

第 9 章 設 備 改 善 実 施 計 画

第 9 章 設備改善実施計画

既設設備のままでROM炭又はSSCによる定格出力専焼運転を実施することは不可能と考えられる。又、混焼の場合でもROM炭を使用することは極めて困難である。従って今後もSSCは輸入炭と混炭使用することとし、その使用量増加を計るための対策を実施する。又必要な設備改善を行なうこととする。

9-1 SSC使用量の増加対策

燃焼試験の結果現設備ではSSC/AC混炭比60/40まで可能なことが確認された。但しこの試験には使用不可能の設備もあるなど制約があったので、今後更に試験を行ない、又今回寄贈される分析計器を活用して可能な限り混炭比を高めた運用を行なう。

9-2 設備の改善対策

(1) 石炭サイロ改造、給炭機取替

サイロシュートでの石炭詰り防止のため下部傾斜部を改造し併せて給炭機取替を行なう。

(2) スートプロア増設、視窓設置

スラッキング及びファウリングを起しやすい個所にスートプロアを増設し、灰詰り事故の未然防止を計ると共に視窓/監視用TVを設置し監視を容易にする。

(3) ボイラ自動制御装置(ABC)の調整改造

現在のABCシステムは、不備の点があるので改造調整を行ない運転の安定化を行なう。

(4) 各種管理計装装置の整備

現在故障中又は機能低下しているO₂計、フレイムデテクタ、エアレジスタ、サイロ炭位計、排ガス粉じん計その他の管理計装装置を整備して運転の安定化を計る。

(5) 混炭設備

現在混炭はリクレーマ上の流量計を目視しながら手動操作しているので混炭設備を設け混炭精度を高める。

(6) 消費炭サンプラの自動化

消費炭のサンプラは遠隔手動操作方式でサンプリング、分析は行われていない。この装置を自動化し、消費炭のサンプリング分析を行ない、正確な貯炭管理、消費炭管理を行なうようにする。

(7) 運炭関係設備の改善

次の設備の設置、改造、改善を行う。

- ア. アンローダホッパ、各部シュート改造
- イ. アンローダ、スタッカ／リクレーマ、
貯炭場等の散水装置設置
- ウ. 貯炭場の防風フェンス設置
- エ. 真空掃除機設置
- オ. トリッパ部シール対策
- カ. コンベヤ排水対策
- キ. マグネットセパレータ増設

改善工事の工程は図2-1の通り。

図に示す工程は未だこのプロジェクトに対する資金源が確定していないので、一応資金手当の手続き関係に10ヶ月要すると仮定している。

第 10 章 經 濟、 財 務 評 價

第10章 経済、財務評価

10-1 評価方法

輸入炭消費量を減少し、国内エネルギーの有効利用を目的としたカラカ発電所 1号機の改善計画は、フィリピン共和国の立場に立って、このプロジェクトの経済性を見れば（経済評価）国内炭の混炭率の向上及び信頼性が向上することにより、輸入炭購入に要する外貨の節約という経済的メリットが上げられるが、他方、電力経営というNAPOCORの立場に立ってみると（財務評価）、発熱量当りの単価の高い国内炭を増加することにより発電原価を上昇せしめるといふ、相反する経済性を持つ特殊なプロジェクトであり、経済性を過度に上げる（国内炭混炭率を大巾に増加する）と発電原価が急騰し電力経営が成り立たなくなる。

このような観点より、策定された各改善計画のそのぞれについて混炭比改善による外貨節約を便益とする経済的内部収益率を予備的に求め、これを参考に技術的实施の可能性について現実性の高い項目をまとめた改善計画案について、経済性、財務性を内部収益率法をもって評価した。財務評価については原プロジェクトのキャッシュフローの中で今回の改善計画による投資、収益減が吸収可能かどうか検討した。更に、当該プロジェクトを実施した場合（WITH）と、しなかった場合（WITHOUT）の財務評価の比較を行った。

