

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 正員 ○ 藺部 英男

同 同 保科 宏

同 同 正員 有岡 良樹

1. まえがき

一般にシールド工法におけるシールド機先端部の排土方式としては各種コンベアが使用されておられ、横坑内から立坑までの排土方式としては各種トロツコが使用されている。現在開発を進めている小断面シールド工法では作業空間の狭隘と掘進長の長遠化によって、掘削からライニングまでのすべての工程を遠隔操縦により自動化することを目標としている。このためシールド機内は、自動制御に必要な機器類が配置され、その周辺部への掘削土砂の落ちこぼれを防止することが排土工程上の重要な課題となってくる。これを満足する排土方式として、チェーンコンベアと自動土砂積込装置による方式を検討し、一考察を加えた。

2. 小断面シールド工法における排土方式の特徴

小断面シールド工法の排土方式(図-1)には以下に示す特徴がある。①土のこぼれを防ぐため密閉型としている。②粘性土および砂質土など各種土質に適用できる。③スクレーパーによる強制完全排土および積込方式であるため土のつまりはなし。④可撓部を取り付けることによって曲線掘削に追従できる。

3. チェーンコンベアによる排土方式の検討

(1) 実験装置の説明～チェーンコンベア(図-2,表-1)は四面を鋼板により密閉し、中間は切板の上をチェーンに緊結されたスクレーパーにより土砂を強制的に排土するものである。

(2) 実験方法～3種類の土質(表-2)を用い、その各々についてスクレーパー高さ3水準、チェーンスピード4水準を組合わせて1分間の排土量を測定した。

(3) 実験結果～(a)土質別排土特性は図3・4・5に示す通りである。このことからチェーンコンベアの排土能力は排土目標値 $0.88\%/min$ (②式) を満足している。

目標値を満足している各土質の所要動力を表-3に示す。

(b) 部材摩耗の検討については予め摩耗が予測される4箇所を測定し、内1箇所(傾斜部頂点)に硬化肉盛材(Hv-730)を肉盛り、その摩耗値を測定した結果、土砂摩耗に充分耐えうるという結果を得た。

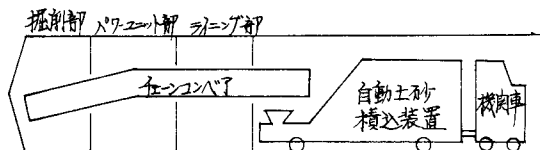


図-1 排土方式の概要図

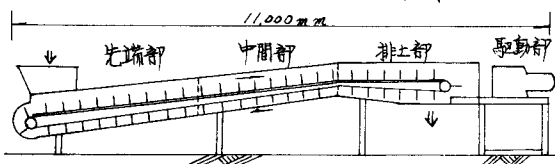
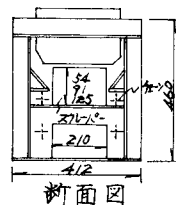


図-2 チェーンコンベア側面図

機長	全長 8,100 mm
機中	内径 500 mm
運搬土質	粘性土、砂質土
運搬量	0.88 m³/min
チェーン速度	0.7 ~ 3.0 m/min
動力	5.5 kW 7.5 PS

表-1 性能および諸元



断面図

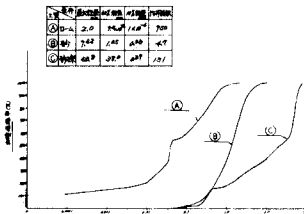


表-2 試土の物理特性

土質	① 砂	② 砂	③ 砂礫
排土率 %/min	(1125)	(1125)	(1191)
所要動力 kW	1.77	1.51	3.22

表-3

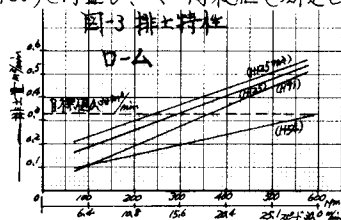


図-3 排土特性

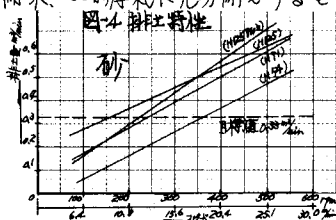


図-4 排土特性

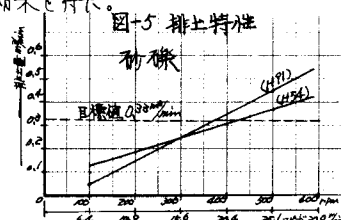


図-5 排土特性

(1) 実験機の検討については将来断面を縦 350mm ×横 350mm と縮小するため、実験機で得られたスクレーパーへの土の充填係数 ψ (②式)および所要動力(④式)/理論動力(③式)の関係から算出される動力の損失係数 η を用いて、実験機の所要動力を算定すれば $P_{\text{max}} = 6.0\text{ kW}$ と算定される。

