

○ 電電公社 東海電気通信局 正員 長谷部 厚
 電電公社 東海電気通信局 吉田 昌保
 電電公社 建設技術開発室 正員 塚原 彰

1・はじめに

カバーロックのない湧水砂質地盤でシールド工法によりトンネルを築造する場合には、一般に、泥水加圧式シールド工法あるいは、土圧式シールド工法を用いているが、それぞれ広い工事用地を要する、高い地下水压の地盤には適用できないなどの問題があった。

このため電電公社では、高い地下水压の地盤でも切羽の安定を図りながら安全に掘進できる圧力平衡式シールド工法の開発を行ってきた。今回、名古屋市内での工事に本工法を採用し、良好な施工結果を得たので報告する。

表-1 開発目標

2・圧力平衡式シールド工法

圧力平衡式シールド工法は、表1に示す目標を設けて開発したもので、その概要はシールド機械前面の回転式カッタで掘削した土砂をカッタ前面のチャンパー内に充満して地山に対抗させ、地下水压にはスクリーコンベアの排土口に装着した圧送排土装置で対抗させることで、切羽の安定を図りながら掘進する工法である。(図1)

本工法の特徴は、次のとおりである。

- (1) カッタヘッドに棚効果及び絞り効果を持ったリングを有するので、従来の土圧式シールド工法に比べ切羽の小崩壊によるチャンパー内土砂の過剰充満を防止することが可能である。
- (2) 圧送排土装置は、高い止水性を有するので地下水等の噴発が防止でき、高水压に耐える。

- (3) スクリーコンベアからのずり搬出は、ベルトコンベアにかえ、ずり

り運搬車までパイプ輸送するため、落土による坑内のよごれが少なく、作業も安全である。

3・工事概要

今回の工事は、平均土被り9.3mの位置にセグメント外径3550mm、延長261m(曲線150mR、3ヶ所含む)のトンネルを建設するものである。(図2)

項目	内 容
土 質	崩壊性の湧水砂質土、粘性土(軟弱粘土を除く)及び 100mm以下の礫混じり砂を含めた広範な土質
切羽水压	2.0~2.5kg /cm ²
掘進能力	平均3cm/min 程度

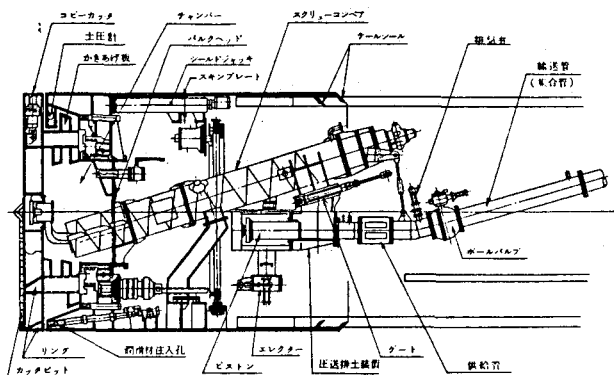
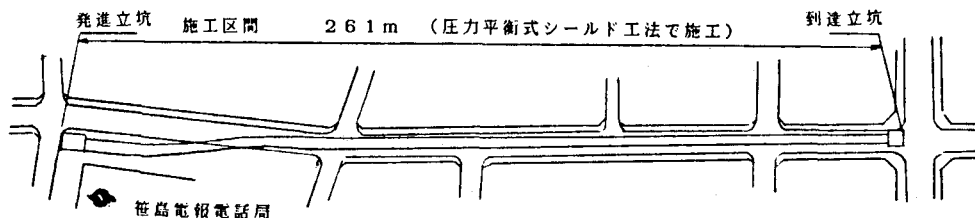


図 1 圧力平衡式シールド機械概要図



図・2 平面線形

路線は、車道幅員6.7mで沿道には商店や民家が密集し、ガス、下水道等の地下埋設物がふくそうしている。またシールド通過付近の土質は、N値10~30、均等係数 9.8、シルト粘土分10%程度の崩壊しやすい沖積砂層であり、地下水位は、GL-3.2mで含水比も高い。

表2・層別沈下計による沈下測結果

4・施工結果

本工事では、マイコンを利用した計測により、シールド機械の施工管理及びデータ収集を行うとともに、仮推進区間においては層別沈下計による沈下計測を行い、本推進区間の施工にフィードバックした。

