

第7章 選炭計画

7-1 炭質

7-1-1 原炭炭質

調査区域の各炭層の炭質については、第II部地質調査の項に詳細に記載されているので、本章では全区域における炭質についての説明は省略する。選炭工場、火力発電所の設計に適用する炭質データは採掘対象区域の炭質を採用する。

採掘対象区域は西部・東部露天採掘および坑内採掘の3区域と策定されている。か行炭層は西部露天掘区域では上部から順次№5、3、2、1の4炭層であり、また東部露天掘区域では同様に№3、2、1の3炭層である。坑内採掘はごく一部の№3層を除きほとんど№1層である。

各採掘区域におけるか行炭層の平均炭質のうち工業分析、全硫黄、発熱量等は第7-1表に、元素分析、灰の成分分析、その他は第7-2表に示されている。なお第7-1表の分析値はすべて気乾ベースである。

上記の炭質分析の結果、工業分析、元素分析、無水無灰発熱量から判断すればLakhra炭は炭化度の低いかつ炭に分類されるが、電力用炭としては次のように評価される。

固有水分は気乾ベースで約10%であるが、恒湿ベースではこの種の石炭はこの数値よりも約1~2%高い値を示すのが通常である。又到着ベースの全水分は、1976年のPMDCと米国のコンサルタントSanderson & Porter, Inc.のレポートから25~30%程度と推定される。

灰分は、石炭の最低利用可能な発熱量を3,500 kcal/kgとした場合には、約10%から40%までの大きなばらつきがある。これは、後で述べる浮沈試験の結果から判断すれば、石炭中の高比重、高灰分のものの含有量が大きく変動していることによるものと考えられる。この灰分のばらつきは電力用炭として使用上の問題があるので、混炭するか又は高比重部分を選炭によって除去し灰分の均一化をはかる必要があろう。

全硫黄は約7%で高い値を示している。また無機硫黄と有機硫黄の比率は約65:35で無機硫黄が多い。全水洗を実施すれば無機硫黄の約半分が除去されるが、全硫黄は約30%減少するのみで、まだ約5%の硫黄が残留する。したがって火力発電所における脱硫設備が必要であろう。

ハードグローブ粉砕性指数は70前後で適正な値を示し、窒素は1.1~1.2%で比較的低い値を示している。

灰の融点は1,300℃以上で電力用炭として十分使用できる値であるが、やゝ低い値を示しているのは通常の石炭の灰の成分に比し酸性成分である SiO_2 、 Al_2O_3 の含有量が比較的少なく、アルカリ成分である Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO が比較的多量に含まれていることに起因するものである。

灰の電気抵抗は、130℃において最高許容値である $1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ よりかなり高い値を示している。

7-1-2 粒度構成

調査区域から採取されたドリルコアサンプルは少量のため炭質分析のみに使用され、粒度分析は実施できなかった。選炭工場設計のためには、受け入れ原炭の粒度構成が必要であるので、調査区域付近のNationdl Mine No. 5よりバルクサンプルを採取してふるい分け試験、浮沈試験、工業分析等を実施し（添付資料7-3参照）、採掘対象区域の粒度構成はこの資料を参考にした。ふるい分け試験の結果は次の通りである。

ふるい分け試験

粒度 mm	wt. %	Σ wt. %
+50	3.6	3.6
50~38	4.0	7.6
38~25	10.3	17.9
25~15	16.1	34.0
15~12	12.7	46.7
12~9	6.1	52.8
9~6	18.2	71.0
6~3	13.0	84.0
3~1	9.4	93.4
1~0.5	2.8	96.2
-0.5	3.8	100.0
計	100.0	

実際に選炭工場に供給される原炭の最大粒度は300mmで、上記の粒度構成よりも若干粒度が大きくなることが予想される。又50mm以上の塊を手選で処理する場合は、粒度変動によるハンドピッキングとクラッシュヤの機器の余裕をみて、選炭工場設計に使用する粒度構成は次のように想定する。

設計粒度構成

粒度 mm	wt. %	Σ wt. %
300~50	10	10
50~12	40	50
12~0	50	100
	100	

第7-1図に Lakhra 炭の粒度曲線を示している。実線は National Mine №5 の実測値を示し、点線は Lakhra 炭の設計粒度構成の予想である。

7-1-3 浮沈試験

原炭の可選性を調査するために、調査区域から採取されたドリルコアから10個の代表的サンプルを選定し浮沈試験を実施した。試験結果は地質報告書に記載されているが、サンプルが少量のため10mm以下に破碎して浮沈試験を実施しているので、プラントフィードとしての代表性については問題が残る。

試験炭の原炭灰分が大きくばらついているのは、+1.6の高比重部分の占める割合が7~50%と広範囲に変動していることによるものである。10個のサンプルの浮沈試験の結果を合成した可選性データを第7-3表、可選曲線を第7-2図に示す。

この可選性を評価すれば、比重1.3以下の良質炭部分の割合は比較的少なく、比重1.3~1.6の中間比重部分の原炭中に占める割合が比較的多い。したがって、比重1.6以下の低比重で選別する場合の可選性はあまり良好ではないが、比重1.8で選別する場合の困難度は7.5%程度で、可選性は比較的良好でジグ水洗機で容易に選別できる。

Lakhra 炭の原炭は一般に硫黄含有量が高く、そのうち黄鉄鉱硫黄の含有量が全硫黄中の過半数を占めている。比重選別による全硫黄の除去率については、7個の代表サンプルにおける比重1.8の選別によって除去された硫黄分は、原炭中の硫黄分の平均38%となっている。しかしながら、これらのサンプルは10mm以下に破碎されたものであり、硫黄分が石炭中からかなり分離されていたと考えられる。実際の操業ではこの粒度よりも大きく、精炭粒度は50mm以下で計画されており、又添付の National Mine №5 炭についての比重別による硫黄分の試験結果によれば、1.8の比重分離による硫黄の低下は20~30%程度と考えられ、あまり期待できない。

7-1-4 灰分と比重、発熱量の関係

石炭の灰分と比重の間には通常密接な相関関係が存在し、Lakhra炭の場合は次式で表わされ、第7-3図に示されている。

$$y = 1.2506 + 0.01263x \quad (y: \text{比重}, x: \text{灰分}\%)$$

しかしLakhra炭の場合は、浮沈試験の結果に見られるように、比重が1.4以下の場合灰分の差があまり認められず非常に近似しているため、灰分と比重の相関がほとんどない特殊な石炭であるといえることができる。

また石炭と発熱量との間にも密接な相関関係が存在する。Lakhra炭の場合、灰分40%以下の石炭分と灰分40%以上の高比重の廃石部分とについてこの関係を表わすと次式のとおりであり、また第7-4図に示されている。

$$(1) \quad y = 7353.8 - 86.42x \quad (\text{灰分}40\% \text{以下の場合})$$

$$(2) \quad y = 6167.8 - 67.81x \quad (\text{灰分}40\% \text{以上の場合})$$

$$y: \text{発熱量 kcal/kg}, \quad x: \text{灰分}\%$$

Lakhra炭は固有水分が多くかつその変動幅が大きいので上記の数字は無水ベースで表示している。

7-2 外来ずりの混入

実際の操業で採掘され選炭工場に供給される原炭は、ボーリングによるコアサンプルと異なり採掘によるある程度の上下ばんの混入を考慮する必要がある。したがって選炭工場の設計に必要な原炭の灰分と可選性データは、これらの不純物の混入を想定したものでなければならない。Lakhra炭の場合、上下ばんの混入割合をオープンピットの場合は多層採掘であるので5%とし、坑内区域は1層採掘であるので4%と推定した。また原炭に混入される上下ばんの品質は灰分7.5%、比重2.2と仮定した。

7-3 基本計画

7-3-1 選炭原炭灰分

各採掘区域の平均原炭灰分(第7-1表)に、前述の上下ばんの混入をオープンピット5%、坑内区域4%として加味すると、選炭原炭の灰分は次のように変更される。

	オープンピット		坑内
	西部	東部	
原炭灰分%	25.1	21.1	22.3
選炭原炭灰分%	27.6	23.8	24.4

7-3-2 選別方式の選定

Lakhra 炭は、簡単な原炭処理により未洗炭として火力発電用に十分使用することができるが、水洗により 12 mm 以上の粗粒炭を選炭するとすれば灰分、発熱量の向上、安定が期待され、さらに発電所までの石炭の輸送費の低減とボイラの灰捨て費の節減が可能となる。また選炭によりある程度の硫黄分の除去も期待される。しかしながら水洗方式は選炭設備費、操業費が高価であること、選炭補給水の入手が困難であること、全水分の増加に結びつく、などの欠点がある。

Lakhra 炭の選別方式には次の 2 方式が考えられる。

(1) 未洗方式

原炭を 50 mm でふるい分けし、50 mm 以上の原炭は手選によりずり分を除去する。ずり分を除去した後の 50 mm 以上の石炭分は破碎した上で 50 mm 以下の石炭と一緒にして発電所用炭とする。

(2) 水洗方式

50 mm 以上の原炭は、上記と同じ手選方式で処理される。50 mm 以下の原炭はジグ水洗機で選別し、その精炭と 12 mm 以下の未洗炭と一緒にして発電用炭とする。

現地の状況と選炭経費を考慮した結果、選別方式は今回の計画では未洗方式を採用する。水洗方式については付録 8 にその概要が記載されている。

7-3-3 未洗精炭品位

前述の選炭原炭のうち、50 mm 以上の原炭の手選処理によって灰分 75% のずり分が全原炭中から 4% 除去されるものとするれば、各採掘区域から産出される未洗精炭の品位は次のごとく予想される。

(1) 西部露天掘区域

	気乾ベース	到着ベース
水分 %	8.2	25.0
灰分 %	25.6	20.9
揮発分 %	34.6	28.3
全硫黄 %	7.5	6.1
発熱量 kcal/kg	4,550	3,720
歩どまり %	96.0	96.0

(2) 東部露天掘区域

	気乾ベース	到着ベース
水分 %	11.4	25.0
灰分 %	21.7	18.4
揮発分 %	34.5	29.2
全硫黄 %	6.3	5.3
発熱量 kcal/kg	4,740	4,010
歩どまり %	96.0	96.0

(3) 坑内区域

水分 %	9.1	25.0
灰分 %	22.3	18.4
揮発分 %	35.0	28.9
全硫黄 %	7.6	6.3
発熱量 kcal/kg	4,730	3,900
歩どまり %	96.0	96.0

(4) 全区域

水分 %	9.3	25.0
灰分 %	23.8	19.7
揮発分 %	34.7	28.7
全硫黄 %	7.2	5.9
発熱量 kcal/kg	4,640	3,840
歩どまり %	96.0	96.0

注：全区域の精炭品位は次の出炭比率で合成した。

西部露天掘区域	50%
東部露天掘区域	30%
坑内採掘区域	20%

7-4 選炭工場設計基準

7-4-1 年間原炭出炭量

西部露天掘	525,000 t/年 (気乾ベース)
東部露天掘	315,000 (")
坑内採掘	210,000 (")
合計	1,050,000 (")

7-4-2 選炭工場操業条件

年間操業日数	300日/年
操業時間	8時間×2方
か働率	80%

7-4-3 選炭工場処理能力

単位時間あたり原炭処理量

$$\frac{1,050,000}{300 \times 16 \times 8} = 273.4 \text{ t/h (気乾ベース)}$$

出炭変動によるピーク、全水分(25%)による補正をそれぞれ20%とすると、
選炭工場処理能力 = $273.4 \times 1.2 \times 1.2 = 393.7 \text{ t/h}$ (到着ベース)

したがって選炭工場の処理能力は原炭400t/h(到着ベース)とする。

年間最大原炭処理量

$$400 \text{ t/h} \times 16 \text{ h} \times 0.8 \times 300 \text{ 日} = 1,536,000 \text{ t/年 (到着ベース)}$$

7-5 フローシート設定基準

原炭ホツバ上に300mm目開きのグリズリを設置し、選炭工場受け入れ原炭の最大粒度を300mm以下に規制する。グリズリのオーバーサイズの処理は、塊炭はスチールハンマのついた電動トロリーホイストで小割りし、大ずりはグラブバケットのついた電動トロリーホイストで除去する。選炭原炭を50mmでふるい分け、50mm以上の原炭は手選を行う。手選原炭量は全選炭原炭の10%とし、手選によって除去される廃石は手選原炭の40%と推定した。手選原炭から廃石を除去した残りの60%の石炭分は精炭として50mm以下に破碎し、50mm以下の原炭と一所にして発電所用炭とする。

手選原炭処理量	$400 \text{ t/h} \times 0.1 = 40 \text{ t/h}$
手選廃石産出量	$40 \text{ t/h} \times 0.4 = 16 \text{ t/h}$
精炭クラッシュヤ容量	$40 \text{ t/h} \times 0.6 = 24 \text{ t/h}$

1人1方当りの手選廃石除去量を5tとすれば

$$\frac{16 \times 8 \times 0.8}{5} = 20 \text{ 人/方}$$

$$\text{未洗精炭産出量} \quad 400 \text{ t/h} \times 0.96 = 384 \text{ t/h}$$

7-6 フローシート

第7-5図は未洗方式の石炭処理系統を示している。選炭工場を受け入れられる原炭の大部分(80%)はオープンビット区域で採掘されたものであり、一部(20%)は坑内採

掘によるものである。オープンピット区域からの原炭は46t積ダンプトラックで運搬され、最初に100t容量のダンプホッパに投入される。ダンプホッパ上には3のグリズリを設置し、オーバーサイズは小割りまたは除去する。原炭はダンプホッパ下から400t/hの容量で振動フィーダによって引き出され、原炭ベルトコンベヤを経て石炭ビンに貯炭される。

