

III-677

シールドトンネルの模型振動実験について(その8)

- 沖積層厚が変化する場合の地盤とトンネルの変形および断面力について -

早稲田大学 高橋裕輔

東急建設 高松伸行

早稲田大学 大井 純・小泉 淳

1. はじめに

本報告は、文献1)に続く内容のもので、層厚の厚い沖積層(以下厚い層と呼ぶ)の一次共振時における地盤とトンネルの変形およびトンネルに働く断面力について実験結果とその考察を述べたものである。トンネルの変形と断面力に関しては応答変位法による解析を行い、実験結果との比較を行っている。

2. 地盤とトンネルの変形について

厚い層の一次共振時におけるトンネルの変形および断面力の解析は、図1に示す解析モデルを用いて応答変位法により行った。応答変位法に入力する変位は実験D(地盤のみ実験)から次のようにして求めた。図2は、地盤深さ方向の変位分布(浅い層の端から1.25mの箇所)の一例であり、軸方向に加振した場合の厚い層の一次共振時($f=5.6\text{Hz}$)のときのものである。図中、黒印は変位計測位置における実験結果の片振幅を表し、

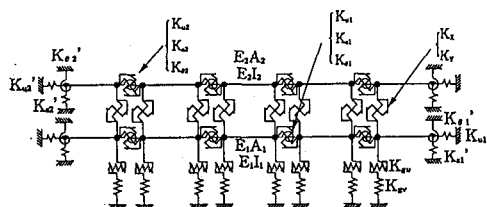
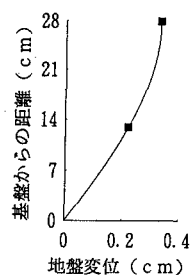


図1 解析モデル

実線は、地表面(標点)の最大変位を最大振幅とする正弦波状の分布と仮定した場合のものである。この図より、基盤から13cmの点(トンネル位置)の変位計測結果はほぼ正弦波の上にあることが確認でき、地盤模型は正弦波状のせん断振動をしていることがわかる。したがって、トンネル埋設深さにおける地盤変位は、地表面の変位計測結果から求めることとした。図3(a)、(b)はこのようにして求めた地盤のみ加振した場合の厚い層の一次共振時におけるトンネル埋設中心位置での地盤変位分布である。図中、黒印は実験結果を、実線は実験結果をもとに最小二乗法を用いて平滑化した地盤変位分布である。

図1に示す解析モデルを用いて解析結果を算出するにあたっては、この平滑化した変位分布を用いた。また、解析モデルに示す地盤ばねのばね定数は、地盤模型の平板载荷試験により得られた地盤反力係数 k (沖積層: 0.279kgf/cm^3)を用いて求めた。

図4(a)、(b)は実験D2の一次共振時におけるトンネル変位の実験結果(黒印)と解析結果(実線)とを示したものである。これらの図より、軸直角方向加振時には実験結果と解析結果とはおおむね一致しているのに対し、軸方向加振時には解析結果の方が実験結果よりもやや大きな値を示していることがわかる。

図2 地盤のせん断振動
($f=5.6\text{Hz}$)

3. トンネルの断面力について

図5(a)、(b)は実験D1の一次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6(a)~(d)は実験D2についての同様な図である。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、実験結果と解析結果とは、トンネルの剛性が小さな場合には比較的一致しているが、トンネルの剛性が大きな場合には実験結果は解析結果よりも小さな値を示した。

4. 結果のまとめ

①トンネル軸直角方向に加振した場合には、トンネルを埋設した地盤の挙動は、地盤だけ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、地盤だけの挙動と異なる挙動を示す。

③二次覆工などの影響により、トンネルの剛性が大きくなると地盤変位のトンネルへの伝達率が小さくなり、トンネルに発生するひずみは低減される。

④文献2)～7)の不整形地盤を対象とした実験と比較すると、

地盤の相対変位に違いはほとんど見ら

れない。トンネルの安全性については、本実験のように地盤の層厚が変化するようなところでも不整形地盤の層の変わり目と同様に注意する必要があることがわかる。

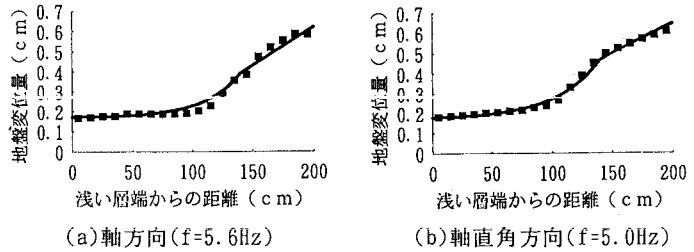


図3 地盤変位分布（実験D）

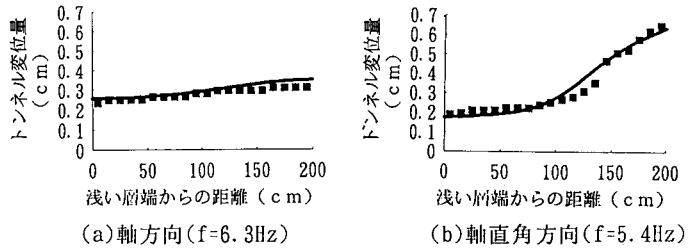


図4 トンネル変位分布（実験D2）

5. おわりに

不整形地盤を対象とした実験と同様、本実験においてもトンネル軸方向に地震動を受ける場合には、トンネルの剛性が大きくなると、地盤はトンネルの影響を受けて振動することが確認された。この場合の応答変位法の適用性について、今後さらに研究していく必要があると思われる。

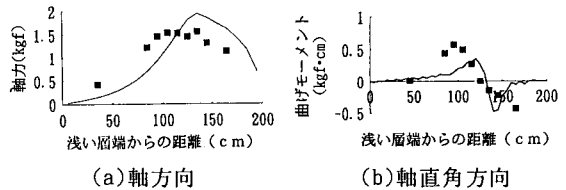


図5 断面力図（実験D1）

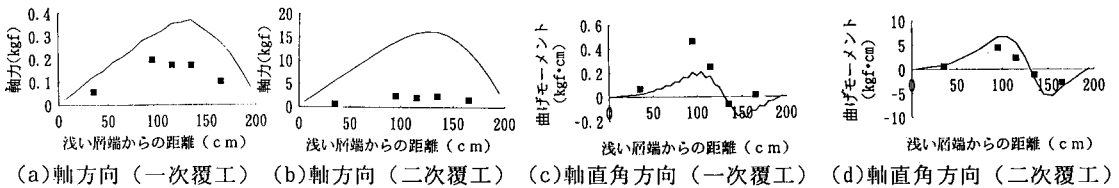


図6 断面力図（実験D2）

参考文献

- 1)大井 純・高松伸行・高橋裕輔・小泉 淳：シールドトンネルの模型振動実験について（その7）、土木学会第49回年次学術講演会講演概要集 1994年9月
- 2)、3)深井・高松ら：第47回年次学術講演会講演概要集、Ⅲ-27～28、pp. 96～99、1992年9月
- 4)、5)、6)高松・深井ら：第48年次学術講演会講演概要集、Ⅲ-52～54、pp. 158～163、1993年9月
- 7)高松伸行・小泉 淳：シールドトンネルの模型振動実験について（その6）、土木学会第49回年次学術講演会講演概要集 1994年9月