

坑内主要箇所のグラフィック監視。

3) 誘導無線装置は次の通りである。

日常の作業連絡の円滑化及び異常時の迅速な対応を図る為に、係員以上は誘導無線を携行する。

## 5.2 通気計画

本計画では入気及び排気斜坑による中央式通気方式を採用する。将来採炭切羽が奥部に移行した時には排気立坑による対遇式通気が必要となる。しかし、この方式は出炭開始後20年位で必要となるので、本計画では検討しない。

必要通気量は次の項目によって決定した。

(1) 坑内員の必要通気量

1人当りの必要通気量：3 m<sup>3</sup>/分

最大入坑者数：78人

有効風量：35%

$$\frac{3 \times 78}{0.35} = 668.5 \text{ m}^3/\text{分}$$

(2) 採炭区域からの湧出ガス希釈に必要な通気量

湧出ガスの希釈に必要な1日当りの通気量は原炭1トン当たり2 m<sup>3</sup>/分とみられる。

1日当り出炭量は2,670トンであるから、

$$2,670 \times 2 = 5,340 \text{ m}^3/\text{分}$$

従って、合計必要通気量は次の通りである。

$$668.5 + 5,340 \approx 6,000 \text{ m}^3/\text{分}$$

### 5.2.1 通気計算法

通気計算は次による。

アトキンソンの公式による圧力降下は次式で求められる。

$$h = k \frac{L \cdot U \cdot V^2}{F} = k \frac{L \cdot U \cdot Q^2}{F^3} \dots\dots\dots (5.1)$$

ここで、h：摩擦による圧力降下(mm水柱)、F：坑道の断面積(m<sup>2</sup>)、L：坑道の長さ(m)、Q：風量(m<sup>3</sup>/秒)、U：坑道断面の周辺長(m)、k：坑道の摩擦抵

抗係数、 $v$  : 平均風速 (  $m$  / 秒 )

扇風機の必要動力は次式による。

$$W = \frac{Q \times h}{6,120 \times \eta} \dots\dots\dots (5.2)$$

ここで、 $W$  : 軸動力 (  $kW$  )、 $Q$  : 風量 (  $m^3$  / 分 )、 $h$  : 負圧 (  $mmAq$  )、 $\eta$  : 機械効率 ( 0.85 )

### 5.2.2 斜坑による中央式通気方式

斜坑による中央式通気方式を Figure III-29 に示す。

#### (I) 各坑道の通気条件

##### i) 斜坑通気条件

トラックレス斜坑の長さ : 1,287  $m$

ベルト斜坑の長さ : 570  $m$

坑道断面積 : 14.46  $m^2$

##### ii) 主幹坑道 ( 5 エントリー ) 通気条件

通気が必要な坑道は 4 本 ( 入気 2 本、排気 2 本 ) である。

往復距離 : 10,000  $m$  ( 入気 : 5,000  $m$ 、排気 : 5,000  $m$  )

坑道断面積 : 6  $m \times 3.1 m = 18.6 m^2$

##### iii) 片盤坑道 ( 7 エントリー ) 通気条件

通気が必要な坑道は 6 本 ( 入気 3 本、2,000  $m$  ; 排気 3 本、2,000  $m$  ) である。

最大往復距離 : 4,000  $m$

坑道断面積 : 6  $m \times 3.1 m = 18.6 m^2$

##### iv) 採炭切羽 ( 13 エントリー ) 通気条件

切羽内の通気は柱房式採炭なので、採炭区画内を張り切りで 2 分し、一方を入気、他方を排気として切羽面は全面通気とする。

最大通気距離 : 1,450  $m \times 2 = 2,900 m$

坑道断面積 : 6  $m \times 3.1 m = 18.6 m^2$

##### v) 各坑道の比抵抗 ( $R$ ) は次式による。

$$R = k ( L \cdot U / F^3 ) \dots\dots\dots (5.3)$$

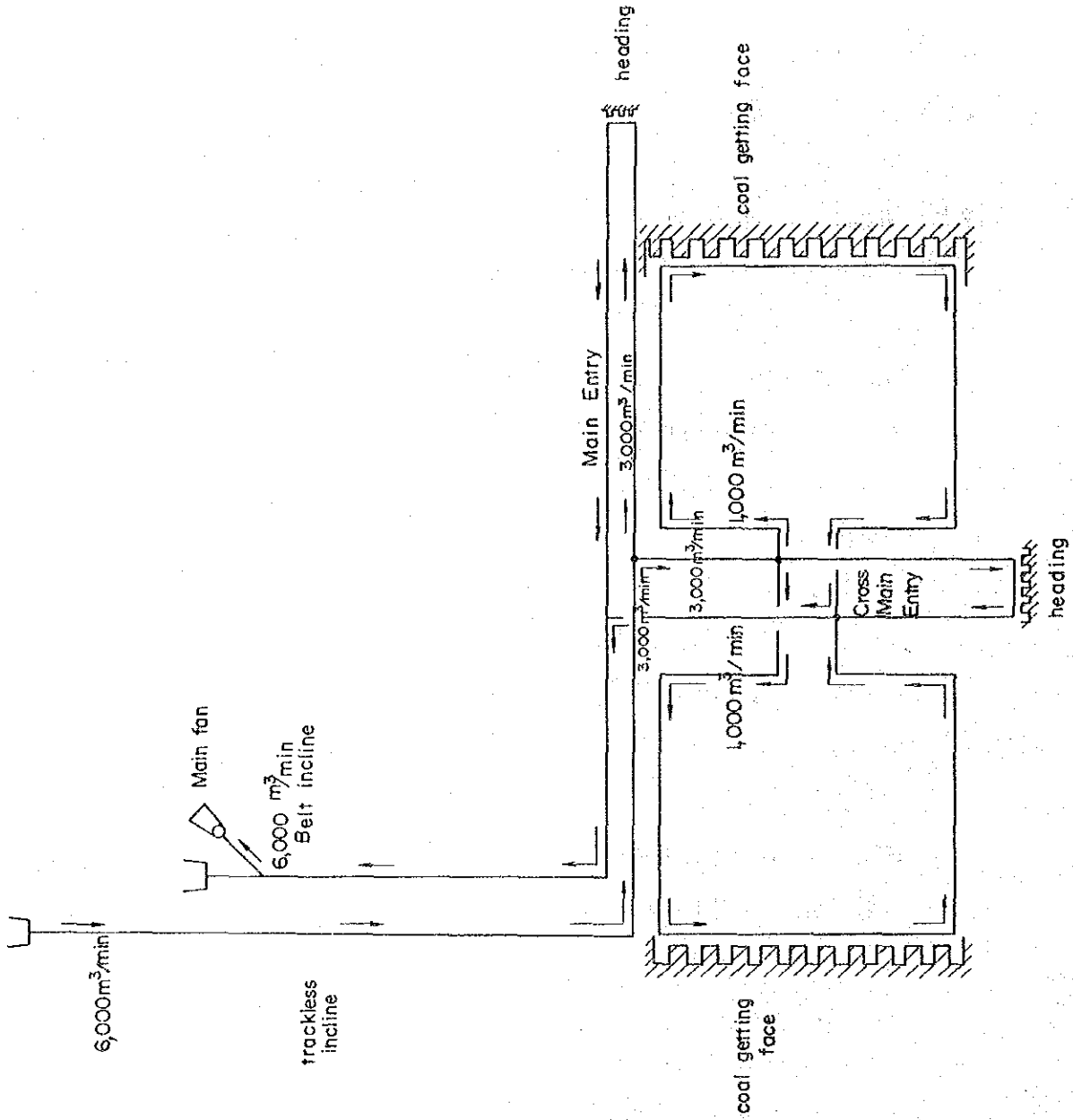


Figure III - 29 Ventilation Network

$$R = \frac{h}{Q^2} \dots\dots\dots (5.4)$$

各坑道は並列に設けられるものとする。

比抵抗の並列合成は次式によって求められる。

$$R = \frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}} + \frac{1}{\sqrt{R_3}} + \dots\dots\dots\right)^2} \dots\dots\dots (5.5)$$

主幹坑道の比抵抗 ( $R'_3$ ) は (5.3) 式より次の様に求められる。

$$R'_3 = 0.00092 \times \frac{10,000 \times 18.2}{18.6^3} = 0.02602$$

ただし、 $k=0.00092$  (裸坑道)、 $L=10,000m$ 、 $U=18.2m$ 、 $F=18.6m^2$

従って、合成比抵抗は次の通りである。

$$R_3 = \frac{1}{(2/\sqrt{R'_3})^2} = \frac{R'_3}{4} = \frac{0.02602}{4} = 0.00651$$

片盤坑道の比抵抗 ( $R'_4$ ) は (5.3) 式より次の様に求められる。

$$R'_4 = 0.00092 \times \frac{4,000 \times 18.2}{18.6^3} = 0.01041$$

ただし、 $k=0.00092$  (裸坑道)、 $L=4,000m$ 、 $U=18.2m$ 、 $F=18.6m^2$

従って、合成比抵抗は次の通りである。

$$R_4 = \frac{1}{(3/\sqrt{R'_4})^2} = \frac{R'_4}{9} = 0.00116$$

(2) 各坑道の圧力降下(h)の計算

i) ベルト斜坑の圧力降下

ベルト及びトラックレス斜坑の通気速度(v)は  $41.494m/分$  である。ベルト斜坑の圧力降下は (5.1) 式より次の様に求められる。

$$h_1 = 0.00068 \times \frac{570 \times 1.37 \times 41.494^2}{1.446 \times 60^2} = 17.56 \text{ mm Aq}$$

たゞし、 $k=0.00068$  (アーチ, 直線, 裸坑道),  $L=570m$ ,  $U=13.7m$   
 $F=14.46m^2$

ii) トラックレス斜坑の圧力降下(5.1)式より次の様になる。

$$h_2 = 0.00068 \times \frac{1,287 \times 13.7 \times 414.94^2}{14.46 \times 60^2} = 39.66 \text{ mm Aq}$$

たゞし、 $k=0.00068$  (アーチ, 直線, 裸坑道),  $L=1,287m$ ,  $U=13.7m$ ,  
 $V=414.94 m/\text{分}$ ,  $F=14.46m^2$

iii) 主幹坑道の圧力降下は(5.4)式より次の様に求められる。

$$h_3 = 0.00651 \times (6,000/60)^2 = 65.1 \text{ mm Aq}$$

たゞし、 $R=0.00651$ ,  $Q=6,000m^3/\text{分}$

iv) 片盤坑道の圧力降下は(5.4)式より次の様になる。

$$h_4 = 0.00116 \times (3,000/60)^2 = 2.90 \text{ mm Aq}$$

たゞし、 $R=0.00116$ ,  $Q=3,000m^3/\text{分}$

v) 採炭切羽の圧力降下は(5.1)式より次の様になる。

$$h_5 = 0.00092 \times \frac{2,900 \times 18.2 \times 1,000^2}{18.6^3 \times 60^2} = 2.10 \text{ mm Aq}$$

