

III-50

小型シールドトンネル模型載荷実験（その2）－複円型シールド模型実験－

（財）鉄道総合技術研究所 正員 米島賢二 ○新井 泰
（株）熊 谷 組 正員 大田 弘 大原英史

1. はじめに

都市地下部に地下駅などの大規模な地下構造物を建設する場合、従来のトンネル構築方法による切り抜けに代わり多円形シールド工法による構築方法が提案されている。しかし完成後のトンネルに作用する土圧および断面力形状については、現段階では施工例も少なく未知の部分も多い。そこで載荷実験（その1）¹⁾で製作した単円型トンネル模型と同様な構造を有する2連MF型トンネル模型を製作し同様の実験を行った。

2. 実験装置

実験で用いたトンネル模型の概略を図1に示す。模型はJR京葉線京橋トンネルのほぼ1/70の縮尺を有し、設計耐力は単円型模型同様 $5\text{kgf}/\text{cm}^2$ である。模型は左右で計32箇所の受圧板を有する受圧部および一般部から構成されており、受圧部ではトンネルに作用する半径・接線各方向土圧を、一般部では曲げモーメントおよび軸力を計測できる。また計測位置は両者とも同一とし、内空変位については図2に示すような治具を模型内部に設置する方法により、鉛直・水平2方向の変位を計測可能としている。また左右の受圧部の間には受圧板と同じ長さを有する単純梁構造の縦桁を挿入して中柱部に作用する荷重値を推定できる構造としている。

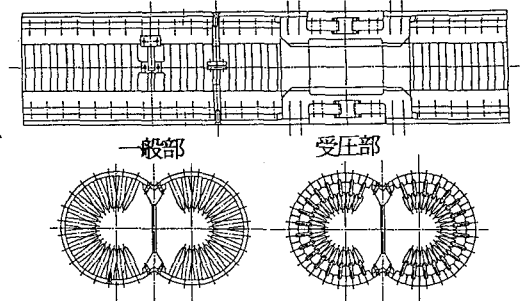


図1 MF型トンネル模型概要

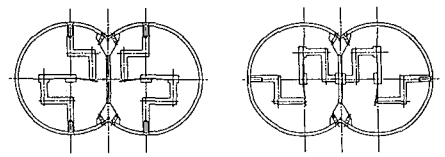


図2 内空変位測定治具

3. 実験方法

実験方法は載荷実験（その1）に準じており、実験のパラメータについても載荷実験（その1）同様、側方土圧係数、地盤条件および載荷方法を選択し、実験を行った。なお具体的な実験ケースについては表1に示す。

4. 実験結果

・側方土圧係数の相違による比較

<接線方向土圧>

表1の各実験ケースについてみると、接線方向土圧は側方土圧係数が大きくなるにつれて小さくなる傾向がある。図3は載荷板①のみの載荷による実験結果（実線）と側方土圧係数1.0の実験結果（点線）を示している。載荷板①のみの載荷に対する側方土圧係数が、載荷板の制御に用いられているロードセルの計測値から推測して約0.3程度であることも考慮すると、この傾向は概ね妥当であると判断できる。

表1 MF型シールドトンネル実験条件

側方土圧 実験 ケース	側方土圧 係数	地 盤 条 件	載 荷 方 法	備 考 (載荷板位置呼称 はその1と同一)
CASE1	0.50	密	片押し	載荷板①および ③④により載荷
CASE2			両押し	
CASE3		緩	片押し	
CASE4	0.75	密	片押し	
CASE5		緩		
CASE6	1.00	密	片押し	
CASE7		緩		
CASE8	載荷板 ②③④ を固定	密	片押し	載荷板①により載荷
CASE9		緩		

