

III-54

シールドトンネルの模型振動実験について（その5）

—トンネルの断面力について—

日本シールドエンジニアリング 深井直光

東急建設 高松伸行・早稲田大学 小泉 淳

早稲田大学 大井 純・村上博智

1. はじめに

本報告は、模型振動実験から得られたトンネル断面力の実験結果と提案した解析モデルに応答変位法を用いて求めた解析結果との比較を行ない、これに考察を加えたものである。

2. 検討概要

文献1)で示した実験において、一次覆工を対象とした実験（実験C1）では9断面で、二次覆工されたトンネルを対象とした実験（実験C2）では5断面で、地層変化点を中心にトンネルに発生するひずみを測定した（図-1）。各断面では、文献1)の図-1に示すように、一次覆工と二次覆工それぞれの鉛直・水平方向4箇所にひずみゲージを貼付した。本実験で用いたひずみゲージ（ペーパーゲージ）は低弾性体である一次覆工模型よりも剛性が高いため、測定されたひずみは真の値よりも小さくなる。したがって、一次覆工のひずみは、あらかじめ一次覆工模型単体の軸引張試験と軸圧縮試験および二次覆工されたトンネル模型単体の軸引張試験と軸圧縮試験を行ない、模型の変形量から得られるひずみと、ひずみゲージにより測定されたひずみの値とから換算係数を求め、一次覆工のひずみ値の補正を行なっている。一次覆工のみを対象とした実験の換算係数 α は $\alpha=7.16$ で、二次覆工されたトンネルを対象とした実験の換算係数 β は $\beta=5.28$ であった。各断面における断面力を算定するにあたっては、軸方向加振時の軸ひずみは、断面の4箇所で計測した値がほぼ同じで、曲げ成分は無視しうる範囲であったので4つの値を平均して求めた。また、軸直角方向加振時の曲げひずみは、水平方向2つの軸方向ひずみを曲げひずみと軸ひずみに分離して求めた。このようにして求めた軸直角方向加振時の軸ひずみは曲げひずみに比べて小さく無視しうるものであった。

3. 実験結果とその考察

図-2(a)、(b)は実験C1の沖積層の共振時における断面力の実験結果と解析結果とを比較したものである。図-3(a)~(d)は実験C2についての同様の図である。図中、黒丸印は実験結果を、実線は解析結果を示す。実験結果は、沖積層地表面の加速度が最大となる時刻での各断面の断面力を示している。これらの図より、実験C1では解析結果は実験結果をよく説明しているが、実験C2では軸直角方向加振時に実験結果と解析結果とは概ね一致しているのに対して軸方向加振時には解析結果の方が実験結果よりも大きな値を示している。

4. 振動実験結果のまとめ

以上、文献1)~4)と本報告の結果から得られた知見をまとめて列挙すれば以下のとおりである。

- ① トンネル軸直角方向に加振した場合には、トンネルの剛性の如何にかかわらずトンネルを埋設した場合の地盤の挙動は、地盤だけの振動時の挙動とほとんど同じである。
- ② 軸方向に加振した場合には、トンネル周辺の地盤はトンネルの剛性の影響を受け、地盤だけの振動時の挙動と異なる挙動を示す。
- ③ 一次覆工のみの実験では、軸方向加振時のひずみの最大応答は軸直角方向加振時のひずみの最