たゞし、 $k=0.00092$  (裸坑道),  $L=2,900m$ ,  $U=18.2m$ ,  $Q=1,000$   
 $m^3/\text{分}$ ,  $F=18.6m^2$

vi) 全圧力降下(H)は次の通りである。

$$\begin{aligned} H &= h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 \\ &= 17.56 + 39.66 + 65.1 + 2.90 + 2.10 \\ &= 127.32 \text{ mm Aq} \end{aligned}$$

中央式通気方式の仕様を Table III-8 に示す。

(3) 中央式通気方式で使用する扇風機の所要動力(W)は、(5.2)式より次の様に求  
 められる。

$$W = \frac{6,000 \times 127.32}{6,120 \times 0.85} = 146.85 \text{ kW}$$

たゞし、 $Q=6,000m^3/\text{分}$ ,  $h=127.32 \text{ mm Aq}$

Table III-8 Central Ventilation System

	Sectional area (m <sup>2</sup> )	Peripheral length (m)	Ventilation length (m)	Friction coefficient	Gross air quantity (m <sup>3</sup> /min)	Air flow resistance	Negative pressure (mmAq)
Belt incline	14.46	13.7	570	0.00068	6,000	0.00187	17.56
Trackless incline	14.46	13.7	1,287	0.00068	6,000	0.00397	39.66
Main entry	18.6 (5 entries)	18.2 (5 entries)	10,000	0.00092	6,000	0.00651	65.10
Cross main entry	18.6 (7 entries)	18.2 (7 entries)	4,000	0.00092	3,000	0.00116	2.90
Coal getting face	18.6	18.2	2,900	0.00092	1,000	0.00754	2.10

従って、安全性を考慮して最大負圧 150mmAq, 動力 200 kW の扇風機とする。

扇風機は効率が良く、風圧調整が可能な可変翼型プロペラファンを採用する。扇風機の仕様を Table III-9 に示す。

Table III-9 Specifications of Fan

Air quantity (m <sup>3</sup> /min)	6,000
Max. negative pressure (mm Aq)	150
Pitch of fan	1-10
Power of electromotor (kw)	200

### 5.2.3 風 橋

採炭切羽内通気の独立分流を確保する為に、入気坑道と排気坑道との交差部に風橋を設置する。風橋は鋼製枠と PS コンクリートブロックで建設する。風橋の概要を Figure III-30 に示す。

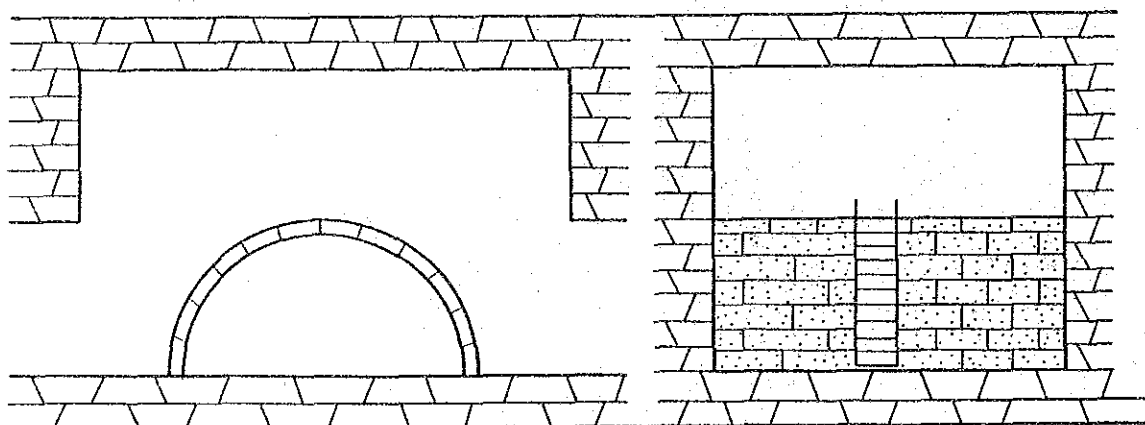


Figure III-30 Ventilation Overcast at Intersection

### 5.3 排水計画

#### 5.3.1 排水量

排水設備容量決定の基礎となる湧水量は、実際に採掘が開始されなければ正確には分らない。ムバカ炭鉱の湧水は比較的少ないので、本排水計画では採掘対象区域の排水量を  $0.4 \text{ m}^3/\text{分}$  ( $576 \text{ m}^3/\text{日}$ ) とする。

#### 5.3.2 排水設備

ベルト斜坑の坑底(海拔  $125 \text{ m}$ ) に  $50 \text{ m}^3$  の集水バックと主要排水ポンプを設置し、片盤坑道と採炭切羽近くの切羽坑道に排水ポンプを設ける。

排水系統の流れは次の通りである。

採炭切羽 → 3" 管 → 片盤坑道集水バック → 4" 管 → ベルト斜坑坑底集水バック → 4" 管 → 地表

排水系統を Figure III-31 に示す。

#### 5.3.3 排水管の圧力損失とポンプの所要馬力

排水管の圧力損失とポンプの所要馬力は次の仮定に基づいて計算される。

排水量：各採炭切羽  $288 \text{ m}^3/\text{日}$

合 計  $576 \text{ m}^3/\text{日}$

ポンプ稼働時間：12時間/日

鑄鉄管内壁面の粗さ( $\epsilon$ )：0.0005

排水管の総圧力損失( $H$ )は次式によって計算される。

$$H = h_1 + h_2 + H_a \quad \dots \quad (5.6)$$

こゝで、 $h_1$ ：排水管の圧力損失 ( $m$ )、 $h_2$ ：排水管の抵抗がない場合の圧力損失 ( $m$ )、 $H_a$ ：圧力水頭 ( $m$ )

$$h = \lambda \cdot \frac{V^2}{2g} \cdot \frac{l}{d} \quad \dots \quad (5.7)$$

こゝで、 $h$ ：管路抵抗 ( $m$ )、 $\lambda$ ：管摩擦係数、 $V$ ：流速 ( $m/\text{秒}$ )、 $g$ ：重力の加速度 ( $9.8 \text{ m}/\text{秒}^2$ )、 $l$ ：管路の長さ ( $m$ )、 $d$ ：管の内径 ( $m$ )

ポンプの所要馬力 ( $N_p$ ) は次式で求められる。



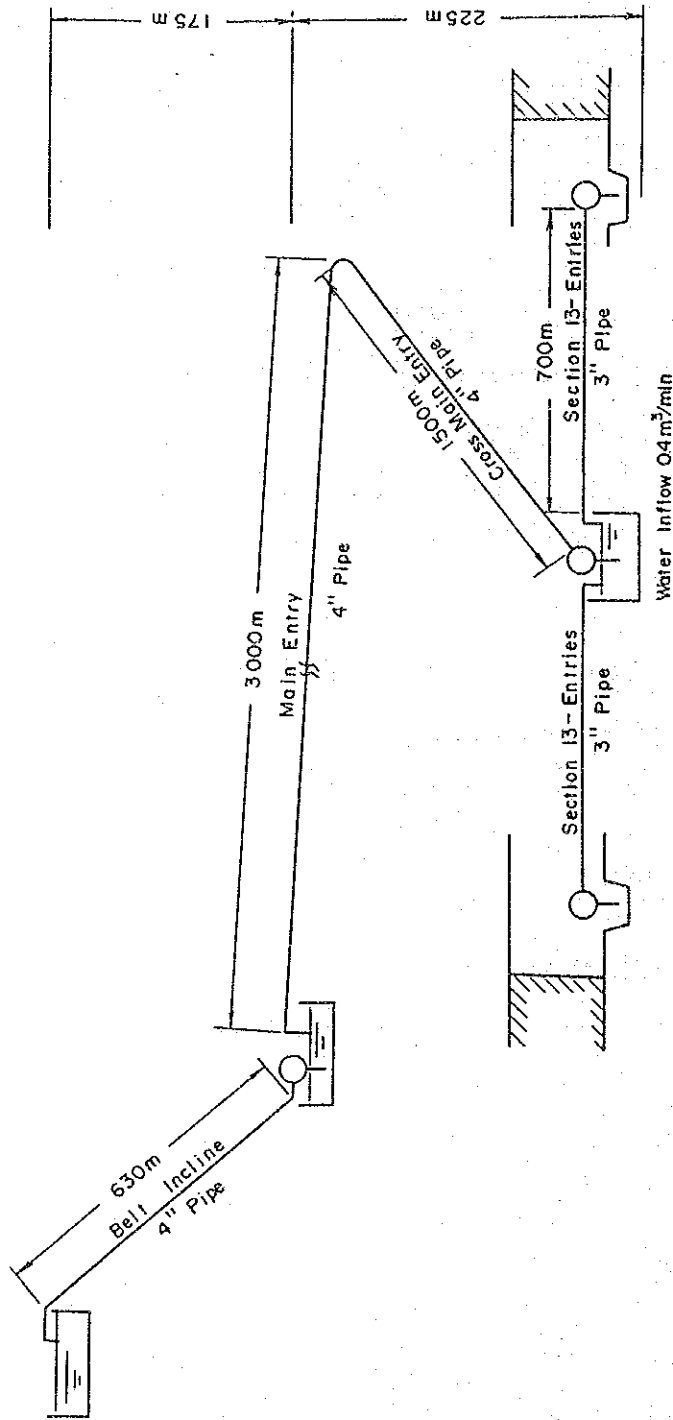


Figure III-31 Schematic Drawing of Drainage System

$$N_p = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{75 \times \eta} \dots\dots\dots (5.8)$$

ここで、 $\gamma$  : 流体の比重量 ( $kg/m^3$ ),  $Q$  : 流量 ( $m^3/秒$ ),  $H$  : 圧力水頭 ( $m$ ),  
 $\eta$  : ポンプ効率 (0.8)

(1) 排水管の流速と管摩擦係数

排水管の流速 ( $V$ ) と管摩擦係数 ( $\lambda$ ) は次式によって求められる。

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (5.9)$$

$$\lambda = \frac{1}{(2 \log \frac{r}{2\epsilon} + 1.75)^2} \dots\dots\dots (5.10)$$