10-2 予備的経済評価

策定された各改善案について、それぞれの経済的内部収益率を10-1表の如く求めた。

表10-1 經濟的内部收益率

Case	Upgrading Plan	Cost (M\$)	Benefit (M\$/yr.)	EIRR (%)
A.1	Continuation of present operation with improvement of operation and maintenance	0	28.8	—
A.2.0	Derated output (225 MW) operation (with operation of oil thermal)	95	-78	x
A.2.1	Derated output (225 MW) operation (Without operation of oil thermal)	95	277	293.26
A.3.0	Boiler modification (With operation of oil thermal)	946	24	-5.27
A.3.1	Boiler modification (Without operation of oil thermal)	237	24	7.97
A.4.0	Construction of a new boiler for exclusive ROM/SSC firing (With operation of oil thermal)	3,033	277	5.27
A.4.1	Construction of a new boiler for exclusive ROM/SSC firing (Without operation of oil thermal)	2,322	277	8.04
A.5.0	Replacement with a new boiler for exclusive ROM/SSC firing (With operation of oil thermal)	7,132	277	-2.95
A.5.1	Replacement with a new boiler for exclusive ROM/SSC firing (Without operation of oil thermal)	2,392	277	7.69
B.1	Modification of silo and coal feeder	95	6	3.35
B.2	Addition of 4 sootblowers	11	16	154.59
B.3	Modification of ABC system	11	3	29.42
B.4	Installation of blending facility	108	24	21.49
B.5	Installation of a coal scale on reclaimer	9	12	130.03
B.6	Installation of a new dryer	142	94	65.97
C.7	Fuel additives and installation of a new dryer	142 + 81/yr.	123	86.41

10-3 前提条件

経済・財務評価に用いた主な前提条件は下記のとおり

(1) 運転状況

改善計画前はセミララ炭 (SSC)、オーストラリア炭 50 : 50で混炭していたものとし、改善計画後は以下の運転を継続するものとした。

出力 : 300 MW

プラント効率 : 35.40%

利用率 : 70 %

(2) 燃料

	発熱量 (Kcal/Kg)	価格 (Peso/t)
オーストラリア炭	6,090	648
セミララ(SSC)	4,390	750
重油	10,000	2,642(20 US\$/bbl)

(3) 経済寿命と減価償却

経済寿命は1985年から2009年までの25年間とし、残存価格なしの算術級数法にて減価償却するものとした。

原プロジェクトの建設費は1985年価格で約20億ペソであるが現在の為替レートでは現実的でないため、NAPOCORの1983年減価償却額4.3億ペソより想定した再評価価格60億ペソを用いた。

(4) 資金調達と返済計画

原プロジェクトは主に日本輸出入銀行 (日本EXIM) 出資の借款により実施されており、今回のプロジェクトで原プロジェクトの財務性再評価にあたっては輸銀の借款条件を用いた。この利率は8.5%/年と幾分高めであるが、想定条件を厳しくするため、本プロジェクトの借入条件を原プロジェクトと同一とした。

(5) 為替レート

1us\$ = 21ペソ = 140円

(3) 便 益

改善計画の経済効果を大別してセミララ炭混炭比増加と信頼性、性能向上の二つとする。

ケースNo.	改善効果	燃料節約
・セミララ炭混炭比増加		
A.1	混炭比50→60% (年間60%)	輸入炭減 44,435t
B.4	混炭比 5%向上 (同上)	輸入炭減 23,354t
小 計		輸入炭減 67,789t
・信頼性、性能向上		
B.1	50MW負荷減, 週 2回 (雨期) 解消	他PS重油 1,521kl
	年 1回ユニットトリップ解消	// 878 kl
B.2	年 2回ユニットトリップ解消	他PS重油 6,143kl
B.3	プラント効率 0.1%向上	輸入炭減 889t
	年 2回ユニットトリップ解消	他PS重油 878kl
D.1	信頼性, 運転性向上	
小 計		輸入炭減 889t
		他PS重油 9,420kl
合 計		輸入炭減 68,678t
		他PS重油 9,420kl

10-4 経済評価

(1) 経 費

上記の各項目毎の経済評価結果、及び技術評価の結果策定された改善計画案の工事項目及び工事費は下記の通り。

No	項 目	工事費 (百万円)	(千ドル)
A.1	現設備のまま混炭比向上	0	(0)
B.1	サイロ改造・給炭機取替	630	(4,500)
B.2	スートブロワ 4基増設	70	(500)
B.3	ABC改造	70	(500)
B.4	混炭設備設置	720	(5,143)
D.1	その他改善工事	1,097	(7,836)
	ー管理計装装置整備	(60)	
	ー消費炭サン普拉自動化	(96)	
	ー運炭装置改善	(941)	
	輸送、据付、工事費合計	2,587	(18,479)
	コンサルタントフィー	80	(571)
	改善工事費 (予備費除く)	2,667	(19,050)

(2) 工 期

改善工事は定修、保修停止を利用して実施し、準備期間も含め工期は1989年より開始、1990年末完成の24ヶ月とした。

上記改善工事を実施することにより年間約463百万円の外貨を節約することができる。

(4) 経済的内部収益率

上記をベースに混炭比を(I)9% (15%×60%……アルカリ分 6以上となる割合) (II) 15%の工事費の計についてケーススタディーを行なった結果、下記のEIRRを得た。

