

Ⅲ - B106

シールドトンネルに作用する土圧に関する模型実験

(財)鉄道総合技術研究所 岡野 法之 小西 真治
 同 上 新井 泰 小山 幸則
 (株)熊 谷 組 井原 俊一 小川 聡

1. はじめに

筆者らは、シールドトンネルにおいて、覆工とその周辺地盤との相互作用が覆工に作用する土圧にどのような影響を与えるか検討するため、周辺地盤と剛性比の異なる3種類のトンネル模型（ $\phi 150\text{mm}$ ）を用いた実験を行った。載荷方法としては、相対する2枚の載荷板を固定し、残り2枚の載荷板を等量ずつ変位させる方法と3枚の載荷板を固定し、残りの1枚を変位させる方法の2通りとしたので、その結果の比較について載荷板土圧とトンネル模型に作用した土圧に着目し述べる。

2. 実験方法¹⁾

実験に用いたトンネル模型は、剛性の高い順に鋼、アルミおよびアクリルの3種類の材質のもので、外径はいずれも150mmとした。実験土槽は上蓋、底板および4方向の載荷板で構成されている。実験地盤は豊浦標準砂で、相対密度がほぼ90%となるよう作成した。

載荷は初期荷重として4方向から同時に0.6mmの載荷板変位を土槽内方向に与えた後、EW方向の載荷板を拘束し、NS方向の載荷板を同時に土槽中心方向に変位させる方法（両押し）とS、EおよびW方向の載荷板を拘束した状態でN方向の載荷板のみを土槽中心方向に変位させる方法（片押し）で行った。

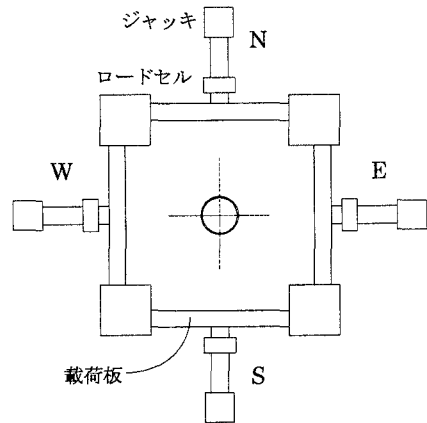


図-1 実験土槽概略平面

3. 実験結果

3.1 載荷板土圧と模型管半径変化量との関係

図-2に、実験時の載荷板土圧とトンネル模型の半径変化量（+：半径増加方向）の関係（片押し）を示す。なお、初期荷重載荷後を初期値とした。

NS方向についてみると、同じ載荷板土圧（N側）の時、アクリル管の方がアルミ管より変化量が大きくなっている。それに対し、EW方向は、同じ載荷板土圧（EWの平均）の時、アルミ管の方がアクリル管より若干ではあるが大きくなっている。アルミ管においては、NS方向とEW方向の半径変化量の絶対値がほとんど同じであるのに対し、アクリル管は、EW方向がNS方向の約3分の2となっている。

これらの現象は、両押しの場合と同様、アルミ管の方がアクリル管より剛性が高く変形が小さいこと、アクリル管の剛性は周辺地盤の剛性に比べ相対的に小さく、EW方向の地盤反力による拘束効果が表れていることを示している。

表-1 模型管の諸元

模型管の材質	肉厚 (cm)	弾性係数 E (kgf/cm ²)	断面 2 次モーメント I (cm ⁴)
鋼	1.0	2,100,000	0.083
アルミ	0.5	740,000	0.010
アクリル	0.4	30,000	0.0053

キーワード：シールドトンネル，模型実験，土圧，相対剛性

〒185 国分寺市光町2-8-38

〒162 新宿区津久戸町2-1

TEL 0425-73-7266

TEL 03-3260-8649

FAX 0425-73-7248

FAX 03-3266-8525

N 側および S 側載荷板の土圧を比べると、固定している S 側の方が強制変位を与える N 側の方よりも小さい。同じ荷重レベルでの荷重の差をみると、鋼管で 50%、アルミ管で 57%、アクリル管で 62%と剛性が低くなるにつれて、その割合は高くなる。

