

東京大学生産技術研究所 正会員 田村 重四郎
 国鉄 構造物設計事務所 正会員・土井 博己
 国鉄 東京オーエ事務局 斎藤 明夫

1. はじめに

著者等はシールドトンネルの耐震性を検討するため、実験解析、数値解析を進めており、第32回大会において振動実験を発表した。その後、トンネルの地表からの深さ、セグメントの種類、継手方法および入力地震動を変えて、トンネル横断面内のセグメントの地震時歪を数値解析によって調査した。ここでは主として、トンネルの建設深さ及びセグメントの継手が歪におよぼす影響を調査したので報告する。

2. 計算条件

本解析で対象としたのは江東地区の3地点で、いずれも深い軟弱地盤^{沖積層(31~40m)}でありトンネル上端までの深さは、夫々18m(A地点)、14m(B地点)、11m(C地点)である。解析モデルは単線双設シールドトンネルで、外形9.4m、セグメントの継手方法は剛度、回転パネ、ヒンジの3種類とした。解析では有限要素法を用い、入力波形としては1968年十勝沖地震、エルセントロ地震、1978年宮城県沖地震の3加速度波形を使用した。解析ケースは右表に示す。

地点	セグメント	継手方法	入力地震動	解析結果
A地点	3279+4	剛度	○	○
		回転パネ	○	○
		ヒンジ	○	○
B地点	3279+4	剛度	○	○
		回転パネ	○	○
		ヒンジ	○	○
C地点	3279+4	剛度	○	○
		回転パネ	○	○
		ヒンジ	○	○

3. 計算結果

図-1はA地点の3次の卓越振動の変位モードである。双設トンネルであることの影響が、トンネル周辺のモードに認められる。地層厚とトンネル建設深さの関係により、変位は大きく変わり、セグメントの継手による変化は顕著には認められない。図-2、図-3はA地点の剛接継手とヒンジ継手の場合の1次～3次の卓越振動の歪モードである。図-3ではヒンジ継手で曲げ歪が0になるため、図-2の場合と比べて歪分布形状はかなり異なっているが、両者とも上下斜め方向に歪の最大値が生じることは共通している。卓越振動が高次になるに従い分布全体が時計廻りに僅かに回転する傾向が認められる。図-4は1968年十勝沖地震に対するトンネルの横断面の歪の時刻歴応答を示している。この図から45°方向に最大歪が生じ、また歪分布に対し1次振動が最も強い影響を与えていることがわかる。これはセグメントの継手方法、トンネル建設深さ及び入力地震波に関係がない。

図-5はA地点でセグメントの継手方法が変わった場合、図-6は3地点で剛接継手を採用した場合、夫々最大加速度を200galとした1968年十勝沖地震を入力したときの絶対最大歪を表わしている。これらの図から最大歪はA地点で剛接継手の場合に生じ、ヒンジ継手の場合は剛接継手より20%～50%減少していることがわかる。またトンネルの建設深さにより歪応答値は変化するが、歪分布形状はそれ程変化しない。

4. 考察

トンネルの建設深さおよびセグメントの継手方法により、トンネル周辺地盤の地震時の挙動は影響されるが、その範囲はトンネルの極く周辺に限られ、巨視的にみた地盤の挙動には殆んど影響がない。セグメントに生ずる歪分布形状は、本解析の場合の表層厚とトンネルの直径の関係を前提として、地震動の種類には殆んど関係ないが、セグメントの継手方法および継手の位置には強い関連があり、またトンネルの変形は主に曲げ変形によることがわかる。A地点に着目すると、図-6に示される応答歪の分布は図-2の1次の卓越振動の歪モードに幾何学的によく類似しており、地震応答では1次卓越振動が大部を占めることがわかる。しかしトンネルが相対的に地表に最も近く建設されているC点の場合は地盤の2次の卓越振動の影響が時刻歴応答では認められる。歪の大きさはセグメントの継手方法により変り、最大歪は剛接継手の場合に、トンネル中により略々斜め上下方向の部分に発生する。また地震動の種類も最大歪に強い影響を与える。

