

日本電信電話公社 正会員 ○吉田 光雄
日本電信電話公社 根岸 勝利
日本電信電話公社 田中 弘

1. まえがき

軟弱地盤におけるトンネル築造において、シールド工法が多く採用されているが、地盤の沈下は避け難く、この沈下を食い止めるべく種々の対策が講じられている。今回東京都葛飾区において約1kmの通信用ケーブル収容トンネルをシールド工法により築造したのであるが、圧気により肌落ちを押えながら、特殊な裏込めを注入すると共に、シールド背面に薬液を注入することにより路面沈下を最小限度に押えたので、その概略を報告するものである。

工事概要は、GL-9.0m付近をセグメント外径3800mmの東京都下水シールド（電電公社受託施工）、GL-20.0m付近をセグメント外径3550mm、シールドマシン外径3666mmの電電公社シールドを上下2連で推進距離約930m築造するものである。現在電電シールドについては完了しており、下水道シールドは推進中であるため今回の報告は電電シールドについてのみとする。土質はGL-5.0m付近までN値が5~10の細砂、GL-16m付近までN値1~3の砂質シルト、以下N値0~1の軟弱なシルト層がGL-30m付近まで続く。シールド通過付近の土質の諸性質は表・1のような値である。

含水比	湿潤重量	液性限界	塑性限界	砂	シルト	粘土	一軸圧縮	粘着力	圧縮指数
50~60%	1.64~1.69 $\frac{kg}{cm^3}$	45~65	26~32	10%	57%	33%	0.93~1.20 $\frac{kg}{cm^2}$	0.27~0.41 $\frac{kg}{cm^2}$	0.45~0.60

2. 施工方法

推進---推進方法は、0.4~

表・1 GL-20m付近土質諸性質

0.5 $\frac{kg}{cm^2}$ の圧気でセミブラインド型シールドで行

なった。ブラインド開口率、推力等を表・2に示す。土取量は立坑内に自動重量換算計を設けて記録し、土の呼び込みによる取り過ぎのないよう管理を行なった。

裏込---当地のような極軟弱地盤においては、シールド推進により生ずるテールボイドの背面地山の弛みはかなり急激なものである。この弛みを時間的に早く押えるため、表・3に示すような特殊な裏込材を用い、ジャッキとセグメントの間にゴムホースを押え込みテール部からの流出を防ぎ、グラウトホール数ヶ所から1リング毎に圧送システムにより注入を行なった。注入圧は3.0 $\frac{kg}{cm^2}$ を目安にし、注入率は230%程度、ゲルタイムは約1分位である。

ポイント	開口率	総推力	単位当り推力	土取量	推進距離
1	3.41%	550~600 $\frac{kg}{cm^2}$	54.0~58.6 $\frac{kg}{cm^2}$		60m
2	2.71	580~620	56.5~60.4	97~98%	110
3	1.71	600~650	57.9~59.8		180
4	1.49	600~630	57.7~60.6		540

表・2 シールド推進状況

裏込配合表				単位 1.2m ³ 当り kg	
セメント	シリソール	巻込材	水	111酸ソーダ	水
255 $\frac{kg}{m^3}$	235 $\frac{kg}{m^3}$	2.58 $\frac{kg}{m^3}$	326 $\frac{kg}{m^3}$	100 $\frac{kg}{m^3}$	100 $\frac{kg}{m^3}$

表・3 裏込剤配合

背面薬液注入---シルト質粘性土におけるシールド推進に伴う沈下原因は種々考えられるが、テールボイド周辺の地山の弛みと応力開放等により生ずる圧密沈下は避け難い。この沈下を押えるため、特に重要構造物の存在する所においては、推進直後に坑内より薬液注入を行ない地盤改良を行なった。改良範囲については、通常論じられているゆるみ範囲のとおり方に種々あるが、図・1のとおり安全性を考慮して上半断面とした。

今回は、国鉄総武本線新小岩駅小松川架道橋と都道横新歩道橋防護に採用した。特に国鉄総武線下越しについては、国鉄と協議の結果図・2のとおり沈下計、傾斜計を設置し測定を行なった。また、表・2のポイント3・4において、グラウトホールより背面地山のゆるみ状況を測定したところ、シールド周辺の一次的な土のゆるみの経緯が判明した。

