

III-678 3円形シールドトンネルの模型載荷実験

（財）鉄道総合技術研究所 小山 幸則 清水 満
 （株）熊 谷 組 ○井原 俊一 大原 英史

1. はじめに

シールドトンネルの掘削断面形状は円形が主流であるが、今後は経済性や施工性において有利な、種々の断面形状が広く用いられることが予想される。特に多円形シールドトンネルは、2連型では既に数件の施工実績が有り、今後も適用される機会が増加していくものと考えられる。

著者らは、都市部における地下鉄駅部や地下駐車場等を安全かつ経済的に掘削・構築するための有効な手段と考えられる3円形シールドトンネルについて、その形状の特異性による力学的な特徴を把握するため、数種の模型実験と数値解析を行っている。本報告は、このうちの模型実験結果の一部を述べるものである。

2. 実験方法¹⁾

実験の概要を図-1に示す。実験は、幅4m、高さ3m、奥行き3mの実験土槽を用い、この中に珪砂5号を用いた地盤模型を造成し、中央高さ付近に鋼製の3円形トンネル模型（断面幅171cm、中央円直径85cm）を設置して上方から载荷を加える方法で行った。実験パラメータは、地盤の種類（硬軟）、载荷方法（等分布、偏圧）および柱の配置（3種類）で、トンネル模型に加わる外力やトンネル模型の変形を計測した。トンネル模型の断面形状と、柱の配置3種類のうちの「柱間隔大」および「柱間隔小」の概要を図-2に示す。

3. 実験結果

トンネル模型に加わる鉛直・水平土圧の地盤の硬軟による比較を図-3に示す。上方からの鉛直土圧は、硬地盤の場合は軟地盤に比べ、左右端部を除きかなり小さい。硬地盤の場合の分布形状は、3円形全体で見ると端部の大きい凹型で、円形トンネルの場合の実験結果²⁾と同様

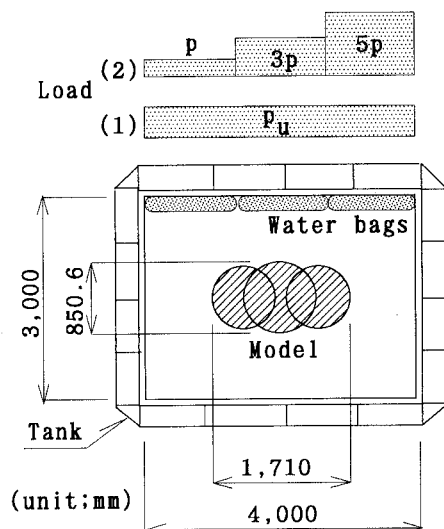


図-1 実験の概要

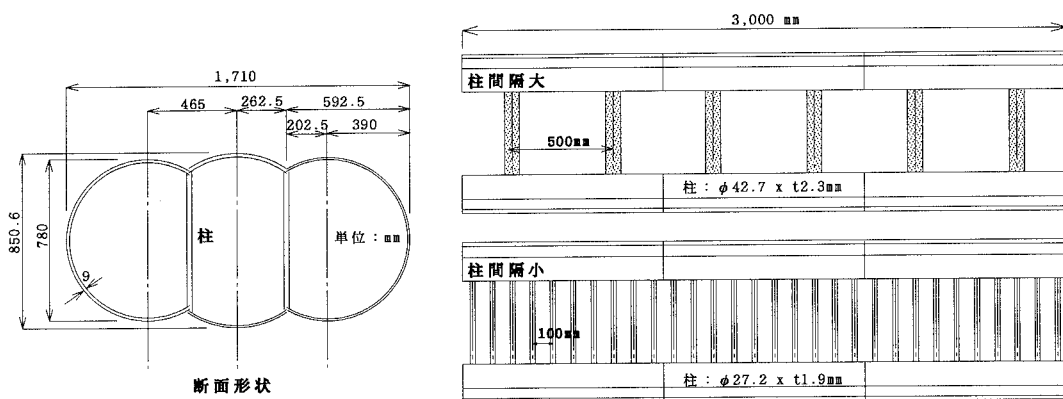


図-2 トンネル模型の断面形状及び柱配置

である。また、水平土圧は硬地盤の方が若干小さいが、水平土圧総量の鉛直土圧総量に対する比は硬地盤の方が大きいことがわかる。下方の鉛直土圧は、硬地盤の場合に図中の a 点付近に集中している。これは、地盤の作成とトンネル模型の設置の際に、両者の接触具合が不均一になったためと考えられ、トンネル模型軸方向に不均一な土圧分布になっているものと推定される。一方、トンネル模型に発生した曲げモーメントは軟地盤の方がかなり大きく、軸力は硬軟とも概して同程度の大きさであるが、ピーク値の発生位置が異なっている。これは、トンネル模型に加わる鉛直・水平土圧の総量の違いや、両者の比の違いによるものと考えられる。

