

III-55 小土被りシールド掘進に伴う周辺地盤変状

関フジタ 正会員 ○大井隆資 藤本直昭
正会員 門田俊一 伊藤和夫

1. はじめに

シールド工法は、多様化する社会ニーズの中で、軟弱地盤・小土被り・近接施工などの厳しい現場条件下での施工が多くなり、より厳しい施工管理が要求されつつある。このため、シールド掘進に伴う地盤変状を正確に把握し、地盤変状予測や対策をより適切に行う必要がある。本報告では、こうした課題を解決するために、崩壊性滞水層のシールド工事（泥土圧シールド工法）における現場計測データに基づき、計測結果の整理や逆解析から小土被りシールド周辺地盤の地盤変状について検討した結果を述べる。

2. 現場計測の概要と結果

計測位置は、早期に適切な掘進管理を確立する目的で発達立坑から50m付近とし、シールド通過前後の各2週間についてリアルタイムな計測を実施した。計測・土質概要を図-1に、計測結果の一例としてシールド通過に伴う横断方向の鉛直変位、水平変位を図-2に示す。

図-2(a)より、シールド上部の鉛直変位はシールド直上から地表面までほぼ同じ沈下モード（シールドテール通過後22mm）を示し、シールド上部付近は地表面まで剛体変位を生じている。そして、影響範囲は $(45^\circ + \phi/2)$ 内、もしくは地表面で中心よりほぼ1Dと比較的狭い。

図-2(b)より、水平変位は切羽通過時に内側方向に、テール通過時に外側方向に変位し、いずれも地表面まで影響している。そして、外側方向の変位は裏込注入による押し出しと考えられ、シールド肩口で4mm発生し、影響範囲はシールド外側より0.5D程度である。

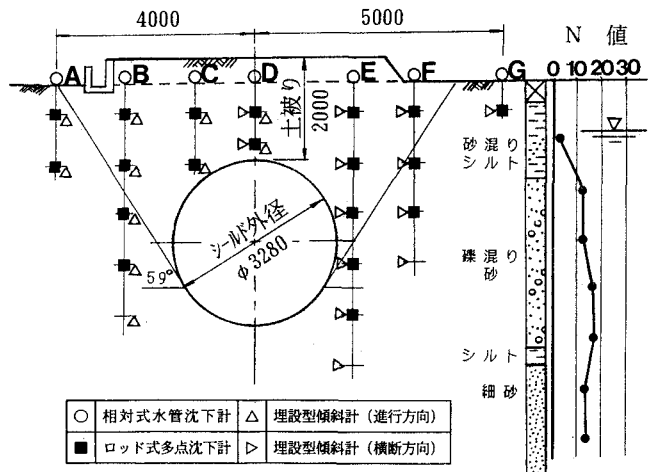


図-1 計測・土質概要 (mm)

