

Ⅲ-B195

三連併設矩形シールドの作用土圧に関する遠心载荷実験

首都高速道路公団 正会員 小笠原 政文 船本 浩二 *
 (株)竹中土木 正会員 藤井 義文 平井 卓 野村 成樹 **

1. まえがき

著者らは、近接施工されるシールドトンネルの作用土圧を明らかにするため、併設円形断面トンネル模型を用いた一連の遠心载荷実験を実施してきた。¹⁾ 今回は、3連の矩形断面トンネルが砂地盤に水平に併設される場合のゆるみ発生に伴うセグメントに作用する土圧が施工手順によってどのように変化するのかに着目した検討を行った。

2. 実験概要

1) 実験手順 実験装置は、図-1に示すようにセグメントにトンネルカバーを取り付けたものを土槽中に併設して3本設置した後に、遠心力場でトンネルカバーを順次引抜いてテールボイドを発生させた。

2) 実験ケースとトンネル配置 実験ケースは、図-2に示すように、離隔が10mmで水平に隣接する3本の矩形断面トンネル模型（外寸法で幅100mm、高さ50mm）のカバーの引き抜き順序により3ケースとした。テールボイドに相当するトンネルカバーの厚みは1.5mmとした。土被りは、3ケースとも200mmとした。

3) 相似則 加速度は、実物大の1/50を想定して50gとした。トンネルは、硬質アルミ製($\gamma=2.7\text{g/cm}^3$)とし遠心力場においてRCセグメントと等価な重量となるようにした。また、トンネル模型は、厚さ8mmで1リングの長さ20mmのセグメント13リングで構成され、地盤に追従させる構造にすることにより、セグメントの下部に反力が生じるようにした。

4) 計測項目 図-3に、土圧の計測位置を示す。作用土圧は、セグメントに埋め込んだ受圧面が13mm×13mmのアルミ製小型ロードセルにより計測した。土圧計は、セグメント隅角部付近に設置できなかったため、セグメント下部隅角部下25mmの地盤中に受圧面φ30mm、定格負荷10kgf/cm²の土中土圧計を設置して補った。地表面変位は、図-2の位置に非接触式ギャップセンサーを設置して計測した。

