

盛土施工過程における 3 ヒンジプレキャストアーチカルバートの変形挙動

京都大学工学研究科 (学) ○ 石原央之, (正) 澤村康生
 京都大学工学研究科 (正) 岸田 潔, (正) 木村 亮

1. はじめに

ヒンジ式プレキャストアーチカルバートは、本体にヒンジ機能を有する柔な構造であるので、部材のたわみがある程度許容することで地盤反力を積極的に引き出し、力学的に安定な構造となる。そのため、部材の剛性により外力を支持する従来型のカルバートに比べ、部材厚を薄くして大断面・高土被りでの施工が可能となる。しかし、同構造の施工過程における変形挙動に関して検討した例¹⁾は少なく、さらに、ヒンジ部を含めた全体構造の地震時挙動については未解明な点が残されている。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の限界状態の明確化を目的に、実構造に対して 1/5 スケールの 3 ヒンジプレキャストアーチカルバートを用いて振動台実験を実施した。本稿では、模型地盤の作製過程に計測した内空変位や作用土圧を整理し、同構造の盛土施工過程における変形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、横幅約 3.5 m、奥行き約 1.0 m、高さ約 2.0 m である。3 ヒンジプレキャストアーチカルバートは、左右二枚のプレキャスト性のアーチ部材と基礎部で構成されている。左右のアーチ部材を互いにもたれあうように組み立てることで、両脚部と天端、計 3 点の継手部をヒンジ構造とした静定構造物である。本実験では、写真 1 に示すように天端の継手は実構造と同様に凹凸の突合せ構造としてヒンジ機能を表現している。また左右のアーチ部材を組み立てる際には、実施工と同様、左右のアーチ部材を交互にずらして設置していく千鳥配置としている。脚部の構造については、実施工では基礎に設けられた溝にモルタルを注入するとともに、ゴム系の脚部目地材を設置し、この目地材の変形性能によってヒンジ機能を持たせている。しかし本実験では、写真 2 に示すように、アーチ部材に金属板を当て、ボルトで挟み込むことにより、モデル化を行うこととした。

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である締固め度 92% を目標に締固め管理を行った。地盤材料は、最適含水比 (20.0%) に調整した江戸崎砂を用いた。振動実験を終了した後に行った含水比測定では、採取した全ての点において、地盤の含水比は $20 \pm 1\%$ 以内であることを確認した (図 2)。また、実験後に簡易動的コーン貫入試験機を用いて地盤強度を調べた。試験結果を図 3 に示す。

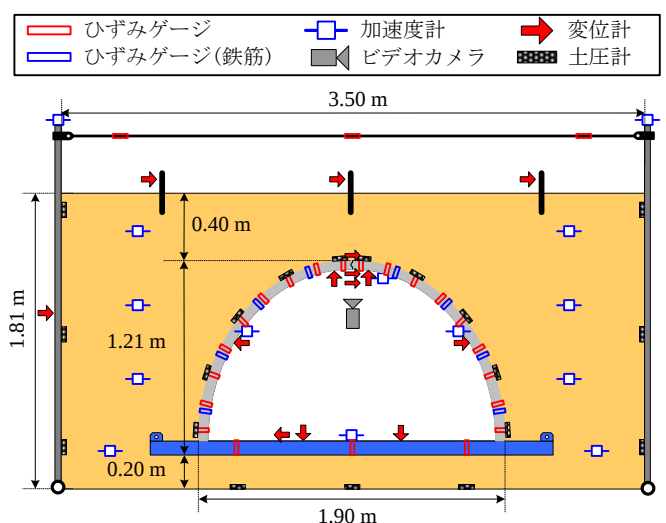


図1 実験対象の概要図



写真1 天端の構造

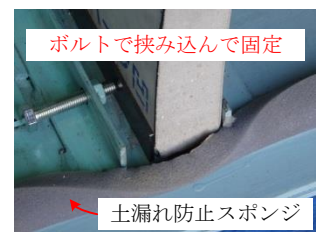


写真2 脚部の構造

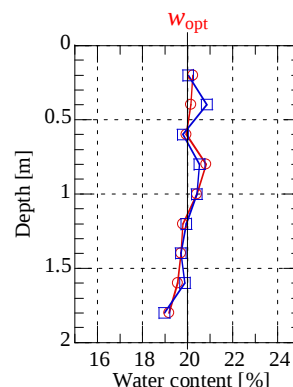


図2 実験後の含水比分布

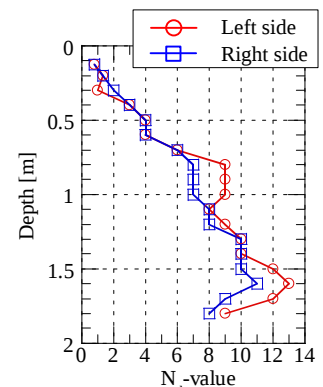


図3 実験後の地盤強度

キーワード アーチカルバート, 施工過程, 土圧

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 075-383-3136

繰り返し地震動を入力した後でも、図3に示す地盤強度を有しており、加振前にはこれ以上の強度を有していたと考えられる。また、同試験より、左右対称に均等な強度の地盤が作製できていたことを確認した。

