

図 60—4 農林事業工事種類別工期期間および純工事費図

## 61. 篠津運河機械施工について

札幌開発建設部 近野 忠 昭

### 1. 概 況

篠津地域は石狩平野の西南部に位し、東および南は石狩川に限られ、北は増毛山脈によつて画された江別市・当別町・月形町・新篠津村を含む地域である。地区内の土質は中央部はほとんど泥炭土で、低位と高位泥炭とが大半を占めており、気候は日本海の対馬暖流の影響をうけて北海道のうちでも温暖な地域に属している。篠津運河はその地域の中央部を縦貫しており、昭和 26 年度食糧増産の国策に添つて、篠津原野開発の一環として着工した。総延長 20.8 km、敷幅 20.0 m、平均切深 6.0 m、掘削土量 2,200,000 m<sup>3</sup> と言う膨大な計画である。これを 5 年間に完成するには人力ではとうてい不可能のため、機械施工を行うことになり、エキスカベーターポンプ船を購入して、昭和 27 年度から掘削を開始し、昭和 30 年度までに 1,800,000 m<sup>3</sup> を掘削した。昭和 31 年度には世銀借款による篠津地域開発事業の発足に伴い、本運河は篠津原野の用排水幹線となり、石狩川に取付け、同川に頭首工を設置しかんがい用水を石狩川より自然導水する計画となつた。このため本運河は延長 24 km、敷幅 17.50 m、側法 2 割、平均切深 10.0 m、勾配  $\frac{1}{7,000}$  で施工することになった。さて本篠津運河の掘削施工を次の三段に分けて考える。すなわち、(1) 捨土整理、(2) エキスカ掘削、(3) ポンプ船掘削である。

(1) 捨土整理 捨土整理は前年度までに掘削した土を、計画の変更に伴う断面拡張用施工路線の整地地使用する。これは湿地用のブルドーザによつて施工するものであるが、一般に使用されているブルドーザと施工方法は同じであるのでこれを省略し、ここでは湿地用ブルドーザと一般のブルドーザとの相違について述べる。

i) 三角状のシューのため接地面積が大となり、このため接地圧が小となる。湿地用 0.2 kg/cm<sup>2</sup>、一般 0.5 kg/cm<sup>2</sup>。

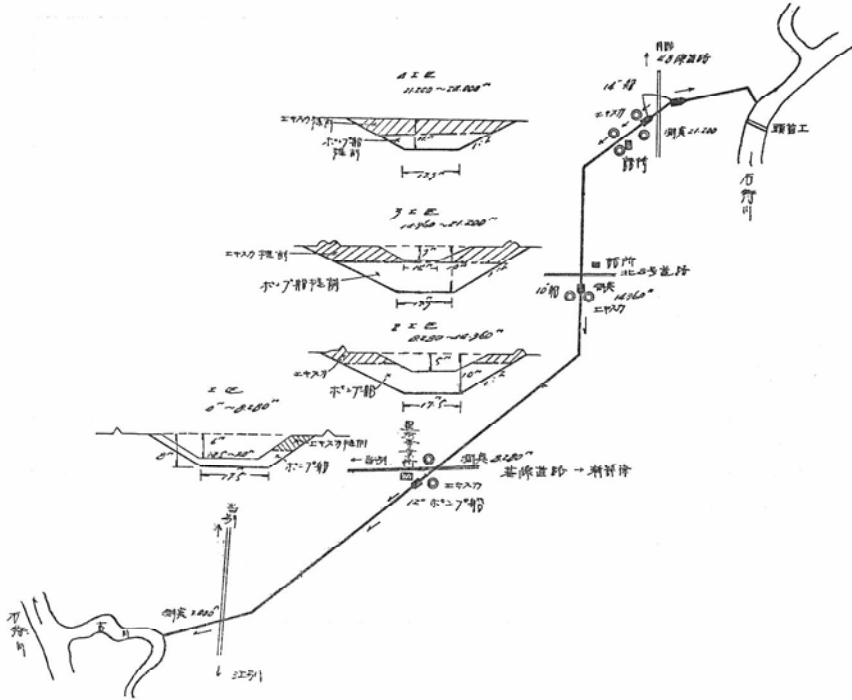


図 61-1 篠津運河施工計画

ii) 断面が三角状の形状をしているので自動的に接地圧が  
 変る。

iii) 接地圧が少ないため、排土作業中にサイドスリップの  
 傾向があるが、三角シュエの側面がきいているためスリップを  
 防止する。

iv) 附着した土は、土を圧している時はシュエとシュエとの  
 角度が90度であるが、スプロケットアイドラにきて角度が  
 段々90度以上に開くので離脱しやすい。

