

シールドトンネルの裏込め注入がトンネル周辺地盤に与える影響

（財）鉄道総合技術研究所 正 小山幸則 清水 満 佐藤 豊
 （株）熊谷組 正 ○岡本達也 大原英史

1. はじめに

一般にシールドトンネルは、既設の地下埋設物や各種重要構造物と近接、交差して施工されることが多くこれらの施設物の安全を図るためにも、施工による周辺地盤への影響を極力抑える必要がある。シールドトンネルの場合、施工時に生じるテールボイドの早期充填を目的に、所定の圧力で裏込め注入を行うことにより周辺地盤の沈下を抑えようと考えられている。

本報告は、比較的大型の実験土層を用いて、実験地盤中に裏込め注入を行い、トンネル周辺地盤の挙動を計測した結果について述べるものである。

2. 実験方法

実験装置は、実験地盤（砂地盤中；珪砂5号）を作成する実験土槽、シールドトンネルの裏込め注入の施工を模擬するための内筒管（外径 $\phi 1000\text{mm}$ 、厚さ 10mm ；セグメントに相当）および外筒管（外径 $\phi 1060\text{mm}$ ；シールドに相当）、裏込め注入装置などから構成されている。外筒管端部には、センターホールジャッキが取り付けられており外筒管を引き抜く構造となっている。

実験土槽内にトンネル模型管を設置し、地盤上部から鉛直荷重をかけ、外筒管を引き抜きながらテールボイド（ 30mm ）にトンネル模型管のクラウン部1か所から裏込め注入を行った。注入圧はA液とB液の混合直後の注入管に設置された圧力ゲージによって管理した。

周辺地盤の挙動は、トンネル模型のクラウンから 25cm （下側）および 50cm （上側）の位置に設置した地中変位計によって計測した。また、地中変位計両端に地中絶対変位計を設置した。図-1に地中変位計の設置位置を示す。

裏込め注入材料は、2液型の可塑状の非エア・セメント系の材料を用いた。実験ケースは、注入圧と地盤の締固め度を変化させ、表-1に一覧を示す。

3. 実験結果

注入圧および注入率の実験結果を表-2に示す。周辺地盤の経時変化の比較として、地盤の硬軟および注入圧の違いによる地盤変位が明瞭な地中変位計下側の

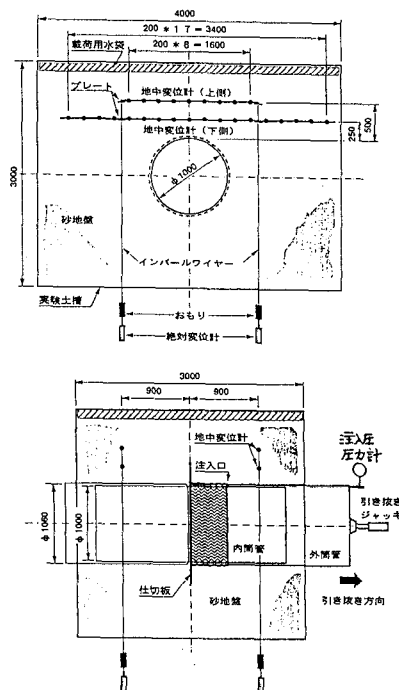


図-1 地中変位計設置位置

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	
				高低	kgf/ cm ²
1	密地盤	2 液型 可塑状 非エア セメント系	1.5	高	2.0
2				低	1.0
3				高	2.0
4	緩地盤			低	1.0
5		なし		—	—

表-2 注入圧・注入率結果

CASE	実験地盤	締固め度 %	注入圧 kgf/cm ²	注入率 %
1	密地盤	98.15	1.822	171
2		93.33	0.912	160
3	緩地盤	89.76	1.793	375
4		89.05	0.852	187

※ 締固め度＝地盤乾燥密度／最大乾燥密度
 ここで、最大乾燥密度＝ 1.660 g/cm^3 （珪砂5号）

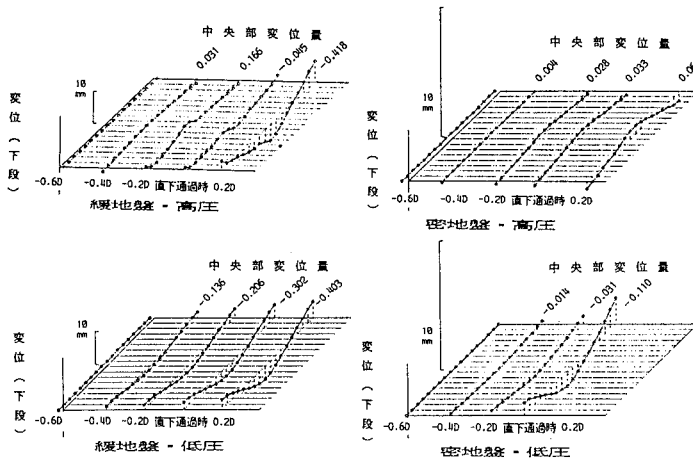


図-2 周辺地盤の経時変化の比較(地中変位計下側)