なお、図-2において、鋼管の場合はほとんど模型管の半径方向変位は発生していないので省略している。

3.2 模型管に作用する土圧の集中度と相対剛性の関係

載荷板土圧が初期荷重載荷後 1kgf/cm^2 に一番近くなった時点（片押しの場合は N 方向の載荷板）の模型管に作用している荷重についての結果を述べる。

なお、トンネルに作用している荷重はスプリングライン(EW 方向)の軸力より算出した。

結果を図-3に示す。縦軸の土圧の集中度とは、模型管に作用している土圧を載荷板土圧で除したものであり、横軸の相対剛性は、模型管の地盤中でたわみ性の度合いを示すもの²⁾である。

両押しの場合、相対剛性が小さくなる（模型管が地盤に対して剛）となると集中度は高くなる。すなわち、土圧が模型管に集中する。反対に、相対剛性が小さくなる（模型管が地盤に対して柔）と集中度は 1 を切り、荷重増加分が模型管にそのまま作用しないことがわかる。

一方、片押しの場合は、鋼管とアルミ管の集中度がほぼ等しく、両押しの場合と異なる傾向となっている。これは、鋼管の場合は、荷重による内空変位は生じないのに対し、アルミ管やアクリル管では模型管が S 側に変位しつつ、スプリングライン付近で半径外側に変形することによる地盤反力が模型管に作用する土圧に含まれているためと考えられる。

4. おわりに

本報告では、模型管の剛性および荷重方法の違いにより、トンネル模型管に発生する土圧の違いを比較した。今後、地盤とトンネル覆工との相対剛性をパラメータにした FEM によるシミュレーションを実施し、トンネルに作用する土圧やトンネル周辺地盤の応力状態等を明らかにしていきたい。

〔参考文献〕

- 1) 小川, 井原, 小西, 新井, 岡野, 小山: シールドトンネルの作用荷重に関する模型実験 — 発生断面力について —, 第 32 回地盤工学研究発表会, 1997 年 7 月
- 2) 小山, 岡野, 井原, 大原: 地盤とトンネルの相互作用に関する一考察, 土木学会第 49 回年次学術講演会講演概要集, pp.1374~1375, 1994 年 9 月

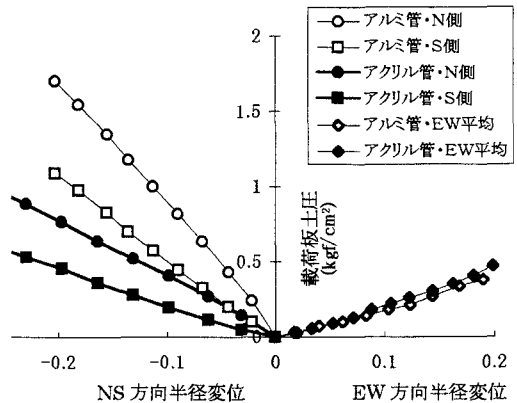


図-2 載荷板土圧と模型管半径方向変位量

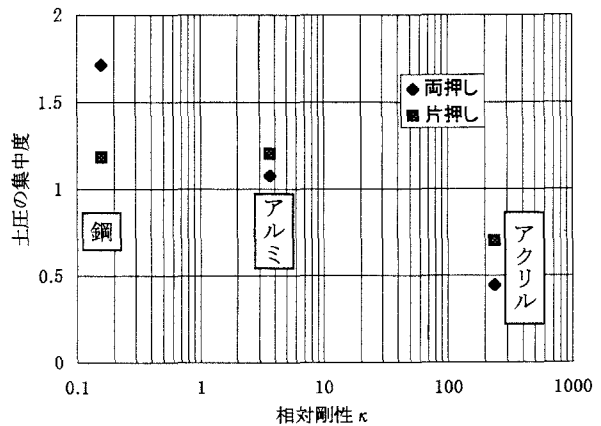


図-3 トンネルに作用する土圧の集中度