一方坑内採掘原炭は斜坑から炭車で揚炭され、チップラで炭車から排出された後原炭ベルトコンベヤで原炭ビンに貯炭される。

原炭コンベヤにはベルト計量機を設備し、両部内からの受け入れ原炭量を計量する。原炭ビンの容量は1,500tで、出炭の約4時間分である。

原炭ビンの下から振動フィーダで引き出された原炭は、選炭原炭ベルトコンベヤを通して手選工場の原炭スクリーンに供給され、50mmでふるい分けられる。選炭原炭ベルトコンベヤのトップにはマグネットキャッチャを設備し鉄片を除去する。手選工場の処理能力は400t/hで設計されている。

50mm以上のふるい上原炭は手選ベルトコンベヤに送られ、ここで1方約20人の手選人員により50mm以上の廃石が除去され、No.1、2廃石ベルトコンベヤを通して60t容量の廃石ビンに貯石され、ここからダンプトラックで付近の廃石捨場に運搬される。手選ベルトコンベヤ上の50mm以上の石炭分はシングルロールクラッシュヤで50mm以下に破碎され、原炭スクリーンの50mm以下のふるい下産物と一緒に、精炭ベルトコンベヤで2基の精炭サイロに貯炭される。

精炭サイロの容量は合計4,000tで2方(1日)分であり、他に非常用精炭貯炭設備として生産量の約5日分に相当する20,000tの屋外貯炭場を用意する。

精炭サイロからの精炭は、貨車積みホッパを通して鉄道貨車に積み込まれ、トラックスケールで計量の後発電所に送られる。

7-7 選炭設備

選炭工場は、気乾ベースで年間100万tの火力発電所用の未洗精炭を生産する。選炭工場は到着ベース通常400t/hの原炭を処理し、年間300日、1日2方操業である。選炭工場設備の範囲は原炭受け入れのダンプホッパから精炭の貨車積みまでであり、主要プロセスは手選により50mm以上の廃石を除去する簡単な方式である。主要設備の仕様は機器リストに記載されているので設備の概要について記述する。

7-7-1 整地

選炭工場敷地内の必要個所の植物の除去および清掃、掘さく埋め戻し、排水溝設置などを実施する。さらに工場各建造物連絡道路、原炭運搬用ダンプトラック道路、

手選廃石搬出用トラック道路を建設する。これらのコストはすべて坑外施設部門に含まれる。また建造物、機械の基礎を設計するため土質調査を実施するとともに工場建造物、ベルトコンベヤのセンターライン、道路の位置設定のための測量を実施する。

7-7-2 原炭受け入れおよび貯炭設備

この設備は100tダンプホツパと1,500tの原炭ビンを有し、300mm以上の大塊を処理する。坑内からの原炭は直接ベルトコンベヤで原炭ビンに受け入れる。ダンプホツパ下部には換気装置と漏水処理装置を設置する。

7-7-3 原炭処理設備

この設備は原炭スクリーン、ピッキングベルト、クラッシュヤ、廃石ビンより成り立っている。選炭原炭ベルトコンベヤの頭部にはタイマ操作による移動式の鉄片除去機を設置する。

7-7-4 精炭貯炭および払出し設備

この設備は200t×2基の精炭サイロ、20,000tの非常用貯炭設備、貯炭回収設備、110tの貨車積みホツパ、貨車計量装置より成り立っている。貯炭回収用ピットには換気と排水処理装置を設置する。

7-7-5 吊り揚げ設備

選炭工場内の各機器の保守、修理に必要な3tの電動トロリーホイストを適当な個所に2台設置する。

7-7-6 計 量 機

選炭工場内に下記の計量機を設置し、中央制御室にて石炭処理量の遠隔測定と累積記録を行う。

(1) ベルトコンベヤ計量機

原炭ベルトコンベヤ	1台
選炭原炭ベルトコンベヤ	1台
精炭ベルトコンベヤ	1台
精炭積み込みベルトコンベヤ	1台
廃石ベルトコンベヤ	1台

(2) 精炭用貨車計量機

1台

7-7-7 基礎

建造物の基礎工事設計のため土質調査が実施される。今回の見積り作業では地耐力として 25 t/m^2 が使用されている。全てのスラブの下には 150 mm の割ぐりをよく突きかためて敷く。基礎コンクリートは28日で最小 210 kg/cm^3 の強度にて設計する。セメントと水の量はスラブが $5\sim 18\text{ cm}$ になるように設定する。すべての鉄筋コンクリートは日本土木学会の設計基準によって設計される。鉄筋の仕様はSD34又は35を使用する。

7-7-8 建造物

- (1) 鉄筋コンクリート：原炭ダンプホツパ、原炭ビン、精炭サイロ
- (2) 鉄骨構造：廃石ビン、貨車積みホツパ
- (3) 上家：原炭受入部、手選室（ふるい分け、クラッシュヤを含む）
電気室、貨車計量機
- (4) 上家仕様

構造	鉄骨製
外装	スレートぶき
内装	フレキシブルボード張り（電気室、計量室）
出入口、窓	スチール製

7-7-9 電気設備

電力は主要変電所から $3,000\text{ V}$ 、 3ϕ 、 50 Hz で受電し、選炭工場用として下記の電気設備を設置する。

(1) 電動機

全閉外扇かご型誘導電動機

電動機全出力： 461.45 kW

(2) 動力供給設備

受電盤 1

変圧器 1式

変圧器2次盤 1式

高圧開閉器 1式

電源

電動機 55 kW 以上 $3,000\text{ V} \times 50\text{ Hz} \times 3\phi$

54 kW 以下 $400\text{ V} \times 50\text{ Hz} \times 3\phi$

制御 $240\text{ V} \times 50\text{ Hz} \times 1\phi$

照 明	240V×50Hz×1φ
計 装	100V×50Hz×1φ

(3) 制御装置

コントロールセンタ	1 式
操 作 盤	1 式
照 光 盤	1 式
継 電 器 盤	1 式
現 場 器 具	1 式

(4) 計 装

コンベヤスケール	1 式
貨車スケール	1 式
炭量検知器	1 式

(5) 通信設備

中央増幅器盤	1 式
ハンドセット	1 式
スピーカ	1 式

(6) 照明設備

水 銀 灯	1 式
螢 光 灯	1 式
分 電 盤	1 式
付 属 品	1 式

(7) 配線資材

ケ ー ブ ル	1 式
鋼材、電線管	1 式
端 末 処 理 機	1 式

7-7-10 自動車、重機設備

選炭廃石運搬用に2.4 m³ダンプトラック1台、精炭貯炭用に1.2 tブルドーザ1台を用意する。

7-7-11 分析設備

下記の機器を必要予備品を含めて石炭分析室に設備する。

改良型アクメ乾燥器	1 台
灰分電気炉	1 台

全硫黄定量装置	1台
断熱熱量計	1台
試料縮分機	1台
シヨウクラッシャ	1台
ブラウン横型粉砕機	1台
標準ふるい振とう機	1台
ステンレス標準ふるい	1式
直示天びん	1台

7-7-12 その他

選炭工場操業に必要な機械、電気、重機予備品5年分1式を備え、選炭工場敷地内に飲料水、消火栓を準備する。これらのコストは坑外設備部門の中に含まれる。

7-7-13 機器の補修

選炭工場の機械、電気、重機の保守は坑外の各修理工場に依託する。修理費は予備品購入費の他、修理費として機電関係は設備費(F O B)の年間2%、重機関係はその設備費(F O B)の年間6%が操業費の中に計上される。

7-8 建設工事工程

建設工事工程は次ページの表のとおりである。

7-9 自然発火試験および防止対策

7-9-1 試料調整

Lakhra 炭の自然発生を試験するために、コアサンプルの浮沈試験に使用した10個のサンプルを混合調整して試験試料とした。工業分析、元素分析用を除き、自然発火試験用のサンプルは0.5 mm以下に粉砕した。試験温度は酸素吸着量と酸化発熱温度上昇試験では60℃、熱伝導測定試験では30℃に設定した。

7-9-2 試験および分析項目

工業分析
 元素分析
 発熱量測定
 着火温度測定試験(第7-7図参照)

酸素吸着量測定試験（第7-8図参照）

熱伝導率測定試験（第7-9参照）

酸化発熱温度上昇試験（第7-10図参照）

7-9-3 試験結果

工業分析（気乾ベース）

固 分	%	9.4
灰 分	%	19.9
揮 発 分	%	36.1
固 定 炭 素	%	34.6
総 発 熱 量	kcal/kg	4,900
無水無灰発熱量	"	6,930
全 硫 黄	%	6.98

元素分析(daf)

炭 素	%	68.0
水 素	%	5.5
酸 素	%	16.1
窒 素	%	1.2
硫 黄	%	9.2

自然発火性試験

№	試 料	粒 度 (mm)	水 分 (%)	酸素吸着量 K 値	発生 CO ₂ 濃度 (%)	酸化温度上昇 (°C)
1	ラ ク ラ 炭	-0.5	9.2	1.210	1.34	14.6
2	K 炭	-0.5	7.4	0.930	1.33	8.6
3	W 炭	-0.5	8.0	1.015	1.08	8.0

№	試 料	温 度 °C		ヒ ー タ ー		熱 伝 導 率 (kcal/m·h·°C)	着 火 温 度 (°C)
		t ₁	t ₂	電圧(V)	電流(A)		
1	ラ ク ラ 炭	39.5	30.1	4.67	0.182	0.1310	172.3
2	K 炭	58.0	33.4	4.90	0.201	0.0725	195
3	W 炭	41.8	32.0	4.90	0.180	0.1300	180

7-9-4 試験結果の考察

試験炭の工業分析では固有水分9.4%、揮発分36.1%、無水無灰の発熱量は

6930 kcal/kg を示しており、又元素分析では無水無灰ベースで炭素68%、酸素16.1%、全硫黄は6.98%である。上記の分析結果から、Lakhra 炭は炭質面からみて炭化度の低いかつ炭に分類され、酸化を受け易く自然発火し易い石炭である。又全硫黄中の黄鉄鉱硫黄の含有量も地質レポートによると50~60%で高い値を示しており、この黄鉄鉱硫黄の存在が自然発火を促進する要因ともなる。

酸素吸着試験では、酸素吸着速度K値は1.21 (O₂ 発生量0.208 cc/g·h) であって通常の亜歴青炭のK値よりも大きな数値を示し、自然発火し易い石炭であると判断される。またCO₂ 発生量は0.0395 cc/g·h (濃度1.34%) であった。このCO₂ 発生量のみで自然発火性を判断することは一般に困難である。

酸化発熱による温度上昇試験では固有水分9.2%の条件で14.6℃の温度上昇を示し、同一水分の他の石炭よりも大きな値を示し、非常に自然発火し易い石炭であると言える。なおこの石炭を固有水分3~5%程度に乾燥すると、マホービンによる酸化発熱温度上昇は25~30℃まで上昇するものと考えられ、更に自然発火し易い状態になる。

熱伝導率の測定結果は固有水分9.2%の条件で熱伝導率が0.131 kcal/m·h·℃であった。この数値が小さい程蓄熱性は大きくなり熱を外部に発散しないので、自然発火に対して危険であると思われる。この石炭を固有水分3~5%まで乾燥すると、熱伝導率は0.07~0.09 kcal/m·h·℃まで低下し、さらに危険が増加すると考えられる。

この石炭の着火温度は172.3℃で低い値を示している。一般に着火温度とその石炭の炭素あるいは酸素含有量との間には相関性があり、炭化度の低い石炭ほど着火温度も低い。しかしながら、着火温度が高くても自然発火し易い石炭も時々存在するので、着火温度だけで自然発火性を判断できない場合もある。

上記の試験結果から判断して、Lakhra 炭は自然発火し易いものであり、従って後述の自然発火防止対策が必要である。

7-9-5 自然発火の過程

貯炭たい積中の石炭は、常温付近で酸素を吸収し熱を発生する。この熱は非常に小さいものであるが、この熱が外部に放散されない場合は石炭の温度を上昇させる。温度が上昇すれば酸素の吸収が活発となり、したがって石炭の温度は更に上昇し最終的には自然発火を起こすようになる。これらの過程は次に示す4段階に分けられる。

(1) 第1段階：常温から70℃

酸化作用が緩慢に進行し温度上昇も徐々に進行する。

水蒸気が発生したり、発汗現象を起こす。

(2) 第2段階：70～200℃

温度上昇が速くなり危険信号である。CO、CO₂、臭気が発生する。
早急な自然発火防止処置が必要である。

(3) 第3段階：200～300℃

温度上昇が急激に進行し、石炭は多少分解してガス発生量も増加する。

(4) 第4段階：300～500℃

石炭に着火し多量の煙および種々のガスを発生する。

7-9-6 自然発火防止対策

かつ炭のような炭質を有する大量の原炭を、選炭工場で処理する前にストックパイルに長期間貯炭することは好ましくない。次に記述されているものは、Lakhra炭の自然発火防止に関する主要な対策である。

(1) 坑内採掘

主要坑道ならびに片ばん坑道は必要に応じて坑内の他のいかなる部門とも遮断するための適正な防火ドアを設備すべきである。また採掘跡の区域は漏風を防止し他のか行区域と遮断するために適当な材料で完全に密閉すべきである。更に採掘跡区域にはたとえ少量の石炭といえども残さないことが必要である。

通常石炭の酸化により発生した一酸化炭素の濃度は炭坑によってほぼ一定であり、あまり変動しないものである。したがってこの一酸化炭素の濃度の変化を調査、検討することによって、初期段階における石炭の発熱を検知することができる。最近欧米や日本の一部の炭鉱では、一酸化炭素を検知するのに“チューブバンドル”方式を採用しており、この方式により数ヶ所の採掘区域の一酸化炭素の濃度を坑外で自動的、連続的に測定し記録することができる。

また赤外線サーモメータを使用して石炭の温度を遠隔地より測定することもできる。赤外線サーモメータは石炭発熱の初期検知に有効な機器であり、この方式は潜在している酸化あるいは発火が広範囲に拡大する前にこれを発見するのに非常に価値のあるものである。

(2) 露天掘

露天掘炭鉱における自然発火防止の最上の対策は、はく土だけ行なって炭層はそのままの状態にしておくことである。このような条件の下では炭層の中に空気が浸入しないので石炭の酸化は一切起こらない。しかもはく土は終わっているので発電所に石炭が必要な時は何時でも採掘して供給することができる。

