

泥土式シールドトライアル施工結果についての報告

戸田建設株式会社 正会員 ○今井 裕也
戸田建設株式会社 渡辺 克己

1. はじめに

本シールド工事は、仕上り内径 2,400mm、延長 1,120m をシールド外径 3,280mm の泥土圧シールドで施工するものである。土被りは 7.48m から 9.83m である。路線は大部分が道路直下での掘進となり、シールド通過位置上部には上下水道管やガス管等のライフラインが多数埋設されている。これらの埋設物に最接近する地点において埋設物に対する事前影響解析を行った結果、予測変位量が最大 15.7mm となった。影響低減対策として一般的には地盤改良等が考えられるが、改良には幹線道路面からの施工が必要になることからこのような対策は非常に困難であると予想される。そこで今回は、埋設物への影響を低減するために適切なシールド掘進条件を見出すことを目的としたトライアル施工を実施した。

2. トライアル施工

(1) トライアル施工の目的

シールド掘進に伴う地盤沈下は図-1 に示すように①～⑤の諸原因が積み重なり最終値に達する。

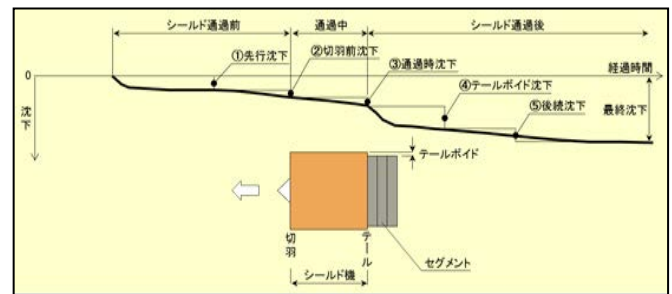
初期掘進時（道路に出る前の発進基地敷地内）に、2 測点（測点①・②）で層別沈下計および地表面沈下計による地盤変位の常時自動計測（図-2）により「沈下パターン」や「沈下量」を確認し、図-1 の①、②および④の沈下に対して最適な掘進管理値を見出す。

・①先行沈下および②切羽前沈下

→2 ケースの切羽圧の値を設定して掘進し最適値を把握する。

・④テールボイド沈下

→2 ケースの裏込め注入圧・注入量の値を設定して掘進し最適値を把握する。



① 先行沈下	軟弱な粘性土の場合、切羽で地山を呼び込むことにより生じる。
② 切羽前沈下	切羽における土水圧の不均衡が原因で発生する。
③ 通過時沈下	シールド外周面と地山との摩擦や余掘りに伴う乱れ、応力解放がおもな原因で発生する。
④ テールボイド沈下	シールド機とセグメント外径差で生じるテールボイドの発生で生じ、裏込め注入量不足や過大な注入圧等が原因で発生する。
⑤ 後続沈下	軟弱粘性土の場合に見られる沈下で、主として掘進による全体的な地盤の緩みや乱れに起因する。

図-1 シールド掘進に伴う沈下

(2) トライアル施工方法

切羽圧、裏込め注入圧・注入量をパラメータとし、表-1、2 に示す設定値によりシールド掘進を行う計画とした。切羽圧、裏込め注入圧の設定値は、計画書では「主働土圧+水圧」や「静止土圧+水圧」で仮に設定したが、実際の停止時の切羽圧を「主働土圧+水圧」と考え、設定値を見直した。

3. トライアル施工結果、考察

(1) 切羽圧

・ケース 1-1（測点①直下で平均 157kPa）では地中 8.6m 地点で +0.2mm の先行・切羽前沈下（隆起）を生じたが、ケース 1-2（測点②直下で平均 136kPa）では地中 8.6m 地点で -0.8mm の先行・切羽前沈下を生じた。

・ケース 1-1 ではほぼ地盤変位が見られず、ケース 1-2 では沈下

表-1 切羽圧の設定ケース

ケース	1-1	1-2
対象測点	測点①	測点②
掘進リングNo.	仮5～本3	本4～本8
設定圧	上限値	160kPa
	下限値	130kPa

表-2 裏込め注入圧・注入量の設定ケース

ケース	2-1	2-2
対象測点	測点①	測点②
掘進リングNo.	本6～本12	本13～本14
注入リングNo.	本3～本9	本10～本11
注入圧	上限値	360kPa
	注入量	130%
注入量	上限値	350kPa
		110%

キーワード：シールド、泥土圧、トライアル施工、影響解析

連絡先 戸田建設株式会社首都圏土木支店 東京都中央区日本橋本町 2-7-1 TEL:03-3535-1580

傾向を示したことから、切羽圧の設定値はケース 1-1 の 160±10kPa 程度が粘性土地盤の区間における切羽圧の値として最適であると考えた。

(2) 裏込め注入圧・注入量

- ・ケース 2-1 (設定注入量 130%) では 6~12R で平均 104.4%, ケース 2-2 (設定注入量 110%) では 13~14R で平均 97.6%の裏込め注入量となった。

