

日本電信電話公社 正会員 伊藤和五郎  
 正会員 有吉利幸  
 非会員 花田光登

1. 序 文

本編は前項「泥水加圧式シールド工法におけるベントナイト泥水の基礎実験について」に引続き、新松戸局泥水加圧式シールド工事における循環システムの現場技術調査結果について述べる。本工事は、昭和47年12月着工し、昭和47年9月竣工したもので、シールド工道直長 965m で両端立坑よりそれぞれ掘進し、地中ドッキングした。工道断面は、セグメント外径 2950mm、仕上り内径 2350mm であり、通信ケーブル 70 本を収容する。

2. 調査目的

本工法による施工実績は少なく、各装置についても不明な点が多い。このため基礎実験を基に本工事におけるシステム設計を行なった。したがって、本工事にあたって掘進速度、泥水圧、処理設備における泥水特性・砂分混入率の実測調査および流量計・排泥密度計等の計器による流体輸送調査を行うと共に今後の参考資料を得ることを目的とする。以下、システム概要および各調査結果について述べる。

3. システム概要

泥水加圧式シールド工法のシステムは、送排泥流体輸送、泥水圧管理、泥水処理設備等の多くの機器・装置から成る。本工事は、二工区に分かれ、それぞれ図1、図2のシステムで施工された。

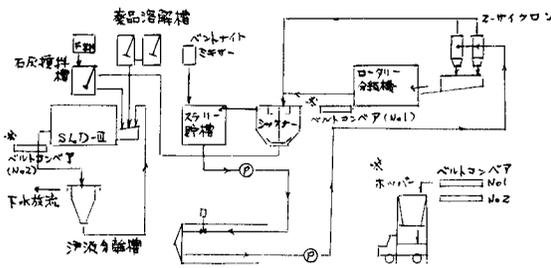


図1 第一工区システム図

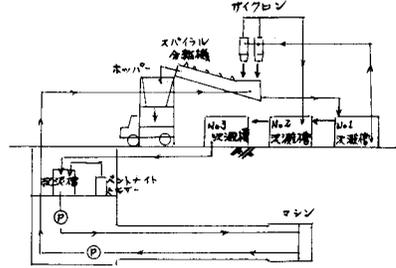


図2 第二工区システム図

4. 掘進速度調査

平常時のシールドマシンの運転状況を表1に示す。平均掘進時間  
 は1リング75cmあたり約20分であった。

表1 マシン運転状況

	第一工区	第二工区
掘進時間	15~32分	15~27分
平均掘進時間	20分	19分
定額掘進速度	2.3~5.0 cm/分	2.1~5.0 cm/分
平均掘進速度	3.9 cm/分	2.6 cm/分
粘接力	270~600 kg	110~700 kg

5. 泥水特性管理調査

送泥、排泥水の粘性測定によれば送泥濃度は5~6%であり、排泥水はこれより約1%濃度が低下していた。これは掘削土砂中の水、切羽での地下水、分級時のベントナイトの消耗等によるものであり、泥水濃度管理は十分行う必要があった。

6. 泥水圧管理調査

第一工区の泥水圧管理は圧力制御弁による半自動方式、第二工区は可変速度送泥ポンプによる半自動方式であり、設定圧は原則として自然水圧+0.2kg/cmとしたが、その圧力管理はかなり困難があった。

表2 泥水圧測定結果 単位: kg/cm<sup>2</sup>

掘進状況	第一工区		第二工区	
	自然水圧	設定圧	自然水圧	設定圧
前 半	0.6~0.8	0.8~1.0	0.4	0.4~0.5
後 半	0.3~0.5	0.5	0.3	0.3

7. 流体輸送管理調査

第一工区 No.225~No.260リングにおける送排泥量と排泥密度を計器測定し、表3の結果を得た。表3より余泥の傾向がわかる。本工程では泥水濃度は5~6%であり、また泥水圧の制御に若干問題があったことが余泥の主要因と思われる。図3はNo.251リングの例を示す。

