

アーチカルバートを連続的に含む 景観性に優れた盛土構造の耐震性能評価と 災害復旧に関する研究



京都大学工学研究科 木村 亮

発表内容

1. プロジェクトの紹介
 - 連続アーチ盛土工法
 - 現在までの取り組み
2. H23年度実施事例①
 - 遠心模型実験による耐震性能評価【官・学】
3. H23年度実施事例②
 - 奈良国道における計測事例【産・官】
4. 本年度から始まる研究スキーム
 - 大型実験および数値解析による設計規範の構築

1.1 連続アーチ盛土工法

★連続アーチ盛土工法とは？

連続的にプレキャストアーチカルバートを配置した盛土構造物

- 地域の遮断、ダムアップ、風の遮断等の盛土構造物の課題を克服したもの
- 景観性に優れ、地元や利用者に親しみやすい構造。
- トンネル掘削などで発生する土砂を有効利用でき、プレキャストであるため施工性に優れている。
- 橋梁と比べて、安価である。



1.2 プロジェクト組織

★ 産

ジオスター(株)、日本ゼニスパイプ(株)、日本ヒューム(株)、ヒロセ(株)、日本興業(株)、(株)ニュージェック、(株)地域地盤環境研究所

★ 官

国土交通省近畿地方整備局道路部、滋賀国道事務所、奈良国道事務所

★ 学

京都大学工学研究科
大阪工業大学

★ アドバイザー

国土技術政策総合研究所
(独)土木研究所



1.3 これまでの歩み

★ 景観性に優れたアーチカルバートを用いた盛土構造に関する研究

- 不具合事例の整理【産】
- 実施工を想定した施工マニュアルの整備(2ヒンジタイプ)【産・官・学】
- 模型実験および数値解析による不同沈下対策の検討【官・学】
- 計測【産】



★ アーチカルバートを連続的に含む景観性に優れた盛土構造の耐震性能評価と災害復旧に関する研究

- 東日本大震災での被災事例の収集【産】
- 実施工を想定した施工マニュアルの整備(3ヒンジタイプ)【産・官・学】
- 継ぎ手部のせん断試験【産】
- 模型実験および数値解析による耐震性能評価【官・学】

1.4 平成23年度実施事項

- 遠心模型実験による耐震性能評価【官・学】
- 奈良国道における計測事例【産・官】

本日の発表内容



平成24年度終了

★ 大型実験および数値解析による連続アーチカルバート盛土の設計規範の構築

- 分割タイプのプレキャストアーチカルバートの接合部の地震時挙動
- 振動台実験 → 接合部を含むカルバート模型を用いる
- 近畿でのプロジェクトの枠組みを発展させる

1. プロジェクトの紹介

- 連続アーチ盛土工法
- 現在までの取り組み

2. H23年度実施事例①

- 遠心模型実験による耐震性能評価【官・学】

3. H23年度実施事例②

- 奈良国道における計測事例【産・官】

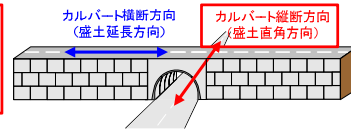
4. 本年度から始まる研究スキーム

- 大型実験および数値解析による設計規範の構築

2.1 カルバートの地震時挙動に関する検討

- ◆ カルバート横断方向
 - ・ 道路土工カルバート工指針の適用範囲外の大規模カルバート
 - ・ L2地震動に対する要求性能の明確化
 - ・ 土以外（流動化処理土など）の盛土材料

- ◆ カルバート縦断方向
 - ・ カルバート間の連結条件
 - ・ 坑口付近の挙動
 - ・ 覆工への断面力の伝達様式



研究の目的

- ・ カルバート同士の連結様式
 - ・ カルバートと壁面との相互作用
- カルバート縦断方向の地震時挙動に関する**基礎データの収集**

➡ **カルバート縦断方向に関する地震時要求性能の明確化**

2.2 カルバート縦断方向の地震時被害

カルバート縦断方向の被害事例



舗装の亀裂・段差・沈下



目地の開き

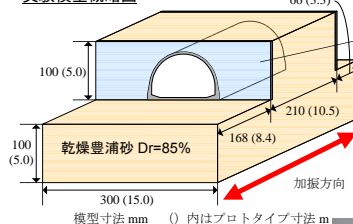
カルバート本体の被害は少なく、主な被害は**舗装の段差**や**目地の開き**など

➡ **道路機能の低下により道路ネットワークには大きな影響を及ぼす！！**

2.3 カルバート縦断方向の動的遠心実験

動的遠心模型実験 (50G)

