

Roof Shield について

佐 友 彰

(1) Roof Shield を用いた理由

下関坑門口附近は珒岩の風化層であつて、花崗岩が風化した通常集砂と称しているものと其の性質が類似している。昭和19年に底設導坑を掘さした当時、坑口附近は鑿地で施工したが其の加背が2.2m×2.2m程度で小さかつたこと、その他の点から掘さくそのものには特に困難はなかつた、その後殆んど手を加えることなく放置されたまま、特に坑口附近では支保工腐朽、支柱のめりこみ等のために一部分導坑が埋没閉塞していた。

昨年11月工事を再開するにあたり、まづ坑門より44mの箇所 open cut で施工するため其の切取をはじめたところ、予想外に地盤の弛み多く切取勾配を1割にしても尚不安定せず次々と崩壊し其の処置に困難した。はじめの計画では open cut の終点から奥は支柱梁の支保工によるトンネル掘さく法と逆巻を考へていたため、坑門口より116mに下した仮堅坑より坑口に向つて頂設導坑を進めたところ33m附近に至つて支保工がそのまゝの形で沈下をはじめ、更に反対側に向つて進めた導坑も底設導坑に引き下げられる始末であつた。即ち長年月に亘つて底設導坑に向つて水が動いていたため、附近の地盤を甚しく弛めこのような原因となつてゐることがわかつた。

以上の点から逆巻式の普通のトンネル工法で施工することは困難であることを認めこれに代るものとして、次の各種の工法について比較検討をした。

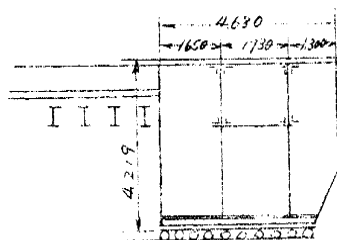
(1). 掘さく法

(2). 間接導坑埋戻法

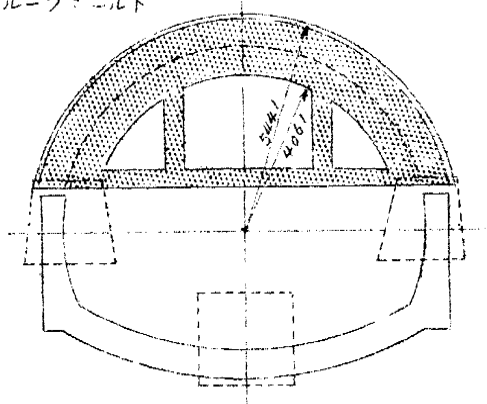
(3). 潜函法

(4). ルーフシールド工法

仮堅坑近の72mについて、以上4工法を比較し、工事業は榛野堅坑近の全



ルーフシールド



体について行つた、尚ルーフシールドについては棕野堅坑迄この工法で施工することにして積算した。

附帯工事費、間接費一切を含めた工事費の比率は次のようになる。

	(工費の比率)	(工 期)
(イ)	103.0	昭和30年3月末
(四)	106.8	"
(ロ)	123.2	"
(ニ)	100	"

梅雨期をはさんでの天候の條件、施工出来栄の点、用地の使用等土地に關連する特殊の條件等を考慮した結果、確實な工法としてルーフシールドを採用した。尚ルーフシールドは本邦においては最初の試みであり今後地下鉄等に用いて適切な工法であるので、一つには新しい工法の導入研究を考慮した。

(2) Roof Shield

一般に Shield 工法と称せられている *full shield* の變形したものと考へてよい。 *full shield* と異なる点はトンネル全断面を同時に掘さくせず、上半部だけを施工した後下半部を通常のトンネルと同じ方法で掘る点 *full shield* が大抵の場合に *Pneumatic* であるに対して *Roof shield* は *open air* であること、下方にジャッキを配置できない代りに滑動のためにローラーをおくこと等である。

従来外国において *Roof shield* の例が *full shield* にくらべて少いのは特に近代の水底トンネルが大部分都市附近に多く *Silt* の如き軟弱な地質を通過するために *Roof shield* のようなものでは困難であることによることが

多く、いかえればこの工法に適した地質のものが少ないことによるもの
と考える。

水底トンネルは別として本邦で施工されている地下鉄は地面より比較的
浅い箇所を通るため、地上交通、埋設物との煩雑な障害をうけるから open
cut 又は潜函法で施工しているが Roof shield 工法が比較的容易にとりい
れられるようになるれば深く下げてこの工法で施工することもあるが無理
なせいで不経済な工法ともいえない時期があるのではないかと考える。