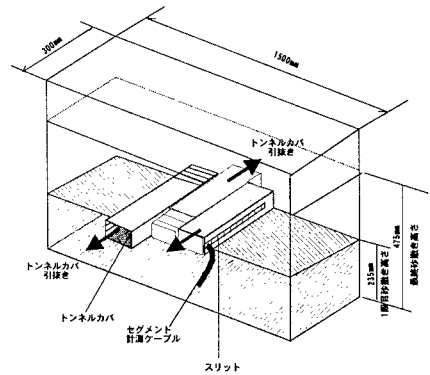


図-1 実験土槽

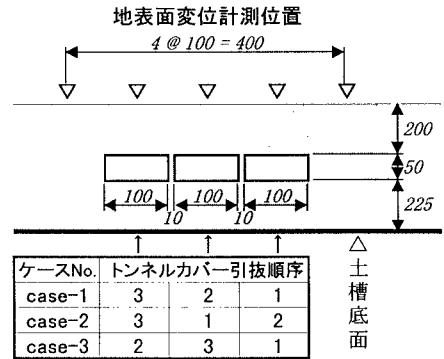


図-2 トンネル配置と実験ケース

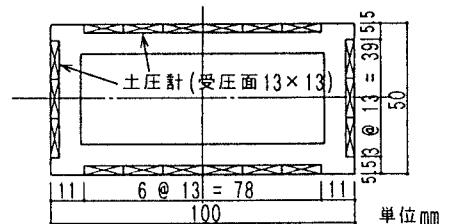


図-3 土圧計測位置

キーワード 矩形シールド 遠心载荷実験 テールボイド ゆるみ アーチ作用

* 〒100-0013 東京都千代田区霞ヶ関1-4-1 TEL (03) 3502-7311 FAX (03) 3503-1806

** 〒104-0061 東京都中央区銀座8-21-1 TEL (03) 3542-6321 FAX (03) 3248-6545

3. 実験結果および考察

前述の3ケースに対する実験結果を表-1にまとめた。

- (1) 最終状態での地表面の最大変位はいずれの case も3～4mm となり、上下のテールボイド幅合計とほぼ等しくなった。これは、土被り 200mm に対し全体のトンネル幅が 320mm と大きく、アーチ効果がほとんど期待できなかったためと思われる。（地表面変位量グラフ）
- (2) case-1,2 の第1トンネルの土圧は、第2トンネルのゆるみにより2倍程度となり、しかも第2トンネル側に偏った形状となった。（頂面作用土圧グラフの×及び▲表示の分布）
- (3) case-3 の第1トンネルは第2トンネルの影響を受けなかった。これは、第1トンネルと第2トンネルの離隔が、case-1,2 では10mm であるのに対し、case-3 では120mm と大きかったためと考えられる。（頂面作用土圧グラフの×及び▲表示の分布）
- (4) 3つの case で最も土圧が大きくなったのは case-2 の第1トンネルであった。このトンネルの平均土圧は全土被り圧 1.65kgf/cm² の140%と全土被り圧以上となった。これは、先行した中央のトンネルに後行した両側の第2・第3トンネルのアーチの足が載ったためと考えられる。（頂面作用土圧グラフの○表示の分布）
- (5) いずれの case も最後にゆるみを発生させた第3トンネルの土圧がもっとも小さくなった。
- (6) 各トンネル底面の土圧分布は凹型となった。これは、トンネルカバー引抜きに際し、側方から砂が早く回り込み側壁付近に応力集中したためと考えられる（トンネル作用土圧分布形状グラフ）。

表-1 地表面変位・作用土圧計測結果

	地 表 面 変 位 量		トンネル頂面作用土圧			トンネル作用土圧分布形状 図は各ケースの第1トンネルの 最終状態での作用土圧
	日盛	計 測 値 分 布	日 盛	左 側 トンネル	中 央 トンネル	
case-1 右→中→左	[mm]	L2 L1 C R1 R2 0.0 -2.0 -4.0 ×:右トンネル引抜時 ▲:中トンネル引抜時 ○:左トンネル引抜時 3 2 1	[kgf/cm ²] 土被り圧 2.0 1.65 1.0 0.0 第3トンネル	2.0 1.65 1.0 0.0 第2トンネル	2.0 1.65 1.0 0.0 第1トンネル	2.0 1.0 0.0 右側
case-2 中→右→左	[mm]	L2 L1 C R1 R2 0.0 -2.0 -4.0 ×:中トンネル引抜時 ▲:右トンネル引抜時 ○:左トンネル引抜時 3 1 2	[kgf/cm ²] 土被り圧 2.0 1.65 1.0 0.0 第3トンネル	2.0 1.65 1.0 0.0 第1トンネル	2.0 1.65 1.0 0.0 第2トンネル	2.0 1.0 0.0 中央
case-3 右→左→中	[mm]	L2 L1 C R1 R2 0.0 -2.0 -4.0 ×:右トンネル引抜時 ▲:左トンネル引抜時 ○:中トンネル引抜時 2 3 1	[kgf/cm ²] 土被り圧 2.0 1.65 1.0 0.0 第2トンネル	2.0 1.65 1.0 0.0 第3トンネル	2.0 1.65 1.0 0.0 第1トンネル	2.0 1.0 0.0 右側

4. まとめ

3本の近接した矩形トンネルの施工手順を変えた実験を行った。その結果、中央のトンネルから施工する場合、中央のトンネルに作用する土圧は土被り圧以上となった。今回は土被りが比較的小さい実験であったが、今後土被りが大きくなる場合でも同じ現象が生じるか検討していきたい。

なお、本研究に貴重など助言を頂いた、東京都立大学教授今田徹先生に深く感謝の意を表します。

参考文献 1)小笠原「超近接シールドの作用土圧に関する遠心力実験」第51回年次学術講演会 1996.10