

シールド掘進時の地盤挙動解析における裏込め注入圧に関する考察

(株)熊谷組 *正会員 野口 利雄

(財)鉄道総合技術研究所 **フェロー会員 垂水 尚志

1. はじめに

シールド掘進時の裏込め注入は、テールボイドを速やかに充てんすることにより、①地山と覆工体を一体化させシールド推力を地山に効率よく伝達させる、②漏水を低減させる、③沈下量を低減させる、といった目的を有する工種である。ここで沈下量算出時に多く用いられる有限要素法による解析を実施する際に、解析手法や土質定数の決定と同等に裏込め注入圧の設定が重要であることが過去の研究から明らかになりつつある。ここでは数値解析に用いる裏込め注入圧の設定について現状での所見を述べる。

2. 過去の研究

セグメントやセグメントの外周地盤に土圧計を設置して裏込め注入圧を測定した研究は数多く実施されている。また裏込め注入圧と地表面沈下量の関係などを統計的にまとめた結果も存在するので、本報告は地盤挙動解析の実務に適用可能な値を推定することを目標とした。

3. 裏込め注入圧と地表面沈下量の関係

図-1はシールド工事の隣接区間で裏込め注入実施の有無による地表面沈下量の差である¹⁾。シールド外径3.63m、土被り15.1m、掘削土質は軟弱シルトである。裏込め注入を実施した場合は沈下量が21mmであるが、実施しない場合は32mmという結果になっている。図-2は裏込め注入圧を変化させた場合である²⁾。圧力が0.2MPaの場合は沈下となるが、0.29MPaまで上昇させると隆起する結果である。図-3は裏込め注入量を変化させた場合である³⁾。凡例が注入量であり、190%注入時には0%注入、すなわち無注入の場合に対し、半分程度の沈下量となっている。なお注入量190%時には注入ゲージ圧は約0.3MPa、注入量105%時には同じく0.1~0.2MPaであった。これらの例からも裏込め注入は地盤の挙動に対し重要な要因であることが理解できる。

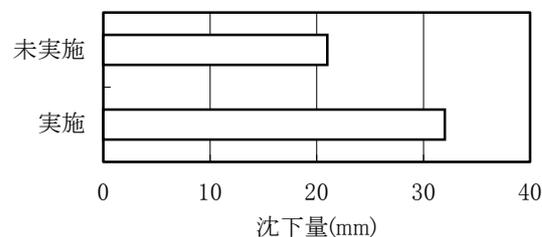


図-1 裏込め注入の有無による沈下量の変化

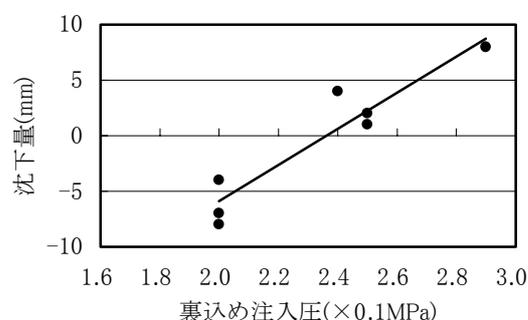


図-2 裏込め注入圧力と沈下量の関係

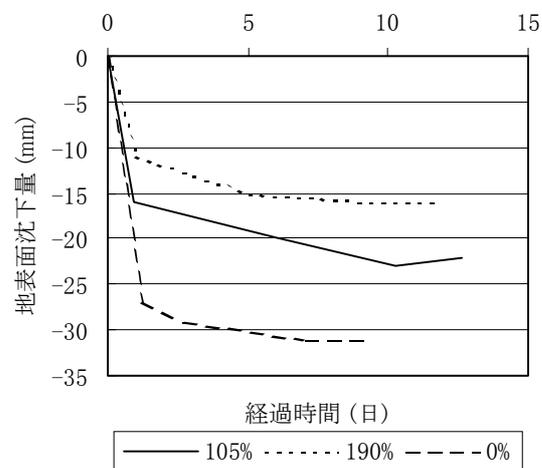


図-3 裏込め注入量と沈下量の関係

キーワード：シールドトンネル，土圧，裏込め注入，沈下量

〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株)熊谷組土木本部土木設計部 TEL 03-3235-8622 FAX 03-3266-8525

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所研究開発推進室 TEL 042-573-7480 FAX 042-573-7372

4. 裏込め注入圧力と土被りの関係

図-4、5 は裏込め注入圧力と土被りの関係を粘性土、砂質土に分類して表したものである⁴⁾。粘性土、砂質土とも両者の間にはよい相関があることが読みとれる。一次式による回帰分析を行い、相関係数 R^2 は粘性土で 0.94、砂質土で 0.62 が得られた。ここで土被り 5m 以下の領域はデータがなく、かつ粘性土と砂質土の回帰直線が逆転してしまう。今後施工例が増加するとは考えにくい領域であるが、検討する場合は注意が必要である。

