2 ヒンジプレキャストアーチカルバートの 強地震時における損傷形態に関する振動実験

京都大学工学研究科 学生会員 〇松下 麗菜

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

近年施工事例が増加しているヒンジ式のプレキャストアーチカルバートは、部材のたわみやヒンジ部の回転によ ってカルバートの変形をある程度許容することで、周辺地盤から積極的に地盤反力を引き出す構造である.したが って、部材の剛性で外力を支持する剛性カルバートと比べて、大断面・高土被りでの施工が可能となる.同構造の 動的挙動に関する研究としては、例えば、現行の設計法で設計した2ヒンジプレキャストアーチカルバートに対し て強震応答実験装置を用いた振動台実験がなされている¹⁾.その結果、同構造がレベル2地震動に対しても十分な 耐震性を有することが確認されている¹⁾.しかし、地震時の損傷形態や限界状態については十分に確認されておら ず、地震動によってヒンジ部から先行的に破壊が発生し、カルバート全体の崩壊につながる可能性が懸念されてい る.そこで本研究では、地震時における破壊メカニズムの解明を目的として、実構造の1/5 スケールの2 ヒンジプ レキャストアーチカルバートに対して、強震応答実験装置を用いた振動台実験を実施した.

2. 実験概要

本実験では、京都大学防災研究所所有の強震応答実験装置を用いた.図1に実験土槽と計測器の配置を示す.土 槽は、側壁下部をヒンジ構造とし、さらに両壁の上部を PC 鋼棒で連結することで、地盤のせん断変形を許容する 構造とした.また、加振中における地盤と土槽壁面の摩擦を軽減するために、土槽壁面にテフロンシートを貼付し た.実験模型は、内空幅 7880 mm、内空高 5600 mm、土被り 2000 mm の条件で設計した RC 構造に対して、縮尺の みを 1/5 とした.両肩のヒンジ部については、実際は曲りボルトでサイドウォールとボールトが連結されているが、 本実験ではヒンジ構造そのものの安定性を確認するために、ヒンジ部は単純な突合せ構造とした.また、2 ヒンジ プレキャストアーチカルバートの盛土施工マニュアル³では、裏込め土は締固め度 92 %以上で施工管理することが 求められているため、本実験においても、締固め度 92 %を目標に模型地盤を作製した.地盤材料には、最適含水比 (20.8 %)付近である含水比 20.0 %に調整した江戸崎砂を用いた。

本実験では計3回加振を行い、第1加振ではレベル1地震動(最大加速度1.39m/s²),第2加振ではレベル2地

震動(最大加速度 7.71 m/s²)をそれぞれ入力した.また,大きな地盤変形を発生させてカルバートの限界状態を確認するために,第3加振では1Hzテーパー付き正弦波,15波(最大加速度 8.58 m/s²)を入力した.

3. 実験結果

写真1に、本実験終了時におけるカルバートの損傷状況を 示す.加振後のカルバートには、サイドウォールの内外にク ラックが発生しており、ヒンジ部においては部材の損傷が見 られた.また、インバートはサイドウォールを設置した後に 打設されるが、加振後にはその継ぎ目に部材を貫通する亀裂 が発生していた.以下では、最終加振である第3加振の結果 から、このような損傷が発生した原因を考察する.図2に、 盛土上部における水平変位の時刻歴を示す.土槽壁面と比べ



キーワード プレキャストアーチカルバート,強震応答実験装置,振動実験,限界状態,損傷形態 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 TEL075-383-3193 て盛土中央における変位振幅は小さく、地盤の最大せん断 ひずみは、左壁面付近で 6.89%、盛土中央付近で 6.21% となった.兵庫県南部地震における非液状化地盤のせん断 ひずみは1%弱であったため、本加振では非常に大きな地 盤のせん断ひずみが発生している.

図3には、8.42 s おけるカルバートの鉄筋ひずみ分布を 示す.ひずみは引張りを正としている.右側のサイドウォ ールにおいて、スプリングラインの少し上で、内側の鉄筋 に局所的に大きなひずみが発生している.また、インバー トの両端でも比較的大きなひずみが発生している.写真 1(b)のサイドウォールとインバートの継ぎ目の損傷と併 せて考えると、繰り返しの加振に伴い、サイドウォールの 隅角部付近に大きな曲げが作用し、その結果、構造的な弱 部であったインバートとサイドウォールの継ぎ目で亀裂 が発生したと考えられる.実現場においてもインバートと サイドウォールは本実験と同様の継ぎ方をしているため、 カルバート横断方向の地震動により、本実験と同様の損傷 が発生する可能性がある.

図4には、右側のヒンジにおける回転角の時刻歴を示す. 2ヒンジプレキャストアーチカルバートでは、構造上、ヒ ンジ部は-5度から8度程度回転することが可能であるが、 第3加振では、-5.05度から4.15度まで回転している.し たがって、加振後にヒンジ部の内空側で確認された部材の 損傷(写真1(c))は、ヒンジ部が外空側に5度程度回転し たことによって、ヒンジ部の部材端部が衝突したために発 生したと考えられる.しかし、図4に示すように繰返し大 きな回転が発生した本実験においても、加振中にヒンジ部 が逸脱することはなく、ヒンジ部でのずれもわずかであっ たことから、ヒンジ部が先行的に逸脱してカルバート全体 が破壊に至る可能性は低いと考えられる.

4. まとめ

本実験により,カルバート横断方向については,地盤の せん断変形が6%を超えるような強地震時においても,部 材が終局する前に,ヒンジ部が先行的に破壊する可能性は 低いということが明らかになった.また,インバートとサ イドウォールの継ぎ目は,構造上の弱部になりうることが 示唆された.

なお、本研究は、国土交通省道路局新道路技術会議の研 究助成「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」によ り実施した.ここに記して謝意を表す.





【参考文献】1) 澤村康生,並川卓矢,岸田 潔,木村 亮:強震応答実験装置を用いた2ヒンジプレキャストアーチカルバートに対する振動実験,第49回地盤工 学研究発表会,pp.1057-1058,2014. 2) 財団法人 地域地盤環境研究所,モジュラーチ工法協会:Modularch 技術マニュアル,2008.