実験模型概略図



実験対象



壁面パネル+カルバート盛土

壁面パネル模型

- ・ 壁面は**一体かつ剛**
- ・ 両側の壁面は連結部材により**等変位条件**



2.4 実験ケースと入力波形

実験ケース

Case-0	Case-1	Case-2	Case-3
カルバートなし	基本ケース 壁面とカルバート：分離 カルバート同士：連結	カルバート連結の影響 壁面とカルバート：分離 カルバート同士：分離	坑口付近の挙動 壁面とカルバート：連結 カルバート同士：連結

入力波形

- ①ホワイトノイズ (広範囲の見積り)
- ②パルス波 (1Hz 正弦波1波) → 基本的な挙動の把握
- ③連続波 (振幅一定の正弦波 or 振幅が大きくなる正弦波) → 位相のずれ, 高い応力レベル

カルバート同士 カルバートと壁面を連結

2.5 カルバートの有無および連結様式の影響

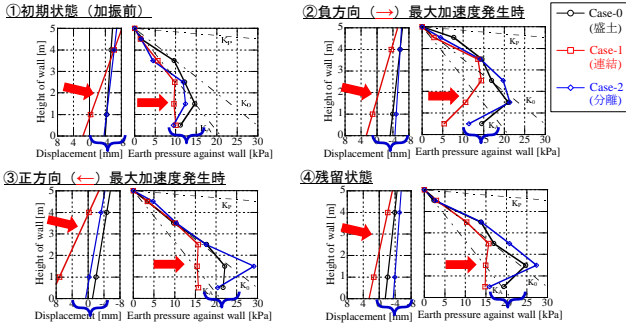
Case-0	Case-1	Case-2	Case-3
カルバートなし	基本ケース 壁面とカルバート：分離 カルバート同士：連結	カルバート連結の影響 壁面とカルバート：分離 カルバート同士：分離	坑口付近の挙動 壁面とカルバート：連結 カルバート同士：連結

基本ケース

カルバート同士分離

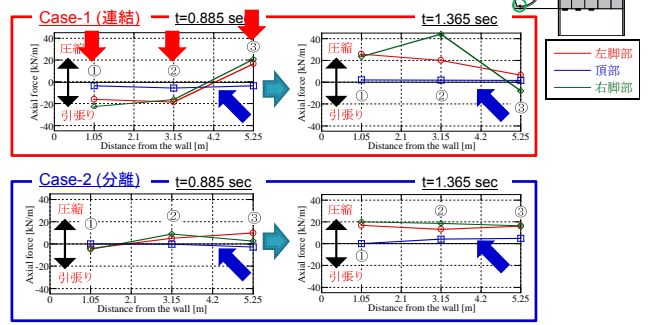
※ **壁面とカルバートは分離されている！**

2.6 坑口付近の挙動



- ◆ Case-1 (カル連結) は壁面変位が大きい (特に壁面下部) ← 一体化により大きな慣性力
 壁面の変動が大きくなった分、他のケースと比較して土圧が小さい
- ◆ Case-2 (カル分離) は壁面変位・土圧ともにCase-0と同様の傾向 ← 覆工がそれぞれ独立に挙動

2.7 縦断方向への断面力の伝達



- ◆ カルバートを縦断方向に連結した場合 (Case-1)、圧縮および引張りが交互に生じる。
- ◆ カルバートを縦断方向に分離した場合 (Case-2)、引張り力はほとんど発生しない。
- ◆ 頂部の断面力はCase-1、Case-2ともに変動は小さい ← 土被りが小さいため

2.8 カルバート縦断方向の遠心実験のまとめ

まとめ

- ① カルバート同士を一体化した場合、覆工には圧縮と引張りが交互に発生。
 → 目地の開きを起こす原因となる力
- ② カルバート同士を縦断方向に分離した場合、覆工には圧縮力のみが作用。
 さらに壁面への影響は少なくカルバートを含まない場合に近い挙動を示す。
- ③ カルバート同士を一体化した場合、本実験の範囲内ではカルバートを含む影響は主に壁面変位に表れ、土圧は小さくなる。
 → ただし壁面の挙動が拘束された場合には、大きな壁面土圧が発生する可能性。
- ④ 壁面とカルバートを連結すると、壁面土圧による押出・引張力が覆工に作用。
 → 脚部だけでなく頂部の断面力にも注意が必要。

