

併設シールドトンネルの緩み土圧に関する実験

首都高速道路公団 正会員 田嶋 仁志 正会員 石田 高啓
 日本シビックコンサルタント 正会員 斉藤 正幸 正会員 小林 靖典
 東京都立大学 正会員 西村 和夫
 (株)竹中土木 正会員 藤井 義文 正会員 中西 康博

1. 実験目的

都市部において用地の制約からシールドトンネルを超近接で施工する事例が増えてきている。そこで、併設トンネルの覆工設計の一助とするため、アルミ棒で砂地盤を模擬した模型実験により、後行シールド掘削にともなう地山の緩みが先行シールドに与えるメカニズムについて検討した。

2. 実験の特徴と計測項目

< 実験の特徴 >

- 1) 周辺地盤材料として 1.6mm と 3.0mm のアルミ棒を重量比 3 : 2 で混合し使用した。
- 2) シールド模型に所定の厚みになるように巻きつけたテフロンシートを引抜くことで緩みを発生させた。
- 3) 3/4 円のシールド模型円周周辺に法線方向均一な緩みを与えた。
- 4) 円周に対し法線および接線方向の応力を計測できるように二方向独立計測が可能なロードセルを採用した。
- 5) セグメントの変形などによる影響を含まない掘削の「緩み」のみによる土圧変化を計測するために「剛」なシールド模型を採用した。

< 計測項目 >

1) シールド模型周辺土圧

シールド模型上半部の 5 箇所設置したロードセルにより、シールド模型周辺の土圧を計測した（図-2-1）。

2) シールド模型全体にかかる土圧

シールド模型内部に設置したロードセルにより、シールド模型全体にかかる土圧を計測した（図-2-2）。

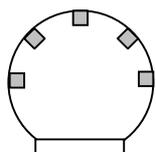


図-2-1 周辺土圧計測位置

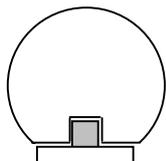


図-2-2 全体土圧計測位置

3) 底版土圧計測

実験土槽の底版に設置したロードセルにより底版土圧を計測した。

4) 周辺地盤の変位計測

模擬地盤に標点を設置し、テフロンシートを1枚引抜く毎に模擬地盤の画像をパソコンに取り込み、標点の変位を追跡することで所定の緩みを与えた時点の変位図および最大せん断ひずみ図を描画した。

なお、実験ケースは表-2-1 の通りである。また各ケースに対し、後行シールド模型にのみ緩みを与えるケースと両側シールド模型に緩みを与えるケースを実施した。

表-2-1 実施実験ケース

実験条件		緩み厚(D)		
離隔	土被り	0.001D	0.005D	0.010D
0.2D	2D		-	-
0.3D				
0.5D			-	-
0.3D	1D		-	-

3. 実験結果

「シールド離隔」、「緩み厚」および、「土被り厚」の影響をそれぞれ周辺土圧、全体土圧、および底版土圧についてまとめた。各計測土圧の整理には、応力再配分状況を把握するために、図-3-1 および図-3-2 に示すステップ（時間断面）毎の「初期値」に対する「最終値」の比を採用した。

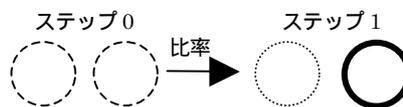


図-3-1 片側緩み実験でのステップと比率のとり方



図-3-2 両側緩み実験でのステップと比率のとり方

キーワード 併設トンネル、緩み実験、応力再配分

連絡先 〒100-8930 東京都千代田区霞ヶ関1-4-1 首都高速道路公団 工務部 設計技術課 TEL 03-3539-9464

ここでは紙面の都合上、実験結果を抜粋して示す。

「シールド離隔の影響」は、土被り厚 2D 緩み量 0.001D について確認した。その結果を全体土圧について示した。実験結果を図-3-3 および図-3-4 に示した。

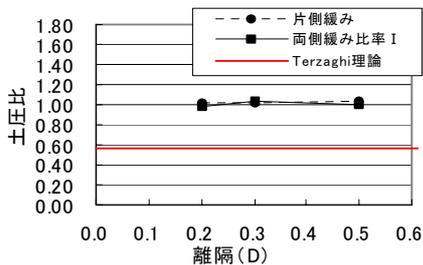


図-3-3 離隔の影響（応力再配分を受ける側）

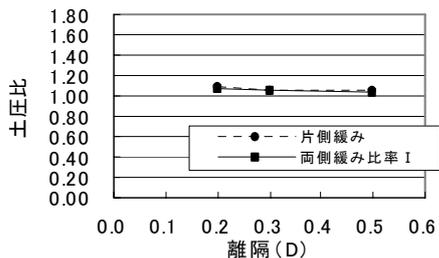


図-3-4 離隔の影響（応力再配分を与える側）

以上から、土被り厚 2D 緩み量 0.001D については、シールド離隔の影響はあまりないことがわかった。

「緩み量の影響」は、土被り厚 2D、シールド離隔 0.3D について確認した。その結果を両側緩み実験の全体土圧について示した。結果を図-3-5 および図-3-6 に示した。