変位を図-2に示す。中央部の経時変化を図-3に示す。また、地中変位計設置位置の直下をテールシールが通過した時の地中変位計中央部の変位量の比較を図-4に示す。

計測断面通過前は、密地盤、緩地盤ともに高圧では隆起傾向を示し、低圧では沈下傾向を示した。このように、高圧では先行沈下を抑えられている。計測断面通過時は、密地盤の高圧の場合以外は沈下を示した。また、計測断面通過後についても、密地盤の高圧の場合以外は沈下を生じた。なお、地中変位量は密地盤に比べ緩地盤の方が大きく、沈下量は低圧に比べ高圧の方が小さい。緩地盤では、空引き、低圧、高圧の順に変位(沈下)が大きくなった。

4. 考察

実験結果は、地中の極めてトンネル近傍の挙動であるが、以下の見地を得ることが出来た。

- ①密地盤では、高圧の場合は設定圧が上載圧以上であるため裏込め注入材分隆起し、低圧の場合は逆に設定圧が上載圧以下のために沈下を生じたものと考えられる。
- ②緩地盤では、高圧の場合は設定圧が過剰設定となり、地盤の緩い箇所へ裏込め注入材がまわり込み、周辺地盤を乱すことにより砂の体積収縮が発生し沈下が生じ、低圧の場合は設定圧が上載圧以下のために密地盤以上に周辺地盤が保持できずに沈下を生じたものと考えられる。
- ③自立性の良い地盤(密地盤)については、上載圧相当の圧力で管理したとしても注入率の変動は少なく、地盤を沈下させることもないと考えられる。緩地盤の場合は、注入圧による周辺地盤の押し広げによる砂の体積収縮を見越した量管理が必要である。

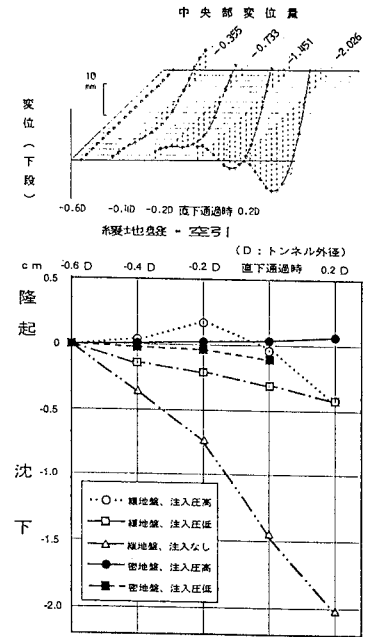


図-3 中央部経時変化(地中変位計下側)

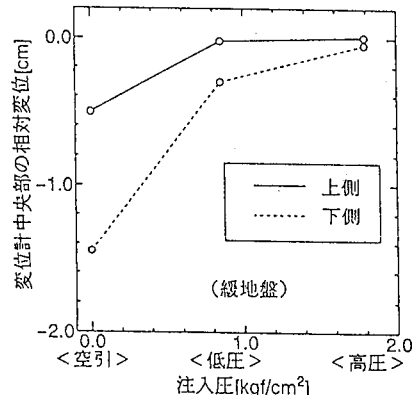
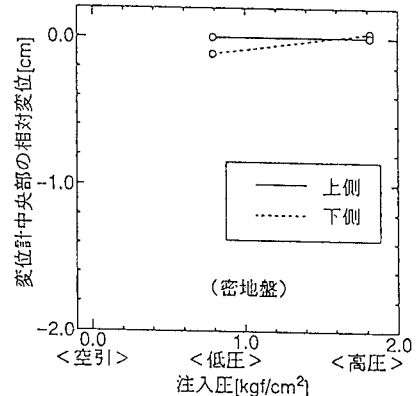


図-4 変位量の比較(計測断面通過時)