これらの結果、切羽の安定効果及び圧送排土装置に関して、次のことが判明した。

- (1) リングによる掘削土砂の絞り効果について、サウンディング装置を用いて、カッタヘッド及びチャンパー内での土砂の貫入抵抗を測定することにより確認したところ

ア・ カッタヘッド内密度 > カッタヘッド背面密度

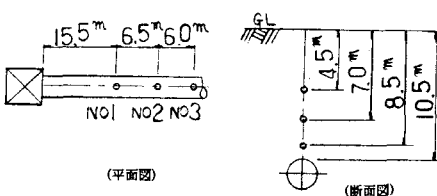
イ・ チャンパー内密度 > カッタヘッド背面密度

の関係が明らかとなり、絞り効果が発揮されたと判断できる。この結果、沈下は表2に示すように小さな値で押さえることができた。

- (2) 圧送排土装置は、最大掘進速度（1リング平均）5.5 cm/分に追従でき十分な排土能力を有することが確認された。この理由としては、供給管内土砂充填度がスクリュコンベアによる土砂の移送効果のため1回のピストン摺動で80%程度を確保できたことによる。この効果は、細粒分40%程度以下の土砂に期待できると考えられる。（図3）

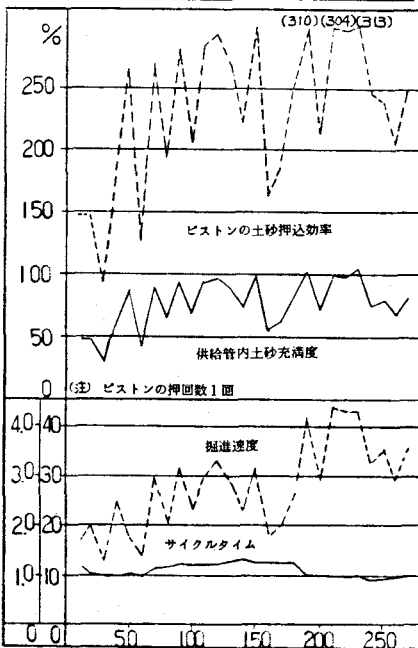
- (3) 圧送排土装置について、排土口での含水比が自然含水比とはほぼ同じ値であったことから本装置の止水性は、良好であったと判断される。また工場内での負荷実験の結果、水圧3 kg/cm²に対するピストン及びボールバルブの漏水量は、2.9 ℓ/分、0 ℓ/分と良好であったことから、当初の開発目標 2kg/cm²以上の高水圧地盤に対しても、本装置は十分適用できると考えられる。

- (4) 圧送排土装置を用いることにより細粒分 8~9 %の砂礫区間を粘性付与材なしで掘進できた。したがって、本装置により高水圧地盤での掘進においては、他の土圧式シールド工法に比べ粘性付与材の使用を大幅に低減できる。



(単位 mm)

沈下計測定位置 集 水 平	沈下計測定位置 切羽～沈下計	刃口到達時	チール通過時	チール 通過後	
				3日	30日
地表面	NO 1	0	0	0	0
	NO 2	0	0	0	0
	NO 3	0	0	0	0
GL-4.5	NO 1	0	0	0	1.0
	NO 2	0	1.5	3.0	6.0
	NO 3	4.5 m	3.0	3.0	3.0
GL-7.0	NO 1	4.5 m	1.0	4.0	5.0
	NO 2	4.5 m	2.0	4.0	5.0
	NO 3	10.5 m	5.0	6.0	8.0
GL-8.5	NO 1	4.5 m	3.0	4.0	4.0
	NO 2	4.5 m	2.0	4.0	7.0
	NO 3	0.5 m	5.0	4.0	7.0



図・3 供給管内土砂充填度

5・おわりに

本工事は、土質的・施工的に厳しい条件下であったにもかかわらず、圧力平衡式シールド工法の採用により、地盤沈下もなく、無事完了することができた。これにより、本工法の高水圧地盤への適用は、一步前進し、実用化の見通しが得られた。

また、圧送排土装置のパイプ輸送により、シールド機械後続設備まわりの空間が広くなったため、今後増加が予想される小口径のシールド工法に関して、ずり搬出作業面での安全性の向上が期待できよう。