- ・掘削地盤は N 値が低いが比較的自立性の高い粘性土地盤であり、また地山への裏込め注入材の浸透が少ないため、テールボイド量程度の注入となった。
- ・地表面のテールボイド沈下は、ケース 2-1, ケース 2-2 とともに-0.2mm であったが、地中 8.6m 地点ではケース 2-1 で-3.8mm, ケース 2-2 で-7.7mm の沈下となった。したがって、地表面における変位は小さいものの裏込め注入量を 100%以上とすれば、テールボイド沈下をさらに小さくできると考える。したがって、裏込め注入量は粘性土地盤では最低でも 100%以上とすることが必要となった。

4. トライアル施工の結果を踏まえた最近接埋設物に対する影響再解析

トライアル施工での地盤変位の測定結果から、2次元 FEM 解析の掘削解放率を事前解析時から見直し再解析を実施した。掘削解放率は、シールド直上 1m (地中 8.6m 地点) の沈下量から逆算して求めた。図-3 に再解析結果を示す。再解析の結果、トライアル施工と同様のシールド掘進を行った場合、すべての埋設物の変位量は一般的な許容値の実績である 10mm 以内で施工ができると考えた。

5. まとめ

トライアル施工の結果、考察、影響解析の再解析結果を踏まえ、最適な掘進管理値として、表-3 に示す値とした。

ただし、今後掘進が進むと砂礫層が主体の地山となることから、地表面測量結果を踏まえ適宜掘進管理値の見直しを行うこととした。

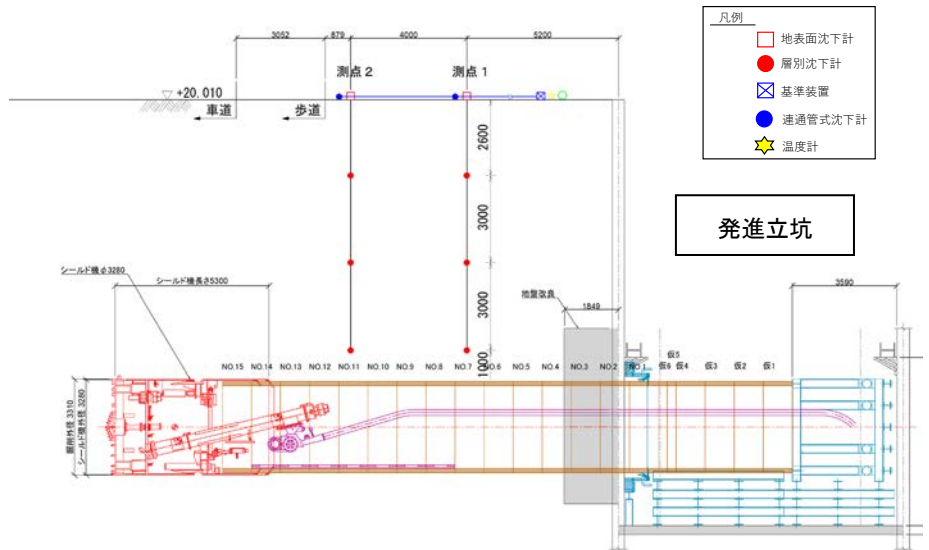
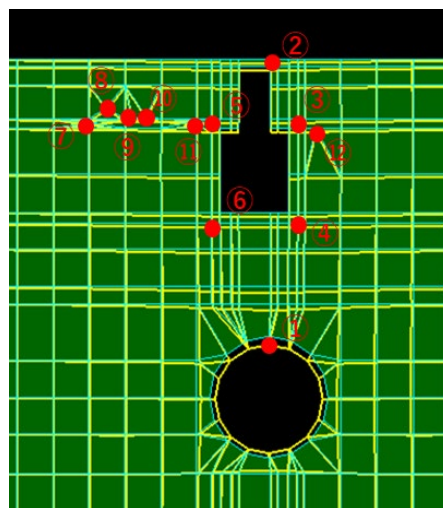


図-2 トライアル施工時縦断面図

5. まとめ



		事前解析	再解析	
応力解放率		30%	15.0%	
単位		(mm)		
①	トンネル上部	-32.8	-18.2	
②	直上地表面	-15.6	-8.7	
③ ④ ⑤ ⑥	東電マンホール	右上	-15.7	-8.7
		右下	-15.7	-8.7
		左上	-15.5	-8.6
		左下	-15.5	-8.6
⑦	NTT管	-7.7	-4.3	
⑧	水道管	-8.4	-4.7	
⑨	電気管	-9.7	-5.4	
⑩	下水道管	-10.6	-5.9	
⑪	ガス管	-14.1	-7.8	
⑫	下水道管	-14.4	-8.0	

図-3 最近接埋設物に対する影響再解析結果 (左: 変位図, 右: 予測鉛直変位量)

表-3 最適な掘進管理提案値

切羽圧	160±10kPa程度	裏込め注入材	注入圧	上限値	360kPa
			注入量	上限値	130%
				下限値	100%