第Ⅲ部門 2 ヒンジプレキャストアーチカルバートの盛土施工過程における変形挙動

京都大学工学研究科 学生員 〇松下麗菜 京都大学工学研究科 正会員 澤村康生 京都大学工学研究科 正会員 岸田 潔 京都大学工学研究科 正会員 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、部材の剛性によって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である.盛土施工過程における変形挙動については、実施工において内空変位を計測した事例があるが、カルバートに作用する土圧の推移やカルバートの応力分布について計測した例¹⁾は少ない.また、強地震時におけるカルバートの損傷形態や限界状態についても不明確な点があり、地震時にヒンジ部が逸脱し、カルバート全体が崩壊する危険性が指摘されている.そこで本研究では、盛土施工過程における変形挙動の把握と、地震時における破壊メカニズムの解明を目的に、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.本稿では、模型地盤の作製過程において計測したカルバートの挙動について報告する.

2. 実験概要

図1に,実験土槽と計測器の配置を示す.土槽寸法は,横幅 4330 mm,奥行き 1318 mm,高さ 2391 mm である. 本実験で用いたカルバート模型は,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.また,両肩のヒンジ 部について,実際は曲がりボルトという部材でサイドウォ 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.

基礎地盤および盛土の作製では、プレキャストアーチカ ルバートにおける裏込め土の施工基準²⁾である締固め度 92%を目標に、人力で踏み固める方法で地盤を締固めた. 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.加振実験後に行った 含水比測定では、採取した全ての点において含水比が20± 1%以内であることを確認した.

3. 実験結果

図2に、現在の設計で想定されている盛土施工段階の変 形モードを示す²⁾.設計では、盛土が天端より低い時は、 カルバートに作用する土圧は水平方向が卓越し、天端が押 し上げられるように変形するが、盛土が天端以上になると アーチ直上の鉛直土圧が卓越することで天端が徐々に押し 下げられ、アーチ全体が扁平に変形すると考えられている. 以下ではこの考えを参考にして本実験結果を整理する.

図3に、模型地盤作製に伴うヒンジ部の回転角の推移を



Reina MATSUSHITA, Yasuo SAWAMURA, Kiyoshi KISHIDA, Makoto KIMURA matsushita.reina.72e@st.kyoto-u.ac.jp

示す.ここで,高さ約1.5m(天端付近),1.96m(盛土完成)の位置で内空側に大きく変形しているのは,地盤の 圧密による影響だと考えられる.同位置は,作業工程の都合上,日をまたいだ地点であり,この間に地盤が圧密 し,カルバートが地盤に追従して変位が蓄積したのだと考えられる.しかし,盛土施工過程全体の挙動をみると, 盛土高さが天端以下の時には内空側に,天端以上になると盛土側に回転しており,図2の設計で想定しているモ ードと同様の挙動を示した.

図4には、インバートに対する天端の鉛直変位の推移を示す.図より、盛土高さが天端を越えてからは、設計

と同様に天端が内空側に変位していることがわかる.し かし,盛土高さが天端以下の時にも内空側に変位してお り,設計とは逆の挙動である.これは,地盤の締固めや 圧密によって,カルバート全体が下向きに力を受けたこ とに加えて,ヒンジ部における部材同士の噛み合わせが 向上したことが主たる原因であると考えられる.また, 図5には,サイドウォールにおける水平変位の推移を示 す.図より,盛土高さ1.40m以上では,カルバート全体 が左にずれるようなモードで変位しているが,盛土施工 段階におけるサイドウォールの変位はわずかであること がわかる.この原因としては,実験で用いた模型は相似 則を考慮していないため,実構造と比較して相対的にカ ルバートの剛性が高い可能性が考えられる.

図6には、右側のサイドウォールに作用する水平土圧 係数 Kの推移を示す.同図より、各土圧計の高さまで盛 土を施工した直後には、締固めの影響によって土圧係数 が1以上となるが、盛土高さが大きくなるにつれて一定 値(下から順に K=0.135,0.162,0.265,0.378)に収束し ていることがわかる.各位置における値を比較すると、 カルバート脚部付近の値は非常に小さいものの、脚部か ら肩部にかけて水平土圧係数が増加している.これより、 内空変位では図2(b)のようにカルバートが盛土側に変形 する挙動は確認できなかったが、カルバートが受働土圧 状態になっている可能性があることを確認した.

4. まとめ

本研究では、盛土施工過程における2ヒンジプレキャ ストアーチカルバートの変形挙動を分析した。その結果、 ヒンジ部の挙動や水平土圧係数については設計で想定し ている挙動を確認したが、一部設計とは異なる挙動も計 測された. 今後は、現場計測の結果なども踏まえて考察 を深めていく必要がある.

【参考文献】

- 河野 定:多分割プレキャストアーチカルバート工法-モジュラーチの現場計測例-,土木技術, Vol.55, No.2, pp.62-67, 2000.
- 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.