	EIRR
ケース(I)	16.37%
ケース(II)	24.27%

これらはいずれも、国家経済開発局 (NEDA) の設定する割引率15%を上まわることになり、経済的には十分フィージブルである。

10-5 財務評価

(1) 経費

a. プロジェクトコスト

原プロジェクト再評価額402.16億円に、本プロジェクトコスト予備費2.59億円を含んだ総改善工事費29.26億円、合計431.42億円を発電所建設費と想定した。

b. 運転経費

1984年10月の運開より1986年末までは、大略運転実績を用い、1987年～1990年は50：50の混炭比、1991年以降は改善工事実施による59：41の混炭比を用いた。（但し、年間の60％は65：35、残り40％は50：50の混炭比とする。）発電効率は0.1％向上するものとした。

(2) 便益

改善工事により運転の信頼性向上、事故・保修停止が減少することになり、年間で約2％の利用率が改善され売電電力量で約44GWhの増加を見込んだ。

運開より発電寿命までの売電収益から、所内用電力、送電ロス、一般管理費などを差し引いた収入を便益とした。売電価格は、1986年度ルソングリッド平均売電価格(1.0552ペソ/kWh)を用いた。

(3) 財務的内部収益率

上記条件にて算定の結果、FIRR 13.67％を得た、これは機会費用8.5％を十分上まわるものであり、原プロジェクトの財務性再評価の中で本プロジェクトを実施しても、NAPOCORのカラカ発電所経営は十分成立すると評価される。

(4) キャッシュフロー

運開後16年目（1999年）にデット・サービスレシオが0.99となり1を下回るが、原プロジェクト工事費及び今回改善工事費の借入金返済後、運転最終年には約570億の累計収益をあげることができる。

10-6 WITH/WITHOUT 財務評価

単位価格の高い国内炭消費を増加することによりプラント経営の財務性にどのような変化を与えるかを検討した結果を下表に示す。

		WITHOUT	WITH	増	減
プラント効率	(%)	35.3	35.4	+	0.1
利用率	(%)	68	70	+	2
発生電力量	(gWh)	1,787	1,839	+	52
石炭消費量	(t)	830,858	878,531	+	47,673
		(100%)	(100%)		
セミララ炭	(t)	415,429	518,333	+	102,904
		(50%)	(59%)		
オーストラリア炭	(t)	415,429	360,198	-	55,231
		(50%)	(49%)		
燃料費	(10 ³ ペソ)	591,987	631,884	+	39,897
	(百万円)	(3,947)	(4,213)	(+)	266
発電原価	(ペソ/kWh)	0.6954	0.6982	+	0.0028

上記によりそれぞれの財務的內部収益率 (FIRR) を算定した結果、WITHで13.67%、WITHOUTで14.14%となった。又、WITHの場合WITHOUTと比較して、キャッシュフローによる累積利益で約8.6億ペソ (57億円) の収益減となる。

第 11 章 セミララ炭鉍調査概要

第11章 セミララ炭鉱調査概要

11-1 概要

フィリピン共和国、電力公社 (NAPOCOR) の要請により、JICA調査団は、ルソン島のバタンガス州カラカの石炭火力発電所1号機の改善調査を実施した。その一部として石炭調査グループは、当発電所に供給されているセミララ炭の炭質、炭鉱操業全般に亘る調査を実施した。

当カラカ発電所は、フィリピン政府のエネルギー政策に基づき、国内炭を100%使用する事を前提に建設された発電所であり、1984年に運転開始された。又、セミララ炭鉱は、当発電所に燃料炭を供給する契約を基に、1980年開発に着手し、発電所の運転開始に適合すべく、1984年7月より石炭の出荷を開始した。

当発電所は、セミララ炭鉱にて生産される石炭のみを使用し操業する事を前提に設計建設されたが、運転開始直後より運炭系のトラブルで運転困難の問題を発生した。

これ等の問題は、セミララ炭鉱より供給される石炭が粘土分を多量に含有し、低品位である為と考えられ、NAPOCORは、輸入炭、主にオーストラリア炭の混炭により対処すると共に1984年10月セミララ炭の引き取りを拒否した。