3. 施工結果および考察

推進、裏込——表 2 に示すとおり4段階に分けて開口率を変化させているが、特に土取量の管理を重点的に行なった。したがって常に97~98%の土取量を目安にして、100%を越えれば開口率を調整した。裏込については、図・2に示すように約20分でシールド周辺の一次的なゆるみは完了していることから早期の注と初期強度の高い裏込材は、軟弱地盤において一次的な地山のゆるみを抑え、二次的に地表面にゆるみが伝播することを防ぐ手段として有効と考える。この裏込材のみの注入ヶ所の地盤地下状況は図・4のとおり20mm以内に収まっているが、その他のポイントにおいても25mm以内であり、裏込材の注入率はテールボイドの2割程度であった。

背面系液注入 i) 国鉄深道橋防護——図-1に示す範囲で葉液注入(LW-1, 注入率30%)を行ない測定調査の結果、推進後2ヶ月でボックスカルバートの沈下は-6.0mm程度であった。
(沈下計1-3---6.0mm, 2-3---6.5mm, 4-4---5.8mm, 5-2---4.0mm)
なお、ボックスカルバート前後の盛土道床部はほとんど沈下が見られなかったが傾斜についてはシールド進入側にボックスカルバートがやや引かれていた傾向が見られた。(傾斜計1---0.8mm, 2---1.5mm, 3---0mm, 4---0.0mm 全て進入側)

ii) 都道横断歩道橋防護——注入断面は国鉄下越しと同じであり延長20m、沈下の測定はレベル測量で行なった。図・4から明らかに、背面注入を行なった所の方が沈下が推進1ヶ月後においても3分の1以下に収まっている。また、この図には表われていないが、断気をした場合にも若干の差が一般部と背面注入部および推進後の経過時間において表われている。つまり、推進後3ヶ月以上経過した所はある程度の地山の強度が復元していることから、断気をしても沈下はほとんど現われぬが、推進直後の所においては約3mm程度の沈下現象が見られた。

また、背面注入部と一般部の断気による沈下の差はほとんど見られなかった。しかし、当地以外において、注入間隔が50cmと100cmの2方法を同じ注入率で行なった所、明らかに50cm間隔で実施したヶ所の沈下は少なく、100cm間隔の全程度であった。

- 以上から、(i)初期強度の出る早期の裏込め
- (ii)シールド推進により塑性化された周辺地盤の早期の改良
- (iii)シールド推進後の周辺地盤強度の復元等を推進管理

以外に考慮すれば極軟弱におけるシールド推進において、最小限度の沈下に押えることが出来る。

なお、地盤改良範囲のとり方については今後検討の必要があると思われる。

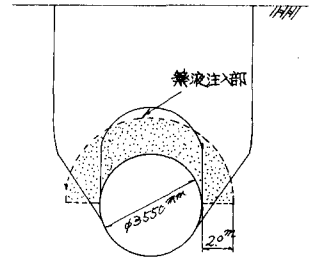


図-1 ゆるみ範囲と葉液注範囲

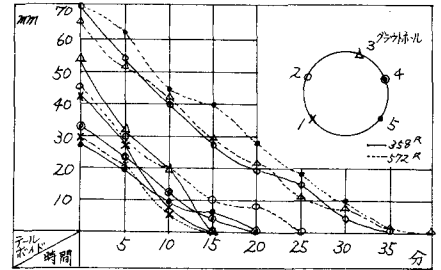


図-2 背面地山のゆるみ

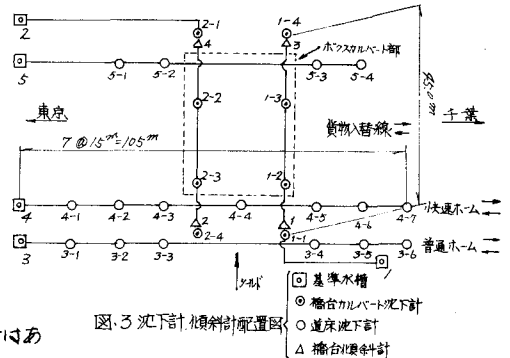


図-3 沈下計・傾斜計配置図

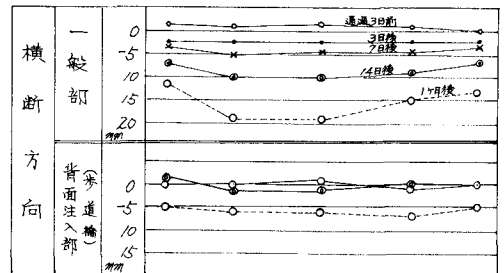
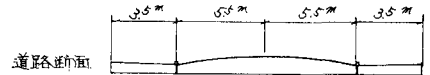


図-4 一般部および背面注入部の沈下状況