今後の課題

- ◆ 高土被り条件下での挙動

1. プロジェクトの紹介

- 連続アーチ盛土工法
- 現在までの取り組み

2. H23年度実施事例①

- 遠心模型実験による耐震性能評価【官・学】

3. H23年度実施事例②

- 奈良国道における計測事例【産・官】

4. 本年度から始まる研究スキーム

- 大型実験および数値解析による設計規範の構築

3.1 計測の目的

- ★ 景観性に優れたアーチカルバートを用いた盛土構造に関する研究
- 模型実験および数値解析による不同沈下対策の検討
- ※ 地域の遮断、ダムアップ、風の遮断等の盛土構造物の課題を克服したものであり、さらに、景観性に優れ、地元や利用者に優位性や利便性を示すことができるものである。

アーチカルバートの設計
 アーチカルバートを梁、周辺地盤を地盤ばねでモデル化した2次元フレーム解析

※ 実現場において多連アーチカルバートの応力・変形を調べ、設計値と比較して設計方法の妥当性を検証した例はほとんどない。

- ① 各盛土段階における多連アーチカルバートの応力・変形挙動の現場計測を実施。
- ② 多連アーチカルバートの設計値との比較 → 本設計手法の検証

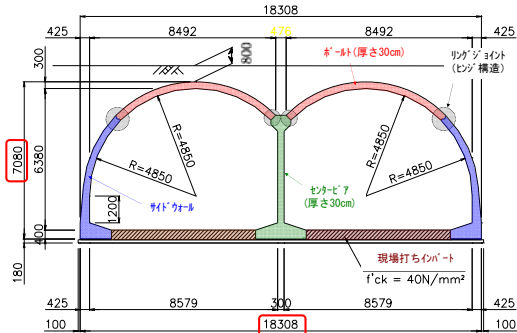


3.2 計測現場位置

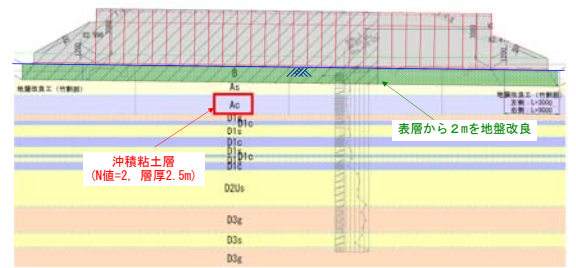
京奈和自動車道 大和御所IC
 2連アーチカルバート



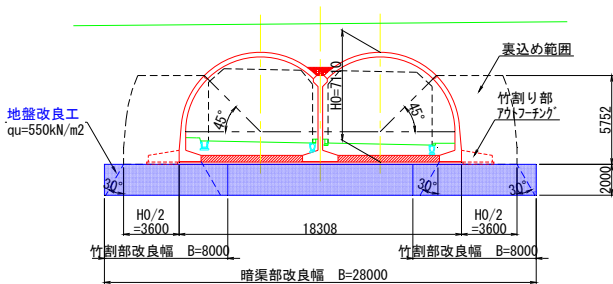
3.3 アーチカルバートの構造図



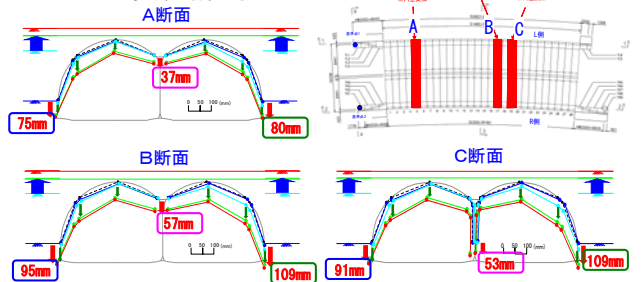
3.4 基礎地盤の状況



3.5 地盤改良範囲

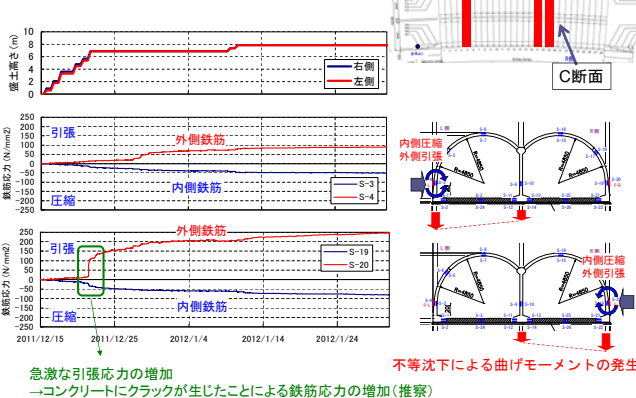


3.6 内空変位計測



左サイドウォール部 75~95mm センターピアー部 37~57mm 不等沈下 38~56mm
 右サイドウォール部 80~109mm
 沖積粘土層の盛土に伴う圧密沈下

3.7 サイドウォール鉄筋応力



3.8 計測値と設計値の比較