この炭質問題を改善する為、セミララ炭鉱では、開発以来実施していた全層採掘（山元では、ランオブマイン(ROM)と呼んでいる）を選択採炭に切り換え粘土プライのはさみを除き石炭プライのみを採掘する事とした。この選択採炭により、炭質は、かなり改善され、1985年2月NAPOCORはセミララ炭の引き取りを再開したが、セミララ炭に含有されている高アルカリ分、主にNa,Kによるスラッキング、ファウリングがボイラーに発生し、セミララ炭の100%燃焼は達成出来ず、輸入炭との混炭を続け今日に至っている。

今回の調査の目的は、フィリピン政府の当初の目標である国内炭の100%使用に少しでも近づく様セミララ炭の使用量増加策を検討する事であり、セミララ・ウノン炭の炭質改善の方法を検討すると共に現在採掘されているウノンピットの生産方式、生産計画を検討し、最適操業案を策定する。

11-2 石炭販売契約

NAPOCORがルソン島バタンガス州カラカに建設予定の300 MW出力の石炭火力発電所に燃料用石炭を供給するべく、1980年12月にNAPOCORとSCCのとの間で、石炭販売契約が調印された。

(1) 契約量

SCCは、NAPOCORに年間最低900,000メトリックトン、最高960,000メトリックトンの石炭を各月均等にして75,000から80,000メトリックトンの範囲でNAPOCORの要求に応じて供給する事。

(2) 契約期間

当石炭販売契約は、両者の合意により終結する場合を除き、実施日より15年間有効とする。

(3) 炭 質

NAPOCORに出荷される石炭性状は、石炭販売契約書に下記の通り規定されている。

a. 工業分析 (気乾ベース: ASTMに基づく)

灰 分	16-22%
固定炭素	24-30%
揮発分	38-44%
硫黄分	0.4-1.3%
水分	11-15%

b. 発熱量

(気乾ベース) 8300-9300Btu/lb

c. 粉砕性指数(H.G.I) 40-50

d. 灰の熔融性

半球熔融温度 1350℃

溶流温度 1410℃

e. 粒径 最大 200mm

尚、石炭の品質は、石炭販売契約に示す方法により、サンプルを採取し、ASTMに基づいて分析を行い決定される。

第 12 章 セ ミ ラ ラ 島

第12章 セミララ島

12-1 セミララ島

セミララ炭鉱のあるセミララ島は、ミンドロ島とパナイ島のほぼ中間北緯約12°に位置する幅4km、南北方向の長さ13kmの小さな島で、面積は約55平方kmである。フィリピン共和国の首都マニラより直線距離で約300km南方、ミンドロ島の南方約16kmにある。(図12-1, 図12-2参照)

島内中央部には、主要道路が東西に走り、東海岸のウノンピットと西部のインダストリアルエリア及びダブダブ船積み埠頭とを結んでいる。インダストリアルエリアには石炭貯炭場、自家発電所、修理工場、本部事務所等の炭鉱操業に必要な付帯設備が集約されている。又、東西に走る主要道路から分岐し、南北に走る道路があり、各探査地域へと続いている。この道路は北部のパニアン地区、南部のヒマリアン地区、その他各所にある水源へのアクセスとなっている。

セミララ島の気候は熱帯性でありモンスーンの風向きにより、はっきりと雨期及び乾期に別れる。年間降雨量は、約3,000mmである。乾期は、10月の末又は11月上旬から3月末又は4月上旬までで、この期間には、北東の季節風が吹く。この季節風は、北～北東方向から常時吹き、乾期の終りが近づくと従って東寄りとなる。その為、島の東海岸は高い波にさらされ、波高は時として、4mにも達する事が報告されている。一方、船積み設備のあるダブダブ埠頭が位置しているセミララ島西部の海上は比較的穏やかである。

この乾期には、水不足が深刻となり、島全体が乾燥し、この島の全体をおおっている細かな土壌が季節風に吹かれ、多量の粉塵が発生する。雨期は、5月末又は、6月上旬から9月末又は10月上旬まで続き、南西の季節風が吹く。しかし、この季節風は、乾期の北東の季節風ほど連続的ではない。この期間、島の西部は季節風による高い波にさらされる。又、年間降雨量のほぼ70%に当る雨が降り、その為、採掘ピットが泥沼化し、採掘操業が困難となる。時としてピットの泥沼の深さは腰までにも達し、タイヤ系の重機特にダンプトラックは稼働不能となる。