なお、湿地用ブルドーザの諸元は表 61-1 のとおりである。

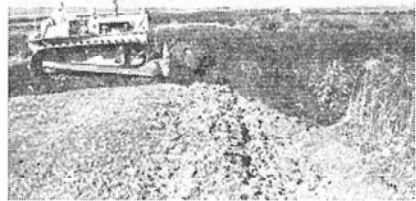


写真 61-1

表 61-1 湿地用ブルドーザー諸元表

機 種	要 目				機 関							接地圧
	重量 (kg)	全長 (mm)	全巾 (mm)	全高 (mm)	名 称 (KE)	始動方式	シリン ダ ー	回転数 (r.p.m)	定格IP	燃料消費 (g/HP/hr)		
N T K-4	7,250	3,760	2,895	2,070	KE-21~32	ガソリン	4	1,500	53	200	0.21	
三 菱	11,000	4,850	2,950	2,140	DB-5 C	電動機	6	1,400	80	190	0.23	
小松 D-50	10,600	4,540	3,150	2,200	頭上弁 ディーゼル	ガソリン	4	1,300	55	210	0.26	

## 2. エキスカ掘削

### (1) ラダーエキスカベータ

エキスカベータは、両端にタンブラを付けたラダー周囲を連続バケットチェーンによつて掻き上げられた土砂を、シュートでその反対側に滑り出させ、これをベルトコンベヤに受けて運搬する仕組である。ラダーはブームに釣つてあるから、掘削斜面に適應するよう上下することができる。これは地表面下3.50~3.70mを掘ることができ、泥炭土の大半は掘削可能である。

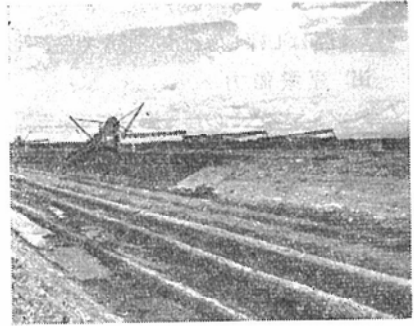


写真 61-2

型式としては2軌条型と3軌条型がある。

原動機は蒸気・内燃気関・電気の各式がある。

篠津運河で使用しているエキスカベータの機能は表 61-2 のとおりである。

表 61-2

製作会社	機種	諸元			性能				機 関		
		重量	軌条	軌間	掘削能力	バケット容量	バケット速度	切 深	主機関	同出力	燃料消費(軽油)
浦賀般渠	UD 60	kg 20,000	2 軌	1.50m	60m <sup>3</sup> /hr	0.06m <sup>3</sup>	個/min 25~26	3.50~ 3.70m	民生 KD-3	HP/r.p.m 75/1,200	g/HP/hr 190

### (2) ベルトコンベヤ

ベルトコンベヤは運搬機械として大きな輸送力を持ち、かつ荷物の積込、荷卸にはほとんど手数のいらぬ便利な機械であるが、機動性に乏しい欠点がある。しかしエキスカのような移動性あるものに付属させる時は、最大の利用価値を發揮する。

エキスカに付属しているコンベヤは、取付けとポータブルコンベヤとがある。

取付けコンベヤは長 12.0 m (4.0 m 3 連) でエキスカにワイヤーによつて取付けられており、その動力により操作されている。なお、上下移動は手動式である。

ポータブルコンベヤは他動式であり、仕事の性質上エキスカと 1 体にならなければならないので、ワイヤーによつてエキスカと連結している。ベルトはコンベヤ自体に取付けてある 10 HP のディーゼルエンジンによつて動かされており、上下の操作は取付けと同様手動式である。

#### i) コンベヤベルト

コンベヤベルトは常に運搬物に接しており最もいたみやすいので、運搬物の種類・運搬物の条件・使用荷重・使用期間などを考えて最も適したものを選ぶ必要がある。

篠津運河の場合は土質が多種であるため、表 3.0 mm、裏 1.5 mm のベルトを使用している。なお、摩擦に

表 61-3

運 搬 物	表側ゴム厚 (mm)	裏側ゴム厚 (mm)	運 搬 物	表側ゴム厚 (mm)	裏側ゴム厚 (mm)
泥炭土, 粘土	1.6	0.8	砕石(小), 玉石	3.2~4.5	1.6
砂, 砂利, セメント	2.3~3.2	0.8~1.6	砕石(大), 鉱石, 角だつたもの	4.5~6	3.2

対しては約1,500時間で使用不可能となる。

ii) キャリヤ

キャリヤはベルトに次いで重要な要素である。キャリヤは鋼管製で、大きな荷重を受けないから軸受の疲労は問題とならないが、軸受に侵入した運搬物・塵埃・水分などによる軸受の摩耗腐食、軸受用のグリースの老化、キャリヤおよびパイプの摩耗などによりキャリヤの寿命が決定される。