(3) 屋外貯炭

屋外貯炭については、適正な貯炭方法を選定することが最も重要である。貯炭

の中に空気の侵入を予防するか、または貯炭山の高さを低くして酸化熱を放散させるかの何れかの方法を選定する。Lakhra炭に対する自然発火防止対策には次の方法を推奨する。

- a) 貯炭期間は1週間以内とする。
- b) 自然積みの場合、貯炭高さは1.5 m以下とする。
- c) ブルドーザによる転圧の場合、貯炭高さは3 m以下とする。
- d) 貯炭内部の温度は定期的に測定する。
- e) 貯炭温度が60～70℃を越えた場合は、貯炭を他の適当な場所に早急に移動し熱を放散させる。
- f) 貯炭場は地ばんの状態、傾斜、排水、異物の混入、周辺設備、天候の影響等の諸問題について慎重に考慮して選定する。

(4) 転圧方法

この方法はブルドーザ又は荷積みトラックで完全転圧を行ない、空気の侵入を防止し酸素の供給を遮断するもので、転圧法の導入により長期間大量貯炭が可能となる。転圧はブルドーザ単独による押し固めとトラック併用による転圧法がある。前者は経費面では有利であるが転圧の効果では後者に劣るため、長期間貯炭する時は後者の併用法が良い。この手法は貯炭山全面にすき間なく密着して荷おろしし、上面をトラックが通行できるように平らかに転圧する。

転圧は各層ごとに行ない、1段の高さは外気温度の高い夏期または自然発火しやすいLakhra炭のような炭質のものでは40～50 cmとする。2段目以降は上面を均等にトラックを通過させる。トラックの平均重量は12 tでブルドーザと同一程度とする。貯炭用トラック登坂路は、転圧範囲を有効に拡大するために1段毎に変更する。貯炭高さが高くなった場合は、貯炭斜面は空車降下により転圧する。また一定のルートを設定しトラックで上面転圧、ブルドーザで斜面転圧を行う場合もある。

転圧効果については自然積みではかさ比重0.8～0.9のものが転圧により1.1～1.2に圧密され、容積も25～40%縮少する。三池炭の場合、数年前転圧法の採用により貯炭高さが1.5 mで1ロット5.0万t級の貯炭山を作り、200万t以上の大量貯炭を乗り切ることができた。自然積みの場合、6ヶ月で60℃の危険温度に上昇したものが、完全転圧することにより2年経過後でも20℃台で外気温度よりも低い値を示し、温度上昇は全く認められなかった。

第 7 - 1 工業分析, 全硫黄, 発熱量

オープンピット西部

炭層	№ 5	№ 3	№ 2	№ 1	平均
層厚 <i>m</i>	0.96	1.20	1.53	2.91	1.65
比重	1.55	1.54	1.54	1.57	1.56
固有水分 %	8.8	8.2	8.6	7.9	8.2
灰分 %	23.8	25.2	24.5	25.7	25.1
揮発分 %	23.8	36.1	35.2	34.5	34.8
固定炭素 %	33.6	30.5	31.7	31.9	31.9
全硫黄 %	7.33	6.68	6.53	8.14	7.51
発熱量 kcal/kg	4,713	4,561	4,566	4,579	4,592

オープンピット東部

炭層	№ 3	№ 2 & 1	平均
層厚 <i>m</i>	2.13	2.61	2.37
比重	1.45	1.53	1.49
固有水分 %	12.3	10.7	11.4
灰分 %	17.1	24.2	21.1
揮発分 %	35.6	34.0	34.7
固定炭素 %	35.0	31.1	32.8
全硫黄 %	5.87	5.59	6.28
発熱量 kcal/kg	5,090	4,565	4,794

坑内採掘

炭層	№ 3	№ 1	平均
層厚 <i>m</i>	1.07	1.71	1.66
比重	1.44	1.54	1.53
固有水分 %	10.0	9.0	9.1
灰分 %	13.7	23.1	22.3
揮発分 %	36.6	34.9	35.0
固定炭素 %	39.7	33.0	33.6
全硫黄 %	6.64	7.74	7.65
発熱量 kcal/kg	5,217	4,688	4,730

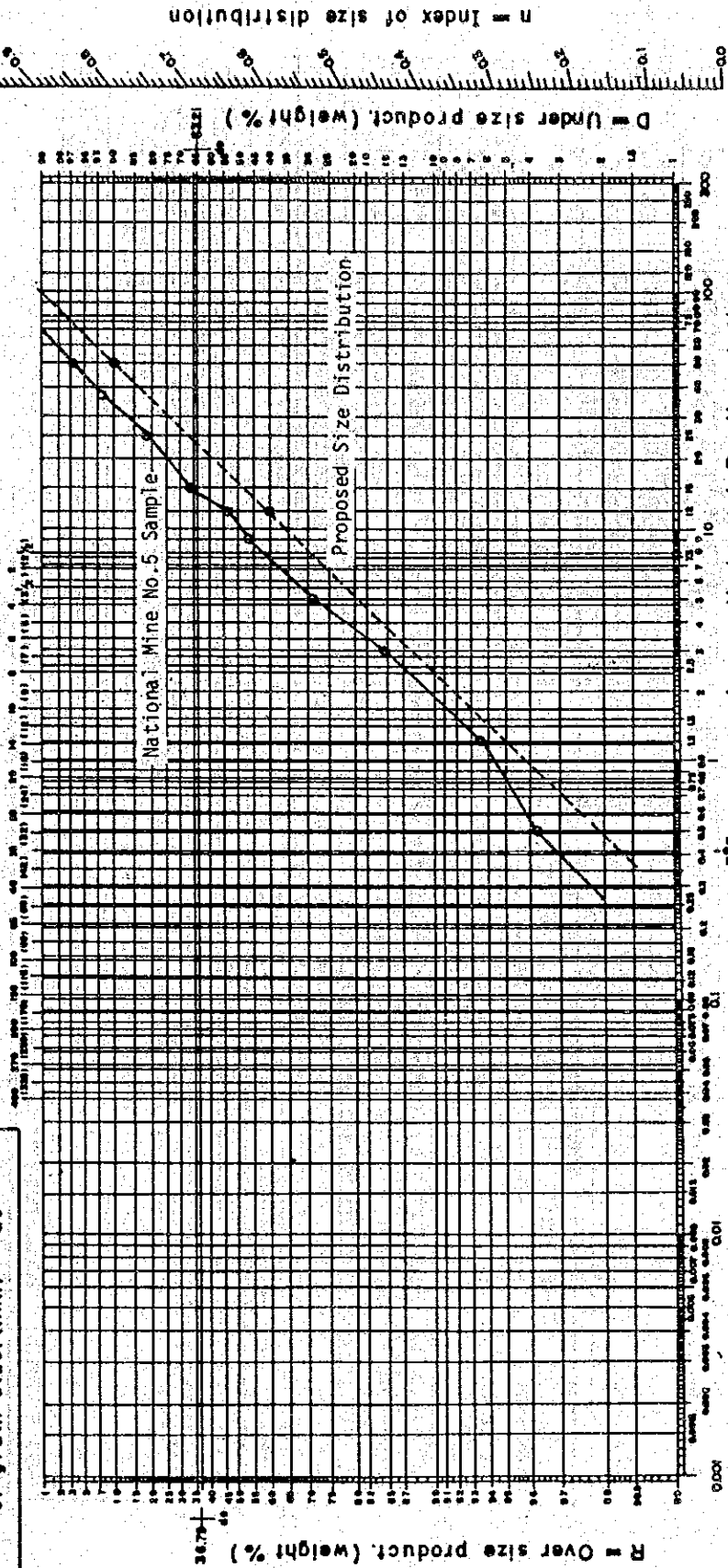
第7-2表 元素分析、灰の分析他

	オープンビット		坑内 No. 1	全区域 (5:3:2)
	西部	東部		
不燃焼性硫黄%	0.61	0.47	0.47	0.54
燃焼性硫黄%	7.21	5.17	6.93	6.54
無機硫黄				
硫酸塩%	1.25	0.62	0.81	0.97
黄鉄鉱%	4.31	3.26	3.29	3.79
有機硫黄%	2.16	2.39	3.31	2.46
ハードグローブ指数	72	73	69	72
元素分析				
炭素%	63.5	68.0	65.3	65.2
水素%	5.1	5.3	5.4	5.2
酸素%	18.9	16.7	17.8	18.0
窒素%	1.1	1.2	1.1	1.1
硫黄%	11.4	8.8	10.4	10.5
灰の耐火度				
軟化点℃	1,315	1,315	1,300	1,310
融点℃	1,380	1,370	1,390	1,380
溶流点℃	1,410	1,400	1,410	1,410
灰の組成				
SiO ₂ %	31.40	33.79	34.31	32.70
Al ₂ O ₃ %	18.52	22.48	20.89	20.18
Fe ₂ O ₃ %	32.44	26.84	29.81	30.23
CaO %	4.74	4.53	4.11	4.55
MgO %	2.33	2.62	1.66	2.28
Na ₂ O %	1.34	1.19	0.75	1.18
K ₂ O %	0.63	0.61	0.59	0.62
S O ₃ %	6.42	6.30	5.65	6.23
灰の電気抵抗				
100℃ 10 ¹³ Ω-cm	4.5	1.2	1.4	2.9
130℃ "	5.0	1.9	2.1	3.5
160℃ "	3.3	1.5	1.9	2.5
見掛比重	1.56	1.49	1.54	1.54

RRB'S GRAIN DIAGRAM

Sample.	Lakhra Coa
Index of size distribution, n =	
Characteristic number of grain size, (mm) d_0 =	

Tyler's screen mesh



do: --- Horizontal Reading at the intersection of the Lines RR and 36.79%
 n: --- Reading on n scale at the intersection of the parallel line to the line RR across the pt. A (n) and scale n.

FIGURE 7-1 RRB'S GRAIN DIAGRAM

TABLE 7-3
FLOAT AND SINK TEST

DATE: 1979

SAMPLE: LAKHRA COAL EXPLORATION DRILL HOLE

10 HOLES COMPOSITE

SIZE: -10MM

Specific gravity	a		b	c	d	e	f	g	h	i	j
	Weight (%)	Ash (%)									
-	1.30	11.98	5.42	5.97	64.66	11.98	5.42	1,904.37	88.07	21.62	
1.30 ~ 1.35	9.09	5.77	16.47	52.45	117.11	21.02	5.57	1,851.92	78.98	28.45	
1.35 ~ 1.40	23.07	6.55	32.55	151.11	268.22	44.09	6.08	1,700.82	55.91	30.42	58.94
1.40 ~ 1.50	21.78	11.67	54.98	254.17	522.39	65.87	7.93	1,446.64	34.13	42.39	29.14
1.50 ~ 1.60	7.36	20.12	69.55	148.08	670.47	73.23	9.16	1,298.56	26.77	48.51	12.28
1.60 ~ 1.70	4.92	31.72	75.69	156.06	826.54	78.15	10.58	1,142.50	21.85	52.29	8.97
1.70 ~ 1.80	4.05	39.25	80.17	158.96	985.50	82.20	11.99	983.54	17.80	55.25	7.46
1.80 ~ 1.90	3.41	49.95	83.90	149.87	1,195.37	85.61	13.26	833.67	14.39	57.93	6.41
1.90 ~ 2.00	3.00	51.38	87.11	154.14	1,289.51	88.61	14.55	678.58	11.89	59.66	
2.00 ~ +	11.99	59.66	94.30	679.53	1,969.08	100.00	19.69	.00	.00	.00	
~											
~											
~											
-											

WASHABILITY CURVES

SAMPLE: LAKHRA COAL EXPLORATION DRILL HOLE
10 HOLES COMPOSITE

DATE: _____ 1979

SIZE : _____ -10MM

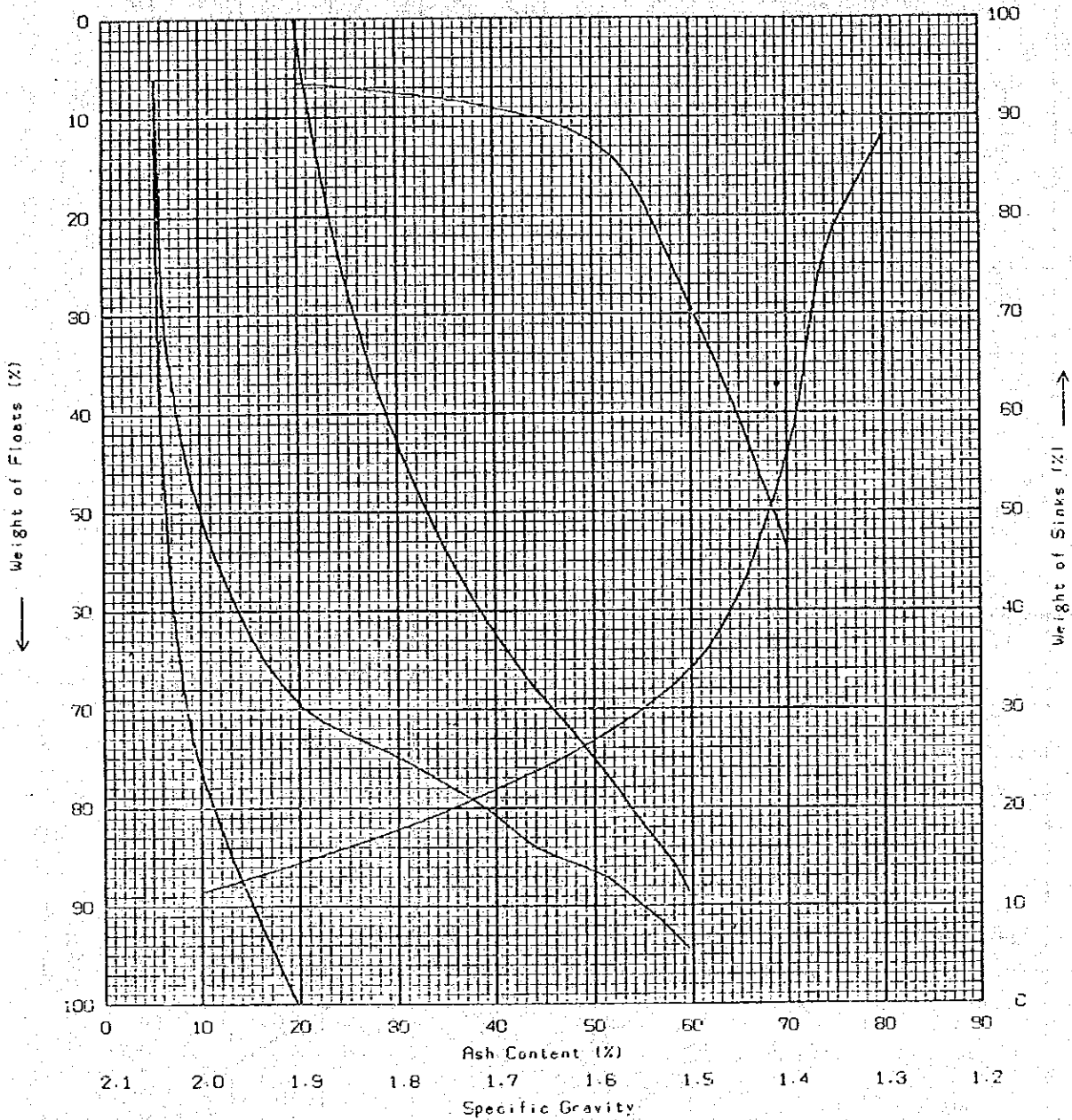


FIGURE 7-2 WASHABILITY CURVES

(Dry Basis)