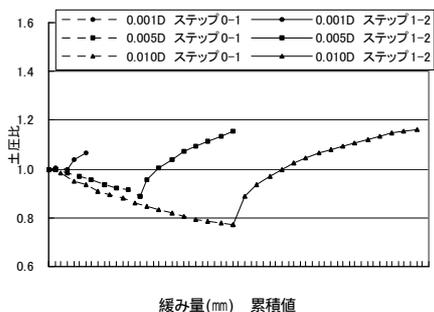


図-3-5 緩み量と全体土圧（先行側）

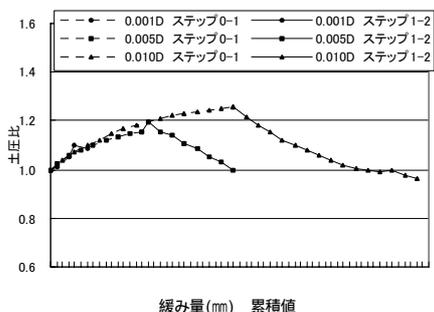


図-3-6 緩み量と全体土圧（後行側）

以上から、緩み量が大きくなるにしたがって、応力再配分が進むことおよび、最終的な緩み量が違ってても同じ

緩み量に対する全体土圧の推移は先行側・後行側ともにほぼ同じであることが分った。

「土被り厚の影響」は、緩み量 0.001D、シールド離隔 0.3D について確認した。その結果を両側緩み実験の周辺土圧について示した。なお、図-3-7 から図-3-9（上段3グラフ）が応力再配分を与える側の計測結果、図-3-10 から図-3-12（下段3グラフ）が応力再配分を受ける側の計測結果である。

応力再配分を与える側

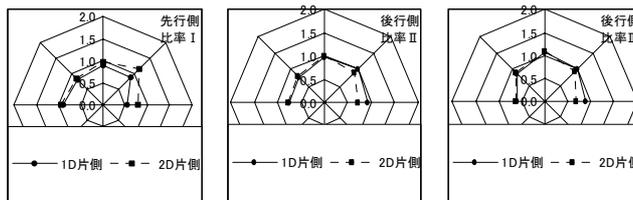


図-3-7 比率

図-3-8 比率

図-3-9 比率

（先行側）

（後行側）

（後行側）

応力再配分を受ける側

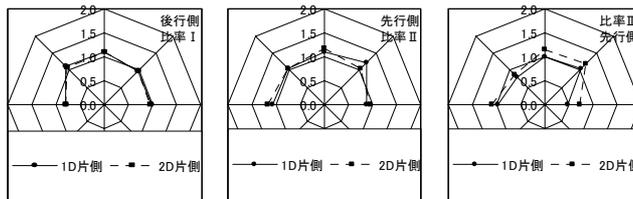


図-3-10 比率

図-3-11 比率

図-3-12 比率

（後行側）

（先行側）

（先行側）

図はそれぞれに紙面向かって左側を先行シールド、右側を後行シールドと想定しており、両側緩み実験では応力再配分を受ける側では、比率 I のみが後行側であり、比率 II および比率 III は先行側の計測結果である。そのため比率 II と比率 III は応力再配分の受け方が鏡像の関係である（図-3-7 と図-3-8 および図-3-10 と図-3-11 参照）。

また応力再配分を受ける割合は、頂部と応力再配分を与える側の 45° の部分において比率 I が最も大きくなる傾向も 1D と 2D の両者で確認できた。

4.まとめ

本実験の結果から、片側緩み実験より両側緩み実験の方が後行シールド掘削による先行シールドへの応力再配分が大きくなる傾向が得られた。このことから、片側緩み実験より両側緩み実験の方が併設シールドの応力再配分をより再現していると評価した。そこで並行して行っている DEM 解析の検証を行う基礎データとして両側緩み実験のデータを採用した。今後は検証した DEM 解析による実施工をモデル化した解析を行う予定である。