

日本電信電話公社 九州電気通信局 正員 ○福山 隆博

山川 裕志

福岡都市管理部

甲斐 寛

1. まえがき

岩盤地帯におけるトンネル工事は通常発破を使用して行なわれるが、本工事場所は北九州市（八幡東区）の家屋密集地帯であり、住民の工事公害に対する意識が強く、また発進立坑より515m付近にある山陽新幹線の「北九州トンネル」と交差することもあり、発破によるトンネル施工が不可能となった。このため我国としては初めて、SB-125型のロードヘッダーをシールド管体に搭載した半機械掘シールド工法で施工することとした。本文はこのシールドマシンの選定と施工状況について報告するものである。

2. 土質及び環境条件

本工事区間は、比較的地下水の豊富な（透水係数 $10^{-2} \sim 10^{-3}$ オーダー）岩盤地帯であり、岩質は表-1及び図-1に示すとおり湧水により崩壊する強風化岩から一軸圧縮強度（ σ_u ）が 1000 kg/cm^2 を越えるものまで非常に変化に富んでおり、到達立坑際には破砕帯も確認されている。

一方、環境は道路幅員20mの両側に家屋が密集し井戸も多数存在しており、地上には図-2に示すように西鉄路面電車が行き、地下には大小多数の地下埋設物がある。

3. シールド工法の選定

シールド工法の選定にあたっては、次の4条件、すなわち

- ① 強風化岩～硬岩まで広く分布する岩を切削できること。
- ② 井戸湧れ及び水抜きによる路面沈下等を防止できること。
- ③ マシンが軟弱な強風化岩において自重沈下しないこと。
- ④ 安全に切羽作業ができること。

を満足する機械として、SB-125型のロードヘッダー搭載のシールド工法とした。

このうち①については、本機の能力範囲外の岩（ $\sigma_u > 800 \text{ kg/cm}^2$ ）があるが、硬岩部には相当亀裂が発達していることから切削可能と判断した。仮に切削困難となった場合は割岩機等補助工法の使用も考慮した。

②については、圧気できるようにSB-125型のロードヘッダーをシールド管体に搭載した。③については、本機が全断面掘削機に比べ着しく軽量であることから問題はなく、④について

表-1 工事区間の岩区分

岩区分	岩区分	$\sigma_u (\text{kg/cm}^2)$	トンネル通過位置長さ(m)	割合(%)
D	強風化岩	200以下	495	60
C	中硬岩	200~800	265	32
B	硬岩	800~1400	64	8