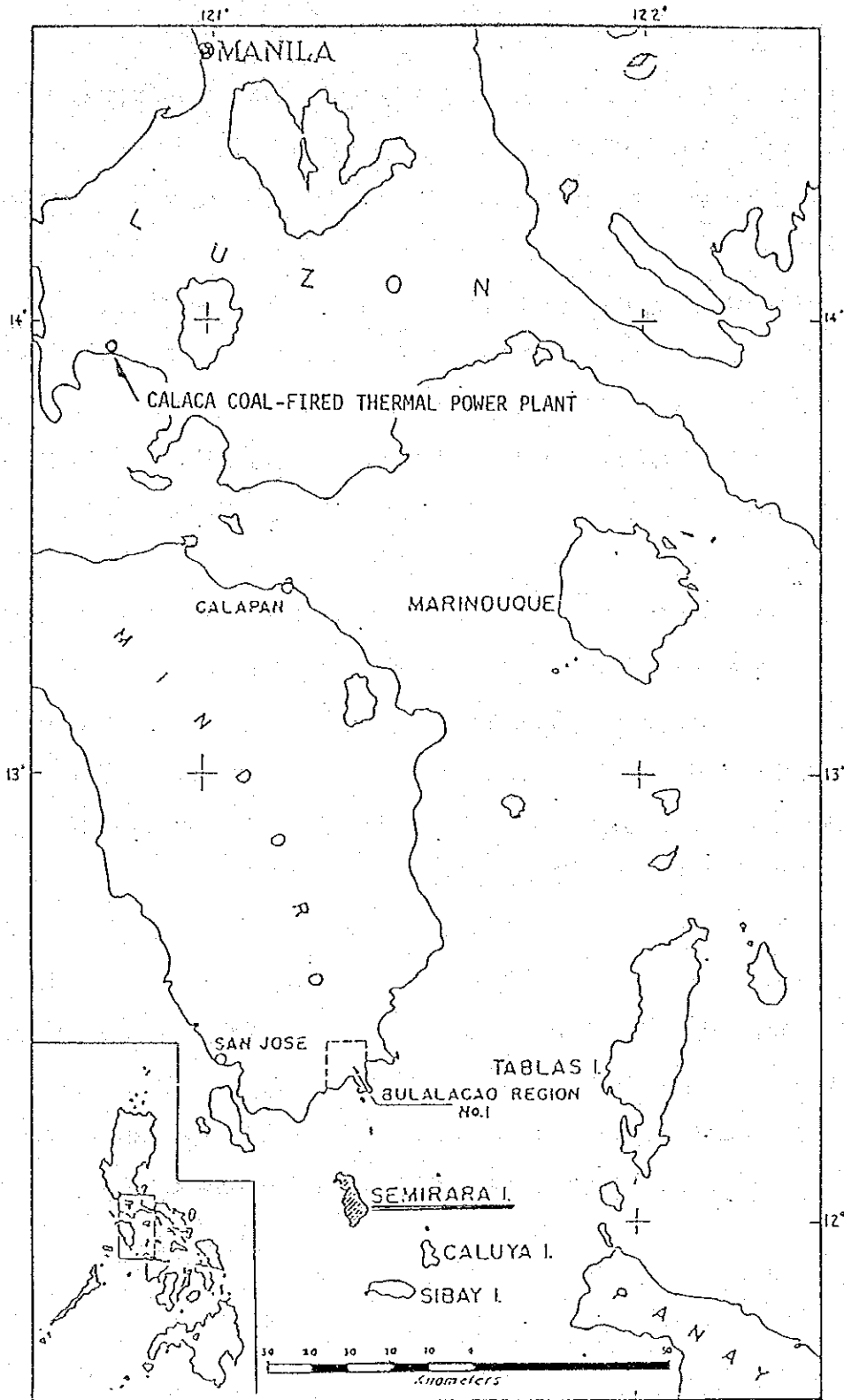
