

III-664 シールドトンネルの裏込め注入がトンネル覆工に与える影響

（財）鉄道総合技術研究所 小山幸則 清水 満 ○佐藤 豊
 （株）熊谷組 岡本達也 梶原健次郎

1. まえがき

シールド工法によって、トンネルが建設される際には、地表面の沈下を抑えるため、トンネル覆工に作用する荷重を均一化するなどの目的で、地盤とセグメントの接触部に裏込め注入を行っている。しかしながら、裏込め注入は地盤注入と同様、注入状況や注入効果の確認を視覚的に行うことは事実上不可能で、未知の部分が非常に多い工法である。

本報告は、比較的大型の実験土槽を用いて、実験地盤中に裏込め注入を行い、トンネル覆工に発生する圧力を計測した結果について述べるものである。

2. 注入実験

実験装置は、実験土槽、トンネル模型管、裏込め注入装置、荷重計測装置から構成されており、砂地盤中に構築されたシールドトンネルを想定し、実験地盤中に設置した鋼製のトンネル模型管に地盤上部から鉛直荷重をかけながら裏込め注入を行った際のトンネル模型に加わる圧力を計測した。発生する圧力の計測には、トンネル半径方向、接線方向の土圧が計測できる2方向土圧計を1断面12個用い、実験のパラメータとして、注入圧、地盤の締め固め度を変化させた。なお、裏込め注入材は2液型の可塑状の非エア、セメント系の材料を用い、実験地盤は珪砂5号を用いて作成した。実験ケースは地盤の締め固め状態と注入圧の大きさを変化させた4ケースに加え、裏込め注入材の注入を行わずに引き抜きを行った5ケースを設定した。実験ケースの一覧を表1に示し、実験装置の概略図を図1に示す。

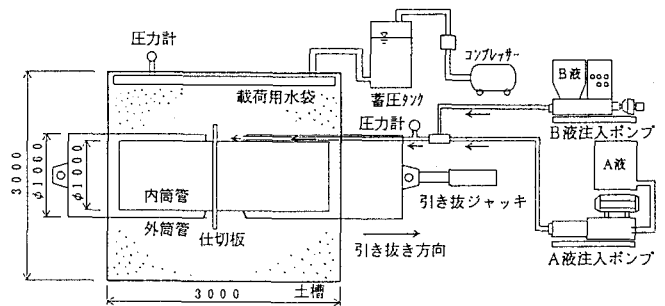


図1 模型土槽実験装置

表1 実験ケース

CASE	実験地盤	注入材	上載荷重 kgf/cm ²	注入圧 kgf/cm ²	備考
1	密地盤	2 液型、 可塑状、 非エア、 セメント系	1.5	2.0	
2				1.0	
3	緩地盤			2.0	
4				1.0	引き抜き終 了後載荷実 験
5		なし		—	

3. 結果と考察

接線方向圧力は、いずれの実験においても、トンネル模型にほとんど生じなかった。これは、可塑状の裏込め注入材を用いたため、裏込め材が硬化する前に周辺地盤の応力再配分が終了してしまうためであると考えられる。

図2、図3にトンネル模型管で計測された半径方向圧力の結果を示す。半径方向圧力は密地盤の低圧注入の時に注入孔に近いクラウン部で大きな値となるが、注入孔が遠ざかるにしたがい、均一な分布状態になり、トンネルに液圧のように作用し、偏圧は生じなかった。これに対して、緩地盤への注入や高圧での

注入を行うと、不均一な圧力が残留し、トンネルに偏圧を残留させてしまう結果となった。

また、注入材の有無がトンネルに作用する土圧に与える影響を見るため、注入材硬化後に上載荷重を 2.5 kgf/cm^2 まで増加させ、トンネルの半径方向に作用する圧力を計測した。この载荷実験の結果を図4、図5に示すが、裏込注入を行わ

なかったケース5については極端な偏圧が作用する結果となり地表沈下に対してだけでなく、トンネルに作用する土圧の平均化という観点からも、裏込注入の有効性を示す結果となった。また、本载荷実験においても接線方向の土圧はほとんど計測されなかった。これは裏込め注入材の塑性変形によって、接線方向の土圧が吸収されトンネル模型管にほとんど伝達されなかったためだと考えられる。