給油はしばしば行う必要なく、条件の悪いときで年1~2回でよい。軸受は1,000時間内外で交換する。

iii) 運搬能力

ベルトコンベヤの運搬能力はベルト幅と速度によつて決まるが、以下に述べる要素を考えて決定する。

(a) 運搬物の形状, (b) ベルト幅, (c) ベルト寿命, (d) ベルト速度およびキャリヤの構造, (e) ベルトの傾斜

表 61-4 運搬可能な最大傾斜角

運搬物	見掛け比重 (t/m <sup>3</sup> )	最大傾斜角	備考	運搬物	見掛け比重 (t/m <sup>3</sup> )	最大傾斜角	備考
土	乾	20°		砕石	1.2~1.9	18°	塊均一
	湿	—					
砂	1.3~1.9	15°	乾いたもの	セメント	1.5	23°	
		20°	天然の砂				
		24°	湿つたもの				
砂利	2.0	15°	丸石	コンクリート	2.3	15°	混合した時
		20°	洗つたもの				
		18°	切込砂利				
泥炭	—	20°					

(3) 掘削法

エキスカ掘削の順序は、i) 整地, ii) 線路布設, iii) 掘削, iv) 保線, v) 移動である。

i) 整地 ブルドーザによつて整地された施工路線を人力にて不陸均しするものである。

ii) 線路布設施工路線 200 m に対し、地上直接に長さ 2.7 m 枕木上に 30 kg/m レール 2 本を並列させ、またポータブルコンベヤ路線には、長さ 2.1 m 枕木上に 9 kg/m~12 kg/m のレール 2 本を並列に敷設する。その軌間および軌条間隔は 図 61-2 のとおりである。

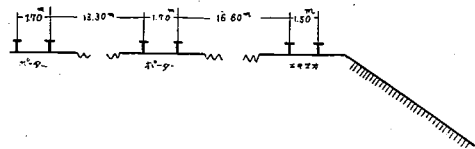


図 61-2

iii) 掘削 掘削は 1 回 2.25~3.0 m 掘りとし、200 m を 2 回に分けて掘削する。1 回 200 m としたのは、コンベヤが付属しているため、ワイヤーにゆるみができ、取付けとポータブルコンベヤとが一直線にならないからである。

iv) 保線 掘削中線路の維持をする。

v) 移動 部分移動と全面移動とがある。

(a) 部分移動 普通ヨココと呼ばれるもので、一部枕木を付けたまま鉄棒または雑木の棒にて 2.25~2.0 m を横方向に 2 回掘削のうち後の 1 回を掘削中に移動する。移動時間は 8 人で 1~1.5 時間である。

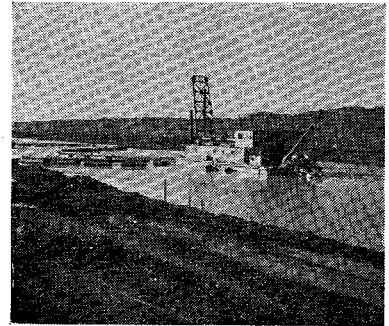
(b) 全面移動 掘削も完了した次の施工箇所にも全部解体して移動するもので、敷設路線を利用しトロにて運搬する。2.5~3.0 m/hr である。

機械歩掛的なものは歩掛表と重複するため省略する。

### 3. ポンプ船掘削

上部をエキスカベータによつて掘削した後を、施工基面まで掘削するものである。

写真 61-3



(1) 浚渫船を大別すれば次の4様式となる。

- i) グラブバケットドレッジャー 掘揚式
- ii) バケットドレッジャー 鋤鏈式
- iii) ディパードレッジャー 杓揚式
- iv) ポンプドレッジャー 吸揚式 (篠津運河使用)

篠津運可工事において稼働しているポンプ船の諸元表は表 61-5 のとおりである。

表 61-5

主ポンプ馬力	動力種類	船体主要寸法 (m)				浚渫性能 (標準)				その他補助馬力				燃料消費料	乗務員	船体構造
		長さ	巾	深さ	吃水	排泥管径 (mm)	排送距り (m)	排泥量 (m <sup>3</sup> )	浚渫深度 (m)	カッター (TP)	ウィンチラダー	サービスポンプ	その他			
200	電動	15.0	6.6	1.5	0.9	300	400	80	6.0	40	15	10		KWH 210	5	渡辺陸搬式
300	"	24.4	7.6	1.85	1.1	355	200~1,000	90~150	7.5	50KW 625	30	15		KWH 326	5	"
180	ディーゼル機関	18.7	6.2	1.80	満載 1.1	250	300	45~75	6.0	30	15	10	冷却水ポンプ 5	重油 48ℓ/hr	8	"