$$\psi = Q'/Q \quad \text{②}$$

Q : 理論排土量

Q' : 実測排土量

$$P(\text{kW}) = T \cdot V / 4500 \cdot \eta \quad \text{③}$$

T : 左-ン張力

V : チェンスピード

η : 機械効率

$$P(\text{kW}) = T \cdot N / 974 \quad \text{④}$$

T : 実測トルク

N : 実測回転数

4. 自動土砂積込装置による実験検討。

(1) 実験装置の説明〜この装置は前述した左-ンコンベアの構造と同じくスクレーパーによる強制積込機構を持つものであり、四面は銅板にて密閉されている。(図-6、表-4)

(2) 実験方法〜左-ンコンベアで得た結果を基に、土砂 1.61 m^3 を5分間で装置内に内蔵した土砂収納部に積込める最適スピードと最適トルクを算定するため左-ンコンベアの排土口と装置のホッパーを一致させて載荷する。(写真-1)

(3) 実験結果

(a) 積込み状況〜図-7に示すように1分、2分、3分と各々の積込み状況を観察した所、収納部の前部にデッドスペースが生じた。

(b) 回転数および発生トルク〜図-8に示すように積込量の増加に伴ってスクレーパーのかき込み量が多くなり、これによるトルクの増加が見られる。

(c) 積込容量および積込完了(満杯)時間については表-5に示すように、実測値と理論値を比較した。

この結果、砂については87%(5.5分)ロ-ムについては81%(6分)の積込率および積込完了時間を記録した。

(d) 所要動力の算定は④式で算定される動力に積込率 ψ を乗じたものである。つまり $P(\text{kW}) = T \cdot N / 974 \cdot \psi$ ④式で算定される。

5. まとめ

(1) 本実験により左-ンコンベアと自動土砂積込装置の連続ズリ処理方式の妥当性を考察すれば、実験結果(図・表)で明らかのように、小断面シールド工法への適用は有望であるといえる。

尚、今後解決すべき問題点として、壁に対する対応策を明らかにする必要がある。

(2) 今後の研究の進め方

① 壁についての排土および積込みに対する検討(実験機の部分改造案、他機構の応用案有り。) ② 部材の軽量化および部材の耐摩耗性の検討。③ 走行装置および支持機構の検討。

※参考文献

① 左-ンコンベア——夏島卯太郎著 ② 金属の摩耗とその対策——佐藤健児著

③ 荷役・運搬の計画と設計——宮嘉弘 ④ 運搬設備の構造設計——塩見弘平

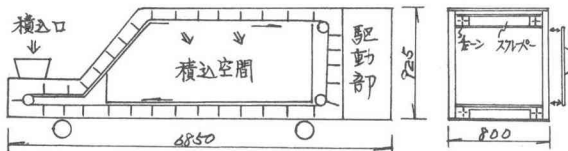


図-6 自動土砂積込装置構造図

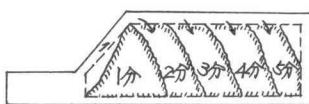
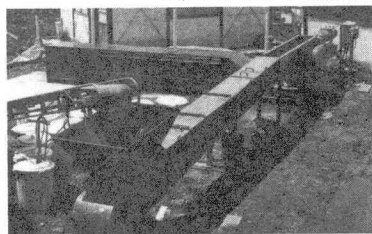


図-7 積込み状況

機長	6,850 mm
機中	内径 700 mm
積込土質	粘性土、砂質土
積込容量	1.61 m ³
左-ン速度	3.9 ~ 21 m/min
動力	2.2 kW @ PS

表-4 性能おひ諸元



土質	実測値			理論値			積込率 ψ = 実測積込容積 / 理論積込容積
	積込量 (m ³ /min)	積込完了 時間(分)	積込 容積 m ³	積込量 (m ³ /min)	積込完了 時間(分)	積込 容積 m ³	
砂	0.26	5.5	1.40	0.222	5.0	1.61	$\frac{1.4}{1.61} = 0.87$
ロ-ム	0.22	6.0	1.30	0.222	5.0	1.61	$\frac{1.3}{1.61} = 0.81$

表-5 実測値-理論値

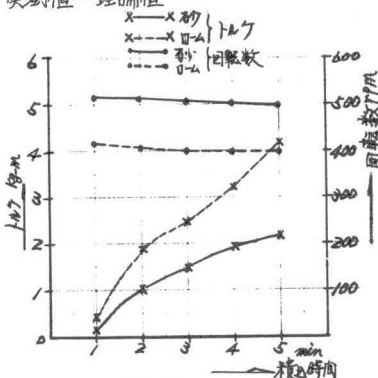


図-8

積込時間-回転数-トルクの関係