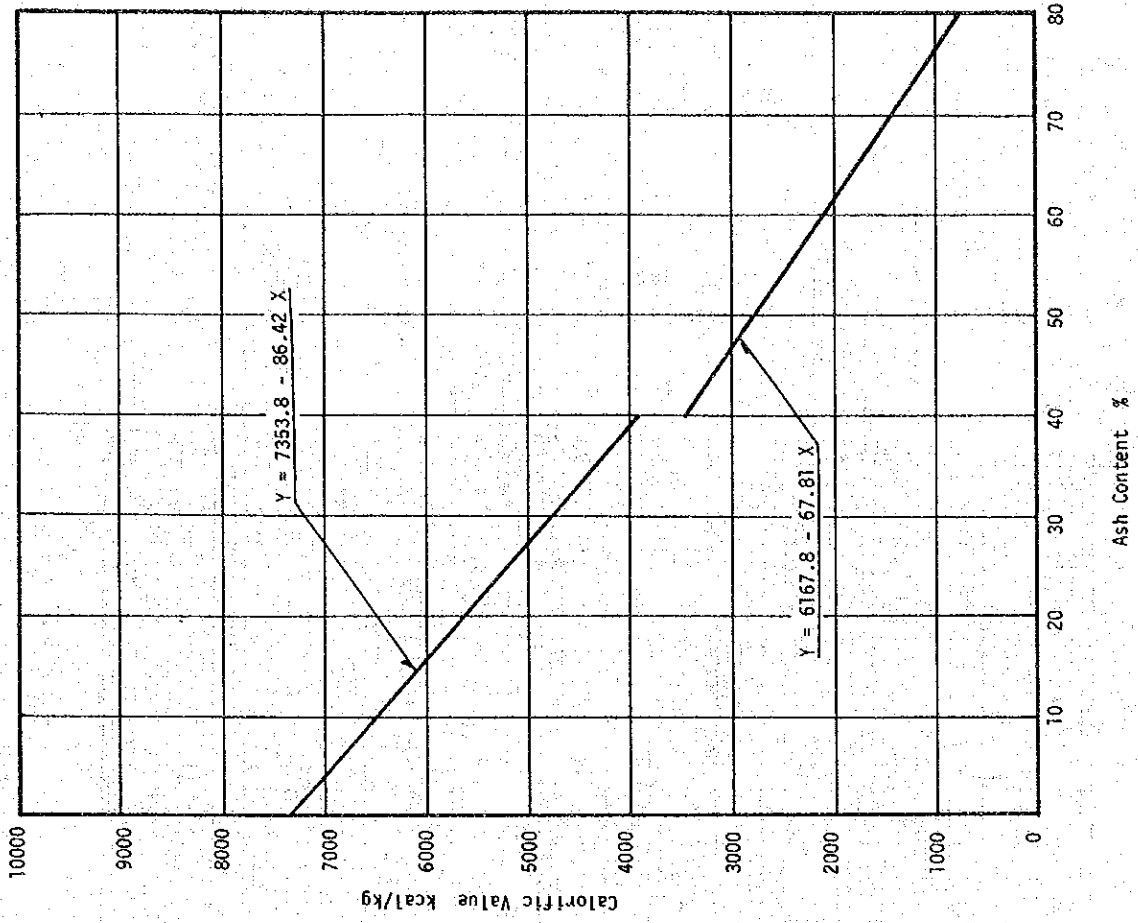


FIGURE 7-4 RELATION BETWEEN ASH CONTENT AND CALORIFIC VALUE

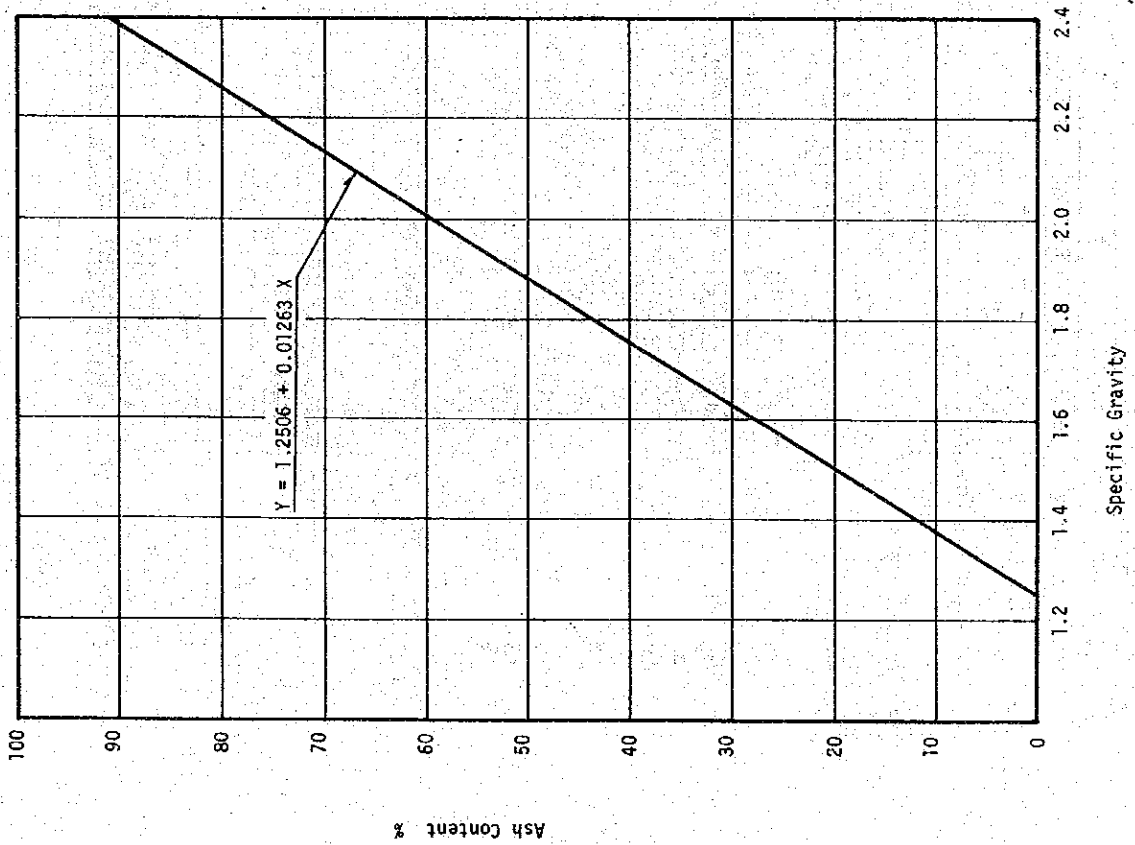


FIGURE 7-3 RELATION BETWEEN ASH CONTENT AND SPECIFIC GRAVITY

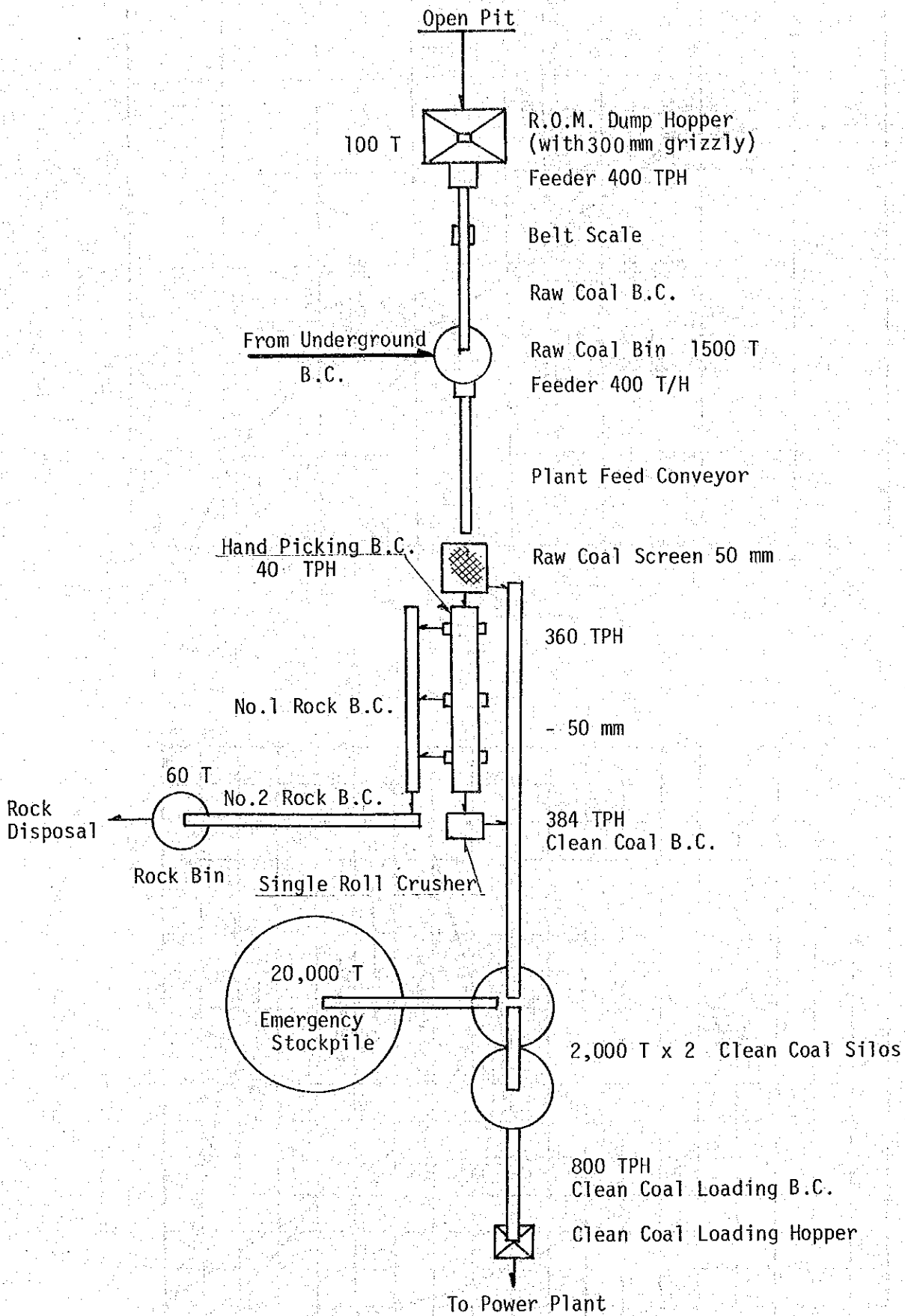


FIGURE 7-5 FLOWSHEET OF UNWASHING PROCESS

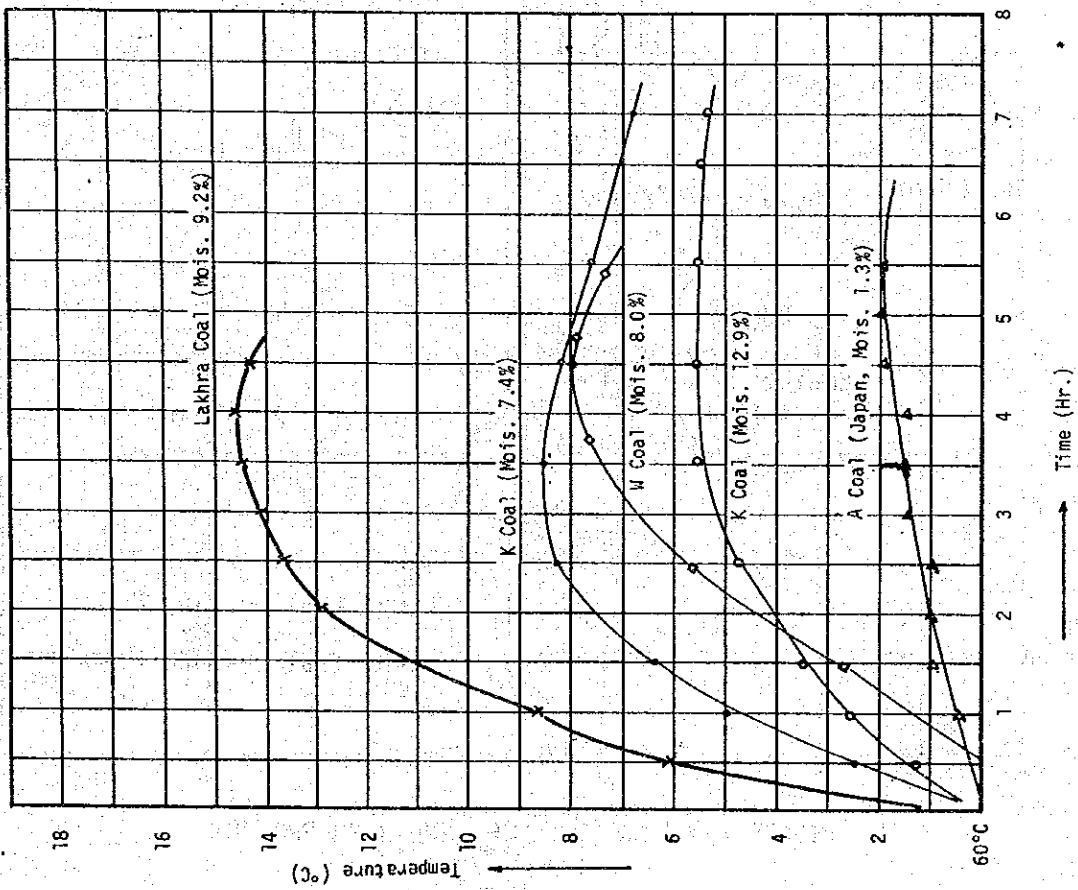


FIGURE 7-6 HEATING CURVES OF TEMPERATURE RISE TEST

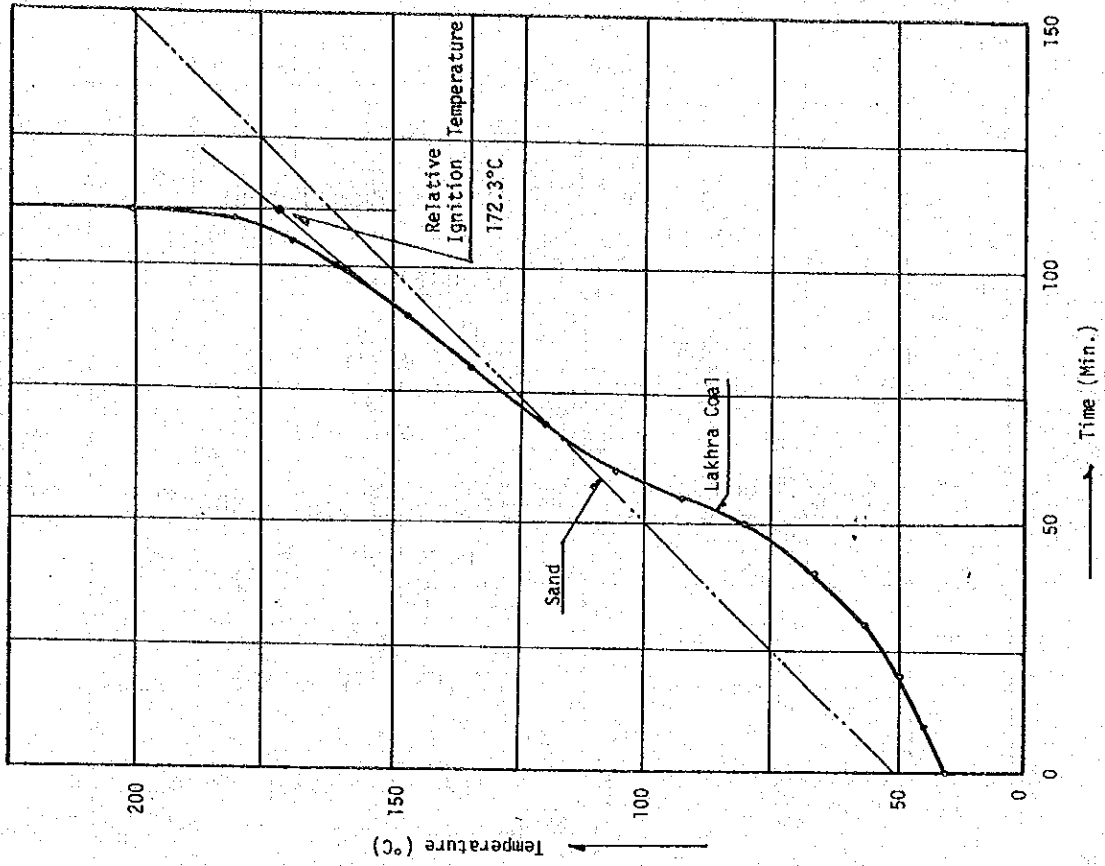


FIGURE 7-7 RELATIVE IGNITION TEMPERATURE TEST

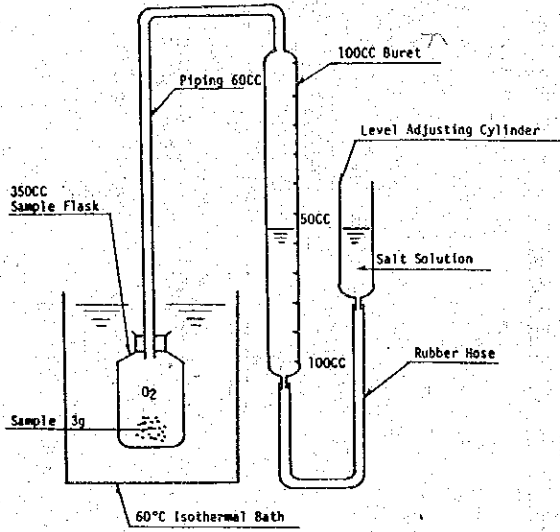


FIGURE 7-8 OXYGEN ABSORPTION TEST

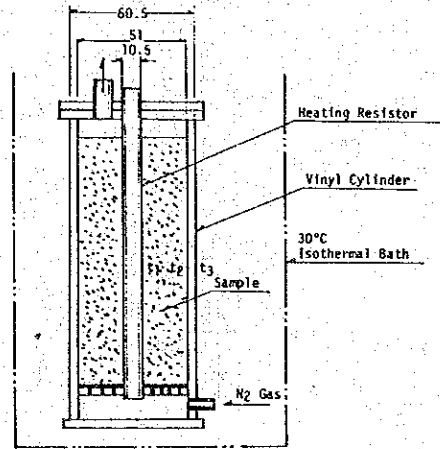


FIGURE 7-9 THERMAL CONDUCTIVITY TEST

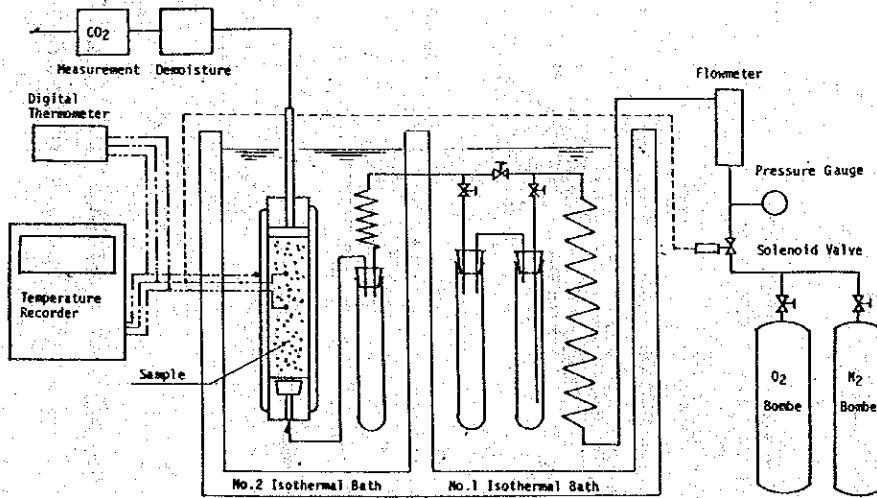


FIGURE 7-10 OXIDATION HEATING TEST

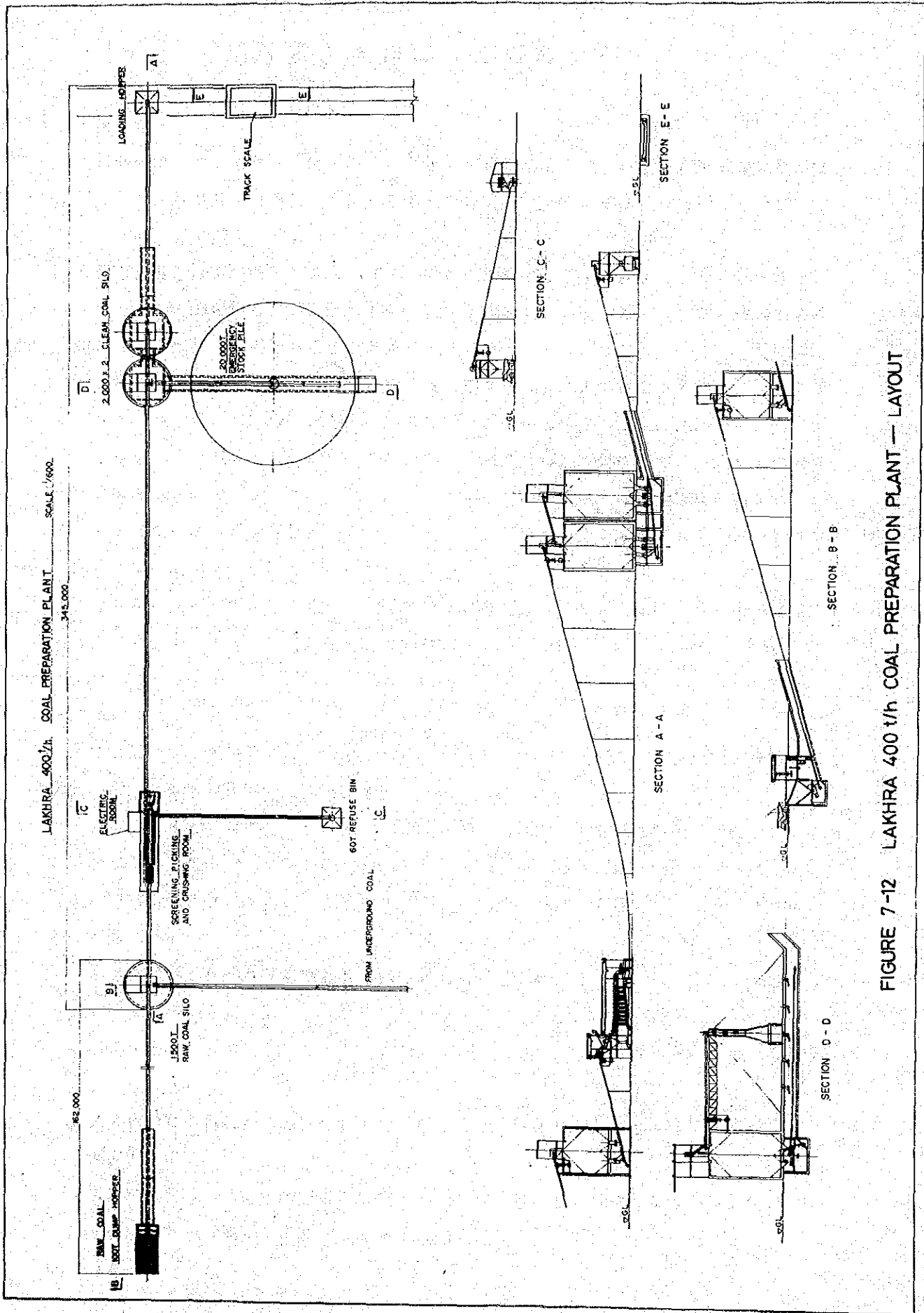


FIGURE 7-12 LAKHRA 400 t/h COAL PREPARATION PLANT — LAYOUT