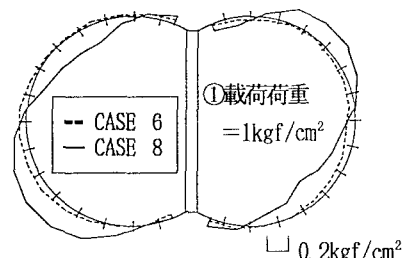


図3 接線方向土圧の発生形状

<半径・接線力合力の水平方向成分>

図4に側方土圧係数 1.0の実験結果を示す。スプリングライン部にトンネル模型の変形に伴う地盤反力の発生を期待したが、本実験では確認できなかった。

<曲げモーメント>

表1の各実験ケースについてみると、側方土圧係数が大きくなるにつれて小さくなる傾向がある。図5は載荷板①のみの載荷による実験結果（実線）と側方土圧係数 1.0の実験結果（点線）を示しているが、後者の場合は前者と比較して、ほとんど発生していないことがわかる。

<軸力>

表1の各実験ケースについてみると、側方土圧係数が大きくなるにつれて最大値と最小値の差が小さくなる傾向がある。図6は載荷板①のみの載荷による実験結果（実線）と側方土圧係数 1.0の実験結果（点線）を示しているが、後者の場合は全周にわたりおおよそ均等に分布していることがわかる。

・地盤条件の相違による比較

<内空変位量>

図7は側方土圧係数が 0.5で地盤条件の異なる2つの実験結果を並べてプロットしたものである。これによると載荷板①の載荷重レベルが等しい場合、水平方向（X方向）の変位量については、緩地盤の方が密地盤よりも大きくなっているが差異は小さい。鉛直方向（Y方向）の変位量については、中柱の拘束により、地盤条件による差異はほとんど見られない。なおこの傾向は載荷条件には依存していない。

・載荷条件の相違による比較

<軸力>

表1の側方土圧係数 0.5における載荷条件の相違による比較から、最大・最小値の差異については両押し条件の方が片押し条件より小さくなることがわかった。

5. まとめ

今回の実験では地盤の硬さとトンネル剛性との相対剛性に差がなく、かつ作成地山が予想より緩かったため明確な地盤反力の発生を把握することができなかったが、接線方向土圧、覆工に生ずる断面力および内空変位の発生形態については概ね把握できたと思われる。今後は解析を通して地盤反力の発生機構を明確にしていきたいと考えている。

（参考文献）1）小型シールドトンネル模型載荷実験（その1）－単円型シールド模型実験－

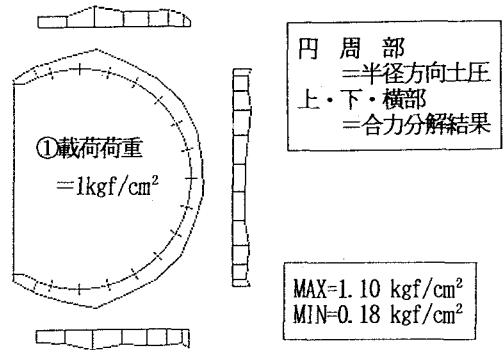


図4 半径方向土圧および合力分解図（CASE 6）

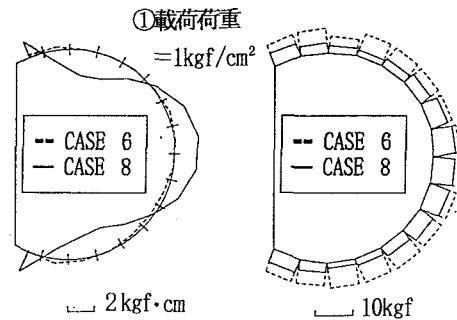


図5 曲げモーメント

図6 軸力

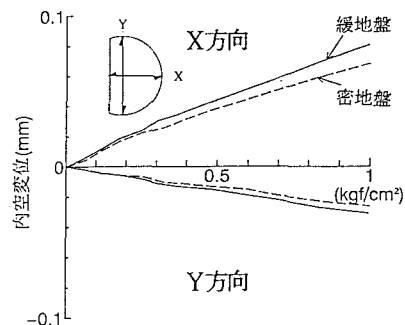


図7 地盤条件と内空変位量の関係(CASE1・CASE2)