ここで、 $A$  : 排水管の断面積 ( $m^2$ ),  $r$  : 排水管の半径 ( $m$ )

i) 4" (105 mm) 管

$$V_1 = \frac{576 / (12 \times 60 \times 60)}{\frac{0.105^2}{4} \times 3.14} = 1.54 \text{ m/秒}$$

$$\lambda_1 = \frac{1}{(2 \log \frac{r}{\epsilon} + 1.75)^2} = \frac{1}{(2 \log \frac{0.0525}{0.0005} + 1.75)^2} = 0.0298$$

$$= 0.0298$$

ii) 3" (81 mm) 管

$$V_2 = \frac{288 / (12 \times 60 \times 60)}{\frac{0.081^2}{4} \times 3.14} = 1.30 \text{ m/秒}$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{(2 \log \frac{0.0405}{0.0005} + 1.75)^2} = 0.0323$$

(2) 採炭切羽から集水バックまでの全圧力損失とポンプ所要馬力

管路の摩擦以外の損失水頭は管径の70倍あるものとして計算する。

全圧力損失 ( $H_1$ ) と所要馬力 ( $N_p$ ) は ( 5.6 ) , ( 5.7 ) 及び ( 5.8 ) 式より次の様に計算される。

ただし、 高 低 差： 25 m

排 水 距 離： 700 m

排 水 管 内 径： 81 mm

流 速： 1.30 m/秒

管 摩 擦 係 数： 0.0323

$$H_1 = 0.0323 \times \frac{1.30^2}{2 \times 9.8} \times \frac{700}{0.081} + 0.081 \times 70 + 25 = 54.74 \text{ m}$$

$$N_p = \frac{1,000 \times \frac{0.081^2}{4} \times 3.14 \times 1.30 \times 54.71}{75 \times 0.8} = 6.11 \text{ HP}$$

従って、10HPのポンプ2台とする。

(3) 片盤坑道集水バックからベルト斜坑坑底までの全圧力損失とポンプ所要馬力

全圧力損失 ( $H_2$ ) と所要馬力 ( $N_p$ ) は次の通りである。

ただし、

高 低 差： 225 m

排 水 距 離： 4,500 m

排 水 管 内 径： 105 mm

流 速： 1.54 m/秒

管 摩 擦 係 数： 0.0298

$$H_2 = 0.0298 \times \frac{1.54^2}{2 \times 9.8} \times \frac{4,500}{0.105} + 225 + 0.105 \times 70 = 38.688 \text{ m}$$

$$N_p = \frac{1,000 \times \frac{0.105^2}{4} \times 3.14 \times 1.54 \times 38.688}{75 \times 0.8} = 8.594 \text{ HP}$$

従って、90HPのポンプ1台とする。

(4) ベルト斜坑の集水バックから坑外集水タンクまでの全圧力損失とポンプの所要

馬力

全圧力損失 ( $H_3$ ) と所要馬力 ( $N_p$ ) は次の通りである。

ただし、

高低差：175 m

排水距離：600 m

排水管内径：105 mm

流速：1.54 m/秒

管摩擦係数：0.0298

$$H_3 = 0.0298 \times \frac{1.54^2}{2 \times 9.8} \times \frac{600}{0.105} + 0.105 \times 70 + 175 = 202.95 \text{ m}$$

$$N_p = \frac{1,000 \times \frac{0.105^2}{4} \times 3.14 \times 1.54 \times 202.95}{75 \times 0.8} = 45.08 \text{ HP}$$

従って、50HP のポンプ1台とする。

排水管と排水ポンプの仕様を Table III-10 に示す。

Table III-10 Drainage Pipe and Pump Specifications

	Vertical distance (m)	Drainage pipe length (m)	Pipe diameter (mm)	Flow rate (m <sup>3</sup> /sec)	Friction coefficient of pipe	Pressure loss (m)	House power of drainage pump (HP)
Belt incline	175	600	105	0.0133	0.0298	202.95	50
Main entry	200	3,000	105	0.0133	0.0298	386.88	90
Cross main entry	25	1,500	105	0.0133	0.0298		
Coal getting panel	25	700	81	0.0067	0.0323	54.74	10 x 2

## 第6章 選炭計画



## 第6章 選炭計画

最適の選炭方式を決めるに当っては、原炭の粒度別可選性試験及び品位分析が必要であるが、本計画ではこれらの資料が得られないので、ムバカ炭鉱の選炭方式を参考として選炭計画を立案した。

### 6.1 選炭能力

選炭設備の時間当り処理能力は次の通りとする。

年間稼働日数：240日

稼働方数： 8:00～16:00  
16:00～24:00 } 2方操業

24:00～ 8:00 1方予備・整備

運転時間： 7時間/方

年間処理量： 640,000トン

精炭生産量： 510,000トン/年（歩留：80%）

#### 1) 時間当り処理量

坑内からの原炭運搬量は一定ではないので、選炭工場へ定量供給を行う為に1次破碎及び手選後の原炭を原炭ビンに貯炭する。坑内からの原炭運搬量のバラツキは30%あるものとする。

1次破碎処理量：

$$\frac{2,670 \text{ トン/日} \times 1.3}{12 \text{ 時間/日}} = 289 \text{ トン/時} \div 300 \text{ トン/時}$$

原炭ビンから引出す原炭量は次の通りである。

選炭機処理量：

$$\frac{2,670 \text{ トン/日}}{14 \text{ 時間/日}} = 190 \text{ トン/時} \div 200 \text{ トン/時}$$

### 6.2 選炭工程

選炭工程を Figure III-32, 33 のフローシートに示す。

坑内から搬出された原炭は篩分けし、大塊ぼたを手選バンドで抜取り、一次破碎を



Figure III-32 CONCEPTUAL DIAGRAM

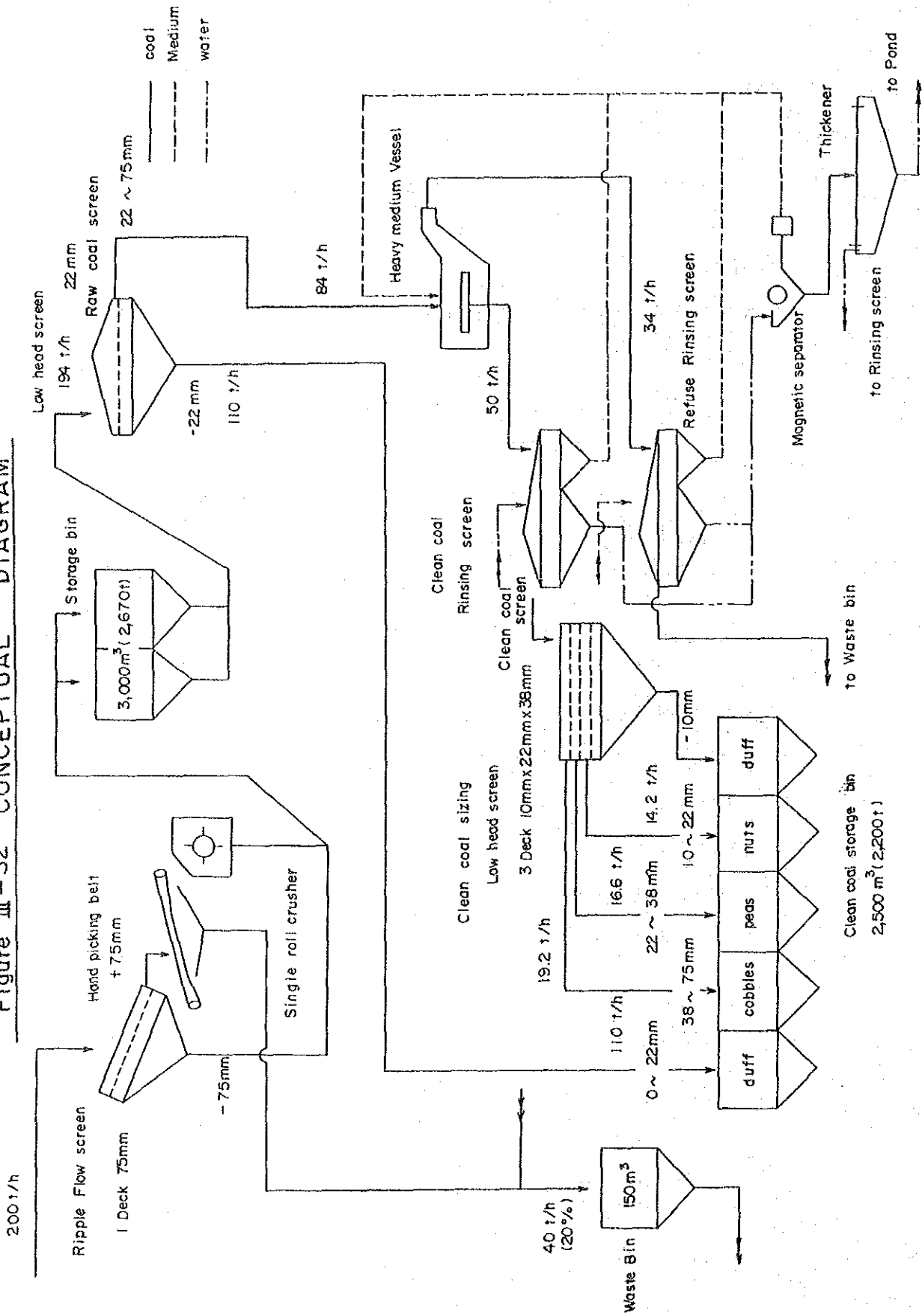
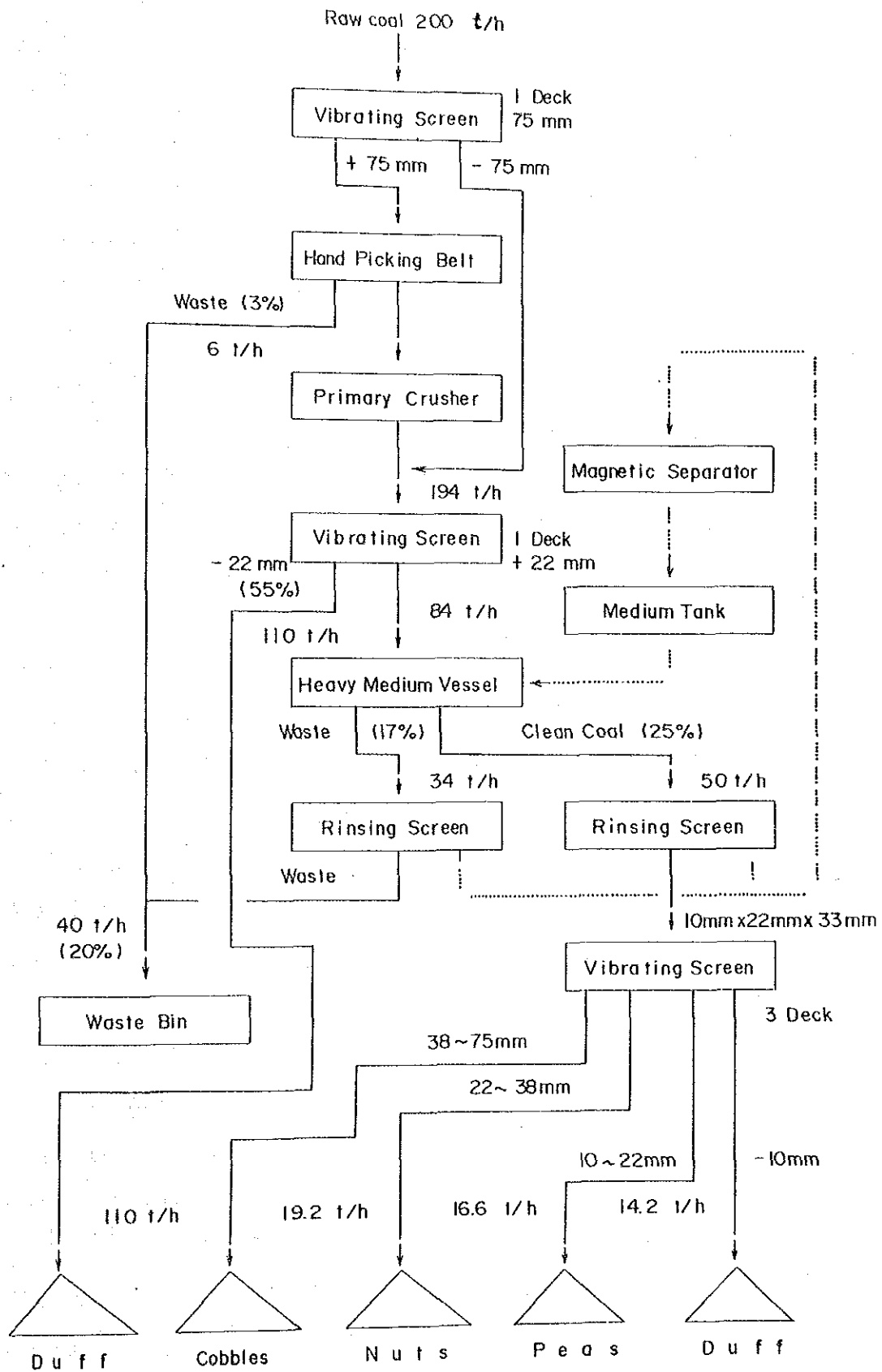


