

礫対策泥水式シールド工法の施工

白井 靖幸*
Yasuyuki Usui

沢口 俊夫**
Toshio Sawaguchi

要 約

当報告は、双葉地区土地改良事業の一環として、双葉ダム下流ペーペナイ導水路1号トンネル(784m)工事の内、スクリーコンベア及び水中クラッシャ付泥水式シールド工法の施工報告である。

1. 工事概要

工事名 双葉地区ペーペナイ導水路1号トンネル工事

企業先 北海道開発局小樽開発建設部

施工場所 北海道虹田郡京極町字北岡

工期 昭和60年7月26日～昭和62年3月20日

工事内容

- ・施工延長 $L=783.76\text{m}$
- ・シールド機械 泥水式シールド機
外径 $\phi 2,680\text{mm}$
機長 5,200mm
- ・一次覆工 $L=770.50\text{m}$
スチールセグメント
外径 $\phi 2,550\text{mm}$
幅 990mm
桁高 125mm
分割数 6
- ・二次覆工 $L=783.76\text{m}$
仕上り内径 $\phi 1,800\text{mm}$
- ・裏込注入 1.5ショット瞬結注入方式
- ・曲線半径 $R=300\text{m}$
- ・土被り 3～35m
- ・地下水位 GL-15m
- ・立坑 発進到達立坑各1箇所

シールド標準断面図を Fig.1 に示す。

2. 発進方法

*札幌(支)双葉(出)
**札幌(支)双葉(出)副所長

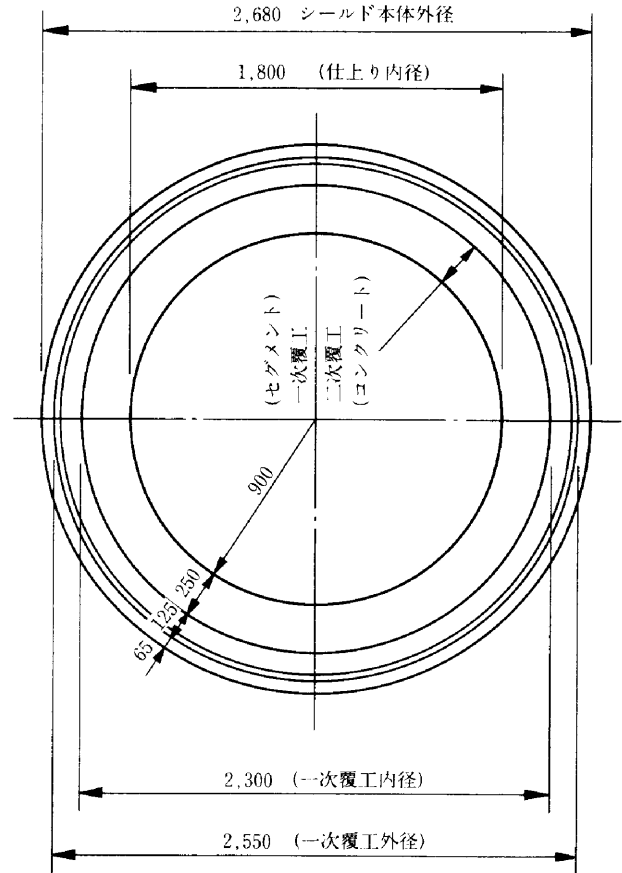


Fig.1 標準断面図

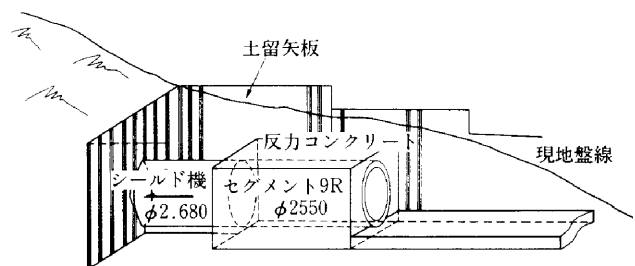


Fig.2 シールド発進部概念図

発進は、通常の発進立坑ではなく、山岳トンネルに見られるように斜面に向って、土被りの少ない状態で行った。

背面を除いたコの字形にシートパイルを打設して土留を行ない、掘削・床付後、反力部を設置した。反力部はセグメントを9リング組んでコンクリートを巻いたもので、コンクリート下部には基礎杭(PHC $\phi 350$)8本を施工した。