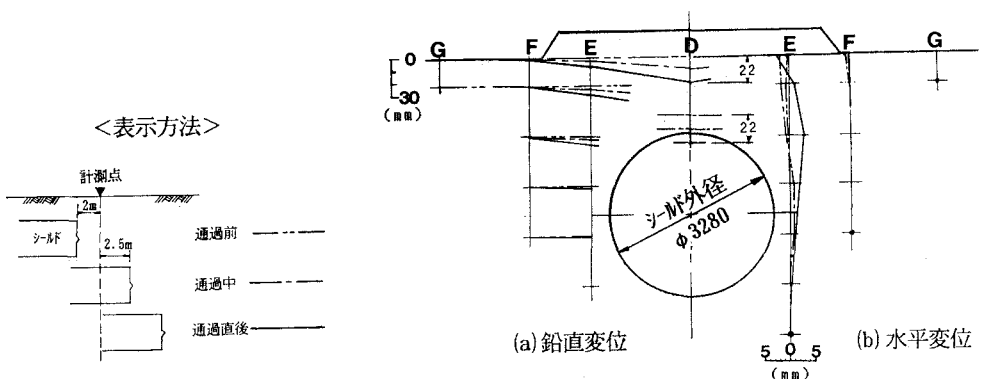


図-2 計測結果

3. 逆解析による周辺地盤変状の把握

ここでは、逆解析手法によりシールドトンネル周辺地盤の変形状を把握した。逆解析には、繰返し拡張カルマンフィルターと有限要素法を組み合わせた手法¹⁾を採用し、地盤の力学モデルには非線形弾性モデルを採用した。非線形弾性モデルについては、最近の研究成果²⁾より種々の弾性常数はひずみ依存の非線形性を有することが確認されていることから、次式で示されるせん断剛性率の非線形性を考慮した。

$$G = G_0 \times \left(\frac{\gamma}{\beta} \right)^\alpha \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 G はひずみ依存のせん断剛性率、 G_0 は初期せん断剛性率、 γ はせん断ひずみ、 β は非線形性が生じ始めるせん断ひずみ、 α は非線形性の程度を表現する係数である。なお、逆解析では、表-1に示す物性値を固定パラメータとし、シールドトンネル直上地盤の変位量22mmを強制変位として与え、それ以外の実測データを観測データとした上で、式(1)の α および β を推定した。

逆解析の結果、 $\alpha = -1.34$ 、 $\beta = 0.000038$ が得られたが、これらのパラメータに基づく変位ベクトル、せん断ひずみ分布を図-3、4に示す。以上の図表より、シールドトンネル直上地盤では、クサビ状のせん断帯が発生しており、このせん断帯により上部地盤が滑り落ちるような変形状を示していることが理解できる。

表-1 材料定数

	初期せん断剛性率 (kgf/cm ²)	#777比
農耕土	400	0.45
砂混じりシルト	400	0.40
礫混じり砂	1500	0.35
細砂	750	0.35

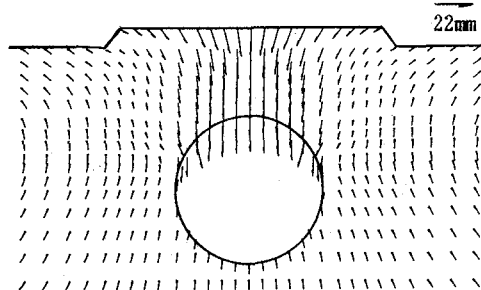


図-3 変位ベクトル

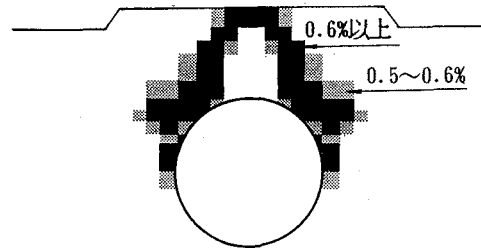


図-4 せん断ひずみ分布

4. おわりに

文献3)においてせん断ひずみについて同様な検討がなされているが、今回は土被りが小さいためにせん断ひずみが大きく評価され、鉛直・水平変位、せん断ひずみが地表面まで達している。本工事では、このような地盤変状の対策として重要性を有する箇所で地盤改良を施工し、せん断部分を補強した。その結果、ひずみの発生を抑制して地表面沈下を低減することができた。

今後、施工要因をさらに加味した計測、解析を実施する予定である。

【参考文献】

- 1) 門田俊一、斎藤悦郎、和久昭正、後藤哲男：繰返し拡張カルマンフィルターによる異方性岩盤物性の同定と地下空洞計測管理への適用、土木学会論文報告集、第406号／Ⅲ-11、pp.107-116、1989。
- 2) 龍岡文夫、渋谷啓：三軸試験と原位置試験法との関連（変形特性について）、土質工学会三軸試験試験法に関するシンポジウム発表論文集、pp.39-84、1991。
- 3) 菅原俊幸、尾関正典、尾畑和彦：シールド工事を対象とした地盤の変形係数の評価方法について、土木学会第47回年次学術講演会講演概要集第3部、Ⅲ-30、pp.102-103、1992。