

## 動的解析による3ヒンジアーチカルバートの耐震性の評価

東京都立大学大学院 学生会員 阿部昌弘  
 東京都立大学大学院 正会員 西村和夫・土門 剛

### 1. はじめに

本論が対象とする3ヒンジアーチカルバートは、短スパン橋梁や現場打ちボックスカルバートに代わるものとして開発されたアーチ構造物である(図1)。3ヒンジアーチカルバートの主要部材はプレキャストで作成されるため、作業性向上や工期を大幅に短縮し、土木工事の省力化を可能なものとする。構築方法は、3ヒンジ構造のアーチ部材を組み立ててその周辺に盛土していき、最終的に盛土とアーチ部材を一体化させる。

現在、このカルバートの施工例が増えてきており、実際の構造物による計測値との比較研究が行われている段階にある。しかし、振動特性に関する研究はあまり行われていないのが現状である。

そこで本研究では、構造物の非線形挙動を考慮することのできる動的解析により、耐震性能の評価および検討を行うものとする。特に、地震時におけるカルバートと盛土間の滑り・剥離を模擬するジョイント要素の効果、及び基盤剛性を変化させ基盤と盛土間の剛性差による影響を調べる。

### 2. 解析方法

#### (1) 解析概要

解析は要素特性の非線形性を表現できる2次元FEMモデルによる時間領域での動的解析を行った。材料特性は基盤を線形、盛土を非線形(Hardin-Drnevichモデル)として解析を行う。また、盛土のせん断波速度を $V_s = 100\text{m/s}$ とし、構造物はトンネル直径12m、土被り12mのアーチカルバートを想定し、トンネル覆工は梁要素としてモデル化した。地盤とトンネル間の剥離・滑りはジョイント要素(図2)を用いて表現するものとしその設定条件を以下に示す。ジョイント要素の剛性は地山の100倍とした。

なお、入力波は現象を単純化するために100galの正弦波を用いる。また、本研究では、トンネル覆工に最も厳しい条件下での評価を行うため、地盤を共振状態にさせる。そのため、まず地盤の固有振動数を求めるために固有値解析を行い、そこで得られた値を用いる。

#### (2) 解析ケース(表1)

基盤と盛土の剛性差がカルバートの挙動に与える影響を調べるために、基盤のせん断波速度を $V_s = 100, 150, 200, 350, 700$ とした5ケースと、それぞれジョイントの有無を考慮して計10ケースの解析を行った。

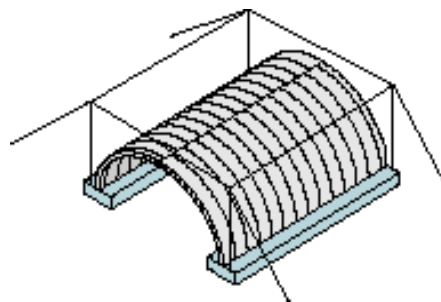
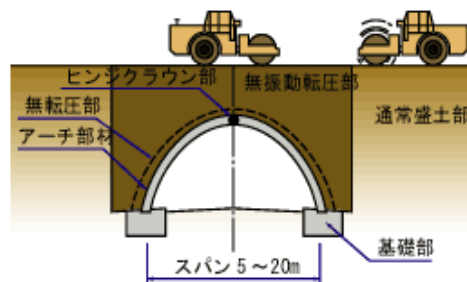
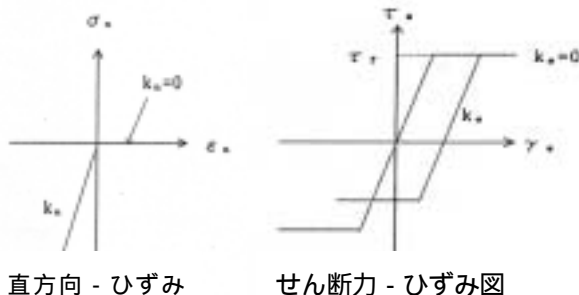


図1 3ヒンジアーチカルバート概略図



直方向 - ひずみ      せん断力 - ひずみ図

図2 ジョイント要素特性

表1 解析ケースと応答変位

ケース	ジョイント要素	基盤 $V_s$ (m/sec)	応答変位 (m)
1		100	0.0954
1'	x		0.0947
2		150	0.0551
2'	x		0.0551
3		200	0.0308
3'	x		0.0315
4		350	0.0298
4'	x		0.0290
5		700	0.0294
5'	x		0.0288

キーワード：3ヒンジアーチカルバート 動的解析 ジョイント要素 基盤剛性

連絡先：住所：〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 0426-77-1111 内線 4567