発進方法については、シールド機を設置したあと、ほぼ現地盤まで埋戻し、前面のシートパイルを引抜く埋立発進法で行った。発進部の概念図を Fig.2 に示す。

3. 地質概要

掘削対象地盤は、下部堆積層（GP層）・軽石凝灰岩層（Pt層）・基底礫層（Gv層）及び集塊岩層（Tf層）である。固結度はTf層の一部が固結で、それ以外は未固結である。

また、各地層の平均N値は3～40、透水係数は 10^{-3} ～ 10^{-5} cm/secの地質である。トンネル一般図をFig.3に、Pt層及びTf層の土質試験結果一覧表をTable 1に示す。

4. シールド掘進機

シールド機種の選定にあたっては、地山条件に対して適応性の大きい機種を選ぶことは当然である。したがって、当概地山に対して次の条件を満足する機種を開発制作した。

- ① 切羽安定機構は地山を考慮し、土圧式及び泥水式の両方の利点を兼ね備えていること。
- ② 礫対策として、カッターフェイスにローラービットを備えて破碎効果を高め、また、 $\phi 600$ mmの礫まで取込可能なカッタースリットとすること。
- ③ 小断面であるため、掘削土砂輸送システムは坑内の安全を考慮して、流体輸送とすること。
- ④ シールド機からの排土・排泥は最大礫径 $\phi 600$ mmを考慮したリボンスクリューコンベア及び礫破碎を目的とした水中クラッシャを備えること。

以上の条件を満足させる機種は、万能型シールド掘削土砂輸送システムとして、技術研究部・機材部及び平塚製作所により共同開発された。シールド機の概要図をFig.4に示す。

なお、このシステムの実証実験報告は、西松建設技報Vol.9を参照されたい。

5. 泥水輸送設備

泥水輸送を安全かつ能率的に行なうために、制御装置及び監視用計器は、すべて中央監視盤に収容されており、一体化してある中央操作盤により適切な対応操作が行えるようになっている。制御装置には各種電子機器を使用し、運転の自動化及び掘削流量・偏差流量・乾砂量の演算並びに各種末端装置の監視や障害表示などの機能を備えさせ、泥水運送システムとして総括管理を行った。

6. 泥水処理設備

排泥水中の $74\mu\text{m}$ 以上の砂・礫をサンドコレクターの

液体サイクロンで分級濃縮後、スクリーンで脱水処理した。余剰泥水は、一時的に余剰泥水槽に貯留し、スラリー槽で無機凝集剤及び高分子凝集剤を添加して混合凝集反応させたあとソニプレスで脱水した。泥水処理フロー図をFig.5示す。

7. 凍結防止

当工事のシールド掘進期間は12月から5月の厳冬期であり、気温は -22°C まで下がる。したがって、泥水処理プラントの配管・ポンプなどの凍結防止養生の管理が重要となった。また、降雪量も年間20mと多く、防雪のため、セグメントヤード及び泥水処理プラントは上屋工を施しその対策とした。