この工法で施工した主なトンネルの例を示すと、

トンネル名	シールド	葺工
Clihy Sewer T. (1896-1897)	シールド径 7.28' 高 5.72' 幅 7.28' 楕円形 skin pl 14 mm. ジャッキ 6ヶ、ローラー 20ヶ	場所打コンクリート
East Boston Rwy T. (1900-1903)	外径 44'4.8" 高 47'2.4" 長 3810' 半円形 ジャッキ 18ヶ、セントル 10' 間隔、壁板 4" ジャッキ受 steel rod 3名埋込	場所打コンクリート
(a) Orlean Rwy	(a) ローラーは堅木に鉄板をかぶせた上を通る、ジャッキ 10=1000 セントルを通る連続した柱で受ける、	場所打コンクリート
(b) Metropolitan (1905-1908) Rwy.	(b) トンネル内径 23.29' 高 6.79' シールド skin pl 15 mm 長 7.5' セントル 30組、各 1980 lbs 間隔 1' ジャッキ 19ヶ	
Mersey Hwy T. (1925-1934)	外径 46'9 1/2" 長 12'-6" 高 27" skin pl フッド 3枚、ボデー テイル 2枚、重量 200 tons ジャッキ 1/2" 24ヶ ストローク 72'-9" 出力 600 tons (1000 lb/ft) フェース ジャッキ 7" 2'-9" 6ヶ ローラー 至 4" 長 4'-9" 間隔 6" 3ヶ	Cast iron Segment
Baltimore R.R.T. (1933-1934)	外径 35'-4" 内径 33'	Cast iron Segment

(3) 奥門で施工するルーフシールド

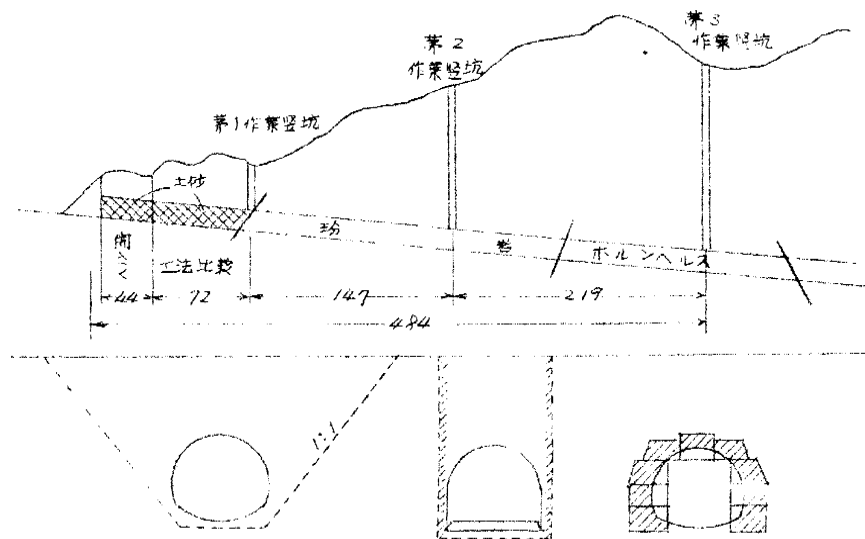
途中からルーフシールドに切替えた關係上、トンネル断面から見るとルーフシ
ールド部分が多少上方に上りすぎている。

外径 11.082 内径 8.122' 高 4.219' 中 11.434 長 4.680' 尾部 1.650

頭部 1.320、胴体 1.730

ジャッキ 12個 至 250 mm ストローク 1.11' 出力 100 ton/ヶ 1000 lb/ヶ スキン 22 pl

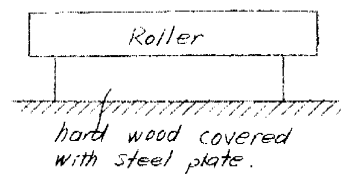
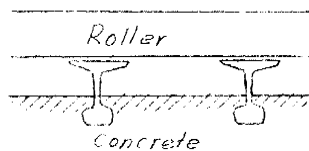
2枚、ローラー 至 90 mm 14ヶ、鋼重 94 ton、推釘 外径 200 mm 内径 160 mm