Figure III-33 Flow Sheet of Coal Preparation



経て原炭ビンに貯炭する。22～75mmに篩分けた原炭は重液選炭により精炭とほたに選別する。-22mmの原炭はFigure III-34の マテリアルバランスに示す様に、灰分が少ないのでそのまま精炭とする。精炭はその種別によって精炭ビンに貯炭する。

第Ⅱ部4.1節で述べた様にMain Seamの浮沈試験では比重1.6における精炭の平均歩留は78.0%である。実操業では全体の55%を占める-22mmの原炭は篩分け後、直接精炭ビンに貯炭されるので、重液選炭に供給されるのは残りの45%の原炭である。従って本計画では精炭の全歩留は80%とした。

### 6.3 主要設備

#### 6.3.1 一次破碎設備

原炭はコンテナスマイナーで採掘され、ブレーカーで破碎されているので、その最大粒度は250mmと推定される。原炭は坑口の地表ポケットに接続したベルトコンベヤによって75mm網目のリップフロースクリーンに供給される。このスクリーンで原炭は+75mmと-75mmに篩分け、+75mmは手選バンド(ベルト速度:15m/分)へ供給される。このバンドの両側に手選員を配置し、ほたを抜き出すものとする。

+75mmの原炭は手選後、一次クラッシャーで-75mmに破碎する。破碎機は石炭の一次破碎機として多く使用されているシングルロールクラッシャーを使用する。

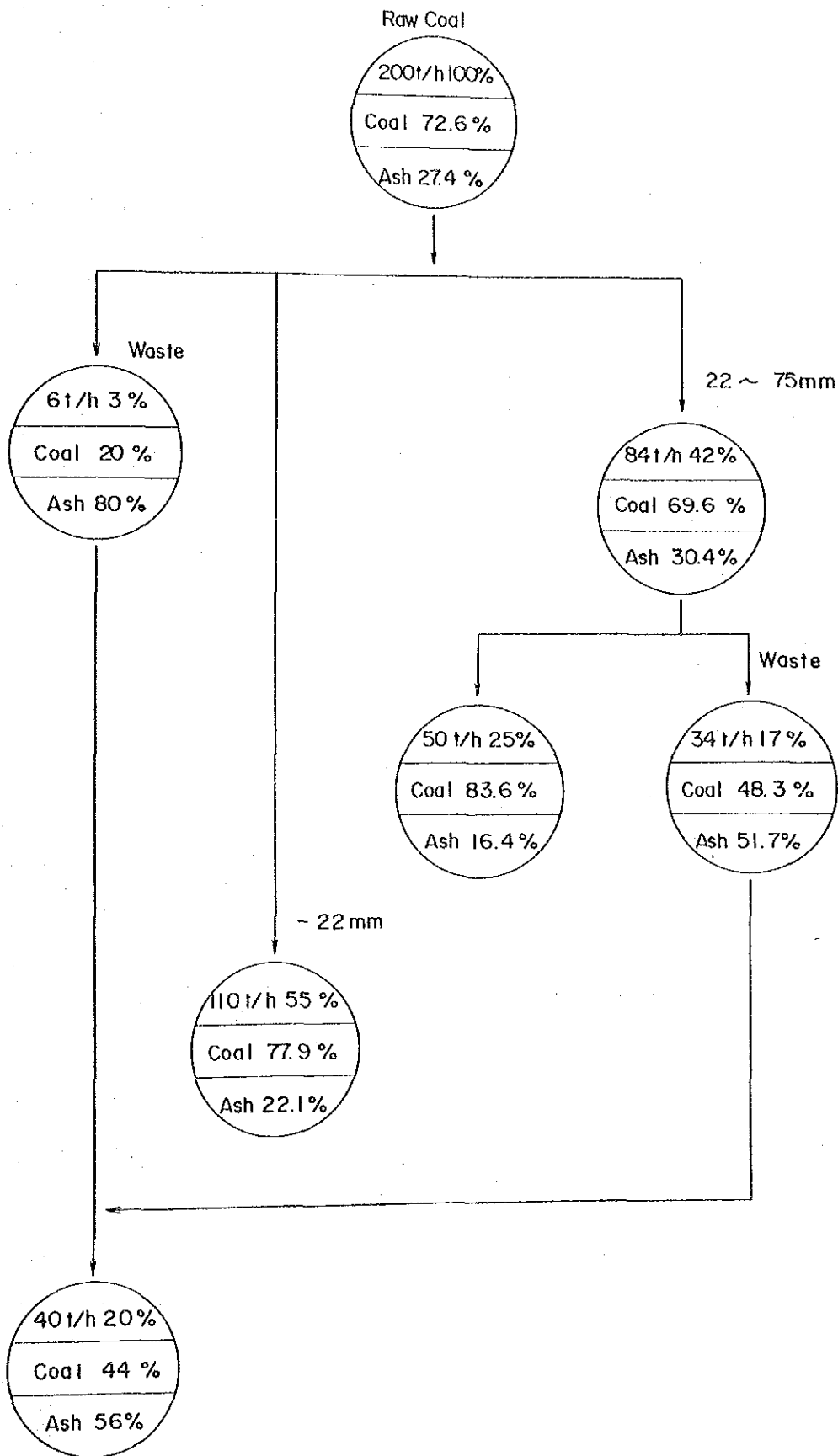
リップフロースクリーン及び一次クラッシャーからの-75mm原炭は、ベルトコンベヤで原炭ビンに運び貯炭する。原炭ビンは鋼板製で生産日1日分の原炭を貯炭する。ビンは3分割とし下部に各々250トン/時のシントロンフィーダーを有するものとする。

#### 6.3.2 選炭設備

原炭は原炭ビンからシントロンフィーダーで抜き出し、網目22mmの単床式ローヘッドスクリーンに引出しベルトコンベヤで供給される(194トン/時)。

-22mmの原炭は直接精炭ビンに運ばれ、22～75mm粒度のものは重液選炭機へ供給し、精炭とほたに選別する。選炭機は出来るだけ単純な装置にする事によって精炭に品質のばらつきが出ない様にする。精炭は脱液篩によって附着した重液材を洗浄する。ほたも同様に附着した重液材を除去する。

Figure III -34 Material Balance of Coal



重液はその貯蔵タンクからスラリーポンプで選炭機に供給する。脱液篩で洗浄した重液から磁鉄鉱を回収する為に磁選機を使用する。

重液選炭で選別した精炭は3床式スクリーンに供給し、38～75mm (Cobbles), 22～38mm (peas), 10～22mm (nuts) 及び-10mm (duff) の4産物に分ける。スクリーンは保守が容易なローヘッド型を採用する。上記の4産物はベルトコンベヤで各々の精炭ビンに貯炭する。精炭ビンは鋼板製とし、生産日1日分の精炭を貯炭する。各々の精炭ビンは内部を2分割し、下部に250トン/時のシントロンフィーダーを設ける。

ぼたは脱液篩からベルトコンベヤでぼたビンまで運ぶ。ビンは鋼板製で1方分のぼたを貯蔵する。ぼたはビンからダンプトラックでぼた捨場へ運搬する。

### 6.3.3 その他の設備

#### 1) 分析室

精炭の品質管理を行う為に必要な分析機器を分析室に設置する。工業分析及び粒度分析は行えるものとする。

#### 2) 貨車積込設備

精炭はトラック及び鉄道によって各需要先へ輸送する。鉄道引込線はスワシラード鉄道の基準に基づいて建設する。

積込設備附近の引込線は積込みに便利な様に勾配0で直線とする。現在使用している貨車は41トン積と33トン積である。最大の列車編成は機関車1輛と貨車18輛で連結長230m (機関車: 23.16m, 貨車11.28m×18) であるので、積込ポケットを中心に前後約230mは直線とする。引込線の全長は3,000mとなる。

積込ビンは鋼板製とし、2列車分1,476トン(41トン×18輛×2列車)の積込みが可能な様に、貯炭能力は1,600トンとする。石炭は機関車に連結した貨車に積込むので、貨車駆動装置は設置しない。