第 8 章 人員および組織計画

8-1 人員計画

人員計画は日本、カナダ、アメリカの炭鉱における現況と P M D C 所属炭鉱の現状のほか、1976年2月12日付で P M D C より提出された Lakhra 炭鉱計画に対する P C - 1 フォームを参考に策定した。

所要人員は全操業年間平均職員 209 名、鉱員 1,480 名、計 1,689 名、最大は 1988 年～1997 年の職員 218 名、鉱員 1,606 名、計 1,824 名である。年次別の坑課別職種別所要人員を第 8-1 表より第 8-6 表に示す。

本炭鉱は機械化採掘方式を導入し、特に露天掘に対しては大形電気ショベル、ロータリードリル始め各種の大形機械を導入使用するため、労働者の安定は生産性向上にとって欠くべからざるものである。したがってこれらの目的のため、職員はもちろん鉱員も固定給にて直轄雇用するものとする。ただしパキスタンにおける雇用上の特殊事情を勘案し、採炭・掘進作業には請負制度を適用し能率給とする。又事務所関係雑作業員および一般労務者は日単位で雇用するものとする。

各種設備の運転制御には一般に運転手を配置するが、坑外主要扇風機、坑内局部扇風機および坑内排水ポンプなど自動運転、遠隔運転可能な設備には運転手は配置しない。

8-2 組織計画

ラクラ炭業所の組織計画は、日本における炭鉱の実例と、P M D C 所属炭鉱とを参考に策定した。組織図を第 8-1 図に示す。

全山を統轄する所長の下に生産部門および事務部門を分掌する次長各 1 名を任命して所長を補佐せしめるものとする。生産担当次長は露天掘、坑内各生産部門のほか鉱務、訓練その他の技術系各課室を統轄し、事務担当次長は総務、経理、労務、システムの各課室と病院を総括する。