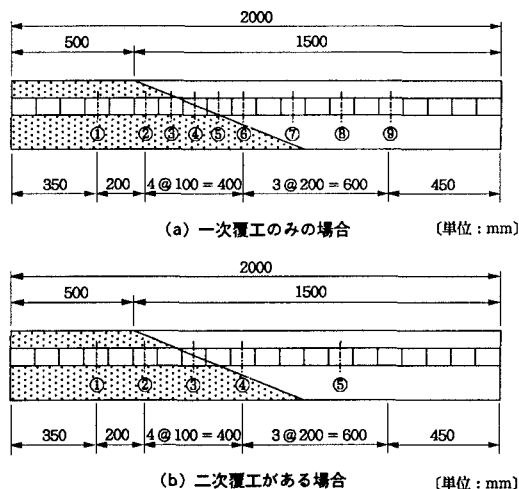


図-1 ひずみ計測断面

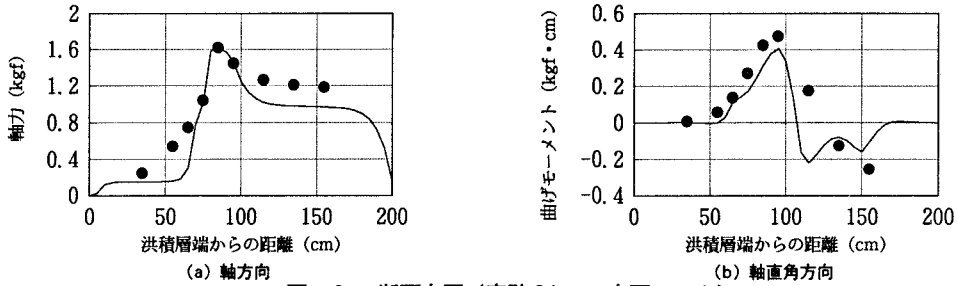


図-2 断面力図（実験C1 一次覆工のみ）

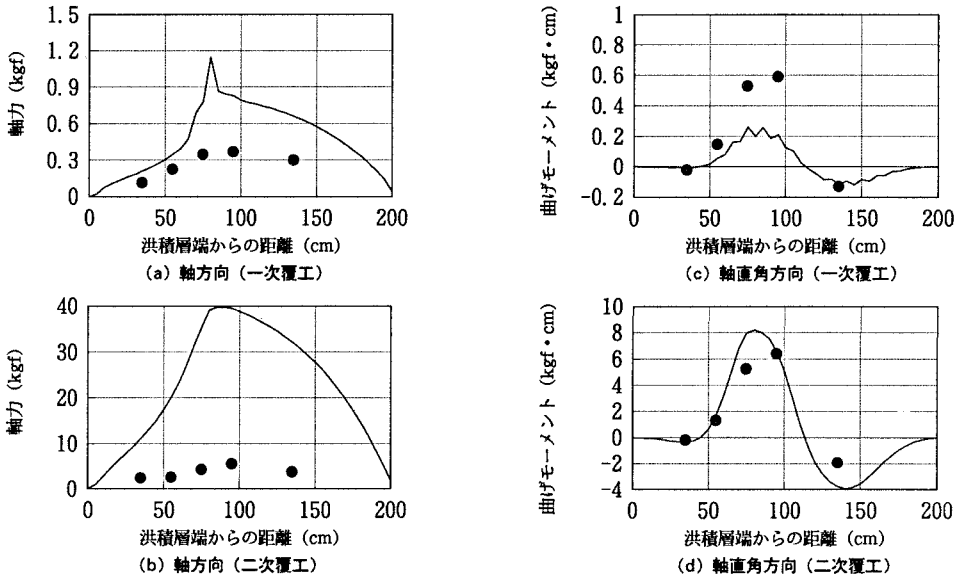


図-3 断面力図（実験C2 二次覆工あり）

大応答の約4倍である⁴⁾。

④軸方向加振時には、二次覆工などによりトンネルの剛性が大きくなると地盤変位の伝達率が小さくなると考えられ、トンネルに発生するひずみは低減される。

⑤地盤模型の挙動がトンネルの剛性の影響をほとんど受けない場合には、トンネルの変位や断面力の実験結果と解析結果とはよく一致しており、本研究で提案した解析方法の妥当性を確認できた。

5. おわりに

トンネル軸直角方向の地震の場合や、トンネル軸方向の地震でもトンネルの剛性が小さい場合には提案した解析モデルを用いてトンネルの挙動をよく説明できると考えられるが、トンネルの剛性がかなり大きい場合にトンネル軸方向から地震が作用するときには、トンネルと地盤との相互作用の評価方法に今後さらに検討すべき課題があるものと考えられる。

参考文献

- 1) 小泉 淳・高松伸行・深井直光・大井 純・村上博智：シールドトンネルの模型振動実験について（その3）、土木学会第48回年次学術講演会講演概要集、1993年9月。
- 2) 大井 純・高松伸行・深井直光・小泉 淳・村上博智：シールドトンネルの模型振動実験について（その4）、土木学会第48回年次学術講演会講演概要集、1993年9月。
- 3) 深井直光・高松伸行・栗山雄三・小泉 淳・村上博智：シールドトンネルの模型振動実験に用いた地盤の挙動について、土木学会第47回年次学術講演会講演概要集、Ⅲ-27、pp. 96～97、1992年9月。
- 4) 栗山雄三・高松伸行・深井直光・小泉 淳・村上博智：シールドトンネルの模型振動実験について、土木学会第47回年次学術講演会講演概要集、Ⅲ-28、pp. 98～99、1992年9月。