表3 流体輸送調査結果

	記号	測定値	備考
平均送泥量	A	45.16 m <sup>3</sup> /分	1.05 m <sup>3</sup> /分
平均排泥量	B	55.53 "	1.29 "
排土量	C	2.78 "	0.18 "
余泥の排出量	D=B-A=5.52	2.58 "	
余泥の排土量	E=C-2.64	1.08 "	
余泥り量	F=E-2.05	2.22 "	
地下への流入量	G=D-F	0.36 "	

(注) 1) Gゲ検別量=5.52 m<sup>3</sup>, 検別土量=2.64 m<sup>3</sup>

8. 泥水処理システム調査

処理システムでは泥水のベントナイト濃度が%以上になると泥水と掘削土砂との分離が困難であった。表4は平常掘削における各処理設備地点の泥水の平均砂分混入率を測定したものである。以下、第一工区での処理効果について述べる。

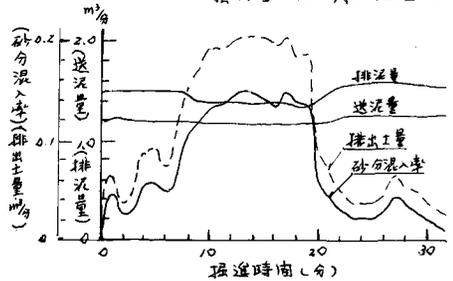


図3. 第一工区No.251の例

8.1. 第一工区

(1) サイクロン分級機は、排泥砂分混入率13.9%に対してサイクロンアンダーフロー11.3%でありその分級効果は小さく、土砂粒径が大きい場合つまりを全した。

(2) ロータリー分級機では①(排泥13.9%+サイクロン下11.3%)÷2=12.6%

に対して②=1.4%である。したがって、一次分級効果=(1- $\frac{1.4}{12.6}$ )×100≒90%であった。

(3) シックナー(濃密機)はS.L.D(連続式造粒脱水機)と合まって十分な分級効果を上げた。

(4) S.L.D.による泥水中の細粒子の造粒固形化処理は良好であり、その処理水も清水と変らず泥水処理に用いる公営防止からも良好であるが、装置が大がかりで、かつ薬品処理を伴い経済性現場環境条件機械操作保守等に種々の困難が残った。

(5) 沈液分離槽ではオーバーフローの上澄液はほとんど清水で良好な沈下効果を上げた。

(6) ロータリー分級後の処理土砂の含水比は大きく、ベルトコンベヤおよびトラック運搬に弊害となり、土砂の脱水という課題が残った。

表4 平均砂分混入率(%)

調査箇所	第一工区		第二工区	
	砂分混入率	調査箇所	砂分混入率	調査箇所
排泥	13.9(11.4)	排泥	12.7(12.6)	
サイクロン①	11.3	スパイラル①	1.6	
ロータリー②	1.4	沈液槽No.1+No.2	1.3	
シックナー③	0.9	" No.2+No.3	0.8	
"④	0.4	" No.3	0.4	
スリリ貯槽	0.1	脱洗機	0.6	
S.L.D.⑤	0.4	サイクロン⑥	0.6	
沈液分離槽	0	"⑦	10.1	

(注) ( )内数字は計器測定値の平均値

8.2. 第二工区

(1) スパイラル分級機は、排泥平均砂分混入率(2.7%+13.6%)÷2=13.2%に対してスパイラルアンダーフロー1.6%であり、分級効果=(1- $\frac{1.6}{13.2}$ )≒90%であった。

(2) サイクロン分級機は、沈下槽内の沈下砂に対してサイクロンオーバーフロー0.6%、アンダーフロー10.1%と分級効果を上げた。オーバーフローの最大砂分混入率は32.9%であり、最大限に分級効果を上げた。

(3) さらに、沈下槽↔サイクロン↔スパイラル分級機↔沈下槽の循環方式全日運転により100%の分級効果を上げた。

なお、ロータリー分級後の土砂およびスパイラル分級後の土砂と排泥土砂の粒径分析結果、その粒径相積曲線はほとんど一致し、しかも粗粒子から細粒子にわたって一様な分級効果を上げた。

以上のごとく第一工区、第二工区とも十分な分級効果を上げた。

9. 結言

本工程は、圧気シールド工事に用いる泥水加圧式シールド工事として十分な成果が得られた。本報告を終りにあたって今後の泥水加圧式シールド工事あるいは一般土木工事における設計施工の参考とされたい。