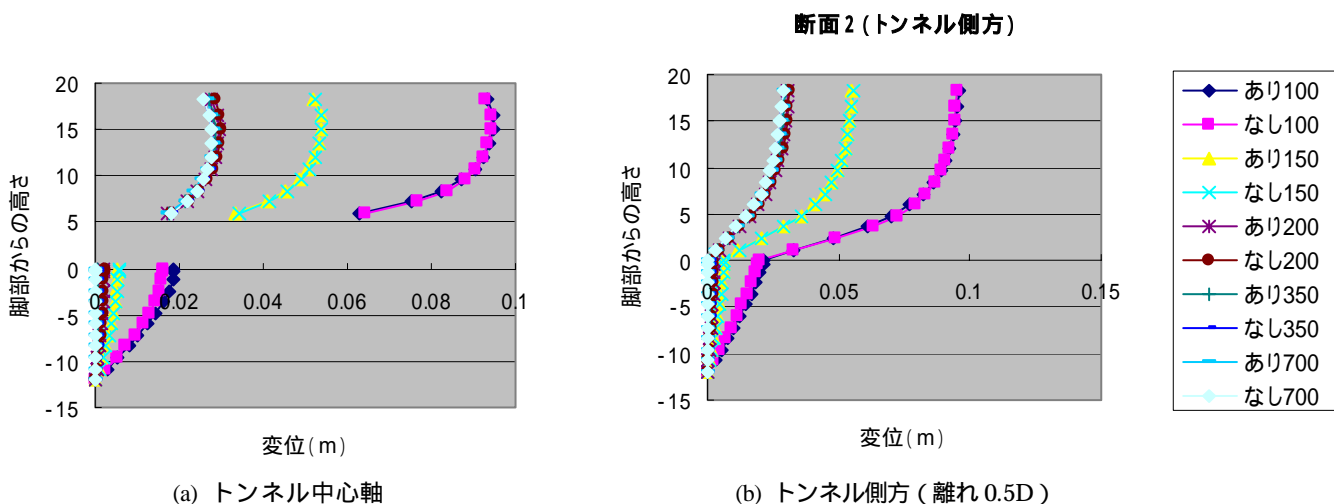


図3 応答変位分布

### 3. 解析結果

#### (1) 応答変位

解析ケースごとのトンネル中心軸上およびトンネル側方（離れ約 0.5D，D:直径）における地中内応答変位分布を図 3(a)および(b)に、トンネル中央上の地表における応答変位を表 1 の最右列に示す。これより変位に関してはジョイントの有無による影響はほとんど無いものと思われる。

基盤剛性に着目すると  $V_s=200$  でほぼ収束し、それより大きい値でも応答変位はほとんど変わらない。

#### (2) 断面力

各ケースの最大軸力、最大曲げモーメントをそれぞれ図 4、図 5 に示す。まず、軸力についてジョイント要素の効果についてみると、 $V_s = 100$  のときは多少差が出るが、そのほかのケースにおいてはほとんど差が見られない。さらに基盤のせん断波速度に着目すると軸力においても  $V_s = 200$  程度で収束しているのが分かる。

つぎに曲げモーメントに着目すると、これも応答変位、軸力と同様にジョイント要素の効果は得られず、 $V_s = 200$  程度で収束しているのがわかる。

#### 4. まとめ

本解析ではジョイント要素の効果はほとんど見られなかった。しかし、それは今回の解析では入力波が 100gal であったため、滑り・剥離が生じる前の段階であったのではないかと考えられる。そのため、L2 地震を考慮した実地震動による解析を行う必要があると思われる。また本解析ではジョイント要素の剛性を盛土の 100 倍として行ったが、それで実際の剛性を模擬できているかは疑問が残っている。そのためジョイント要素の剛性をより正確にモデル化できるよう詳細な研究が必要であろう。

基盤剛性については、盛土材に比べ、せん断波速度で 2 倍程度で地盤応答、断面力ともに収束した。

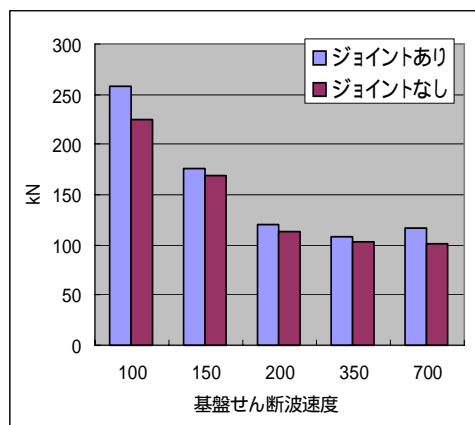


図4 最大軸力

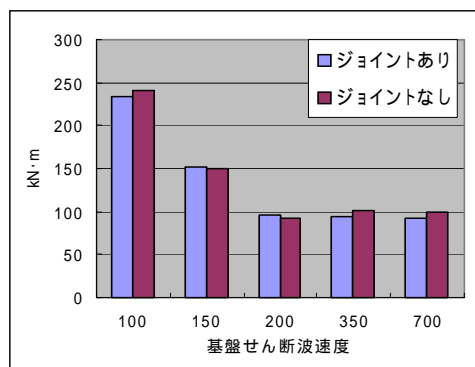


図5 最大曲げモーメント