(2) 動力で分類すれば次の3様式となる。

- i) 電気式
- ii) 内燃機関式
- iii) 蒸気機関式

i) 電気式

利 点

- (a) 諸機械の取扱いが簡単であるから作業員の数が少なくてすむ。
- (b) 電動機の故障は非常に少なく、修繕も容易である。
- (c) 他の動力に比して小型かつ軽量であるため、船体が小さくてすむ。したがって価格も安い。

欠 点

- (a) 3,000 V 以上の高圧が必要であるので、電線の架設費が高くなることがある。
- (b) 暴風雨の場合などのように動力が一時遮断されたとき、ラダースパッドの操作が不能である。
- (c) フローター部分にキャブプタイヤーケーブルを取付けるため、風波による故障を生じ易い。

ii) 内燃機関

特 徴

- (a) 陸搬式の出現により辺鄙な電力のない場所でも稼働できる。
- (b) 動力の引込線が必要としないので架設費が安い。
- (c) 重油機関に直結もしくは発電の上交流または直流を使用することになり、各部の機関を運転するから取扱いは相当簡便になる。

iii) 蒸気機関

カッターを有しない舷側吸入式のもので、自航式が多い。我国では老朽船が数隻あるに止まる。

(3) 主ポンプ口径と含砂率

普通含砂率は10%であるが、口径の小さいポンプでは揚土量を大きく計算する傾向がある。渡辺製鋼所の実験値によれば図61-3のようになる。

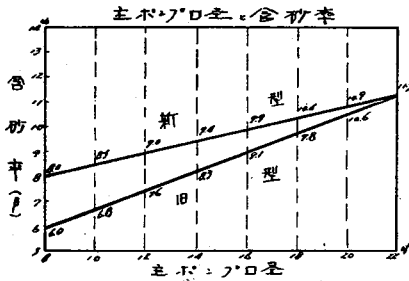


図 61-3

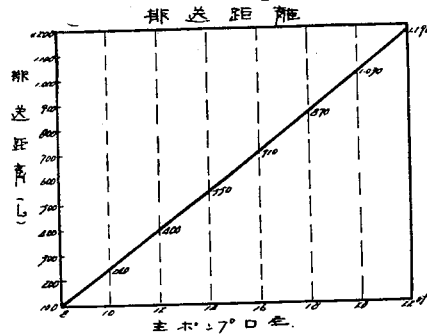


図 61-4

(4) 排送距離

排送距離は主ポンプの馬力により変るが渡辺製鋼所で採用しているのは図61-4のようである。

(5) 排送土砂による作業能率の変化

i) 土質の変化により地盤の軟弱度に変化を生じ、カッターの攪拌能力が制限される。

ii) サンドポンプにおいて、排送管内流速は泥土 3.0 m/sec, 砂利礫を混えた硬質土 4.0~5.0 m/sec が必要条件なので、普通 3.5~3.7 m/sec のポンプ船では沈澱を生じるから、時々水を送つて洗わなければならない。

iii) 排送管を流れる流体の密度が変わり、したがって、排送管の摩擦損失揚程が変わる。

(6) ポンプ船の運転法

カッター付ポンプ船は、船尾のスパットと船首の旋回用捲揚機により、掘進操作をする。旋回用捲揚は右舷用、左舷用の2個よりなり、そのワイヤーはラダーの前端両側よりそれぞれ船体の左右に定置してある杭に連結され、船尾のスパットを中心として捲揚機により左右に旋回しつつ掘進するものである。

1 旋回毎の掘進深は、土質の硬軟およびポンプの口径により異なるが、0.1~0.7 m 位である。一定の掘進深度に達すると船尾の2本のスパットを交互に揚げ、卸しながら前進するのである。

旋回杭の位置は、前進に際してポンプ船の運転を休止することなく転位し得るよう一定の間隔を置いて前方に設置して置く必要がある。

(7) 排送管の具備すべき条件

i) 管内の摩擦抵抗が少ない ii) 製作費が低廉 iii) 耐久性大 iv) 取扱いの便利

(8) 排泥工

排送管により排送されて来た土砂を、50 m×100 m を1区間として区切られた排泥池に送泥し、沈澱させるものである。その構造は上幅1.5 m 側法1~1.5 割であり、1区画1箇所に幅1.0 m の水門がある。

排泥工崩壊防止のためには、次の条件があげられる。

i) 築堤箇所の土質に注意する。

ii) 外側より切土せず、区画内法尻より200 m 以上を離し、深0.3 m 以内で切土する。

iii) 還元水路は10 m 以上離す。

iv) 排土に際しては奥より流す。

v) 既設水路および暗渠排水箇所は施工を十分にずらす。