#### 3) ぼた捨場

選炭設備の近くに800×500mのぼた捨場を設ける。場内での処理はブルドーザーで行うものとする。この作業は全て業者に請負わせる。

### 6.3.4 選炭設備の仕様

設 備	仕 様
連接ベルトコンベヤ	ベルト幅：900mm，機長：30m，運搬能力：400トン/時，電動機出力：30kW
リップフロースクリーン	幅：1.5m，長さ3.6m，単床，網目：75mm，角孔パンチプレート，電動機出力：11kW
手選バンド	ベルト幅：1,200mm，長さ：14.5m，処理能力：100トン/時，ベルト速度：15m/分，電動機出力：2.2kW
一次クラッシャー	ロール径：36" (915mm)，幅：48" (1,219mm)，セット：75mm，電動機出力：45kW，処理能力：325トン/時
ベルトコンベヤ (原炭ビンへ)	ベルト幅：900mm，機長：140m，揚程：24m，電動機出力：40kW，運搬能力：400トン/時
原炭ビン	貯炭能力：2,670トン
シントロンフィーダー	電動機出力：2.2kW，11台
ベルトコンベヤ (単床式ローヘッドスクリーンへ)	ベルト幅：750mm，機長：85m，揚程：15m，電動機出力：22kW，運搬能力：300トン/時
単床式ローヘッドスクリーン	幅：2.4m，長さ：6.0m，網目：22mm，単床，処理能力：200トン/時，電動機出力：30kW
重液選炭機	直径：4.5m，長さ：7.5m，型式：ウエムコ，電動機出力：15kW
スラリーポンプ	3台(予備1台)，揚程：30m，揚量：3m <sup>3</sup> /分，電動機出力：30kW
脱液篩	幅：1.8m，長さ：5.4m，網目：0.5mm，電動機出力：15kW，2台

設 備	仕 様
ベルトコンベヤ (3床式ローヘッドスクリーンへ)	ベルト幅：600 mm，機長：11 m，運搬能力：50 トン/時，電動機出力：2.2 kW
3床式ローヘッドスクリーン	幅：1.8 m，長さ：3.6 m，網目：38 mm，22 mm，10 mm，3床，処理能力：50 トン/時，電動機出力：1.1 kW
精炭ベルトコンベヤ群 (精炭ビンへ)	ベルト幅：600 mm，総機長：300 m，総動力：70 kW
ぼたベルトコンベヤ	ベルト幅：600 mm，機長：100 m，電動機出力：20 kW
精炭ビン	貯炭能力：2,200 トン
ぼたビン	貯炭能力：150 m <sup>3</sup>
鉄道引込線	最大勾配：1/120，最小半径：600 m，軌条重量：40 kg/m，軌間：1,435 mm

## 第7章 坑外設備





## 第7章 坑外設備

### 7.1 給水計画

スワジランドの年平均降雨量は約 1,000 mm であるが、調査地域の降雨量は 500 ~ 900 mm とやや少ない。しかし、炭鉱開発に要する水量は十分確保出来ると思われる。スワジランドには乾季と雨季とがあり、11月から3月までが雨季である。本地域を流れる中小河川は雨季には通常水が流れているが、乾季にはその殆どが干上がる。山元附近には小さな貯水池があるが、これらは農業及び牧畜用に使用されており、炭鉱への取水は困難である。従って、水の供給は地下水又は大きな河川からの取水によらねばならない。

炭鉱用としての2つの給水源が考えられる。1つは山元の約20km南を流れている Great Usutu 川からの取水で、この河は乾期でも流量は豊富である。他の1つは開坑初期は地下井戸を数本掘削し、深井戸ポンプ又はピストンポンプで地下水を揚水し、坑内の展開が進展すれば坑内水を取水し、必要に応じて浄化して使用する方式である。本計画ではムパカ炭鉱と同じ様に水井戸による方式を採用する。

#### 7.1.1 事業用水

事業用水は主として選炭用、コンテナスマイナー冷却用、ベルトコンベヤ散水用及び炭塵抑制用に使用する。

冷却用及び散水用水はノズルずまり、パイプ閉塞等が生じない様に浄化装置を通して使用する。

##### (1) 選炭用水

選炭用水はクローズドサーキットで使用し、精炭及びぼたに附着して失われる水を補給する。選炭工場から出る精炭及びぼたの水分附着量は15%とし、重液選炭の過程で失われる水量は使用量の3%とする。

1日当り重液選炭で処理する原炭は1,120トンであり、精炭及びぼたに附着する水量は198 $m^3$ /日である。又、重液選炭で使用する水量は450 $m^3$ /時(10時間/日実操業)であり、135 $m^3$ /日の水量が失われる。従って、重液選炭で補給を必要とする水量は333 $m^3$ /日である。

##### (2) コンテナスマイナー用水

コンテナスマイナー1台の使用水量は50 $l$ /分(3 $m^3$ /時)であり、2時

間/方の稼働で3台が使用する水量は72m<sup>3</sup>/日である。

(3) ベルトコンベヤ散水用水

ベルトコンベヤの積み替え箇所での散水するものとし、散水量は原炭運搬量の約2%を見込む。必要な水量は53m<sup>3</sup>/日である。

(4) その他

その他の用途に使用する水量は上記水量の10%を見込むと46m<sup>3</sup>/日が必要である。

補給を要する合計水量は504m<sup>3</sup>/日となり、全量を坑内から取水する場合は0.35m<sup>3</sup>/分の坑内水が必要である。

### 7.1.2 飲料水

飲料水は深井戸から揚水するものとし、更衣室のシャワー用、事務所用及び住宅用に使用する。

ムパカ炭鉱の実績によると、井戸水は不純分の混入が非常に少ないので塩素滅菌を行えば飲料水として使用出来る。

(1) シャワー用水

更衣室のシャワー用水量は1人当たり100ℓとし、坑内入坑人員183人で19m<sup>3</sup>/日が必要である。

(2) 事務所用水

事務所の水量は1人当たり40ℓとし、人員は115人で5m<sup>3</sup>/日が必要である。

(3) 住宅用水

住宅用水は住宅1戸当たり0.5m<sup>3</sup>/日とし、管理者を除く288人の従業員はその60%が単身者とし、4人で住宅1戸に入居するものとする。

住宅数は管理者用10戸、妻帯者用住宅115戸、単身者用住宅44戸である。これらの住宅用として次の水量が必要である。

$$0.5 \text{ m}^3 / \text{日} \times 169 \text{ 戸} = 85 \text{ m}^3 / \text{日}$$

(4) その他

その他の用途として上記合計水量の10%を見込むと11m<sup>3</sup>/日となる。

合計飲料水量は120m<sup>3</sup>/日(0.083m<sup>3</sup>/分)であり、現在のムパカ炭鉱の状況

から推定すると、6本の井戸と60 m<sup>3</sup>の貯水タンクが必要となる。

揚水ポンプ：6台（電動機 2.2 kW）

送水ポンプ：2台（電動機 5.5 kW）

## 7.2 電力供給

スワジランドの統計によれば、電力の年間総使用量は6億KWHで1人当りの使用量は980 KWHである。現在の国内発電設備（スワジランド電力庁及び民間企業）の発電量は総使用量の約40%で、残りは南アフリカから受電している。その為に国内の送電線路は良く整備されている。

本計画で使用する送電線はMbabane-Manzini-Sitekiと結ばれている66 kVの高圧主幹線から分岐するものとする。南アフリカからの送電能力は97 MWで、最大需要量は80 MWである。従って、新規炭鉱が必要とする給電は十分可能である。

問題は落雷に起因する停電であり、安全性からみると落雷による停電時に坑内通気用扇風機を常時稼働させる為に、予備発電設備が必要であろう。本計画ではムパカ炭鉱と同様に予備発電設備は設けないものとする。

### (1) 送電線の分岐点

送電線はFigure III-35に示す様に、Manzini-Siteki送電線（66 kV, 50 Hz, 3相）のMalindza Clinic附近から分岐させる計画で、66 kVの送電線を山元まで9 km敷設する。

