードの考察を行う。 M_u の導出は以下の式により算出する。

$$M_u = (0.8a_t\sigma_y D + 0.12\sigma_B b D^2) \frac{N_{max} - N}{N_{max} - 0.4\sigma_B b D} \quad (1)$$

$$(0.4bD\sigma_B \leq N \leq N_{max})$$

$$M_u = 0.8a_t\sigma_y D + 0.5ND \left(1 - \frac{N}{\sigma_B b D}\right) \quad (2)$$

$$(0 \leq N \leq 0.4bD\sigma_B)$$

$$M_u = 0.8a_t\sigma_y D \left(1 - \frac{N}{N_{min}}\right) \quad (3)$$

$$(N_{min} \leq N \leq 0)$$

ここで、 a_t : 圧縮鉄筋の総断面積、 σ_y : 主筋降伏強度、 D : 有効せい、 σ_B : 圧縮強度、 b : 幅、 N_{max} : 純圧縮強度、 N : 軸力、 N_{min} : 純引張強度を示す。破壊規準線の算出にあたり、設計マニュアル⁵⁾を参考に、降伏強度 $\sigma_B = 35$ [N/mm²] とし、図2に示す配筋位置のRC部材を想定し考察を行う。

3. 実験結果

以下の結果ではプロトタイプ換算した値を用いる。

模型寸法 mm 括弧内はプロトタイプ換算値

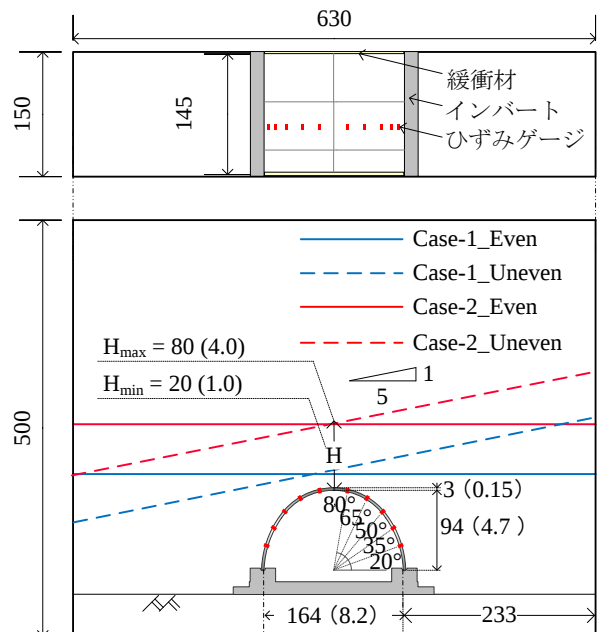


図1 実験模型概略図

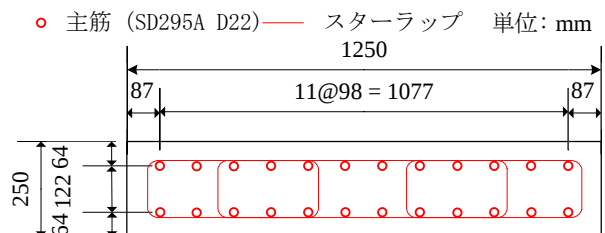


図2 鉄筋コンクリートアーチ部材配筋図

図3にカルバートの軸力と曲げモーメントの分布を示す。偏土圧を受ける場合は、土圧が均等な場合と比較して、土被りの大きい側では軸力が小さく、内空側に曲げが生じる。一方、土被りの小さい側では、軸力に大きな差はみられないが、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軸力がさらに減少した。曲げモーメントについては、土被りの大きい側では内空側に、小さい側では外側に初期状態からさらに増大した。宮崎ら³⁾の研究と本研究と比較すると、初期状態および加振による変化に大きな違いは無く、一定の再現性を得た。しかし、Case-1_Uneven 右側の軸力は先の検討³⁾よりも小さく、引張力が生じた。

図4に4.0 m/s²加振時の $M-N$ 相互作用図を示す。偏土圧を受ける場合、肩部において加振前からの軸力や曲げモーメントの変化量が脚部や頂部より大きく、その結果、相対的に土被りの大きい右側では内空側への曲げモーメン

