連続プレキャストアーチカルバート盛土のユニット間隔と耐震性に関する数値解析

京都大学大学院	学生会員	○澤村	康生		
京都大学工学研究科	正会員	岸田	潔,	木村	亮

1. はじめに

連続プレキャストアーチカルバート盛土は、単体のプレキャストアーチカルバートを複数連続して設置する盛土 構造である.同構造は盛土とアーチカルバートを含む複合構造であるため、地震時における相互作用を検証し、耐 震性について検討することは重要な課題である.これまで筆者らは、アーチカルバート同士の設置間隔(ユニット 間隔)に着目した動的遠心模型実験とその数値解析を実施し、耐震性に関する検討を行ってきた^{1)~3)}.しかしなが ら、実験では剛性土槽を用いたことや、土槽寸法の制約から2ユニット区間のみをモデル化していることなど、限 定した条件であるといえる.そこで本稿では、これまでと同様の数値解析手法を用いて3ユニット区間以上の場合 に対する弾塑性有限要素解析を実施し、ユニット間隔が耐震性に及ぼす影響について検討を行った.

2. 解析条件

本研究では、これまで実施した遠心模型実験^{1)~3)}と同様、7.5 mの砂質地盤上に砂質土を用いて 5.0 mの盛土工が 施工された場合を対象に数値解析を実施した.図1に連続プレキャストアーチカルバート盛土と本研究での解析対 象領域、図2 に解析メッシュと境界条件を示す.解析領域の底面は完全固定とし、側方は対象性を考慮して、左右 に等変位境界とした.解析ケースは、ユニット間隔 *L* をパラメータとして、アーチカルバートの高さ *H* に対して *L* = 0.25*H*, 0.5*H*, 1.0*H*, 1.5*H* の 4 ケースと、比較のためにアーチカルバートを含まない盛土のみの場合とした.解析ケ ースを表1に示す.地盤の構成モデルには subloading *t_{ij}* model⁴⁾を用い、砂質地盤、盛土共に密詰めの豊浦砂を想定 したパラメータを用いた.また、アーチカルバートは軸力依存性を考慮できる AFD model⁵⁾ (Axial-Force Dependent model)を用いてモデル化し、各パラメータは遠心模型実験^{1)~3)}で使用したカルバート模型の材料定数を用いた.入 力波は、遠心模型実験^{1),2)}においてプロトタイプ 1 Hz のパルス波を入力した際に、実際に振動台で計測された加速 度(最大加速度 282 gal)を解析領域の底部より入力した.

3. 解析結果

図3に、ユニット中央の最大加速度と最大 せん断ひずみの分布を示す.まず最大加速度 に着目すると、アーチカルバートを含む場合 は盛土のみの場合に比べて最大加速度が大 きくなる. ユニット間隔に関してはケース間 で大きな差は見られないが、 アーチカルバー ト設置面付近においてはユニット間隔が狭 い順に大きくなる. これらの結果は遠心模型 実験の数値解析結果でも同様であった^{1), 2)}. つぎに,最大せん断ひずみに着目する.盛土 のみの場合は基礎地盤と盛土の境界付近(-5 m付近)で最大となり、アーチカルバートを 含む場合ではアーチカルバート設置面より 下部の地盤において盛土のみのケースを越 えるような最大せん断ひずみが発生する.し かしこの結果は、遠心模型実験に対する数値



Case-0	Case-1	Case-2	Case-3	Case-4
盛土のみ	L=0.25H	L = 0.50H	L = 1.00H	L = 1.50H

キーワード アーチカルバート,盛土,有限要素法,動的解析

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-4-291 TEL:075-383-3136



解析とは異なる傾向である.遠心模型実験の数値 解析では,土槽側壁により左右の挙動が制限され るため,全体としてせん断ひずみが小さく,アー チカルバート設置面において盛土のみのケース を超えるようなせん断ひずみは発生しない^{1),2)}. 一方,本解析では,境界の左右を等変位境界に設 定することで境界の影響を緩和し,より実現象に 近い設定とすることで上述した最大せん断ひず み分布となった.その結果,ユニット間隔が狭い ほどアーチカルバート設置面や地表面付近のせ ん断ひずみが大きくなることが確認された.



の影響が大きくなることが確認された. つぎに、図4にアーチカルバートの右側脚部に最大曲げモーメントが発生する時刻における曲げモーメント分布

を示す.ここでは、3 つのアーチカルバートの内、中央に設置されたアーチカルバートに着目する.遠心模型実験 の数値解析では、アーチカルバートと土槽壁面との距離が小さいケースほど土槽壁面からの影響を強く受け、結果 としてユニット間隔によって曲げモーメント分布がわずかに異なる傾向にあった^{1),2)}.しかしながら、境界の左右 を等変位境界とした本解析では、中央のアーチカルバートでは、全断面においてユニット間隔によらず同様の曲げ モーメントが発生することがわかる.最大曲げモーメントが発生する右側脚部においても、各ケースにおける差は わずかに3%程度であり、ユニット間隔がアーチカルバートの覆工に与える影響は顕著でないことが確認された.

4. まとめ

本稿では、連続プレキャストアーチカルバート盛土において、3 ユニット区間をモデル化し、側方を等変位境界 とすることで対称性を考慮した数値解析を実施した.解析結果より、遠心模型実験の数値解析においては土槽側壁 の影響を受けるためにせん断ひずみの発生が抑制されるが、左右を等変位境界にすることで、盛土部分だけでなく アーチカルバート設置面より下部の基礎地盤においても大きなせん断ひずみが発生することを確認した.また、曲 げモーメントについても、左右を等変位境界とした本解析では、中央に設置したアーチカルバートにおいてはユニ ット間隔による影響は顕著でないことが確認された.なお、本研究の一部は、科学研究費補助金(No.21360024)の 助成を受けたものである.

参考文献 1) Sawamura et al.: Numerical approach on dynamic interactive behavior between embankment and installed multi-arch culverts, The 13th International Conference of International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics, 2011. (投稿 中) 2) 澤村ら:連続プレキャストアーチカルバート盛土のユニット間隔に関する動的遠心模型実験と数値解析, 第 46 回地盤工 学研究発表会, 2011. (投稿中) 3) 澤村ら:多ユニットアーチカルバート盛土の耐震安定性に関する動的遠心模型実験, 第 55 回 地盤工学シンポジウム論文集, pp.141-146, 2010. 4) Nakai et al.: A Simple Elastoplastic Model for Normally and Over Consolidated Soils with Unified Material Parameters, Soils and Foundations, Vol.44, No.2, pp.53-70, 2004. 5) Zhang et al.: Numerical prediction of the dynamic behaviors of an RC group-pile foundation, Soils and Foundations, Vol.42, No.3, pp.72-92, 2002.