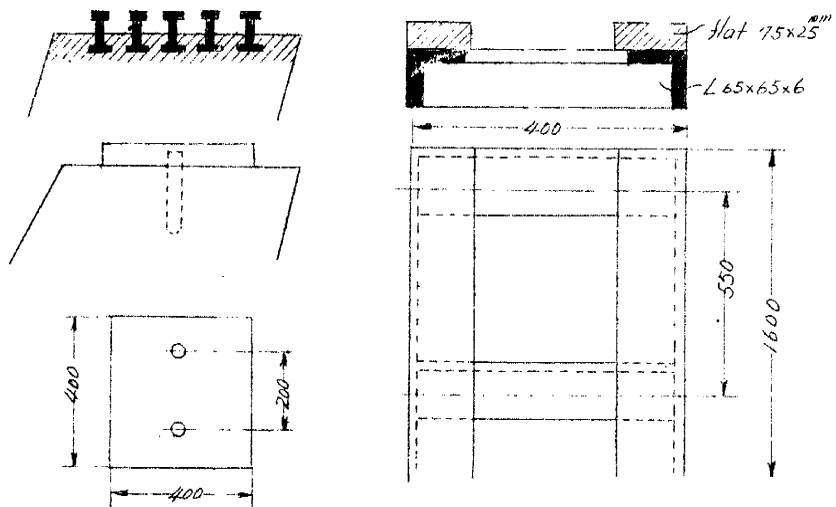
シールドにかかる荷重は中央で10'高で拋物線で変化すると決定する。
設計に当り土曜となる点

(1) ローラー受

ローラー受はシールドの高低方向を定める基準となるものでなるべくローラの抵抗が少ないので、大きい力に耐えられるものでなければならぬ。他のシールドの例を見ても、たとえば Baltimore の如く大型軌條を逆に2列埋めこんだもの、Clithy の如く木板を並べたものなど種々ある。



最初は軌條を数多くならべたものを考えたが、これは将来掘工に埋め込まれた時に弱点となるので止め、又順次取外すことのできる25mm鉄板を考えたが、施工が困難のため更に圓の様な平鉄(75×25mm)を2枚コンクリートに予め埋めこむ方法をとった。これで尚コンクリートの支柱応力が不足する時には更に圓に鉄板を入れることになっている。



(1) ジャッキ受

Baltimore スは Mersey 下のように Cast iron segment を用いる場合にはシールド推進に伴うジャッキの反力(凡そ 100 tons)を受けさせても十分耐えられるのであるが場所打コンクリートを考えているのでこの点に大きい問題がある。

East Boston のように推針をコンクリートの中に埋込む方法もあるが、工費の点より思はしくない。結局 Clithy, Orlean, Metropolitan で用いたような様式を考えた。未だ結論に至っていないが管理としては 7 日以後の強度の出たコンクリートに推力を分担させることにしてその傳導方法に。

① セントルを剛性の高いものとして 7 日以後の部分のセントルと推針とを結合し推力をセントルを通してコンクリート覆工に伝える。(セントルガーダーの高 45^{mm} 腹板 10^{mm}、突縁山形 100x75x10 エ木厚 75^{mm})

② 推針とセントルとは絶縁し別に十分に強度の出たコンクリートに直接推力を伝達させる。

いづれの方法について検討中である。

(1) エ 程

ルーフシールドは現在製作中。ジャッキ、水圧機類は鉄道管内トンネルで供用した

ものを借り受け整備する。シールドの現場組立7月中旬～8月下旬完了、尚
ローラー受にあたるコンクリート打は現在両側誤導坑を掘り夫々施工中である
シールド推進開始は9月1日の予定である。当初は馴れないうえに精々1
日1推し(800m)とみているが、熟練してくれば1日平均2推しの工程は
可能と考えている。(28531)

必要な粒度の土を得るための解析的方法

九州大学 内 田 一 郎

1. 2種混合の場合

混合すべき土を a_1, a_2 とし、必要な粒度の土を N とする。一般に篩 S_i
($i=1, 2, \dots, n$.) を通過する a_1, a_2 の量を夫々 Q_{i1}, Q_{i2} とし、 N の粒度
を N_i とする。通常 N_i は或る範囲を持つて居り、その下限界を N_{ie} , 上
限界を N_{iu} とする。以上の記号に基づいて a_1, a_2 及び N の粒度は一般に
次の様に表わす事が出来る。

i	篩	混合すべき土		必要な粒度の土
		a_1	a_2	N
1	S_1	$Q_{11} \%$	$Q_{21} \%$	$N_1 (N_{1e} - N_{1u}) \%$
2	S_2	Q_{12}	Q_{22}	$N_2 (N_{2e} - N_{2u})$
3	S_3	Q_{13}	Q_{23}	$N_3 (N_{3e} - N_{3u})$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	S_n	Q_{1n}	Q_{2n}	$N_n (N_{ne} - N_{nu})$

今必要な粒度の土を得るために混合すべき a_1 及び a_2 の量を夫々 $p_1 \%$ 及び
 $p_2 \%$ とすれば次の各式が成立する。

$$p_1 + p_2 = 100 \quad (1)$$

$$Q_{11} p_1 + Q_{21} p_2 = N_1 \times 100 \quad (2)$$