キーワード 3ヒンジ式アーチカルバート, 偏土圧, 動的遠心模型実験, カルバート横断方向

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 075-383-3231

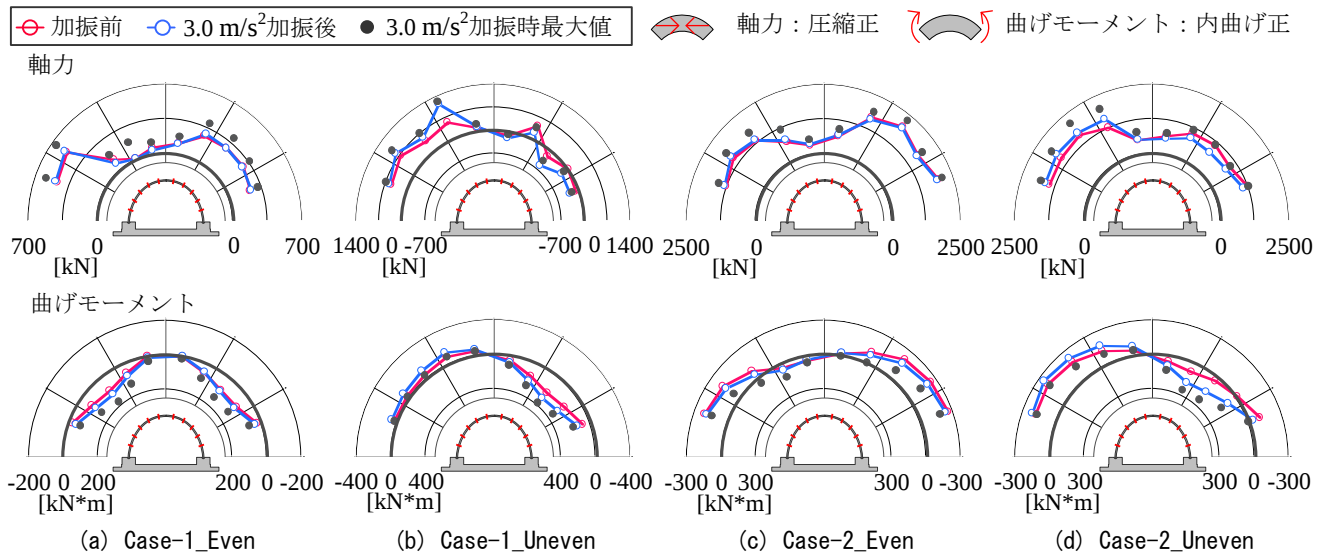
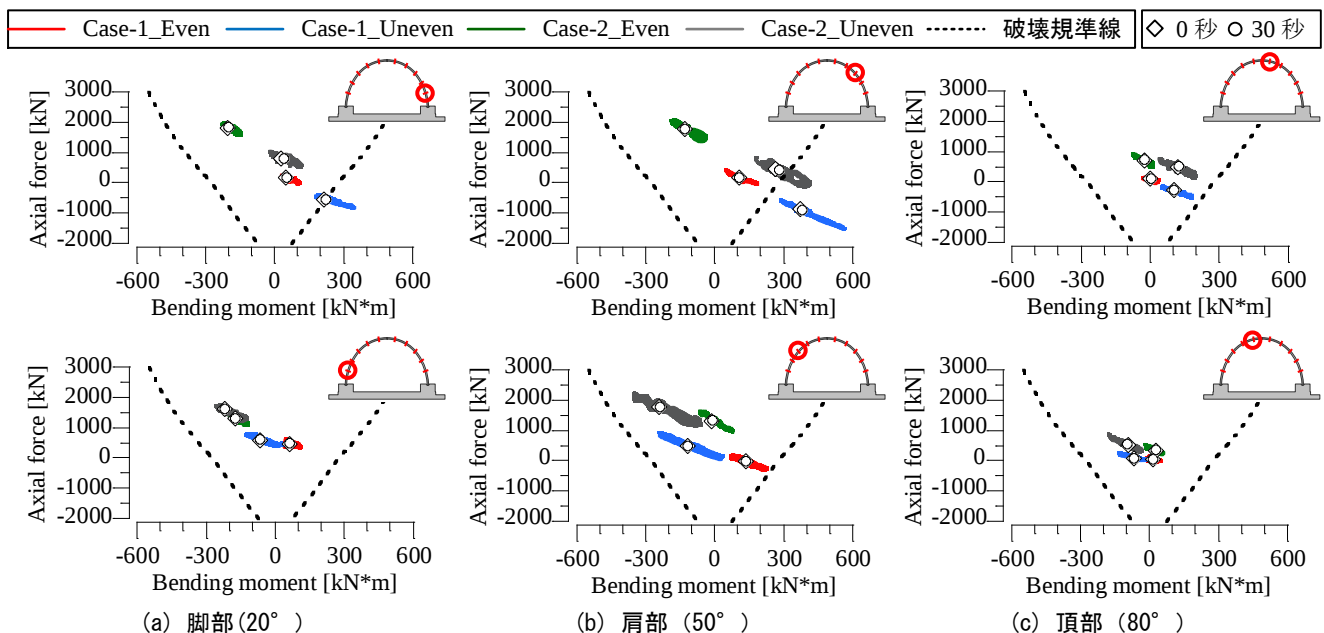
図3 加振前と3.0 m/s²加振後の断面力分布

図4 曲げモーメント-軸力相互作用図

トが増大し、なおかつ軸力が小さくなり引張力が生じる。特に Case-1_Uneven 右側では肩部だけでなく脚部においても、軸力が小さくなり内空側への曲げモーメントが大きくなる。破壊規準線を参照すると、Case-1_Uneven 右側脚部から肩部にかけて、および、Case-2_Uneven の右側肩部において、実 RC 構造のアーチ部材の場合曲げ引張破壊が生じる危険性があることがわかる。

4. まとめ

偏土圧を受ける 3 ヒンジ式アーチカルバートに対して、カルバート横断方向の地震動を入力した結果、相対的に土被りが大きいアーチ部材は、脚部から肩部にかけて加振中に軸力が小さく、内空側へ曲げモーメントが大きくなる。これより、同じ条件における実 RC 構造のアーチ部材は曲げ引張破壊に至る危険性がある。

謝辞: 本研究は、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) 安部・中村: 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, No4, 2014.
- 2) 宮崎ら: 偏土圧の影響を受けるアーチカルバートの縦断方向の地震時挙動に関する遠心模型実験, 第 52 回地盤工学研究発表会, pp.1075-1076, 名古屋市, 2017-7.
- 3) 宮崎ら: 偏土圧の影響に着目した 3 ヒンジ式アーチカルバートの横断方向の地震時挙動, 第 72 回土木学会年次学術講演会, III-377, pp.753-754, 福岡市, 2017-9.
- 4) 塩梅ら: 偏土圧を受ける 3 ヒンジ式アーチカルバートの動的遠心模型実験 -カルバートと地盤の応答加速度の関係-, 土木学会関西支部, 平成 30 年度関西支部年次学術講演概要(投稿中)
- 5) 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.