5. 裏込め注入圧力の経時変化

図-6 は裏込め注入圧力の経時変化を、裏込め注入圧と土被り圧の比で表したものである⁵⁾。横軸の単位は日であるが、図を見やすくするため裏込め期間を最初は 0 日、次は 2 日、裏込めをしていない期間を最初は 1 日、次は 3 日とする。20 日までの事例は 30~90 日までデータがあるが、値はほとんど変化しないため表記していない。粘性土では計測リングにおいて最初の裏込め注入がなされたときは、土被りの 1.2~1.4 の荷重が作用している。注入が終了すると圧力は 0.7~1.1 程度に減少するが、次リングの注入時には再び 0.8~1.5 程度に上昇し、注入が終了すると 0.8~1.2 程度に減少する。そして最終的には、ほぼ全土被りに近い 0.7~1.0 程度に収束する。砂質土では粘性土の場合と対応させると、約 0.45、約 0.35、約 0.47、0.31~0.43 と変化し、最終的には 0.35 程度に収束する。裏込め注入実施時に圧力が上昇し、未実施時には圧力が減少するのは地盤の種別を問わず同じ傾向にある。

6. まとめ

過去の計測例から、裏込め注入圧によりシールド掘進時の地盤変位が変化することがわかる。

現場計測結果から裏込め注入圧と土被り圧の比は、粘性土では注入時に 1.2~1.4、最終時に 0.7~1.0、砂質土では注入時に約 0.45、最終時に約 0.35 の値となった。地盤挙動解析に用いる裏込め注入圧は、これらの実績値を参考に設定することにより、より実態に即した結果に結びつくと考えられる。

【参考文献】

- 1) 大塚, 山崎, 橋本, 野本: 講座・掘削と周辺地盤の変状, 6.シールドの掘削と周辺地盤の変状. 土と基礎, 43-9(452), pp67-72,1995
- 2) 岸尾, 太田, 仲井: 土圧式シールドトンネルにおける地盤挙動と沈下抑制工法, 山留めとシールド工事における土圧・水圧と地盤の挙動に関するシンポジウム, pp245-252,1992
- 3) 野口, 山本: 裏込め注入量を変化させたシールドトンネルの地表面沈下の実測と評価, 第 41 回土木学会年次学術講演会, pp831-832,1986
- 4) 例えば, 常陸, 淡路, 中山: 供用中の滑走路下をシールドで貫くー東京国際空港 排水溝築造工事(その 2)ー, トンネルと地下, pp39-45,1995
- 5) 例えば, 飯田, 中村, 橋本, 長屋: 軟弱粘土地盤におけるセグメントに作用する土圧の挙動, 第 33 回地盤工学研究発表会, pp1941-1942,1998

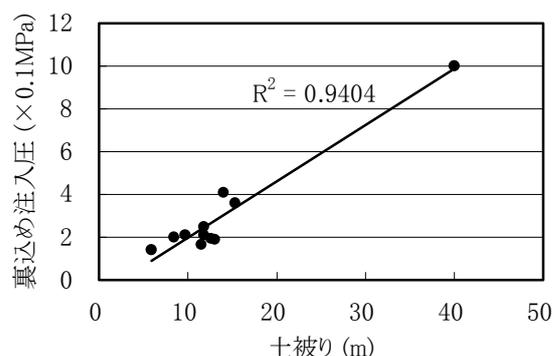


図-4 裏込め注入圧力と土被りの関係(粘性土)

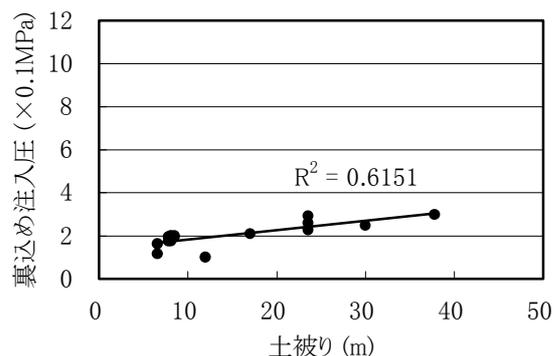


図-5 裏込め注入圧力と土被りの関係(砂質土)

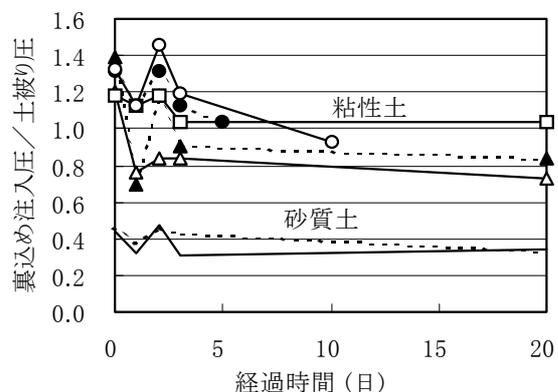


図-6 裏込め注入圧力の経時変化