4. まとめ

裏込め注入圧は大きな荷重となってセグメントに作用するため、セグメントの短期的な安全性を左右する可能性があると考えられる。本報告で、地盤の特性を考えた適切な注入圧の設定が必要であること、裏込め注入によりトンネル接線方向の荷重を軽減する効果を示したが、今後さらに検討を進め、注入時に発生する地盤変位などとの関連付けを行い、施工時荷重としての裏込め注入の重要性を解明するとともに、引き続き裏込め注入がトンネルの長期安定性に及ぼす影響についても検討を進めていきたい。

参考文献

- 1) 清水 満, 岡野法之, 岡本達也, 梶原健次郎: シールドトンネルの裏込め注入に関する研究(その1) - 基礎実験 -, 土木学会第48回年次学術講演会講演概要集(Ⅲ-39), 1993. 9
- 2) 小山幸則, 佐藤 豊, 岡本達也, 井原俊一: シールドトンネルの裏込め注入に関する研究(その2) - 大型模型実験 -, 土木学会第48回年次学術講演会講演概要集(Ⅲ-39), 1993. 9
- 3) 小山幸則, 清水 満, 佐藤 豊, 岡本達也, 梶原健次郎: シールドトンネルの裏込め注入実験 トンネル工学研究発表会論文・報告集 第3巻, 1993. 11

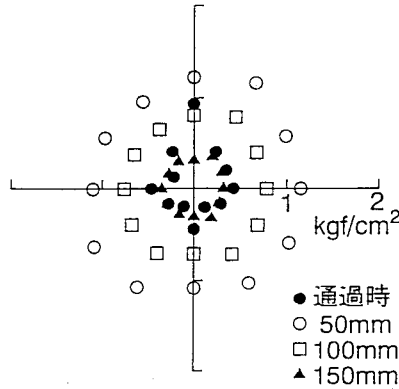


図2 半径方向圧力(密, 低圧)

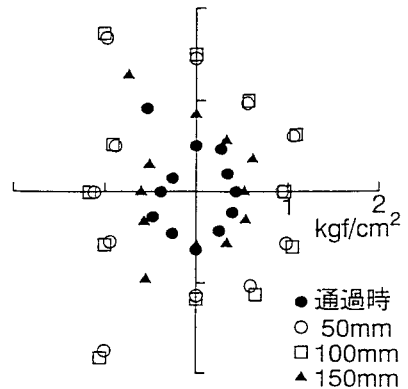


図3 半径方向圧力(緩, 低圧)

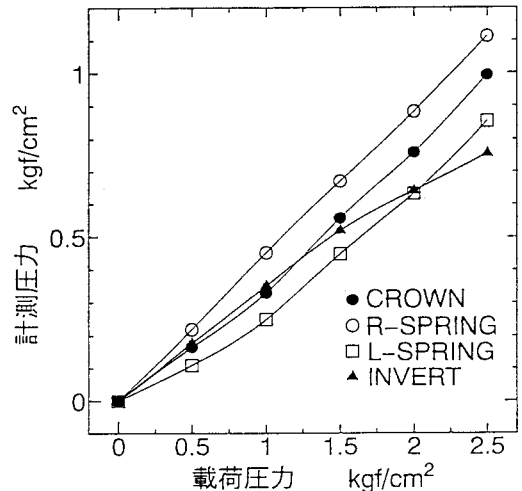


図4 载荷実験(緩, 低圧)

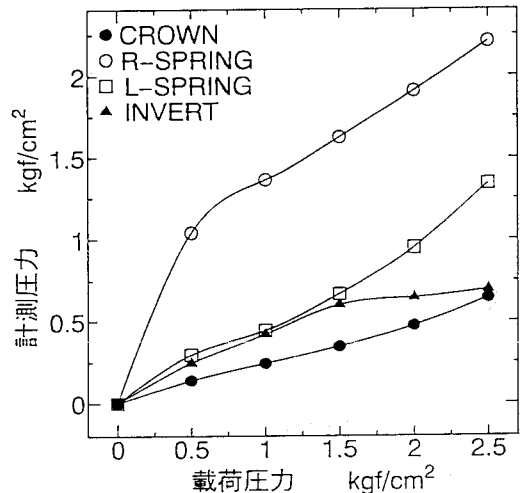


図5 载荷実験(緩, 裏込め注入なし)