3. 実験結果

図4に、現在の設計において想定している施工段階における変形モードを示す。現在の設計では、盛土が天端より低い時は、アーチ部材に作用する土圧は水平方向が卓越し、天端が上方に押し上げられるに変形するが、盛土が天端を越えると、アーチ直上の鉛直土圧が卓越するようになり、天端は徐々に下方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。この考えを基にし、本実験結果を整理する。

図5, 6には、模型地盤作製に伴う天端の鉛直変位、およびアーチの肩部付近で計測した水平変位の推移をそれぞれ示す。ここで、盛土高さ約1.4m(天端付近)、1.8m(盛土完成)の位置で大きな変化が生じているのは、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。このような現象は、澤村ら²⁾の実験においても確認されている。

図5, 6において、盛土が天端より低い時に着目すると、天端では明確な鉛直変位は発生していないが、肩部では盛土高さの増加に伴って次第に内空側への変位が大きくなっており、全体としては図4(a)の変形モードに近い挙動をしていることがわかる。一方、盛土が天端よりも高くなると、天端では内空側へ、肩部では外空側への変位が顕著に発生し、設計で想定している図4(b)と同様、アーチが扁平に変形している様子が確認できる。

図7に、盛土施工過程において、右側のアーチ部材に作用する土圧から算出した土圧係数の推移を示す。図より、各土圧計の高さまで盛土を施工した直後には、締固めの影響により土圧係数が大きくなるが、盛土高さが大きくなるにつれ次第に一定値に収束することが確認できる。一番下の土圧計において土圧係数が上部の2点と比較して小さくなっているのは、脚部付近は変形量が小さいため、江戸崎砂の静止土圧係数に近い値となったのだと考えられる。一方、上部の2点では、図5, 6に示す通りアーチ部材が外空側に変位することで受働土圧状態となり、静止土圧よりも大きな水平土圧が作用している。

4. まとめ

本研究では、盛土施工過程における3ヒンジプレキャストアーチカルバートの変形挙動の分析を実施した。その結果、盛土施工時には設計で想定している変形モードと同様の変形挙動を示し、盛土高さが天端よりも大きくなった際には、アーチの天端から脚部にかけて静止土圧を上回る土圧が作用することが明らかになった。

【参考文献】1) 武田弘次, 丸山正, 種村弘栄, 村上猛: プレキャストアーチカルバートの施工とその挙動, 第32回地盤工学会研究発表会公演集, pp.2167-2168, 1997. 2) 澤村康生, 並川卓矢, 岸田 潔, 木村 亮: 2ヒンジプレキャストアーチカルバートに対する大型振動台実験, 第49回地盤工学会研究発表会, 2014.(投稿中)

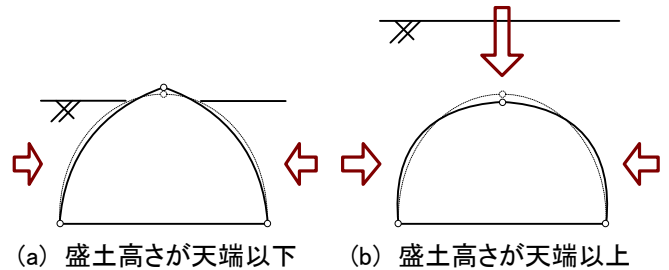


図4 施工段階における変形モード

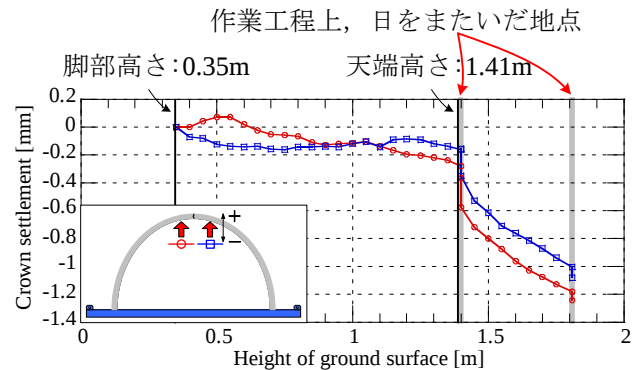


図5 天端鉛直変位の推移

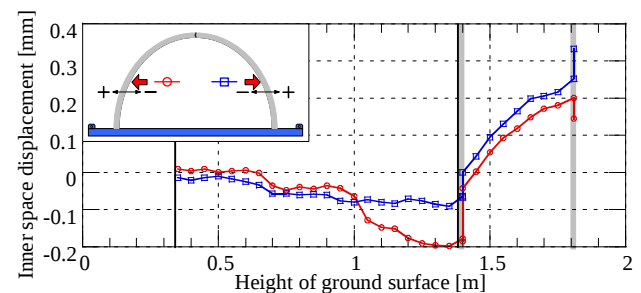


図6 肩部水平変位の推移

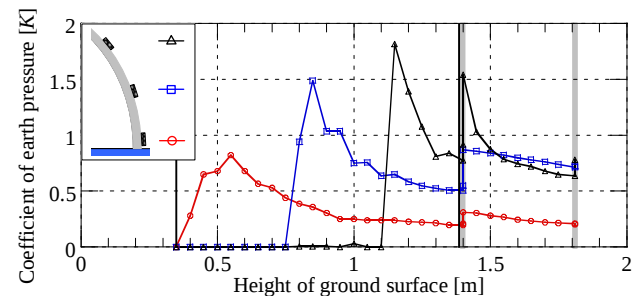


図7 盛土施工段階における土圧係数の推移