

## I - B 404

## スリップ層を有する幅広開削トンネルの模型振動実験

日建設 正 川満 逸雄、正 杉山 郁夫  
 鉄道総合技術研究所 正 羽矢 洋、正 西山 誠治  
 同 正 室谷 耕輔、正 西村 昭彦

## 1. はじめに

兵庫県地震により地下鉄構造物が被害を受けて以来、開削地下構造物の耐震設計の重要性が認識され、実際に耐震設計が実行されている。一般に、開削地下構造物の耐震設計は応答変位法により行われている。同法では、構造物に作用させる外力として①構造物に作用する慣性力、②地盤変位にともなう土圧、③地盤変形にともなう周面せん断力が挙げられる。これらの外力のうち②と同程度に③周面せん断の占める割合が大きいと言われている。特に、駅部のように幅広の開削構造物の場合、この傾向がさらに大きくなり構造物材諸元の決定要因になる場合が多くなっている。本実験は、このような幅広構造物に作用するせん断力を計測するために模型振動実験を行ったものである。さらに、周面せん断力の低減のために地盤と構造物の間にスリップ層を挿入した場合の実験も行い、その効果の確認を行った。

## 2. 実験概要

実験は、N値3～5程度の粘性土を想定したシリコン地盤の中に開削トンネルとして1層3径間のモデルを埋め込み振動台により加振実験を行った。図-1に模型実験モデルを、表-1にシリコン地盤の物性値を示す。計測は地盤内部およびトンネルの加速度、中壁のひずみおよびトンネル模型の外周に沿って並べた2方向ロードセルからの反力である。トンネル模型はアルミ板によって作成したフレームに、フレームに作用する土圧およびせん断力が計測できるように受圧板を付けた2方向ロードセル配置した。中壁は厚さ10mmのブタジエンゴムで作成した（図-2）。スリップ層は、シリコン地盤と受圧板の間にテフロンシートを挿入した。実験は構造物のスリップ層の挿入位置により3ケース実施した。表-2に実験ケースを示す。なお、比較のため

表-1 模型地盤物性値

|                                | 実地盤   | 模型地盤 |
|--------------------------------|-------|------|
| せん断弾性係数 (kgf/cm <sup>2</sup> ) | 375.0 | 1.2  |
| 単位体積重量 (t/m <sup>3</sup> )     | 1.8   | 1.0  |
| ポアソン比                          | 0.40  | 0.50 |
| 表層地盤厚 (m)                      | 18.75 | 0.75 |

表-2 実験ケース

|        |             |  |
|--------|-------------|--|
| CASE-1 | 1 層<br>3 径間 |  |
| CASE-2 |             |  |
| CASE-3 |             |  |

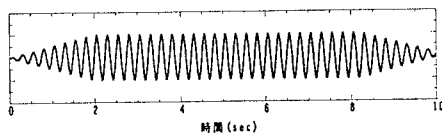


図-3 入力波形 (4.0Hz 正弦波)