トンネル模型に加わる鉛直・水平土圧の荷重方法による比較を図-4に示す。上方からの鉛直土圧は、等分布荷重荷重時はほぼ等分布であるが、偏圧荷重荷重時は荷重の大きい右側円の値が大きくなっている。また、水平土圧は偏圧荷重荷重時には左右の側円で大きさが大きく異なる。

トンネル模型に加わる鉛直・水平土圧の、柱の配置の違いによる比較を図-5に示す。ここで、「柱間隔大」と「柱間隔小」では、単位奥行き当たりの柱の断面内外の曲げ剛性と軸剛性はほぼ同じになっている。土圧分布は、下方の鉛直土圧と左側の水平土圧の分布の一部に若干相違があるが、全体では顕著な差はない。

4. まとめ

3円形シールドトンネルの模型荷重実験を行い、その力学的特徴について把握した。今後は他の実験結果や解析結果をとりまとめ、合理的な構築方法について考察したい。

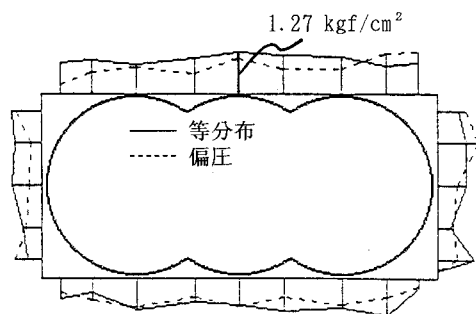


図-4 荷重方法による鉛直・水平土圧の比較
（ホーム部柱配置、等分布： $p_u=1.0\text{kgf/cm}^2$ 時、
偏圧： $p=0.4\text{kgf/cm}^2$ 時）

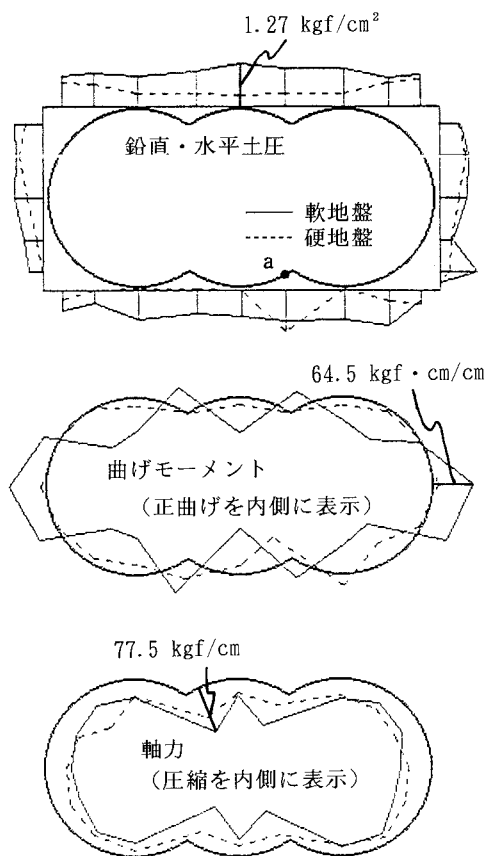


図-3 地盤の硬軟による比較
（ホーム部柱配置、等分布 $p_u=1.0\text{kgf/cm}^2$
荷重時）

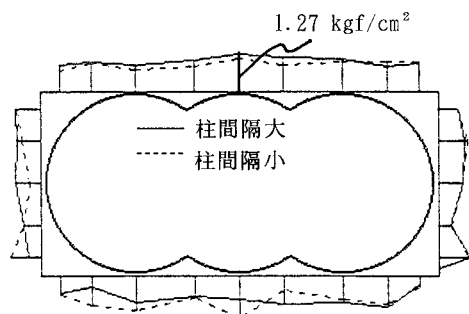


図-5 柱配置による鉛直・水平土圧の比較
（等分布： $p_u=1.0\text{kgf/cm}^2$ 荷重時）

1) 小山、清水、岡野、井原、大原、梶原：3円形シールドに関する模型荷重実験 第29回土質工学研究発表会発表論文集 1994.6 投稿中
2) 小山、清水、佐藤：トンネルに作用する土圧に関する研究（1） 第48回土木学会年次講演会講演概要集 PP.156-157 1993.9
3) 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 第49回土木学会年次学術講演会講演概要集 1994.9 投稿中