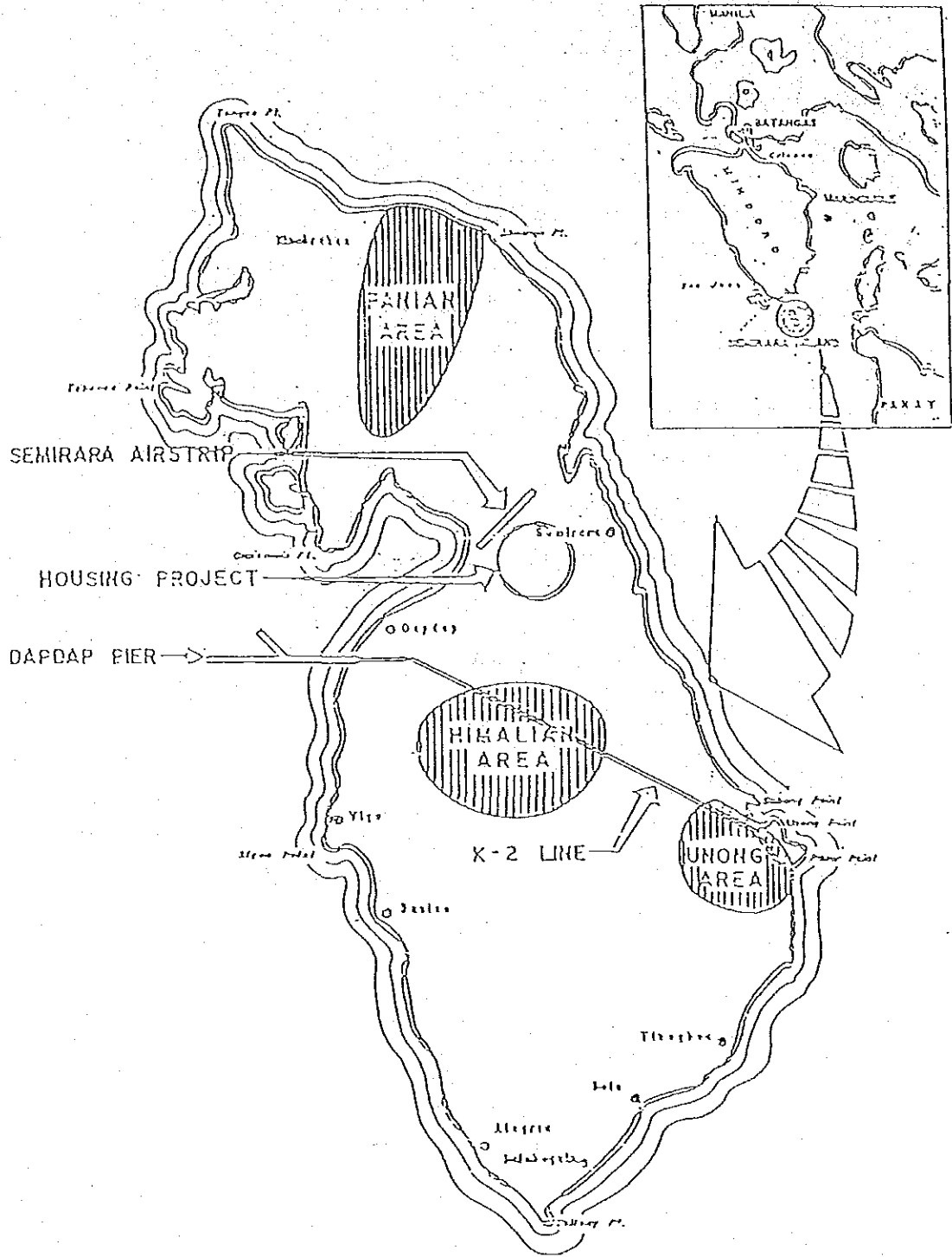


