

VI-57

礫地盤における泥土圧シールドの切羽管理手法について

鹿島建設 正会員 中尾 努、 同

白石 稔

1. はじめに

泥土圧シールド工法での切羽管理は、一般に①土圧計によるチャンバー内圧力管理、②排土量の容積・重量管理、の2本立てで行われているが、礫地盤では土圧計が礫の影響で大きく変動する、過負荷の影響で原点移動を起す、等の課題がある。カットトルクの上限に近いところで掘進する現実的なトルク管理も行われるが、ゆるみを起さず掘削出来ているか否かを判断する技術は礫地盤で必須のものである。

本論文では、添加材を少量ずつチャンバーに注入することで正確なチャンバー内圧を把握する「添加材注入圧管理システム」の概要と、礫地盤を施工中の工事でその適用性を確認した結果を報告する。

2. 添加材注入圧管理方法

2.1 方法と原理

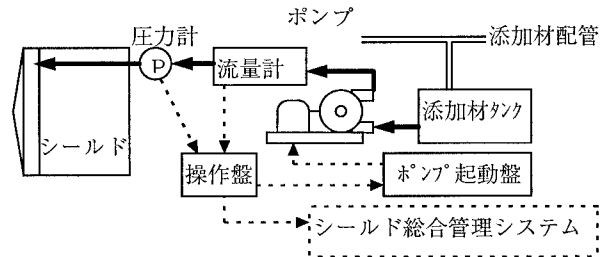
カットで掘削された礫に添加材が加わり泥土状となった土砂は概ね塑性状態にあって、切羽からの土水圧を受け流動する。この泥土中に添加材を注入する場合の圧力 P は以下の式で示される。

$$P = \tau + \sigma$$

ここで σ は、泥土が受けている荷重（＝土水圧）を示している。 τ は添加材の粘性や礫粒子同士の局所的な摩擦等で生じる割裂抵抗力で、カットで掘削されたことを考慮すると σ に比較し無視できる程度と考えられる。

2.2 管理システム

「添加材注入圧管理システム」は、シールド掘進中チャンバー内に添加材を別系統で少量ずつ定速で注入しつつ注入圧を圧力変換器にて測定するもので、従来から使用している土圧計と同様に利用できる。基本構成を図－1 に示す。



図－1 添加材注入圧管理システム

3. 適用事例

3.1 工事の概要と適用地盤

工事は、名古屋市天白区中江付近で地下鉄の複線断面を泥土圧式シールド工法（気泡併用）で施工したものである。本方式は、シールドの全面が洪積砂礫層（矢事層）に入る区間において適用した。工事諸元と、シールドが通過する地盤の概要を以下に示す。

工事諸元	セグメント外径：10,300mm、土被り：約 14m、地下水位：GL-2m 付近
地盤条件	N値：50 以上、粒度組成：礫分 52%、砂分 35%、シルト分以下 13%、最大礫径：150mm

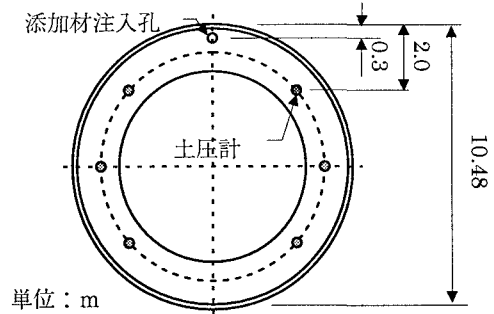
3.2 計測概要

添加材注入孔は、シールドのクラウン部から 30cm 程度下がった隔壁に設けた。注入孔に近接して土圧計が設けられている他、5 カ所の土圧計が隔壁に配置されている。（図－2）

キーワード：シールド工法、泥土圧シールド、掘進管理技術、礫地盤、現場計測

連絡先：〒107-8388 東京都港区元赤坂 1-2-7 鹿島土木技術本部 TEL03-5474-9133, FAX03-5474-9145

注入孔（外径 40.5mm）の先端は解放とし、掘進中は定量吐出ポンプにて 1.5 ㎖/min の添加材を自動圧送した。添加材配管の途中には圧力計と電磁流量計を配置した。圧力と流量については、シールドの掘進管理システムに繋ぎ、土圧、カッタトルク、推力等と同一のタイミングでデータを収集した。



単位：m

図-2 添加材注入孔・土圧計配置図

4. 調査・計測結果

4.1 施工状況

計測を実施した区間での施工実績を表-1に示す。

表-1 試行区間での施工実績

総推力（平均）	カッタトルク（平均）	カット回転数	掘進速度（平均）	添加材注入率
2,273 t ($q=2.6\text{kgf/cm}^2$)	788tf·m ($\alpha=0.68$)	0.57r.p.m.	30mm/min	10～15% (掘削土量比)
排土の物性	粒土：礫 51～54%, 砂 25～29%, シルト分以下 18～21%			スラング：1～6cm

4.2 計測結果

添加材注入圧と隣接の土圧計、カッタトルク、総推力の関係を図-3に示す。

注入孔位置と土圧計位置との高低差は 1.7m あるが、両者の平均値の差は約 0.2kgf/cm^2 とこの高低差分に近い値となっている。両者の時系列傾向も概ね一致するが、土圧に比較し、添加材注入圧の変動幅が若干小さかった。

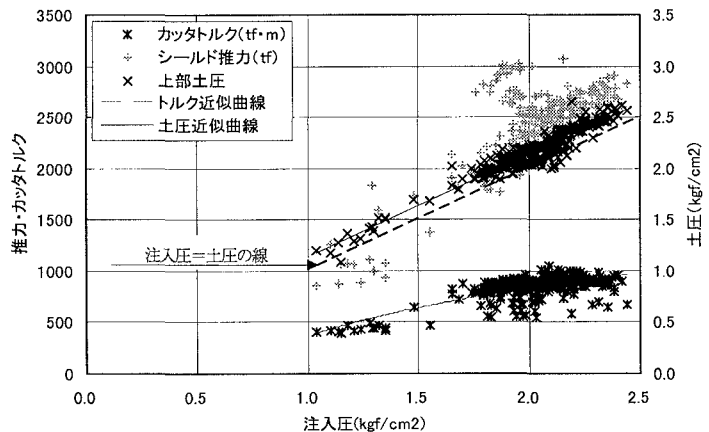


図-3 添加材注入圧と土圧計、カッタトルク、総推力の関係

4.3 評価結果

結論として、土圧計との整合性は良い、カッタトルク等他の管理項目との整合性が良い。なお、本システムは自動化したが、特に問題はなかった。

圧計測のために注入した添加材は、1 リングあたり 20 ㎖程度（実績）であり、この影響はほとんど無視できる程度に止まる。今回、運用上特に問題はなかったが、注入孔の閉塞対策を考慮する必要があると思われる。

5. おわりに

礫地盤での切羽安定管理として課題の多かった土圧計に変えて、添加材注入圧を管理するシステムを試行し有効性を確認した。今後より厳しい条件下の適用を進めていきたい。

【参考文献】 特許 No1422569 「シールド機の掘進管理方法及びその装置」、1988 年 1 月 29 日登録