

Ⅲ-B113 シールドトンネル横断方向の模型振動実験とその応答解析
—— セグメント継手の影響を考慮した場合；地震波入力 ——

早稲田大学 正会員 小泉 淳
早稲田大学 学生員 水野光一郎
早稲田大学 学生員 何 川
早稲田大学 学生員 釜范真人

1. はじめに

シールドトンネル横断方向の地震時挙動は入力波によって異なるが、入力波として正弦波を用いる場合のシールドトンネルの挙動については、すでに検討を行い一応の知見を得ている¹⁾。本研究はこれに続くものであり、セグメント継手を考慮した実験模型を用い、入力波として実地震波を用いる場合を検討したものである。

2. 模型振動実験の概要

実際のシールドトンネルに相似則を適用し、実験模型の諸元を決定した²⁾。地盤材料にはシリコーンゴムを、トンネル材料には高密度ポリエチレンを用いた。また、セグメント継手によるリング剛性の低下を断面に切欠きを設けて評価した。トンネル模型は切欠きを設けた長さ10cmのポリエチレン管を7個接続することでモデル化した。実験には地盤のみの模型とトンネルを埋設した模型とを用い、水平方向に加振して、地盤の加速度、変位およびトンネルに発生するひずみを計測した。入力地震波は「八戸」「エルセントロ」および「神戸海洋気象台」の3種類を用い、相似則に基づき時間間隔を1/10として入力した。基盤における最大振幅は300galとしている。実験模型の概要は参考文献^{1) 2)}を参照されたい。

3. 各種解析法の概要

これまでの研究で得られた成果³⁾をもとに実験結果を対象として二次元動的FEM解析、二次元静的FEM解析およびはり-ばねモデルを用いた応答変位法による解析を行った。これらの解析方法、諸元は参考文献¹⁾と同様である。

4. 各種解析法の耐震設計法への適用性

図1および図2は実験結果と解析結果とを曲げモーメントと軸力について示したものである。動的FEMによる方法は、入力波として実地震波を用いた場合も実験結果と高い精度で一致した。

静的FEMによる方法では、側方境界の位置をトンネルの側方1Dとして解析を行った。その結果、エルセントロと八戸の地震波を対象とした場合には、実験値とよく一致するが、神戸地震波を対象とした場合には、曲げモーメントおよび軸力ともに実験値に比べて小さく算出された。これは神戸地震波の変位振幅が他の地震波に比べて小さいため、側方境界の位置を1Dとし境界位置に強制変位を与える方法では地盤の応力状態を十分に表現できないことを示している。入力波に正弦波を用いた場合には、側方境界の位置とトンネルの剛性とを変化させて実験値に合うようにその範囲を決定したが、境界位置を決定するパラメーターとして、入力させる地震動の振幅についても検討を行わなければならない。しかし、これら3種類のパラメーターを用いて側方境界の検討を行う必要があるとすれば、入力波ごとに検討を行わなければならない静的FEMモデルは汎用性を失うものと思われる。

はり-ばねモデルによる応答変位法では、地盤変位と周面せん断力の両方を外力として作用させれば、軸力が多少小さく算出される場合があるものの、高い精度で実験結果と一致した。

キーワード：シールドトンネル 振動実験 耐震設計 有限要素法 はり-ばねモデル

連絡先：〒169-0072 東京都新宿区大久保3-4-1 早稲田大学理工学部土木工学科小泉研究室 Tel 03-3204-1894

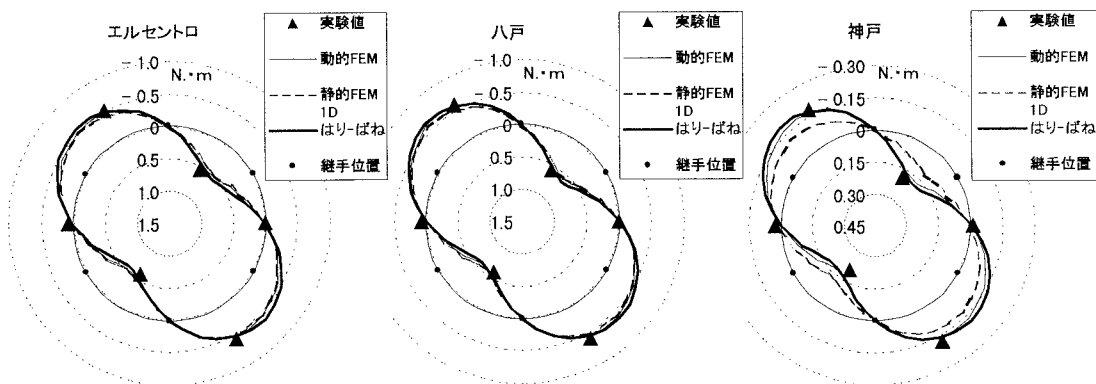


図1 曲げモーメント図

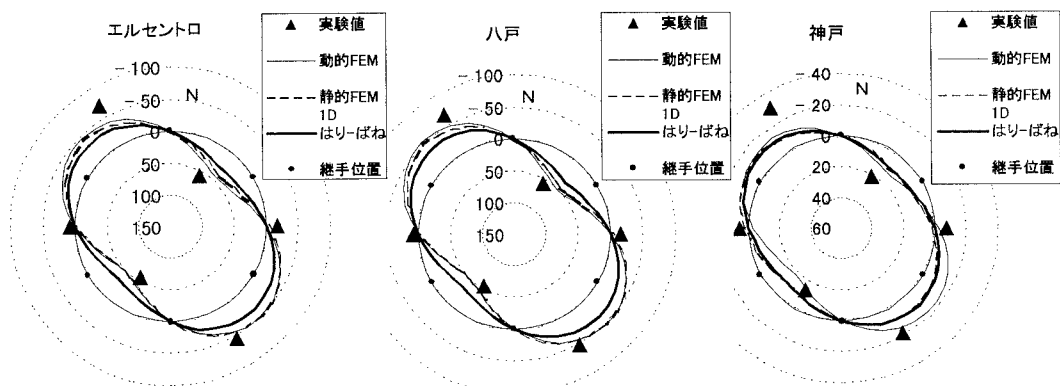


図2 軸力図

5. まとめ

継手を考慮したモデルによる振動実験とその解析結果から以下のような結論が得られた。

- ① 動的 FEM による方法は、実地震波を入力する場合においても実験結果をよく説明できる。
- ② 静的 FEM による方法は、地震波によっては発生する断面力が過小評価される。このため地震波に応じた解析領域を適切に定める必要があり、やや汎用性に欠けるものと思われる。
- ③ はりばねモデルを用いた応答変位法は、外力として地盤変位と周面せん断力とを考慮すれば、実験結果をよく説明できる。

本報告は、セグメントリングをいも継ぎに組み立てた場合を対象としたものであるが、これを千鳥組とした場合には、二次元の動的 FEM による方法や静的 FEM による方法はそのまま適用できない。一方、はりばねモデルを用いた応答変位法は、構造モデルが簡便であり、千鳥組したリングへの適用も可能であることから、とくに有用性が高いと予想される。今後は千鳥組されたリングや二次覆工されたリングについても同様な検討を加えてゆく予定である。

～参考文献～

- 1) 小泉, 水野ら: シールドトンネル横断方向の模型振動実験とその解析 (正弦波入力) 第 54 回年次学術講演会, 1999 年 9 月
- 2) 釜淵, 何, 小泉ら: シールドトンネル横断方向の耐震性について 第 53 回年次学術講演会, III-B180, 1998 年 10 月