各坑課室にはそれぞれ 1 名の長を任命し、担当部門の業務遂行に全責任を保有せしめるものとする。

各坑課室には必要に応じて係を設け、担当業務の円滑かつ完璧な遂行を期するものとする。

現在 P M D C 所属炭鉱の組織にない新部門とその主要業務は次のとおりである。

(1) 保安監査室

所長に直属し、全山の労働者の保安と設備の保全に努め、改善を要する事項については直接関係各坑課室長に勧告するとともに所長に報告する。

(2) 訓練室

新規に採用された技術系鉱員に対し、業務に必要な知識と技術を教育し、現場における新戦力となるよう訓練を行なう。

(3) 露天掘坑

はく土、さく孔、発破、石炭およびずりの積み込み運搬、道路補修ならびに採掘跡の埋め戻しを行なう。

(4) システム室

コンピュータによる生産原価、給与の計算および各種機材の予備部品ならびに貯蔵品の管理を行う。

8-3 人員配置計画

人員計画は第8-1から8-6表にかける通りであるが、基本的な1先の人員配置は次の通りである。

8-3-1 坑内採掘

(1) 掘進人員（主要坑道、片ばん坑道）

ローダ運転夫	1人
掘進夫	5
発破係員	1
計	7人

(2) 採炭人員

切羽長	1人	採炭夫	10人
採炭夫	39	発破係員	1人
抜柱夫	6	計	11人(1方)
ステーブル	4		
鉄柱管理	1		
充てん夫	4		
わく回収	2		
発破係員	2		
計	59人(2方)		

(3) 仕繰り人員

部内	3人
片ばん坑道	3人
岩粉散布	2人
常一番	4人

(4) バッテリー機関車	
運転夫	1人
助手	1人
計	2人

8-3-2 露天採掘

(1) はく土用ショベル	
ショベル運転夫	1人
ショベル助手	1人
整備士	1人
ブルドーザ運転夫	1人
計	4人
(2) 発破	
ドリル運転夫	1人
ドリル助手	2人
ブルドーザ運転夫	1人
発破夫	1～2人
計	5～6人
(3) 運搬夫……120tトラック	
運転夫	1人
グリーンスマン	1～2人
監視夫	2人
計	4～5人

その他路面ならし、リクラメーションなどを含む。

8-4 生産能率

現在パキスタンにおける炭鉱労務者の賃金、生産性ともかなり低い。しかし新鋭機械を導入し近代的な採掘法を採用すれば、能率の向上は期待できると考えられる。

本調査においては、坑内掘については現状の手掘り方式の急傾斜採炭法のかわりに発破を用いた緩傾斜長壁切羽採炭法を導入し、集約的な採掘を行って能率の向上を図り、切羽能率は3.1 t/人・方、坑内能率は1.3 t/人・方となる。

露天掘はパキスタンでは現在操業されていないが、ピットが比較的深い点とパキスタンの労働事情とを考慮して、能率は7.8 t/人方とする。

全鉱能率は人員計画からみて2.3 t/人・方が適当と判断される。能率の詳細を第8-

7表に示す。

8-5 教育訓練計画

大型化された露天掘用重機および長壁払用設備等の坑内機械設備を運転管理するには、
鉱員、技能者、技師等が高度の知識と技術とを有することが必要であり、これらの知識・
技能の優劣は出炭およびコストに大きな影響を及ぼす。

したがって作業の開始、鉱員・技師の配置に先立ち、運転・点検・整備等の技術を習得
せしめなければならない。これらの教育・訓練は単に機械の操作だけでなく、保安面から
の安全教育にも必要である。

8-5-1 訓練コース

(1) 重機運転コース

重機類の運転コースは普通コースと短期コースとに分けられる。普通コースは
なんらの運転免許も有しない者を対象に3ヶ月間教育し、又なんらかの運転免許を
有する者は約1ヶ月の短期コースで教育する。

(2) 重機整備および採掘計画コース

重機の整備ならびにそれらを使用しての採掘実施計画のためのコースで約3ヶ
月を必要とする。教育内容は次のとおりである。

- a) エンジンに関する学科教育
- b) 車体およびとう載設備に関する学科教育
- c) 採掘実施計画に関する学科教育
- d) 整備実習
- e) 採掘実施計画実習

8-5-2 坑内設備コース

坑内の掘進技術の修得には約3ヶ月、又長壁払に関する技術の修得には少くとも
6ヶ月の訓練が必要と考えられる。

8-5-3 訓練対象者および訓練場所

重機運転コースは実際の運転手を対象に開発期間中現場において一定の教育を実
施する。

重機整備および採掘計画コースは特に専門教育を必要とするため、採掘および修
理工場の技師を日本に派遣して教育する必要がある。なお整備工は技師の帰国後工
場においてこの技師が教育訓練する。

坑内設備も又担当技師を日本に派遣して教育・訓練し、その帰国後現場において
鉦員および機械工を訓練する。

TABLE 8--1

MANPOWER REQUIREMENT
(SUMMARY)

Section	Description	Year O p e r a t i n g												Average
		1983	1984	1985	1986	1987	1988 - 1997	1998 - 2010	2011 - 2012	2013 - 2014	2015			
		C a p i t a l												
Underground Mine	Officers	3	29	35	41	47	47	44	38	-	-	-	40	
	Workers	9	170	236	452	615	615	573	380	-	-	-	514	
	Sub-Total	12	199	271	493	662	662	617	418	-	-	-	554	
Open Pit	Officers	44	50	50	50	50	50	50	50	44	44	50	50	
	Workers	294	354	354	354	360	360	360	360	360	360	298	358	
	Sub-Total	338	404	404	404	410	410	410	410	410	410	342	408	
Administration	Officers	63	78	88	95	107	111	111	111	94	94	94	109	
	Workers	129	199	253	372	472	518	518	518	413	413	413	497	
	Sub-Total	192	277	341	467	579	629	629	629	507	507	507	606	
Preparation Plant	Officers	-	-	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Workers	-	-	22	72	85	113	113	113	113	113	113	111	
	Sub-Total	-	-	27	82	95	123	123	123	123	123	123	121	
TOTAL	Officers	110	157	178	196	214	218	215	209	154	154	148	209	
	Workers	432	723	865	1,250	1,532	1,606	1,564	1,371	886	886	824	1,480	
	Sub-Total	542	880	1,043	1,446	1,746	1,824	1,779	1,580	1,040	1,040	972	1,689	

TABLE 8-2

MANPOWER REQUIREMENT
(UNDERGROUND MINE)

Sheet 1

Description	Year										1986-2012 Average	1986-2015 Average	
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	2011- 2012	2013- 2014			2015
	C a p i t a l												
Officer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mine Manager	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Deputy Mine Manager	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Assistant Mining Engineer	-	-	-	6	12	12	12	12	12	12	12	12	10
Longwall Face Foremen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Pillar Splitting Foremen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Road Heading Foremen	1	6	12	12	12	12	12	6	6	6	6	6	1
Road Maintenance Foremen	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ventilation Foremen	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
Road Maintenance Foremen	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Haulage Foremen	-	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6
Electrical & Mechanical Foremen	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Safetylamp Room Foremen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Office Clerk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-Total	3	29	35	41	47	47	44	44	38	38	44	45	40
	O p e r a t i n g												
Workers													
Longwall Face Workers	-	-	-	129	258	258	237	237	129	129	237	233	210
Pillar Splitting Workers	7	42	84	84	84	84	21	21	21	21	21	12	11
Road Heading Workers	-	5	5	17	20	20	20	42	42	42	42	61	55
Ventilation Workers	-	9	33	66	66	66	66	13	13	13	13	19	17
Maintenance Workers	-	36	36	62	90	90	90	33	33	33	33	64	57
Haulage Workers	-	16	16	30	30	30	30	62	62	62	62	87	78
Electrical & Mechanical Workers	-	21	21	23	26	26	26	30	16	16	30	29	26
Machine Operators	-	10	10	10	10	10	10	26	23	23	25	25	23
Safetylamp Room Workers	-	-	-	-	-	-	-	10	10	10	10	10	9
Electrical & Mechanical Store Workers	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5
Office Workers	2	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	23
Sub-Total	9	170	236	452	615	615	573	380	380	380	571	571	514
Total	12	199	271	493	662	662	617	418	418	418	616	616	554

TABLE 8 - 2

MANPOWER REQUIREMENT
(UNDERGROUND MINE)

(Continued)

Description	Year										1986-2012 Average	1986-2015 Average		
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	2010	2011	2012			2013- 2014	2015
	<u>C a p i t a l</u>													
<u>Longwall Face Workers</u>	-	-	-	2	4	4	4	4	2	-	-	-	4	3
Chief Workers	-	-	-	78	156	156	138	78	78	-	-	-	138	125
Miners	-	-	-	12	24	24	24	12	12	-	-	-	23	20
Prop Drawers	-	-	-	8	16	16	16	8	8	-	-	-	15	14
Stabblers	-	-	-	2	4	4	4	2	2	-	-	-	4	3
Prop Checkers	-	-	-	8	16	16	16	8	8	-	-	-	15	14
Packers	-	-	-	4	8	8	8	4	4	-	-	-	7	7
Pulbackmen	-	-	-	10	20	20	20	10	10	-	-	-	19	17
Face Maintenancemen	-	-	-	5	10	10	10	5	5	-	-	-	8	7
Shot Firers	-	-	-	129	258	258	237	129	129	-	-	-	233	210
Sub-Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Pillar Splitting Workers</u>	-	-	-	-	-	-	-	18	18	-	-	-	10	9
Miners	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	2	2
Shot Firers	-	-	-	-	-	-	-	21	21	-	-	-	12	11
Sub-Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Road Heading Workers</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Miners	5	30	60	60	60	60	30	30	30	-	-	-	43	39
Loaders	1	6	12	12	12	12	6	6	6	-	-	-	9	8
Shot Firers	1	6	12	12	12	12	6	6	6	-	-	-	9	8
Sub-Total	7	42	84	84	84	84	42	42	42	-	-	-	61	55
<u>Ventilation Workers</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bratticemen	-	5	5	10	10	10	10	5	5	-	-	-	10	9
Flyash Packers	-	-	-	4	4	4	4	4	4	-	-	-	4	3
Gas Patrols	-	-	-	3	6	6	6	3	3	-	-	-	5	5
Sub-Total	-	5	5	17	20	20	20	13	13	-	-	-	19	17
<u>Entry Maintenance Workers</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Panel Maintenancemen	-	3	3	6	6	6	6	3	3	-	-	-	6	5
Track Maintenancemen	-	5	10	10	10	10	10	5	5	-	-	-	10	9
Gate Maintenancemen (include rock dusters)	-	-	17	44	44	44	44	17	17	-	-	-	42	38
Shot Firers	-	1	3	6	6	6	6	3	3	-	-	-	6	5
Sub-Total	-	9	33	66	66	66	66	33	33	-	-	-	64	57

*2; 2 shifts/day, *3; 3 shifts/day

TABLE 8 - 2

MANPOWER REQUIREMENT
(UNDERGROUND MINE)

Sheet 3

(Continued)

Description	Capital					Year Operating							1986-2012 Average	1986-2015 Average
	1983	1984	1985	1986	1987	1988-1997	1998-2010	2011-2012	2013-2014	2015				
<u>Haulage Workers</u>														
Surface Workers	-	3	3	5	5	5	5	5	-	-	-	5	5	5
Diesel Locomotive Drivers	-	3	3	5	5	5	5	5	-	-	-	5	5	5
Shunters	-	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	2	2	2
Tippler Men	-	6	6	6	6	6	6	6	-	-	-	6	6	6
<u>Underground Workers</u>														
Battery Locomotive Drivers	-	6	6	15	27	27	27	27	15	-	-	26	23	23
Shunters Battery Locomotive	-	6	6	15	27	27	27	27	15	-	-	26	23	23
Shunters Pitmouth	-	5	5	5	5	5	5	5	5	-	-	5	4	4
Shunters Pit Bottom	-	5	5	5	5	5	5	5	5	-	-	5	4	4
Shunters Junction & Each Panel	-	-	-	4	8	8	8	8	4	-	-	7	7	7
Sub-Total	-	36	36	62	90	90	90	90	62	-	-	87	78	78
<u>Electrical & Mechanical Workers</u>														
Electricians	-	4	4	7	7	7	7	7	4	-	-	7	6	6
Electricians Apprentices	-	4	4	8	8	8	8	8	4	-	-	8	7	7
Mechanics	-	4	4	7	7	7	7	7	4	-	-	7	5	5
Mechanics Apprentices	-	4	4	8	8	8	8	8	4	-	-	7	7	7
Sub-Total	-	16	16	30	30	30	30	30	16	-	-	29	26	26
<u>Machine Operators</u>														
Surface Workers	-	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-	3	3	3
Air Compressor Operators	-	3	3	3	6	6	6	6	3	-	-	5	5	5
Air Compressor Helpers	-	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-	3	3	3
Main Slope Hoist Operators	-	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-	3	3	3
Main Slope Hoist Helpers	-	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-	3	3	3
<u>Underground Workers</u>														
Chain Conveyor Operators	-	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	2	2	2
B. L. Battery Chargingmen	-	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-	3	3	3
B. L. Battery Charging Assistants	-	4	4	6	6	6	6	6	6	-	-	6	5	5
Sub-Total	-	21	21	23	26	26	26	26	23	-	-	25	24	24
<u>Safety Lamp Room Workers</u>														
Safety Lamp Issuers	-	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-	3	3	3
Safety Lamp Workers	-	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-	3	3	3
Gas Detector Supervisor	-	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1
Gas Detector Repair Men	-	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-	3	3	3
Sub-Total	-	10	10	10	10	10	10	10	10	-	-	10	10	10
<u>Electrical & Mechanical Store Workers</u>														
Issuers	-	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-	3	3	3
Supervisors	-	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-	3	3	3
Sub-Total	-	6	6	6	6	6	6	6	6	-	-	6	6	6

TABLE 8-3
MANPOWER REQUIREMENT
(WEST OPEN PIT)