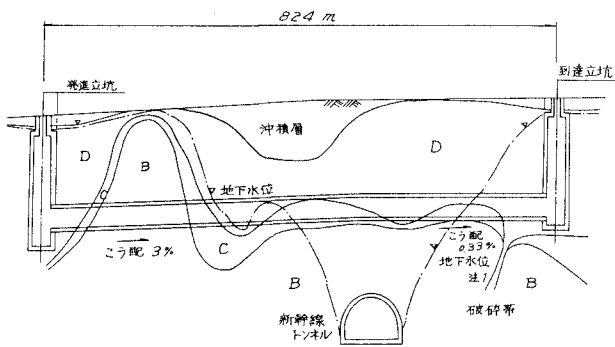


図-1 土質及び縦断線形

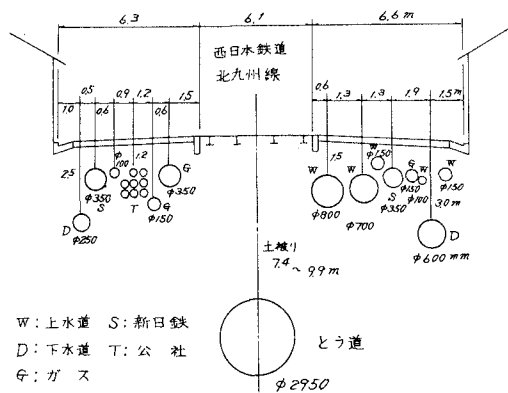


図-2 地下埋設物並びにトンネル位置

も、フェースジャッキ、ムバブルフード等を設置することで対応可能とした。図-3にSB-125型のロードヘッダー搭載型シールド機を示す。

このほか、ロードヘッダー製作時には硬岩に対応できるように、下記のような措置を行った。

- ① 硬岩にも使用できるように切削電動機を2段切替とした。
- ② ピックの破損を少なくするため、切削ドラムのピックホルダーの角度を変えた。
- ③ 軟岩用平ピック（図-4）のほか、硬岩用丸ピック（図-5）を準備した。
- ④ 切削時の摩擦熱によるピック先端の温度上昇を防ぎ、ピックに耐久性を持たせるため、ドラム内、外に散水可能とした。
- ⑤ 通常のSB-125型ロードヘッダーより軸径を大きくした（ $\phi 450\text{mm}$ ）。

このほか硬岩切削時の粉じん対策として集じん装置を設置するとともに、適正なオーバーカットを保つためのオーバーカットアラームを設置した。

4. 施工状況

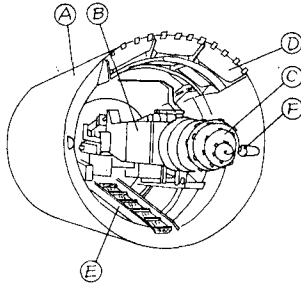
現在発進立坑より640m付近を掘削中（58.4現在）であるが、一通り張風化の軟弱岩から硬岩まで掘削が終えた。ここでは、最大の関心事であった $\gamma_u > 800 \text{ kg/cm}^2$ の硬岩の掘削を中心に述べる。

- (1) $\gamma_u = 800 \sim 1400 \text{ kg/cm}^2$ 程度の硬岩でも、ある程度亀裂があれば切削可能である。
- (2) 亀裂が少ないところでは切削用ピックの消耗が多いと想定されたが、丸ピックを使用したことで使用本数を低減できた。（30本/R）
- (3) 切羽に硬岩が一部存在するより全面に存在したほうが掘削しやすい（一部存在した場合、切削ドラムが硬岩ではじかれ、軟らかい部分のみ切削される傾向が強い。）
- (4) 粉じん対策及び切削ピックの冷却を兼ねた散水装置は地山の湧水（圧気圧 0.3 kg/cm^2 下で $40 \sim 50 \text{ l/min}$ ）もあり、余り使用しなかったが、集じん対策に非常に効果があり、切羽の作業改善として有効であった。

このほか、今後の改善事項として次のような問題点が生じた。① チェーンコンベアの先端部及びチェーンの間に切削岩がくい込むトラブルが発生した。② 切削ドラムが、一方向回転であるため、硬岩掘削時にローリングが生じた。①についてはスライド装置を設置するとともにショートリンク方式のチェーンコンベアに改良し、②については、姿勢保持ジャッキ等を設置するなどの改良が必要であろう。

5. あとがき

都市内の工事で発破等の使用が不可能な地域では、今回のように軟弱岩へ硬岩まで分布するような地盤においては切削ピックの消耗、ズリ攪機能等に若干の問題はあるが、本機のような半メカニカルシールド機を選定すれば、十分対応できるものと思われる。



記号	名称	備考
(A)	シールド機本体	
(B)	切削原動部	ロードヘッダー
(C)	切削ドラム	
(D)	ムバブルフード	
(E)	チェーンコンベア	ズリ搬出用
(F)	フェースジャッキ	

図-3 ロードヘッダー搭載型シールド機

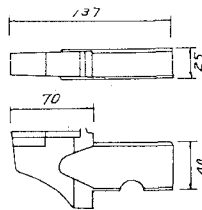


図-4 軟岩用ピック

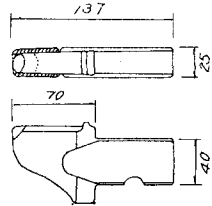


図-5 硬岩用ピック