図12-1 セミララ島位置図



SEMIRARA ISLAND

図12-2 セミララ島鉱区図

12-2 炭鉱付帯設備

離島の炭鉱操業という特殊条件を考慮し、島には、炭鉱操業の設備の他、住宅、売店、病院、海上運搬、空輸などの設備が建設されている。

図12-3にこれ等の配置を示す。

炭鉱操業関係の主要付帯設備は下記の通り。

船積み設備	1,000トン/時
スタッカー	3,060トン/時
リクレーマー	1,000トン/時
石炭輸送コンベア	1,020トン/時

(K1, K2, K3)

(総延長約6.6km)

パイロット選炭設備 公称 25トン/時

自家用発電所 15MW

修理工場 1式

分析所 1式

その他

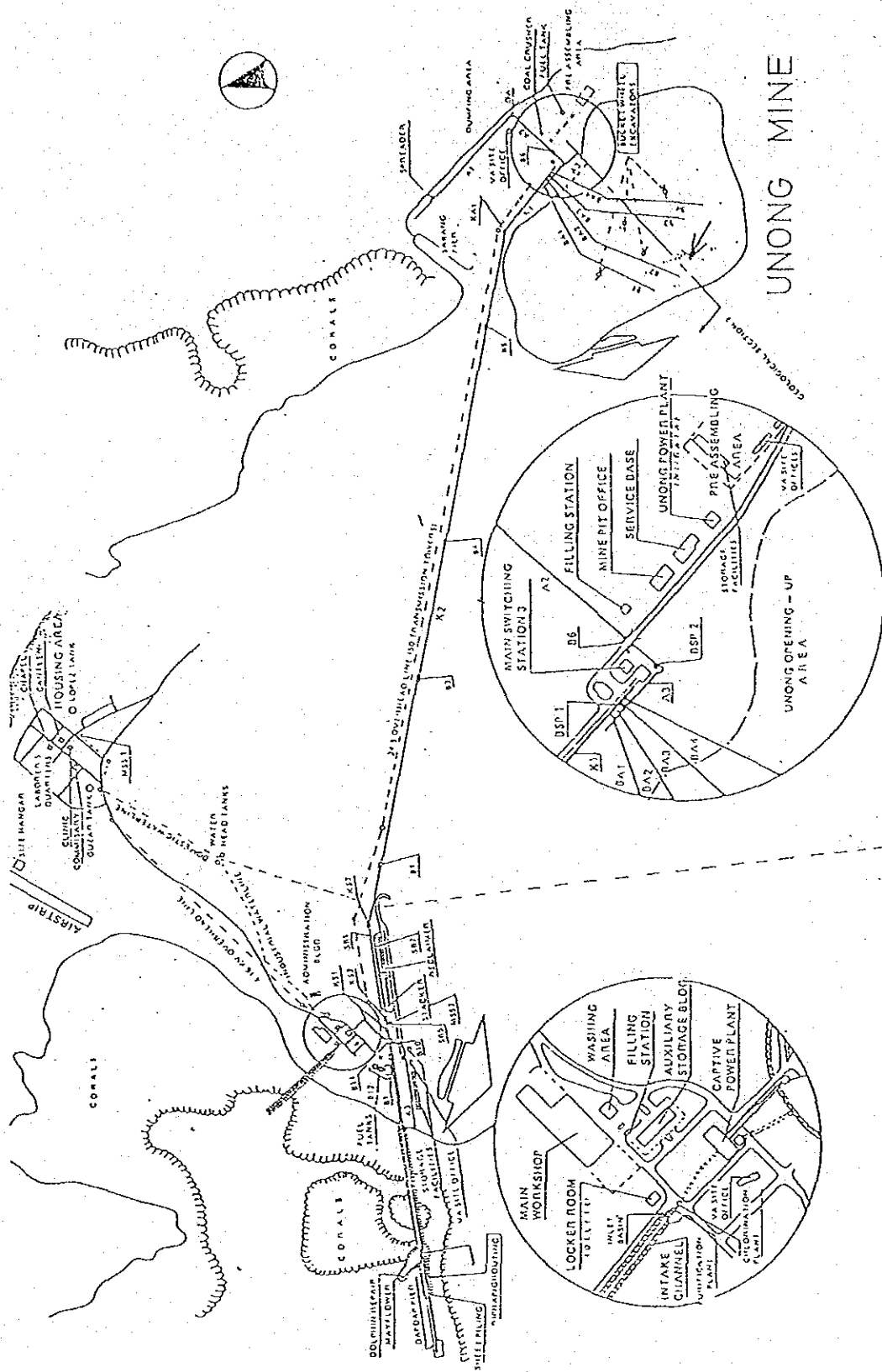


图12-3 炭鉱附帯設備配置

第 13 章 セミララ炭鉍ウノンピット

第13章 セミララ炭鉱ウノンピット

13-1 ウノンピットの操業

セミララ島には、採掘の対象となる鉱区が3ヶ所ある。それ等は、島東南部のウノン、中部のヒマリアン、北部のパニアン地区である。その中で最も開発に着手し易いと判断されたウノンピットが開発され、現在操業が行なわれている。

ウノンピットの開発は、1978年バルカン鉱工業社 (VALCAN INDUSTRIAL & MINING CORP) とアストロミネラル社 (ASTROMINERAL) が当ピット開発のエンジニアリングスタディを行い、かつ必要な露天採掘用の機械を“ターンキー”ベースにて供給するという契約の締結により始まった。

この契約に基づき、アストロミネラル社がF/Sを行い1980年8月に完成し、当ピットの開発がFEASIBLEであるという結果が出た為上記契約に基づき、アストロミネラル社が必要な露天採掘用機械を“ターンキー”ベースにて供給したのである。

主要採掘機械は、セミララ島に於ける雨期のグランドコンディション、非常にもろい岩質を考慮し、バケットウィールエクスキャベータ(BWE)と、ベルトコンベアの組合せ方式が導入されている。

現在、4台のBWEが各ベンチに配置されており、各ベルトラインのエレベーションは-4, -21, -36, -62 mである。これ等のベルトラインはシフトプルであり、固定ベルトに接続し、ピット外へ剝土、石炭を搬出する。シフトプルコンベアは、ベンチ採掘の進行に伴い、ヘッド部を中心に回転移設される。