### (2) 受電容量

本計画で消費電力はFigure III-36に示す電気設備容量に、稼働率×負荷率=0.5として計算する。

設備容量合計×（稼働率×負荷率）

$$= 5,740 \text{ kW} \times 0.5 = 2,870 \text{ kW} \approx 2,900 \text{ kW}$$

設備容量の合計はTable III-11に示す。

又、作業日でない日は上記の20%を使用するものとする。最大電力容量はその振れ幅を30%として計算すると；

$$2,900 \text{ kW} \times 1.3 = 3,770 \text{ kW} \approx 3,800 \text{ kW}$$

従って、受電は5,000 KVAとなる。

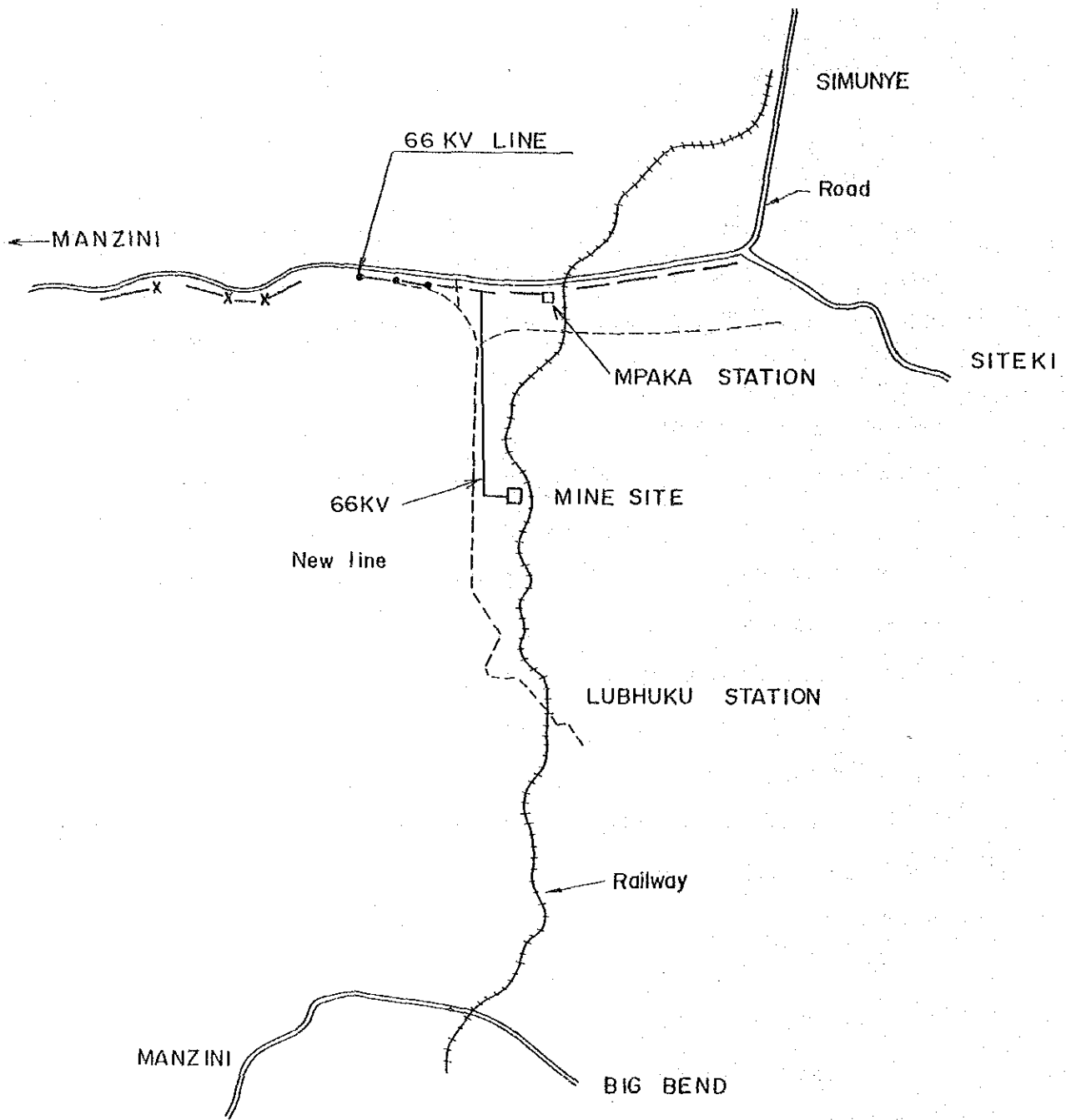


Figure III-35 Power Line Map

Figure III-36 Schematic Layout of Power Supply

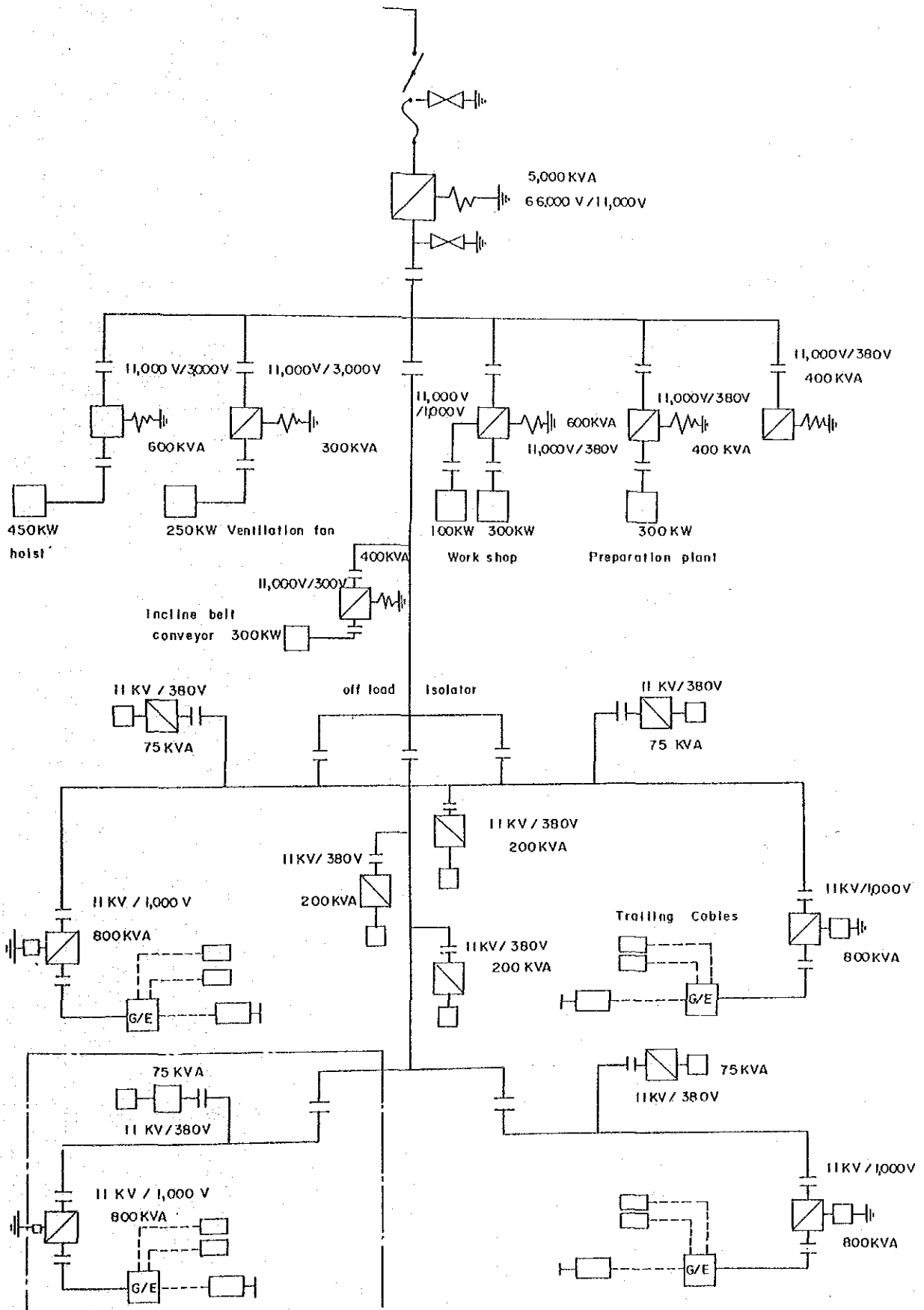


Table III-11 Electric Equipment

	Item	Unit Capacity (KW)	Number	Capacity (KW)	Remark
Office	Office		1	30	
	Waiting room		1	20	
	Storage		1	30	
	Maintenance works			300	
	Others		1	20	
	Sub total			400	
Surface Electric Equipment	Ventilation fan		1	200	
	Winding		1	250	
	Pump equipment		1	30	
	Sub total			480	
Washing Plant	Primary crusher		1	150	
	Washing plant		1	150	
	Clean coal bin		1	50	
	Waste bin		1	20	
	Forkend loader		1	20	
	Others		1	110	
	Sub total			500	
Coal Getting Machinerics	Continuous miner	320	4	1,280	
	Shuttle car	45	8	360	
	Breaker	15	4	60	
	Ratio feeder	20	4	80	
	Compressor station	75	4	300	
	Others		1	100	
	Sub total			2,180	
Raw Coal Haulage	Incline B.C		1	300	
	Main entry B.C	150	3	450	
	Cross mainentry B.C	130	3	390	
	Panel B.C	30	4	120	
	Bunker		1	100	
	Sub total			1,360	
Underground Drainage Equipment	Incline main pump	50	2	100	
	Main pump	75	2	150	
	Local pump	10	5	50	
	Sub total			300	
Surface Waterworks	Water pump	30	2	60	
	Filtration equipment	10	2	20	
	Drainage equipment	10	2	20	
	Water spray, fire fighting pump	10	2	20	
	Sub total			120	
Houses & Common Facility	Houses		1	300	
	Common facility		1	50	
	Others			50	
	Sub total			400	
Total				5,740	

### (3) 配 電

配電は坑内と坑外とに分れる。巻上機、主要扇風機、選炭設備、修理工場、送炭設備等の坑外設備へは、11,000Vの空中架線によって送電を行う。各設備には各々変圧器を設け、100kW以上の電動機には3,000V、100kW未満の電動機には380Vまで降圧して給電する。

坑内へは11,000Vの鎧装ケーブル2系統で送電し、1つは採炭機械へ、他はベルトコンベヤへ給電する。採炭現場には800KVAの電源函を設置し、コンテナアスマイナー、シャトルカー、ブレーカー、レシオフィーダー及び空気圧縮機への送電を行うものとする。

## 7.3 坑外設備

### 7.3.1 道 路

#### (1) 整 地

坑外設備用地375,000 $m^2$ は建設工事に先立って整地する。

#### (2) 接続道路

Manzini-Siteki間の国道からMfelafutsi附近で分岐し、鉄道に平行して走っている既存道路に接続させる為に、Class 3のDistrict道路を山元から1.4km西方まで新設する。

更に、上記の既存道路を1.2kmにわたってClass 3のDistrict道路にする改良工事を行う。Class 3のDistrict道路の基準は次の通りである。

計画速度：80 km/時

路床幅：9.7 m

走行幅：6.4 m

最大勾配：6 %

最小半径：150 m

#### (3) 所内道路

坑外設備を結ぶ所内道路はほこりが発生しない様に舗装する。道路の基準は接続道路と同じとし、走行幅6.4 mは舗装する。



(4) 駐車場

屋根付駐車場：10×30 m，管理者用，アスファルト舗装

露天駐車場：45×110 m，一般従業員用，碎石舗装

7.3.2 建物

(1) 欽山事務所

欽山事務所は1階建の煉瓦構造とし、15×45 mの規模で、管理者用事務室、会議室及び総務・事務部門の事務室を設ける。

(2) 診療所

応急処置用の診療所は1階建、煉瓦構造で規模は10×15 mである。

(3) 線込所

線込所は1階建、煉瓦構造で規模は25×50 mである。

a. 更衣室

更衣室にはロッカー200セット，シャワー30セット，便所5セット，洗濯機10セットを備えるものとする。

b. 安全灯室

安全灯室には200セットの安全灯の充電器及び棚を設ける。

c. 救急装置

救急作業用として酸素マスク等を5人分備える。

d. ボイラー

シャワー用に300,000 kcal/時容量のボイラーと4 m<sup>3</sup>の貯湯槽を設ける。

(4) 修理工場

機器の日常の修繕の為に修理工場を設ける。通常の修理に必要な工具類は備えるものとする。

コンテナスマイナー等の大型機械の修理は外注する。修理工場の規模は15×50 mで、天井走行クレーンを取付ける。

(5) 火薬庫

火薬庫は床面積5×6 mで、火薬取扱い基準に合った建物とし、事故発生時に災害を最小に留める様に、坑外設備から適当な距離だけ離れた場所に防護壁を設け、その中に建設する。