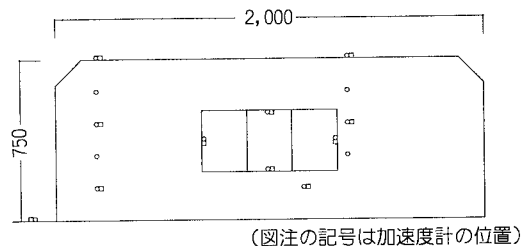


図-1 模型実験モデル

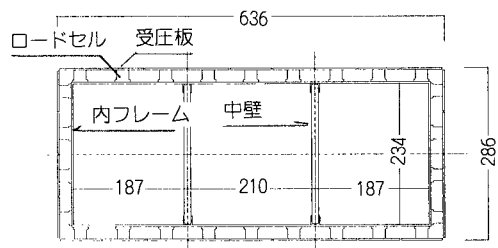


図-2 トンネルモデル

キーワード：開削トンネル、振動実験、免震、シリコン地盤、周面せん断力

連絡先：〒112-8565 東京都文京区後楽 2-1-2、TEL03-3813-3361、FAX03-3817-0517

め2径間のモデルの実験も実施している。入力波形は、シリコン地盤の再利用を考え弾性範囲の加振とし、4Hzの正弦波で最大加速度 60Gal とした（図-3）。

### 3. 実験結果

図-4 に各ケースのシリコン地盤内の最大加速度分布を示す。また、表-3 にトンネル内加速度計の最大加速度を示す。加速度応答に関しては CASE-1 と CASE-3 はほとんど同じであり、CASE-2 は小さな応答となっている。図-5 にトンネル周囲に作用する鉛直力とせん断力に関して上床版と下床版の変位差が最大となる時刻（上床版が右に移動）における値のグラフを示す。グラフには計器を集中的に配置した右半分のみを表示している。同図でも CASE-1 と CASE-3 は同じ傾向を示している。また、CASE-2 の側壁部は地盤とトンネルの接続を切断しているため、上部では鉛直反力がなく地盤の変位が先行していることを示しており、その影響でせん断力も発生していないことがわかる。この事より、上床版および側壁にスリップ層を挿入することにより、免震効果を期待できる可能性が有ると思われる。また、反対に上床版のみにスリップ層を挿入するのでは、免震効果は期待できないと考えられる。構造物に作用するせん断力は各作用面での値は一定でなく複雑な形状を示している。特にコーナー部や中壁部のように支持されている部分でのせん断力は小さく、支点間では大きな値になる傾向を示している。

### 4. まとめ

シリコン地盤を用いた幅広開削トンネル模型の振動実験をおこなった。その結果、スリップ層を上床版のみでなく側壁に挿入することにより免震効果を期待できることが明らかになった。今後は、この効果の解析および、設計法への適用を検討して行く予定である。

本実験は、財団法人鉄道総合技術研究所と株式会社日建設計とが共同で実施したものである。

### 参考文献

羽矢他、開削トンネル模型振動実験結果  
（その1）実験概要および結果、第33  
回地盤工学研究発表会、1998

表-3 トンネル内の最大加速度 (Gal)

|        | 上床版 | 下床版 | 左側壁 | 右側壁 |
|--------|-----|-----|-----|-----|
| CASE-1 | 174 | 38  | 110 | 120 |
| CASE-2 | 134 | 44  | 73  | 67  |
| CASE-3 | 169 | 37  | 105 | 111 |

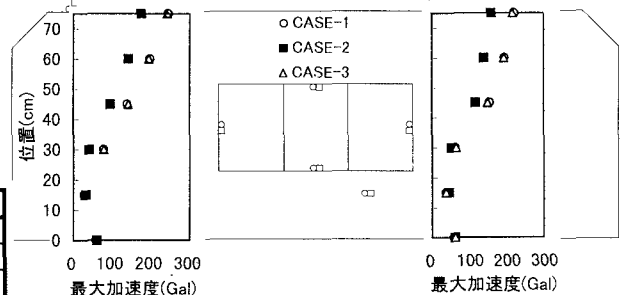


図-4 最大加速度分布

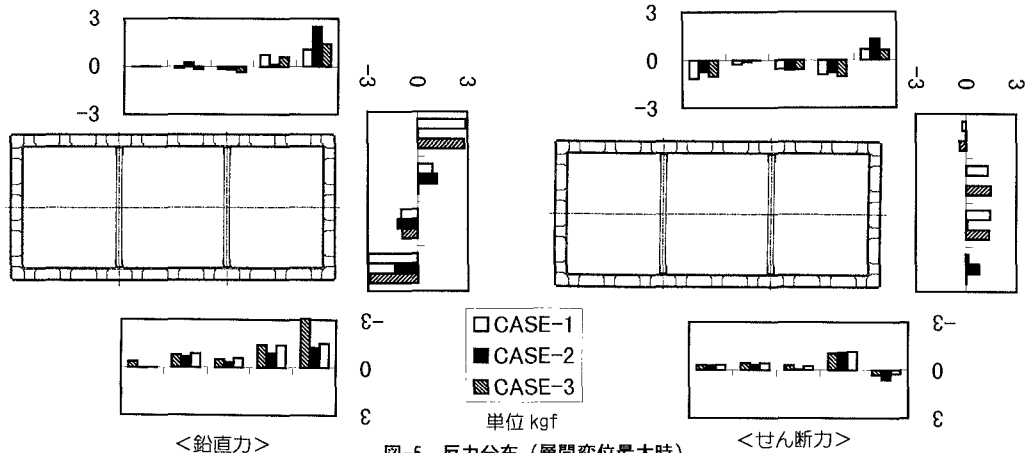


図-5 反力分布（層間変位最大時）