Sheet 1

Description	Year											Average
	1983	1984	1985	1986	1987	1988-1997	1998-2010	2011-2012	2013-2014	2015	2015	
	Capit a l											
<u>Officers</u>												
Mine Manager	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Deputy Mine Manager	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Assistant Mining Engineer	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Stripping Foremen	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bankshooting Foremen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Partings & Coal Loading Foremen	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Haulage Foremen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Road Grading Foreman	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reclamation Foreman	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Electrical Foremen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mechanical Foremen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Office Clerk	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sub-Total	22	25	25	25	25	25	25	25	25	25	19	25
	Operat i ng											
<u>Workers</u>												
Stripping Workers	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	12	24
Bankshooting Workers	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	11	21
Parting & Coal Loading Workers	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Haulage Workers	42	57	57	57	57	57	57	57	57	57	39	56
Road Grading Workers	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Reclamation Workers	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Electrical Workers	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	6
Mechanical Workers	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	6
Office Workers	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	20	31
Sub-Total	151	184	184	184	184	184	184	184	184	184	128	182
Total	173	209	209	209	209	209	209	209	209	209	147	207

TABLE 8 - 3

MANPOWER REQUIREMENT
(WEST OPEN PIT)

Sheet 2

Description	Year												Average
	1983	1984	1985	1986	1987	1988- 1989- 2010	1988- 2010	2011- 2012	2013- 2014	2015	2015	Average	
	C.a.p.i.t.a.l						O.p.e.r.a.t.i.n.g						
<u>Stripping</u>													
Shovel Operator 11.5 m ³	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Helpers	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Dillers	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Groundmen	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Sub-Total	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
<u>Banks shooting</u>													
Drillers	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Helpers	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Dozer Operators	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Shooters	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Sub-Total	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
<u>Parting Coal Loading</u>													
Drillers 80 m/m	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Helpers	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Dozer Operators	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Scrapper Operators	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Hydraulic Exvator Operators	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Shooters	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Sub-Total	-	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
<u>Haulage</u>													
Truck Drivers 120 t	24	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	29
Truck Drivers 46 t	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Greasemen	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Machinist & Welders Helper	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Crossing Watchmen	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Motor Patrols	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sub-Total	42	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	56
<u>Road Grading</u>													
Grader Operators	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Dozer Operators	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sprinkler	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
General Workers	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Sub-Total	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

TABLE 8-3

MANPOWER REQUIREMENT
(WEST OPEN PIT)

(Continued)

Sheet 3

Description	Year													Average			
	1983	1984	1985	1986	1987	1988-1989	1988-2010	2011-2012	2013-2014	2015	Operating						
	C a p i t a l																
<u>Reclamation</u>																	
Dozer Operators	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Scraper Operator	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Crusher Operators	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Front End Loader	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Truck	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
General Workers	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sub-Total	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<u>Electrical Workers</u>																	
Electricians	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Helpers	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sub-Total	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
<u>Mechanical Workers</u>																	
Mechanics	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Helpers	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sub-Total	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
<u>Office Clerks</u>																	
Junior Clerks	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Attendants	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Time Keepers	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Apprentices	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Sub-Total	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Total	151	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	182

TABLE 8-4

MANPOWER REQUIREMENT
(EAST OPEN PIT)

Description	Year											Average
	1983	1984	1985	1986	1987	1988-1997	1998-2010	2011-2012	2013-2014	2015		
	C a p i t a l											
Officers												
Mine Manager	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Deputy Mine Manager	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Assistant Mining Engineer	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Stripping Foremen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Bankshooting Foremen	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Partings & Coal Loading Foremen	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Haulage Foreman	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Road Grading Foremen	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Reclamation Foreman	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Electrical Foremen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mechanical Foremen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Office Clerk	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sub-Total	22	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	O p e r a t i n g											
Workers												
Stripping Workers	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Bankshooting Workers	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Partings & Coal Loading Foremen	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Haulage Workers	36	47	47	47	53	53	53	53	53	47	53	53
Road Grading Workers	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Reclamation Workers	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Electrical Workers	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Mechanical Workers	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Office Clerk	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Sub-Total	143	170	170	170	176	176	176	176	176	170	176	176
Total	165	195	195	195	201	201	201	201	201	195	201	201

Sheet 1

TABLE 8-4

MANPOWER REQUIREMENT
(EAST OPEN PIT)

Sheet 2

Description	Year												Average
	1983	1984	1985	1986	1987	1988-1989	1990-2000	2001-2010	2011-2012	2013-2014	2015	Average	
	Operating												
Capital													
Stripping	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Shovel Operators	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Operators	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Helpers	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Others	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Groundmen	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Sub-Total	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Banks shooting													
Drillers	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Helpers	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Dozer Operators	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Shooters	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Sub-Total	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Parting Coal Loading													
Drillers	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Helpers	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Dozer Operators	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Scrapers	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Hydraulic Excavator Operators	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Shooters	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Sub-Total	-	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Haulage													
Truck Drivers	18	24	24	24	30	30	30	30	30	30	30	24	30
Truck Drivers	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Greasemen	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Machinist & Welder's Helper	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Crossing Watchmen	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Motor Patrols	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sub-Total	36	47	47	47	53	53	53	53	53	53	53	47	53
Road Grading													
Grader Operators	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Dozer Operators	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sprinkler	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
General Workers	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Sub-Total	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

TABLE 8-4
MANPOWER REQUIREMENT
(EAST OPEN PIT)

(Continued) Sheet 3

Description	Year													Average			
	1983	1984	1985	1986	1987	1988-1997	1988-2010	2011-2012	2013-2014	2015	Operating						
	Capital			Operating													
<u>Reclamation</u>																	
Dozer Operators	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Scraper Operator	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Crusher Operators	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Front-End Loader	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Truck	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
General Workers	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sub-Total	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<u>Electrical Workers</u>																	
Electricians	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Electricians Helpers	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sub-Total	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
<u>Mechanical Workers</u>																	
Mechanics	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mechanics Helpers	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sub-Total	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
<u>Office Clerk</u>																	
Junior Clerks	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Attendants	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Time Keepers	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Apprentices	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Sub-Total	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Total	143	170	170	170	176	176	176	176	176	176	176	176	176	170	170	176	176

TABLE 8-5

MANPOWER REQUIREMENT
(ADMINISTRATION)

Sheet 1

Section	Description	Year												Average											
		1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994		1995										
<u>Management</u>	<u>Capital</u>																								
	<u>Officer</u>																								
	General Manager	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Deputy General Manager	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Clerks/Typist	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Sub-Total	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
<u>Workers</u>	<u>Office Attendants</u>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	<u>Total</u>	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
<u>General Affairs</u>	<u>Officers</u>																								
	Manager	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Deputy Manager	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Clerks/Typists	1	1	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Deputy Manager Security	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Security Inspectors	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Clerk	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Push Imams	1	1	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Sub-Total	7	9	11	11	13	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
	<u>Workers</u>																								
	Head Telephone Operator	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Telephone Operators	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cooks	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Vehicle Drivers	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
Security Guards	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
Armed Guards	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Junior Clerks	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
Watchmen	3	3	9	12	21	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42		
Office Attendants	3	6	8	11	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13		
Sub-Total	35	44	50	78	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104		
<u>Total</u>	42	53	61	89	117	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119		

TABLE 8 - 5

MANPOWER REQUIREMENT
(ADMINISTRATION)

Sheet 2

(Continued)

Section	Description	Year												Average		
		1983	1984	1985	1986	1987	1988-1989	1990	2001-2010	2011-2012	2013-2014	2015				
Accounting	<u>Officers</u> Accountant Assistant Accountant Account Assistants Cashier Clerks Deputy Manager Store Store Keepers Sub-Total	<u>C a p i t a l</u>														
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		1	1	1	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5		
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		1	3	3	3	5	5	5	5	5	3	3	3	5		
		7	9	9	13	16	16	16	16	16	13	13	13	16		
			<u>Workers</u>	<u>O p e r a t i n g</u>												
			Junior Clerks	4	6	7	15	25	25	25	25	20	20	20	23	
	Office Attendants	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
	General Workers	2	2	3	4	5	5	5	5	3	3	3	5			
	Sub-Total	8	10	12	21	32	32	32	32	25	25	25	30			
	Total	15	19	21	34	48	48	48	48	38	38	38	46			
<u>Labor & Social Welfare</u>	<u>Officers</u> Manager Deputy Manager Labor Supervisors, Employ Supervisors, Control Deputy Manager Fairprice Shop Sales Supervisors Account Assistant Clerk/Cashier Office Clerk Sub-Total	<u>C a p i t a l</u>														
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
		-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		-	-	-	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2		
		-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		4	7	11	11	12	12	12	12	12	11	11	11	12		
	<u>Workers</u>	<u>O p e r a t i n g</u>														
	Junior Clerk	1	4	4	6	7	7	7	7	6	6	6	6			
	Salesmen	-	-	-	2	4	4	4	4	2	2	2	4			
	Cooks	-	-	-	1	2	2	2	2	1	1	1	2			
	Office Attendants	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	General Workers	-	-	-	3	6	6	6	6	3	3	3	6			
	Sub-Total	3	6	6	17	24	24	24	24	17	17	17	23			
	Total	7	13	17	28	36	36	36	36	28	28	28	35			

MANPOWER REQUIREMENT
(ADMINISTRATION)

Section	Description	Year											Average		
		1983	1984	1985	1986	1987	1988-1997	1988-2010	2011-2012	2013-2014	2015				
Civil & Water Supply	Officers Manager Assistant Civil Engineer Overseas, Civil Deputy Manager Water Supply Water Supply Foremen Office Clerk Sub-Total	Capita l													
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		7	7	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
		Operat ing													
		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
		4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
		-	-	-	18	18	18	18	18	18	18	18	18		
		-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
		-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4				
6	6	6	18	18	18	20	20	16	16	16	20				
16	16	33	53	66	72	72	72	60	60	60	70				
Total											80				
Electrical & Mechanical	Officers Manager Assistant Engineers General Foremen, Work Shop Electrical & Material Foremen Work Shop Foremen Office Clerk Sub-Total	Capita l													
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
		2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
		1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
		8	11	11	11	11	13	13	11	11	11	11			
		Operat ing													
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
		2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
		1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
8	11	11	11	11	13	13	11	11	11	13					
Total											149				
Civil & Water Supply	Workers Draftmen/Survey Assistants Civil Workers Carpenter Shop Workers Pump Station Workers Plumbers Sewage Station Workers Junior Clerks Office Attendants General Workers Sub-Total	Capita l													
		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
		4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3			
		-	-	-	18	18	18	18	18	18	18	18			
		-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2			
		-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9			
		1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2			
		3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4			
		6	6	15	18	18	20	20	16	16	16	20			
		16	16	33	53	66	72	72	60	60	60	70			
		Total											80		
		Electrical & Mechanical	Workers Electrical Workers Mechanical Workers Substation Workers Power House Workers Work Shop Workers Junior Clerk Office Attendants Sub-Total	Capita l											
				1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
				1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3	6			6	6	6	6	6	6	6	6	6			
-	20			30	60	70	102	102	70	70	70	95			
1	1			2	2	3	4	4	3	3	3	4			
3	4			5	5	5	5	5	5	5	5	5			
9	38			57	87	105	145	145	105	105	105	136			
Total											149				

TABLE 8-5
MANPOWER REQUIREMENT
(ADMINISTRATION)

(Continued)

Section	Description	Year													Average				
		1983	1984	1985	1986	1987	1988-1997	1988-2010	2011-2012	2013-2014	2015	Operating							
<u>System</u>	<u>Capital</u>																		
	Officer	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Manager	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Analyst/Clerk	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Sub-Total																		
	<u>Workers</u>																		
	Key Punchers	-	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Junior Clerk	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Office Attendants	-	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Sub-Total																		
Total																			
<u>Training</u>	<u>Officer</u>																		
	Manager	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Trainer	2	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Office Clerk	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Sub-Total																		
	<u>Workers</u>																		
	Training Assistants	4	4	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	Junior Clerks	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Office Attendants	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Sub-Total																		
Total																			

TABLE 8-5

MANPOWER REQUIREMENT
(ADMINISTRATION)

Sheet 5

Section	Description	Year												Average			
		1983	1984	1985	1986	1987	1988-1997	1998-2010	2011-2012	2013-2014	2015	2016					
<u>Planning</u>		C a p i t a l															
	<u>Officers</u>																
	Manager	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Assistant Engineer	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Junior Engineer	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Explosive Foreman	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Geologist	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Assistant Geologists	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Drilling Foremen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Surveyor	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Assistant Surveyor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Office Clerk	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Sub-Total	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
			O p e r a t i n g														
	<u>Workers</u>																
Explosive Carriers	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Explosive Truck	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Drillers	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Draftmen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Junior Clerks	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Drilling Helpers	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Survey Helpers	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Office Attendants	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Sub-Total	40	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	39	39	50	50	
Total	57	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	56	56	67	67	
<u>Safety</u>																	
	<u>Officers</u>																
	Manager	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Safety Crew	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Office Clerk	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Sub-Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	<u>Workers</u>																
	Safety Assistants	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Junior Clerks	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Office Attendants	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sub-Total	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Total	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	14	

TABLE 8-5

MANPOWER REQUIREMENT
(ADMINISTRATION)

Sheet 6

(Continued)

Section	Description	Year												Average					
		1983	1984	1985	1986	1987	1988-1989	1988-1997	1988-2010	2011-2012	2013-2014	2015							
<u>Medical</u>	<u>Officers</u>																		
	Medical Officer	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	Assistant Medical Officers	-	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Lady Assistant Medical Officers	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Office Clerk	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Sub-Total	-	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	<u>Workers</u>																		
	Head Nurse	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Nurses	-	2	4	-	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Health Visitor	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Midwives	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Head Compounder	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Compounders	-	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Sanitary Inspectors	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Junior Clerks	-	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
First Aid Attendants	-	1	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ambulance Driver	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Sweepers	-	2	2	2	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
First Aid Helpers	-	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Cooks	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Sub-Total	-	12	18	18	34	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	
Total		-	15	21	37	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	

TABLE 8-6

MANPOWER REQUIREMENT
(PREPARATION PLANT)