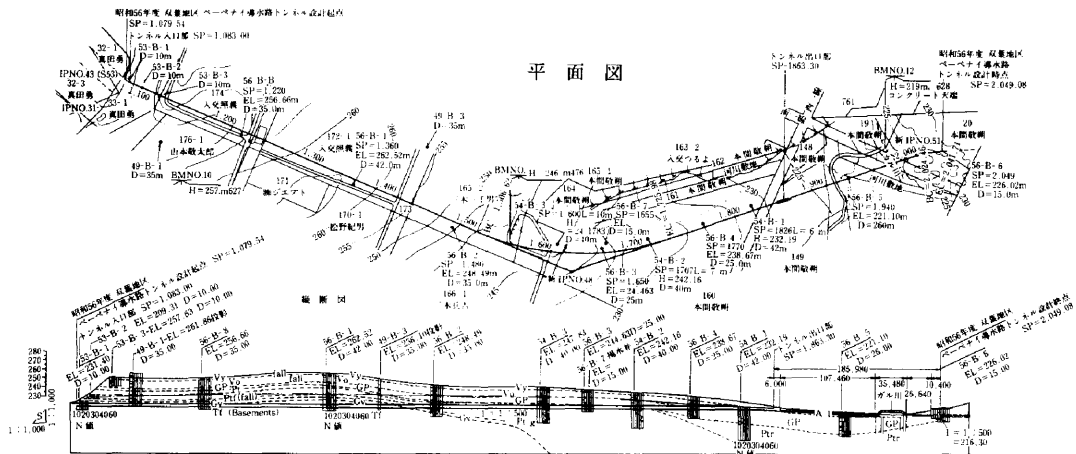
8. あとがき

掘削乾砂量からの判断から、切羽の崩壊はなかったものと考えられる。また、閉そくもなかったことから水中クラッシャの機能も充分満足いくものであったと判断する。

以上のことから、当工事におけるスクリーコンベア及び水中クラッシャ付泥水式シールド機による施工は、満足いくものであった。

Table 1 土質試験結果一覧表

		PT 層	TP 層
真比重		2.75	2.74
含水比		37.9% WT	40.3% WT
単位体積重量		1.86	1.84
粒度組成	レキ	43 % WT	0.9% WT
	砂	29.2% WT	23.8% WT
	シルト	14.8% WT	36.3% WT
	粘土	13.0% WT	39.0% WT
計		100 %	100 %



凡例

時代	地質		記号	N 値 範囲/平均	変形係数 (kgf/cm ²) 範囲/平均	透水性 透水性/透水係数 (cm/sec)	土の性質 比重/剪断力 (t/m ²)	せん断強度		許容支持力(tf/m ²)	固結度	岩の分類
	地質	土質・岩質						粘着力 (kgf/cm ²)	内部摩擦角 (°)			
第3紀	河床堆積層	河床堆積物	A1	1~3/2			(1.6)			(5±)	未固結	土 砂
	新期火山灰	火山礫 火山灰	Vy	2~6/4			(1.4)			(5±)	未固結	土 砂
	古期火山灰	火山灰、軽石	Vo	6~9/4			(1.4)	(0.1/0.2)	(30/35)	(5±)	未固結	土 砂
第4紀	下部堆積層	火山灰、軽石、火山礫砂	Gp	3~44/13	38~120/91	難透水性 10 ⁻² ~10 ⁻⁵	(1.6)	(0.1/0.2)	(30/35)	(10~30)	未固結	土 砂
	軽石	軽石、火山灰	pt	3~5/4			2.65 (1.4)	(0.1/0.2)	(30/35)	(5~10)	未固結	土 砂
		火山灰	ptf	3~22/10			(*)	(0.1/0.2)	(30/35)	(10~20)	" "	" "
	凝灰岩層	軽石凝灰岩	ptr	9~44/25			難透水性 10 ⁻⁴ ~10 ⁻³	2.75 (1.6)	(0.1/0.2)	(30/40)	(50~70)	半固結
軽石凝灰岩		ptr-g	3~50/26	53~256/142			(*)	(0.1/0.2)	(30/35)	(20~30)	未固結	土 砂
新第3紀	基底礫層	火山礫凝灰岩	Gv	3~23/13		10 ⁻² ~10 ⁻¹	(16)	(0.1/0.2)	(30/35)	(20~30)	未固結	土 砂
	集塊岩層	凝灰岩 強風化	Tf	6	48~81/65	難透水性 (?) 10 ⁻² ~10 ⁻⁶	2.74 1.8	(*)	0	(10~20)	未固結	土 砂
		凝灰角礫岩 粘土化 風化帯		24	529/529			(粘土)	0.5	(30~40)	固結	土砂-軟岩