(6) 人員運搬車用車庫

人員運搬車は予備2台を含めて8台を保有する。車庫は屋根付で $5 \times 20 \text{ m}$ の規模とし、コンクリート床とする。

(7) 下水処理装置

シャワー及び便所からの廃水を活性汚泥処理する設備を設ける。

(8) 資材倉庫及び機械置場

事務室付の資材倉庫( $15 \times 25 \text{ m}$ )を設け、小型コンピューターによる在庫管理を行う。

機械置場は資材倉庫に隣接して設け、広さは $60 \times 100 \text{ m}$ とし、周囲を高さ $2 \text{ m}$ の金網で囲う。

自動車用ガソリンタンク( $20 \text{ m}^3$ )及び軽油タンク( $100 \text{ m}^3$ )を置場内に設置する。これらのタンクは防火構造とする。

(9) 住宅

- a. 管理者用住宅：10戸，鉱業所長宅は床面積 $150 \text{ m}^2$ とする。
- b. 妻帯者用住宅：115戸，床面積各 $75 \text{ m}^2$ 。
- c. 独身者用住宅：44戸，床面積各 $50 \text{ m}^2$ ，1戸4人用。
- d. 共同浴室：4戸，床面積各 $80 \text{ m}^2$ ，各々シャワー室4及び便所を備える。
- e. 共同調理室：床面積 $300 \text{ m}^2$
- f. 共同食堂：4室，床面積各 $70 \text{ m}^2$

(10) 厚生施設

- a. 集会所
- b. サッカー競技場
- c. 配給所
- d. その他

## 7.4 その他の設備

(1) 圧気計画

坑内のガス湧出量の多い炭鉱では一般に動力源として圧縮空気を使用する。しかし、本計画では無煙炭を採掘するのでガス湧出量は少なく、ルーフボルターを除く

坑内施設の動力源として電力を使用する。ルーフボルトだけは空気動力の方が有利であるので、小型圧縮機を各採炭現場の電源附近に設備する。圧縮機からルーフボルトまでの送気は、80mm径の軟質塩化ビニルパイプ及びゴムホースを使用する。

圧縮機の仕様：

圧 力：7.5 kg/cm<sup>2</sup>

流 量：10 m<sup>3</sup>/分

電動機出力：7.5 kW

冷 却 方 式：循環水使用空冷

塩化ビニルパイプの仕様：

80mm径，長さ各200m，耐圧10 kg/cm<sup>2</sup>

ゴムホースの仕様：

80mm径，長さ各50m，耐圧10 kg/cm<sup>2</sup>

## (2) 通信設備

坑外事務所、修理工場等に電話機30台、坑内用に電話機10台を設置するものとし、自動電話装置を使用する。一般電話として5回線を鉱山内電話に接続する。

## (3) 自動車

作業用及び必要資材の運搬用に次の車輛を準備する。

乗 用 車 ： 2台

ワゴン車 ： 3台

小型トラック ： 2台

クレーン車 ： 1台

主要な坑外設備の配置をDrawing 17に示す。

## 第8章 人員計画



## 第8章 人員計画

人員計画については、作業内容、操業状況、及びムバカ炭鉱の現状を勘案してフル操業時におけるものを作成した。人員は開発段階に応じて増員するものとし、フル操業時における配置は鉱業所長の下に炭鉱長、技師長、事務長の上級管理者を置き、その下に職種別に5人の管理者を置く。

各職種別の人員配置は次の通りである。尚、採炭関係の人員は3.9節に詳細に述べている。

上級管理者：4人（鉱業所長を含む）

総務部：管理者1人、職員5人、従業員8人

経理部：管理者1人、職員2人、従業員4人

鉱務部：管理者1人、職員10人、従業員14人

施設部：管理者1人、職員12人、従業員44人

採炭部：管理者1人、職員34人、従業員149人

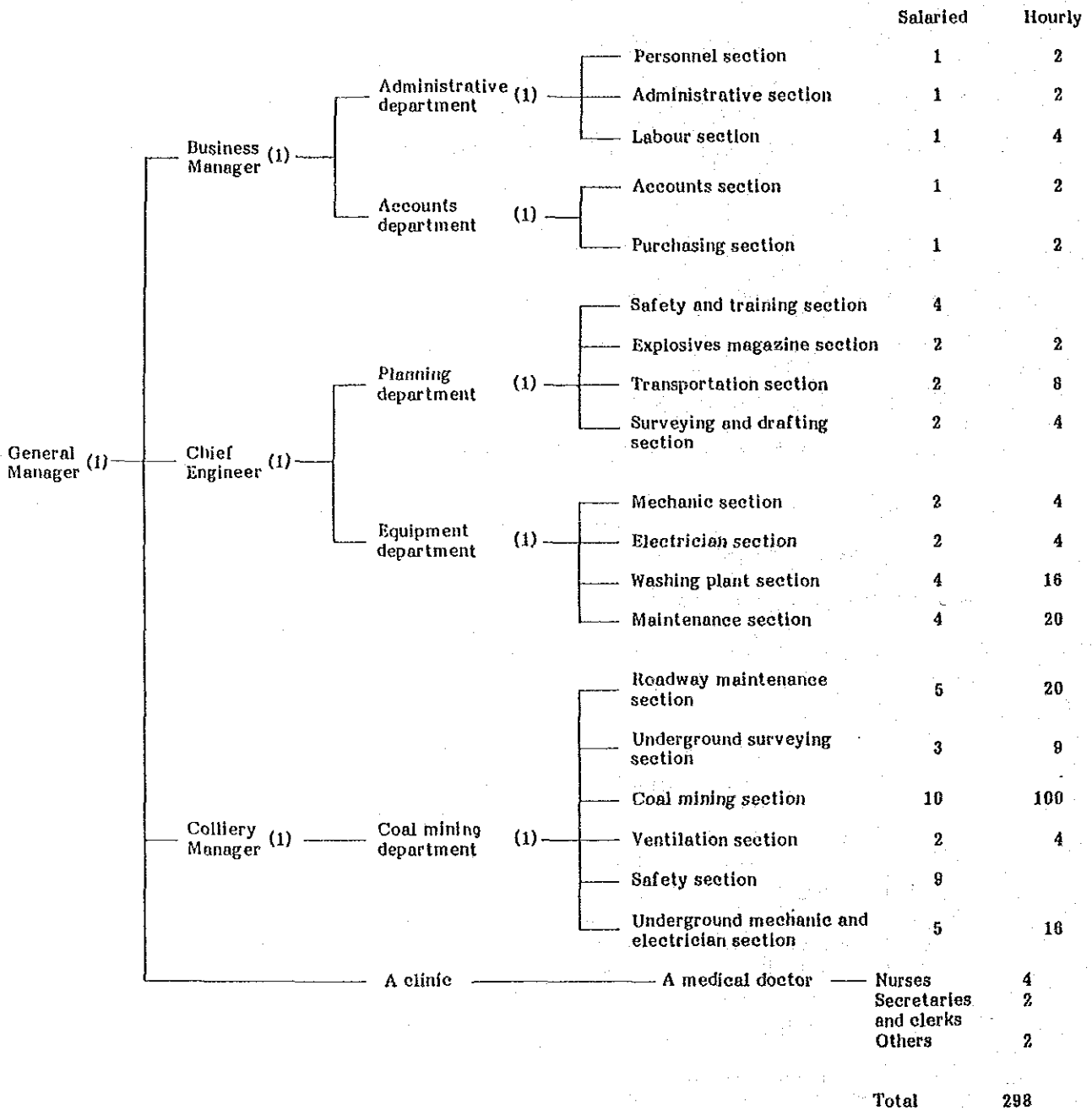
上記の他に診療所に医師1人、看護婦4人、事務員等4人を置くものとする。

鉱山全体の人員は298人であり、その概要をTable III-12に示す。又、鉱山の組織図をFigure III-37に示す。

Table III-12 Manpower Requirements

	Surface workers	Underground workers	Total
Salaried	41	34	75
Hourly	74	149	223
Total	115	183	298

Figure III-37 Mine Organization Chart



## 第 9 章 初期投資及び生産原価





## 第9章 初期投資及び生産原価

### 9.1 初期投資

開発着手から6年間の初期投資計画を下記条件に基づいて作成する。

- 1) 投資金額は1985年ベースとする。
- 2) 借入金の金利及びインフレーションによる価格上昇は見込まない。
- 3) 設備及び資機材の価格は日本での調達価格とし、スワジランドにおける輸入税はみていない。
- 4) 労務費はスワジランドにおける賃金に基づく。

#### (1) 建設計画

稼行対象地域の開発に必要な設備の建設計画をTable III-13に示す。初年度は設計期間とし、設備に必要な資機材の調達及び据付工事は5年度までに完了する。6年度以降は維持投資だけを考慮する。

#### (2) 初期投資額

初期投資は土木工事、坑外設備及び坑内設備に分けられる。Table III-14に年度別の投資計画を示す。出炭開始後3年目で精炭51万トン/年のフル操業に入る事を基準として計画を立案した。

初期投資額の合計は2,690万米ドルである。

### 9.2 生産原価

フル操業時における精炭の山元生産原価は次の条件に基づいて試算した。

#### (1) 労務費

労務費は下記により求めた。

平均年収×従業員数

ムバカ炭鉱の平均収入：

職員 US\$25,000/年

鉱員 US\$3,120/年

#### (2) 材料費、ロイヤルティー、税金

材料費、ロイヤルティー及び税金はムバカ炭鉱の実績を参考にして算出した。

坑外関係材料費 US\$0.936/トン

Table III-13 CONSTRUCTION AND INSTALLATION SCHEDULE

	1 year	2 year	3 year	4 year	5 year	6 year	7 year	8 year	9 year
Engineering	▨								
Preparation for mine site		▨							
Service road		▨	▨						
Office & others		▨	▨						
Surface track		▨							
Sub-station		▨							
Winding		▨							
Trunk belt conveyor			▨						
Compressor station		▨							
Workshop, stock yard		▨	▨						
Ventilation fan			▨						
Washing plant			▨						
Disposal yard		▨							
Incline driving		▨	▨						
Drifting					▨	▨	▨	▨	▨
Coal getting					▨	▨	▨	▨	▨
Safety equipment					▨				
Belt conveyor				▨					
Drainage facility					▨				
Electrical facility				▨					
Civil construction									
Surface									
Underground									

Table III-14 Initial investment and Depreciation Schedule

(unit; US\$1,000.00)