Section	Description	Capita l												Average			
		1983	1984	1985	1986	1987	1988-1989	1990	1991-1992	1993-1994	1995	1996	1997				
Coal Preparation & Transport	<u>Officers</u>	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Manager	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	General Foreman, Plant	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Plant Foremen	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Deputy Manager, Transport	-	-	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Transport Foremen	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Office Clerk	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sub-Total	-	-	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	<u>Workers</u>	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Patrols	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Central Control Men	-	-	-	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	Other Plant Workers	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Transport Workers	-	-	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Junior Clerks	-	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Office Attendants	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Head Pickers	-	-	-	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
General Workers	-	-	-	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
Sub-Total	-	-	22	72	85	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	111	
<u>Total</u>	-	-	27	82	95	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	121	

TABLE 8 - 7
SUMMARY OF PRODUCTIVITY
(CLEAN COAL TONNES/MAN-SHIFT)

Description	Year														
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
UNDERGROUND MINE															
Production	131	232	231	235	242	235	242	273	258	250	250	248	244	252	260
Manpower	493	662	662	662	662	662	662	662	662	662	662	662	617	617	617
Productivity	0.9	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.4	1.4
OPEN PIT															
Production	602	732	971	972	972	992	991	968	969	967	969	968	973	973	964
Manpower	404	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410
Productivity	5.0	6.0	7.9	7.9	7.9	8.1	8.1	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.8
MINE TOTAL															
Production	733	964	1,202	1,207	1,214	1,227	1,233	1,241	1,227	1,217	1,219	1,216	1,217	1,225	1,224
Manpower	1,446	1,746	1,824	1,824	1,824	1,824	1,824	1,824	1,824	1,824	1,824	1,824	1,779	1,779	1,779
Productivity	1.7	1.8	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3

Description	Year															
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Average
UNDERGROUND MINE																
Production	267	268	268	268	251	251	247	257	256	256	242	153	-	-	-	-
Manpower	617	617	617	617	617	617	617	617	617	617	418	418	-	-	-	-
Productivity	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4	1.4	1.4	1.9	1.2	-	-	-	1.3
OPEN PIT																
Production	970	970	969	978	981	984	985	988	989	974	975	960	961	961	961	961
Manpower	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410
Productivity	7.9	7.9	7.9	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	7.9	7.9	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
MINE TOTAL																
Production	1,237	1,238	1,237	1,246	1,232	1,235	1,232	1,245	1,245	1,230	1,217	1,113	961	961	961	961
Manpower	1,779	1,779	1,779	1,779	1,779	1,779	1,779	1,779	1,779	1,779	1,580	1,580	1,040	1,040	1,040	972
Productivity	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.6	2.3	3.1	3.1	3.1	2.3

第 9 章 鉄道輸送計画

9-1 総 論

当鉱業所より発電所へ供給すべき炭量は年間 120 万 t であり、1 日当りの輸送量は年間操業日数 300 日として 4,000 t にのぼる。

したがって石炭輸送には鉱業所選炭工場附近より Khanot までパキスタン国鉄と同一ゲージの鉄道を新設して Khanot ~ Jamshoro を結ぶパキスタン国鉄の既設線と接続せしめ、さらに発電所附近に引込み線を新設して全線鉄道による輸送を行なうものとする。なお、新線の設備は線路、機関車、貨車を始めいっさいを鉱業所側で行なうが、その運営はすべてパキスタン国鉄側に移管するものとする。

また、石炭輸送の積み込み待機時間を利用して Khanot 居住区域と山元間の人員輸送を行なうが、資機材の山元までの輸送は主として道路を使用し、鉄道輸送は深夜の空時間のみを利用する。

9-2 輸送計画の概要

9-2-1 輸送計画および方式（第 1 図 Lakhra 計画位置図参照）

(1) 石炭輸送

選炭工場の積み込みポケットに貯炭された精炭は、振動フィーダにより 35 t 貨車に積み込まれる。1 列車は 24 両編成とし 1 列車当りの輸送量は 840 t とする。石炭はここより新設鉄道を經由して Khanot に至り、これより既設のパキスタン国鉄線を通して発電所付近で新設引込線に入り、発電所貯炭場に到着し荷降ろしされる。空貨車は同一経路を鉱山まで返送される。なお新線は単線とし、鉱山と発電所間の計画往復所要時間は 202 分で、この間に次の列車が積み込み完了待機している。

輸送には 2 列車を使用し、全運行回数は 1 日合計 5 往復とする。列車運行ダイヤを第 9-1 図に示す。

(2) 人員輸送

全人員の Khanot ・ 鉱山間の輸送には、新設鉄道により石炭輸送の積み込み待機時間を利用するものとし、1 日 4 往復を計画する。

(3) 資機材輸送

資機材の輸送は道路と深夜の空時間帯での鉄道輸送の 2 本立てとする。

9-2-2 主要輸送設備

鉄道輸送設備の主なるものは次のとおりである。

(1) 機関車

設置台数	使用 2 台 予備 1 台 計 3 台
仕様	全長 1 8, 0 0 0 mm
	全幅 2, 9 7 0 mm
	全高 3, 9 5 4 mm
	自重 8 4 t
駆動方式	ディーゼルエレクトリック方式
モーター出力	8 2 5 kW × 2 台

(2) 貨車

設置台数	使用 4 8 両 予備 5 輛 計 5 3 両
仕様	全長 1 3, 9 0 0 mm
	全幅 2, 7 0 0 mm
	全高 3, 2 9 0 mm
	自重 1 8. 3 t
荷重	3 5 t

(3) 客車

設置台数	4 両
仕様	座席定員 1 両 8 0 人

(4) 積み込み場設備

積み込み装置(選炭工場設備)	110 t 積み込みホッパー 800 t/min、振動フィーダ
機関車・貨車検査庫	3 0 0 m ² × 2 棟
同上 修理庫	4 5 0 m ² × 2 棟
給油タンク	2 0 kl × 1 基
洗浄設備	1 式

(5) 軌道

延長	本線 2 7. 5 km
	引込・留置側線 5 km
ゲージ	1, 6 7 6 mm
使用レール	4 0 N kg/m
分岐器	# 1 0 × 2 0 台

(6) 信号通信設備

信号、電話その他	1 式
----------	-----

9-2-3 輸送設備費

輸送設備費には機器費および軌道工事費のほか年間部品費としてレールおよび車両についてはC & F設備投資額の2%、また信号通信および保全設備については同じく1%を計上している。

9-3 輸送経費算出基礎

輸送経費の算出は下記条件によって行う。

(1) 物品費（燃料費）

(a) 機関車実運転時間	輸送時	1 4 2 min/回 × 5 回/日 : 7 1 0 min/日
	積み降ろし時	8 0 min/回 × 5 回/日 : 4 0 0 min/日
(b) 負荷率	輸送時	6 5 %
	積み降ろし時	2 0 %
(c) 燃料消費量	輸送時	4,1 0 0 ℓ/日
	積み降ろし時	7 0 0 ℓ/日
	計	4,8 0 0 ℓ/日

(2) 労務費

所要人員費は次表のとおりとする。但し積み込み渡しのため積み込み人員、車両修理人員および保線人員は積み込み・修理費に計上しているのを省略する。

職種別	人員	内 容
機関車運転手	1 2	4 人 (内助手 2 人) × 3 方
転てつ手	6	2 人 × 3 方 (3 人は荷降ろし場)
信号・通信手	6	2 人 × 3 方 (同上)
荷降ろし員	1 8	4 人 × 3 方
踏切警手	6	2 人 × 3 方 (2 ヶ所)
計	4 8	
所要人員	6 0	出勤率 8 0 %

(3) メンテナンス費

年間のメンテナンス費として下記のを計上する。

(a) 部品費	車両、軌条	: C & F 投資額の 2 %
	信号、通信、保全機器	: 同上 の 1 %
(b) 修理費	車両、軌条	: 部品費を除く C & F 投資額と据付費合計の 2 %
	信号、通信	: 同上 の 1 %
	土建工事	: 据付費の 1 %

但し、年間修理費率を機械 2%、電気 1%、土建 1%とする。

(4) 設備更新費

機関車 3 台中 2 台を 15 年で更新するものとし、30 年均等分割払分を計上する。

(5) 電力費

電力費の算定は下記による。

(a) 常用負荷設備負荷容量	100 kW
(b) 需要率×不等率×負荷率	50%
(c) 年間使用電力量	360 MWh

9-4 貨車輸送の容量計算

本計画における輸送容量の計算結果は次のとおりである。

9-4-1 輸送条件

(1) 年間所要輸送量	120 万 t
(2) 年間操業日数	300 日
(3) 1 日当り所要輸送量	4,000 t
(4) 輸送距離	鉱業所～Khanot 27.5 km Khanot～発電所 37.0 km 計 64.5 km
(5) 最大傾斜	実車 -20/1,000 (1°09')
(6) 平均輸送速度	実車 55 km/hr 空車 60 km/hr
(7) 1 日当り運行時間	18 時間 (3 方)
(8) 貨車仕様	(日本国有鉄道規格ホキ 10,000 又は同等のもの) 連結面長 13,900 mm 最大幅 2,700 mm 最大高 3,290 mm 自重 18.3 t 荷重 (石炭) 35 t

9-4-2 けん引貨車数の計算

(1) 1 列車が 1 往復に要する時間は下記のとおり約 202 分となる。

(a) 実車運行時間	74 分
(b) 空車運行時間	68 分

(c) 積み込み場での機関車入替時間	10分
(d) Khanot 駅での本線流入待時間	15分
(e) 荷降ろし時間	20分
(f) 荷降ろし場での本線流入待時間	15分
合 計	202分

但し、余裕時間係数を1.05とする。

(2) 1列車が18時間に往復する回数	$18\text{ h} \times 60\text{ min} / 202\text{ min} : 5\text{ 回}$
(3) 1列車当り所要けん引貨車数	$4,000\text{ t} / 5\text{ 回} \times 3.5\text{ t} : 24\text{ 両}$
(4) 1列車当り輸送量	$3.5\text{ t} / \text{両} \times 24\text{ 両} : 840\text{ t}$

9-4-3 所要機関車自重の計算

所要機関車自重は下記の条件下で90tと算出される。

(1) けん引貨車数	24両
(2) 貨車自重	18.3t
(3) 荷重	35t
(4) 出発抵抗	5kg/t
(5) こう配抵抗	1%当り1kg/t
(6) 加速度	0.2km/h/sec
(7) 出発時の粘着系数	0.21

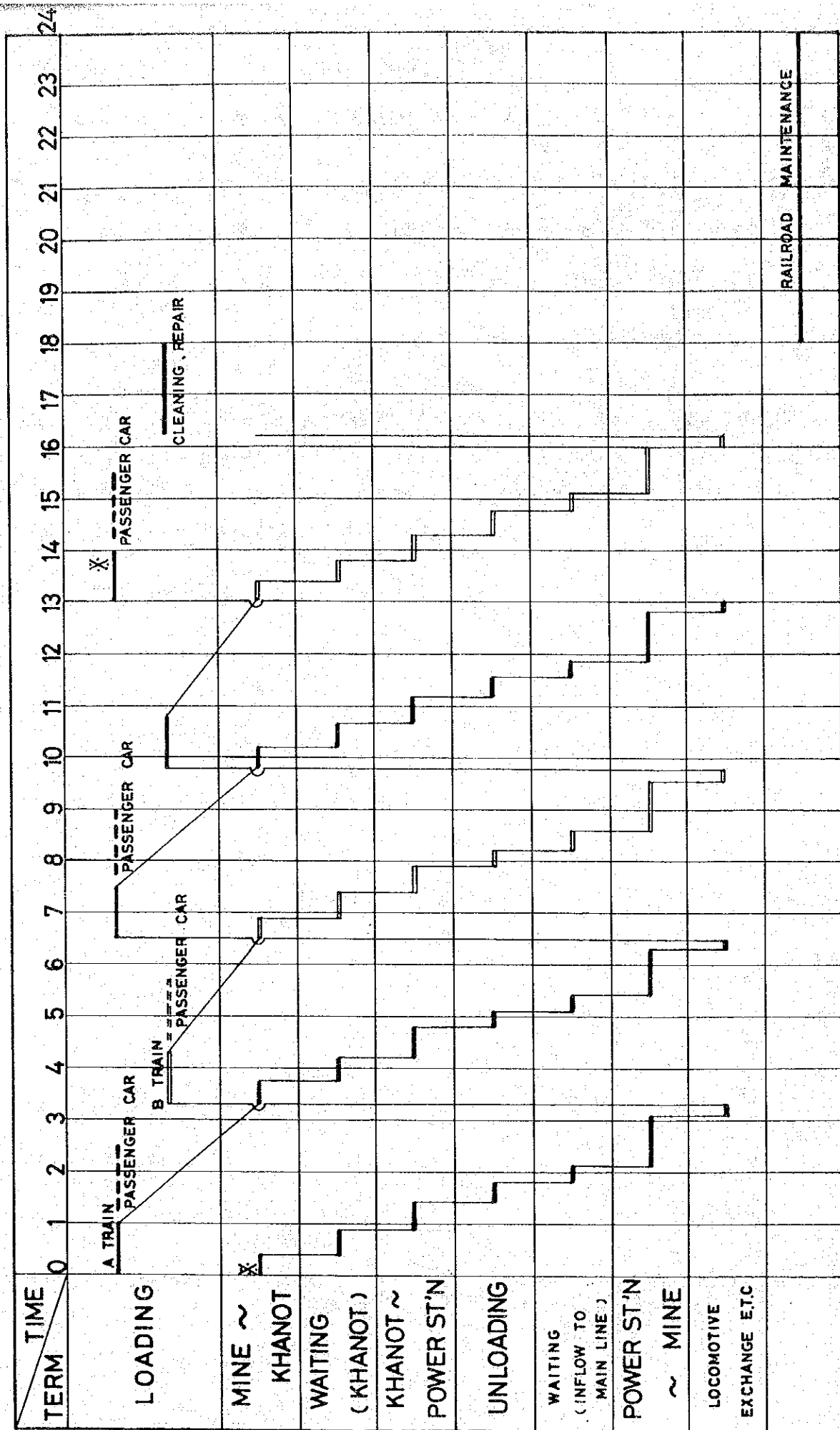


FIGURE 9-1 TRAIN DIAGRAM