Fig.3 トンネル一般図及び地質概要

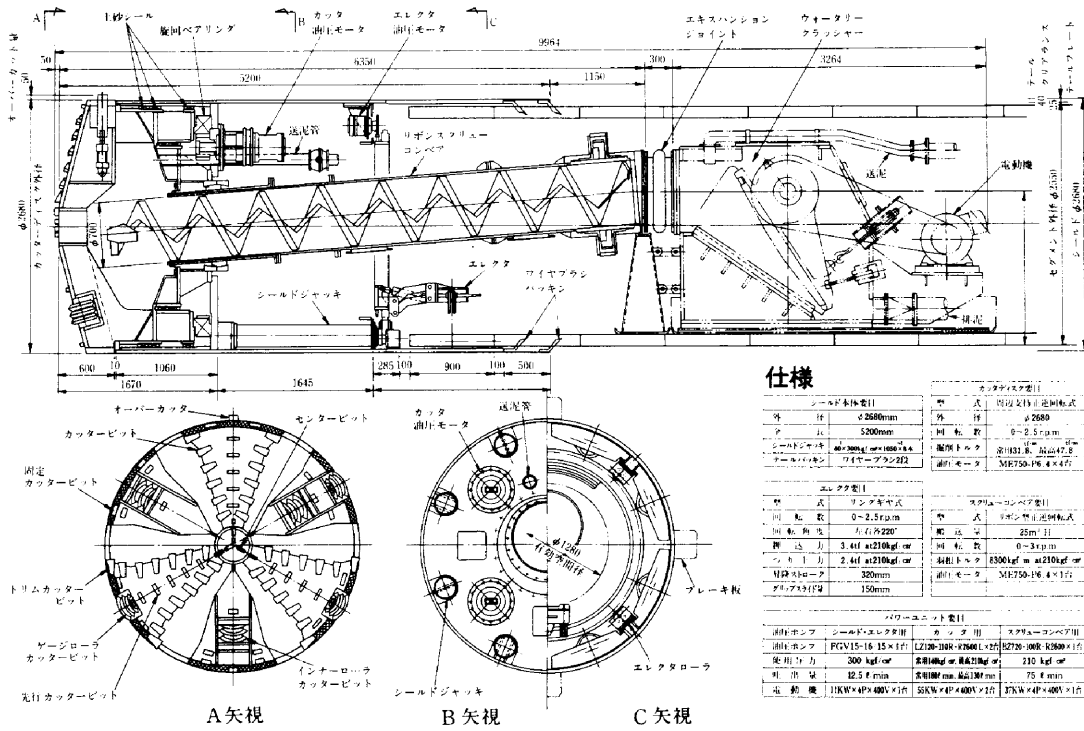


Fig.4 シールド機概要図

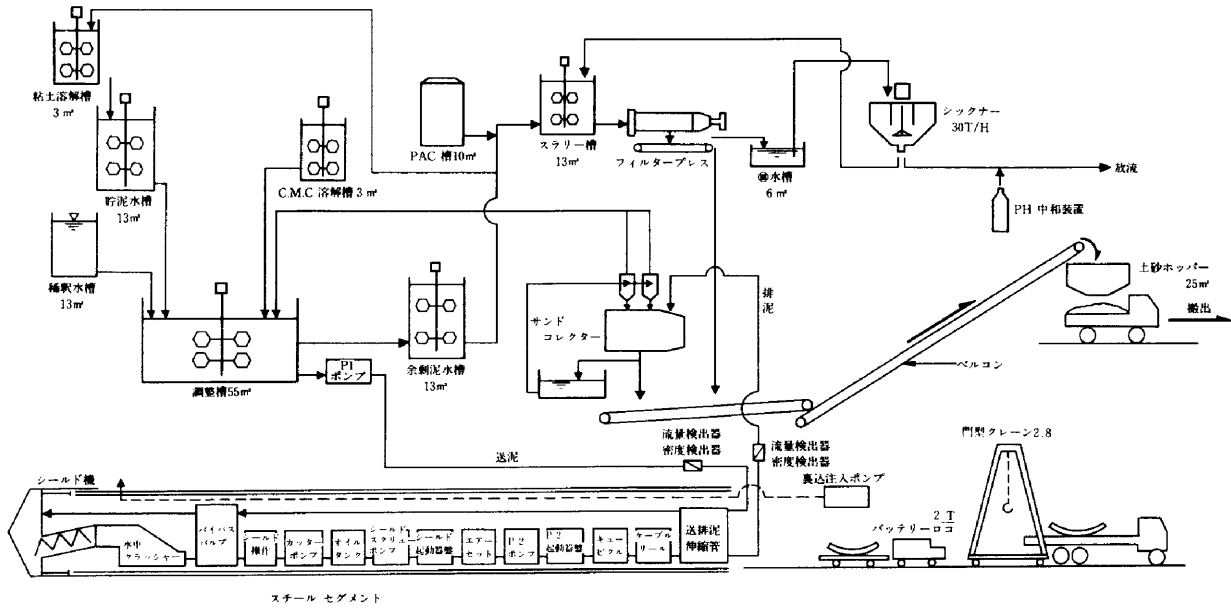


Fig.5 泥水処理フロー図