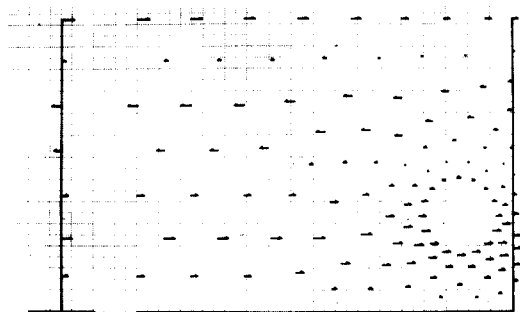


图 - 1

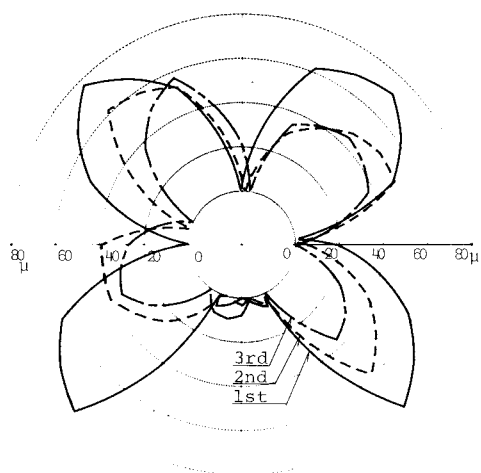


图 - 2

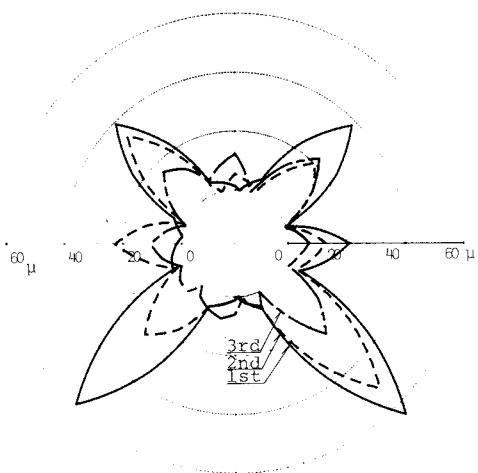


图 - 3

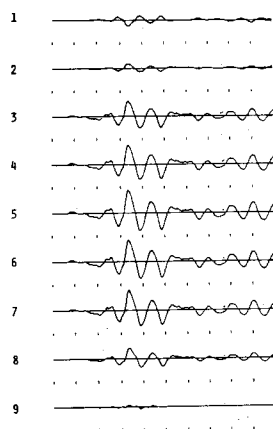


图 - 4

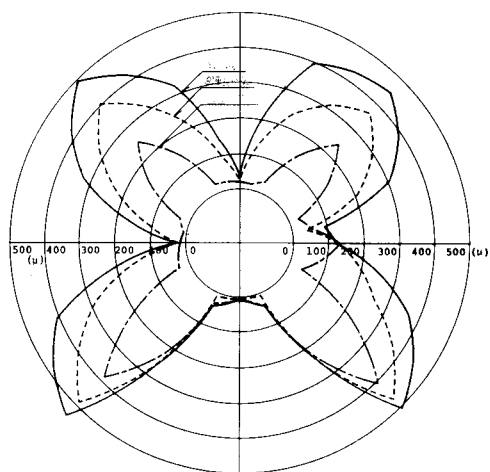


图 - 5

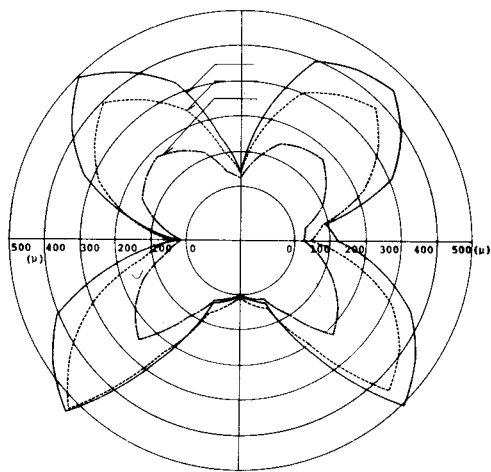


图 - 6