Item	Durable Year	1 year	2 year	3 year	4 year	5 year	6 year	Remark
Operation cost in first 3 years	5	(2,586)			517	517	517	
Engineering	5	(650)			130	130	130	
Civil Construction								
Preparation for mine site	20		(225)				11	
Service road	20		(216)	(108)			16	
Office & others	20		(378)	(378)			38	
Surface track	20		(114)				6	
Surface								
Sub-station	20		(891)				45	
Incline winding	20		(360)				18	
Trunk belt conveyor	10			(405)			41	
Compressor station	20		(279)				14	
Work shop, stock yard	20		(397)	(594)			45	
Ventilation fan	10			(207)			21	
Washing plant	20			(3,240)			324	
Disposal yard	7		(1,170)				167	
Underground								
Incline driving	20		(587)	(950)	(475)		101	
Continuous miner and face equipment	7				(1,450)	(5,100)	207	
Safety equipment	7					(913)	130	
Belt conveyor	10				(354)		35	
Drainage facility	7				(1,300)		189	
Electrical facility	20			(200)	(235)		22	
Total		(3,236)	0	(4,517)	0	(7,054)	1,947	2,806

( ): investment amount

坑内関係材料費 US\$1.600/トン

ロイヤルティ、税金 US\$0.052/トン

(3) 電力費

7.2節で述べた配電計画に基づいて、スワジランドにおける下記の現行電力料金により電力費を求めた。

基本料金 US\$4.50/月-kW

使用料金 US\$0.0164/KWH

(4) スペアパーツ

年度別設備投資計画に基づいて、設備導入の翌年からスペアパーツが必要になるものとしてその購入計画を作成した。スペアパーツの価格は購入価格に修繕係数を乗じて求めた。

その結果を Table III-15 に示す。

(5) 減価償却費

減価償却は次の条件に基づいて計画する。

- 1) 全資産は取得の翌年度から償却する。生産開始以前に取得した資産は生産開始年度から償却する。
- 2) 償却は定額法による。
- 3) 生産開始前に発生した費用は生産開始後5年間で償却する。

その結果は 9.1 節の Table III-14 に示す。

(6) 予備費

上記各項目の合計価格の15%を予備費として計上する。

フル操業時における山元生産原価は精炭トン当たり約US\$16.27である。

生産開始前に発生した費用の償却が終了する9年度以降は若干のコスト・ダウンが見込まれる。

Table III-16 に山元生産原価を示す。

Table III-15 Spare Parts Costs

(Unit: US\$1,000)

Item	Repair factor (%)	Amount of investment	Annual amount of spare parts	1 year	2 year	3 year	4 year	5 year	6 year
Civil construction	Service road	216	4			4	4	4	4
	Office and others	108	2			8	2	2	2
	Surface track	378	8			6	8	8	8
Surface	Sub-station	114	6			6	6	6	6
	Incline hoist	891	9			9	9	9	9
	Trunk belt conveyor	360	7			7	7	7	7
	Compressor station	405	8			8	8	8	8
	Workshop, stock yard	279	6			6	6	6	6
	Ventilation fan	297	6			6	6	6	6
	Washing plant	594	12			12	12	12	12
	Disposal yard	207	4			4	4	4	4
		3,240	162			162	162	162	162
		1,170	-						
Underground	Continuous miner and face equipment	1,450	145					145	145
	Safety equipment	5,100	510					510	510
	Section belt conveyor	913	46					46	46
	Drainage facility	354	11					11	11
	Electrical facility	1,300	26					26	26
	200	4				4	4	4	
	235	5					5	5	
Total						46	246	595	1,151

Table III-16 Production Cost

(Unit: US\$)

Item	1 year	2 year	3 year	4 year	5 year	6 year
Wage						
Staff		250,000	250,000	250,000	250,000	250,000
Worker		24,800	158,100	275,900	300,700	325,500
U/G				213,900	390,600	567,300
Sub total		274,800	408,100	739,800	941,300	1,142,800
Material	6,000	10,000	34,000	93,600	318,200	477,400
S/F				161,200	548,100	822,100
U/G						
Sub total		10,000	34,000	254,800	866,300	1,299,500
Royalty and Tax				5,200	17,700	26,500
Power	6,600	47,300	122,900	154,400	527,600	788,200
Depreciation	0	0	0	1,318,000	1,947,000	2,806,000
Spare parts			46,000	246,000	595,000	1,151,000
Total	12,600	332,100	611,000	2,718,200	4,894,900	7,214,000
Contingency (15%)	1,900	49,800	91,700	407,700	734,200	1,082,100
Grand Total	14,500	381,700	702,700	3,125,900	5,629,100	8,296,100
Production cost per ton clean coal				31.26	16.56	16.27

## 結 論





## 結 論

今回の調査によりスワジランド炭田で炭層賦存状況が最も良好な Main Seam は、調査地域の北部（“A”断層の北側）の方が炭層賦存深度も浅く、単位面積当りの可採炭量も多く、更にドレライトの貫入が少ない事が判明した。従って、この北部区域の Main Seam を開発対象炭層として選定した。Main Seam の山丈はこの区域で一般に 3.0 ~ 5.0 m あり、可採炭量は約 3,500 万トンが計上された。

生産規模は精炭 51 万トン/年（原炭 64 万トン/年）とし、開発準備期間は 5 年を見込み、4 年目より出炭を開始し、6 年目よりフル生産に入るものとした。開坑は斜坑方式とし、炭層の賦存状況及びドレライトの貫入を考慮して採炭はコンテナス・マイナーによる柱房式とした。採炭を機械化する事により、鉱山の総人員は約 300 人で、出炭能率は約 180 T/人/月（原炭）が期待される。

今回の調査はプレ・フィージビリティ・スタディであり、主として技術的見地より炭鉱開発を検討したが、今回の試算によると初期投資額は約 2,690 万米ドル、山元原価は約 US\$ 16.00/精炭トン（1985 年度ベース、金利を含まず）が予想される。この原価は現在の国際石炭市場においても十分に競合可能なものである。従って、本地域における炭鉱開発は火力発電所等の国内向、及び輸出向として有望なプロジェクトと判断される。

今後、本地域の石炭開発に当っては下記の諸点が明らかになってからフィージビリティ・スタディを実施するのが望ましい。

石炭開発に関する諸政策の明確化

石炭市場の具体化

開発推進体制の強化



参 考 文 献



## 参 考 文 献

### 第 I 部 , 第 II 部

- Adams, S.C. and Kullerud, G. (1984) : Depositional patterns of Pennsylvanian sediments in Sullivan County, west-central Indiana, U.S.A. *Coal Geology*, Vol.3, pp.349-373.
- American National Standard Institute (1970) : American National Standard.
- Coal Unit (1978) : A note on the coal resources of Swaziland. Geological Survey and Mines Department, Swaziland (GSMDS).
- Davies, D.N. (1961) : The sedimentation features of the Karroo System in Swaziland. GSMDS, Bulletin No.1, pp.14-22.
- Fichtner Consulting Engineers, et al. (1982) : Swaziland energy masterplan, Interim report, abridged version.
- Fichtner Consulting Engineers, et al. (1984) : Swaziland energy masterplan, Final report, recommendations.
- Hunter, D.R., editor, (1962) : The mineral resources of Swaziland. GSMDS, Bulletin No.2.
- Hunter, D.R. (1968) : Geologic map (1:50,000) and explanatory notes, Sheet 2631 BC. GSMDS.
- Hunter, D.R. (1968) : Geologic map (1:50,000) and explanatory notes, Sheet 2631 DA. GSMDS.
- Kent, L. E. (Compiled) (1980) : Stratigraphy of South Africa, Part I: Lithostratigraphy of the Republic of South Africa, South West Africa/Namibia and the Republics of Bophuthatswana, Transkei and Venda. Geological Survey, South Africa, Handbook 8.
- 国際協力事業団 (1982) : スワジランド王国石炭開発計画調査報告書. 鉱計資, CR(3), 82-148.
- McKeown, M.C. (1981) : A note of the coal resources of Swaziland. GSMDS.
- Reeves, D.R. (1976) : Application of wireline logging techniques to coal exploration. Proceedings of the first international coal exploration symposium, pp.112-128.
- Reeves, D.R. (1978) : Some improvements and developments in coal wireline logging techniques. Proceedings of the second international coal exploration symposium, pp.468-486.
- Seogings, J.L. and Lenz, C.J. (1961) : The Karroo System of sediments of eastern Swaziland. GSMDS, Bulletin No.1, pp.84-91.
- 曾我部正敏, 佐藤良昭, 藤井敬三 (1981) : 世界の石炭資源, 310 スワジランド王国. アイ・エヌ・ユー株式会社, 384-395頁.

- Urie, J.G. and Hunter, D.R. (1963) : The geology of the Stormberg volcanics. GSMDS, Bulletin №3, pp.28-44.
- Urie, J.G. (1967) : Geologic map (1:50,000) and explanatory notes, Sheet 2631 BD. GSMDS.
- Urie, J.G. (1967) : Geologic map (1:50,000) and explanatory notes, Sheet 2631 DB. GSMDS.
- Visser, J.N.J., Looek, J.C. and Jordaan, M.J. (1980) : Permian deltaic sedimentation in the western half of the Karroo Basin, South Africa. Karroo Basin Symposium, Geological Society of South Africa, pp.415-424.
- Way, H.J.R. (1961) : Major structure in Swaziland. GSMDS, Bulletin №1, pp.94-95.
- Whateley, M.K.G. (1980) : Deltaic and fluvial deposits of the Ecca Group, Nongoma Graben, northern Zululand. Karroo Basin Symposium, Geological Society of South Africa, pp.345-352.
- Wilson, A.C. (1982) : Geological map (1:250,000). GSMDS.

### 第 III 部

- Anglo American Corporation of South Africa Limited (1983) : Environmental practice and principals - board and pillar workings. pp.30.1-30.10.
- Cummins, A.B. et al. (1973) : SME Mining engineering handbook. vol. 1, pp.12.2-12.71.
- Hunter, D.H. et al. (1977) : Coal Age operating handbook of underground mining. pp.2-6.
- Kirsk, N. et al. (1984) : The twenty-second annual report and statement of accounts, the year ended 31st March, 1984. Swaziland electricity board.
- Murphy, J.S. et al. (1983) : Annual report and accounts, the year ended 31st March, 1983. Swaziland railway board.
- 日本鉱業会 (1983) : 大規模鉱床の採掘計画と現況, 91-116 頁.
- Salamon, M.D.G. and Oravec, K.I. (1976) : Rock mechanics in coal mining. Chamber of Mines of South Africa, pp. 65-70.
- 佐山総平編 (1965) : 採鉱採炭ハンドブック. 朝倉書店.
- 鈴木光, 他 (1979) : 新ベルトコンベヤの計画と管理. 日本鉱業会, 199-282 頁.
- Woodruff, S.D. (1966) : Methods of working coal and metal mines. vol. 3, pp.73-152, Pergamon Press.