常時、3台のBWEが稼働しており、1台がスタンドバイとなっている。剝土ベルトコンベアの運搬容量は、4台のBWE同時稼働の容量があるが、石炭運搬用ベルトコンベアの運炭容量が、1台のBWEの出炭量程度である為、2台BWEが同時に採炭せぬ様調整している。BWEの他、トラック、ショベル等のいわゆるコンベンショナルな採掘用機械も稼働しており、主にBWEにて採掘された後のピットウォールの整形、修復、連続性のない炭層でBWE採掘に適せぬ部分の採掘やBWEの取り残し部等の採掘に利用されている。

BWEにて採掘された剝土はシフトプルコンベアよりフィックストコンベアを通り、スウッチングポイントを経て、硬捨てコンベアに乗り、スプレッダにて海中に投棄される。採掘された石炭は、同様にしてシフトプルコンベアよりフィックストコンベアを通り、スウッチングポイントにて、コールコンベアに乗り、ストックヤードへと運搬される。

ベンチの進行に伴い、BWEによる掘削が困難な硬砂岩層が出現しており、現在、ブルドーザによるリップングや発破の後BWEにて掘削を行っている。従って、この部分を掘削する時、BWEの能率が400BCM/HR程度に落ちるばかりでなく、掘削した硬砂岩によるベルトの破損事故も懸念される。

主要採掘機器は、表13-1に示す通りである。

表13-1 主要採掘機械設備

(1) 連續式採掘機械設備

ITEM	NO. OF UNIT
BUCKET WHEEL EXCAVATOR SR 400	4
SHIFTABLE CONVEYOR (B1, B2, B3, B4)	4 APPROX TOTAL LENGTH 3500m
FIXED CONVEYOR (BA1, BA2, BA3, BA4)	4 APPROX TOTAL LENGTH 2000m
WASTE CONVEYOR	3 APPROX TOTAL LENGTH 1300m
COAL CONVEYOR	2 APPROX TOTAL LENGTH 4600m
SPREADER	1

(2) CONVENTIONAL MINING關係主要機器

ITEM	NO. OF UNIT
POWER SHOVEL	3
TRACK LOADER	2
WHEEL LOADER	3
DUMP TRUCK (35 TONS)	8
(25 TONS)	3
WHEEL DOZER	1
CRAWLER TRACTOR	8
PIPE LAYER	2
TRAILER (80 TONS)	1

13-2 生産実績及び出荷実績

ウノンピットの実績は表13-2に、また、出荷実績は表13-3にそれぞれ示す通りである。

表13-2 石炭生産実績 (ウノンピット)

(メトリックトン)

年度	トラックアンドショベル	BWE	合計
1979	4,000		4,000
1980	30,000		30,000
1981	13,000		13,000
1982	91,000		91,000
1983	326,000		326,000
1984	33,000	534,000	567,000
1985	7,000	587,000	594,000
1986	1,000	579,000	580,000
合計	505,000	1,700,000	2,205,000

表13-3 セミララ炭出荷実績

(Metric tons)

Year	Customers	Delivery Tonnage	
1980	Biophil & Bocnotan	33,000	
	1980 Total	33,000	
1981	Biophil	12,000	
	1981 Total	12,000	
1982	Biophil	2,000	
	Atlas	68,000	
	1982 Total	70,000	
1983	Atlas	173,000	
	PNOC-CC	1,000	
	1983 Total	174,000	
1984	Atlas	264,000	
	NAPOCOR	152,000	
	PNOC-CC	103,000	
	Philphos	5,000	
	MMIC-NONOC	16,000	
	MMIC-IC	13,000	
	Others	11,000	
	1984 Total	564,000	
1985	Atlas	227,000	
	NAPOCOR	343,000	
	Philphos	22,000	
	Pasar	2,000	
	1985 Total	594,000	
		Actual (Jan. - Sept.)	Budget (Jan. - Dec.)
1986	Atlas	62,000	134,000
	NAPOCOR	237,000	410,000
	Philphos	16,000	23,000
	Pasar	5,000	5,000
	1986 Total	(320,000)	(572,000)

13-3 ウノンピットの石炭埋蔵量

ウノンピットに於ける炭量は、1980年に提出されたアストロミネラル社のフィージビリティスタディ中に述べられている。それによると、その炭量は、ポリゴン法により、150mレベルまで計算されており、表13-4に示す結果となっている。低品位炭を除くと、17,220,000トンが埋蔵炭量である。

但し、これは、理論埋蔵炭量であり、しかも、全はさみを含めたROM炭である。これに地質安全率80%、採掘実収率90%を適用し、さらに選択採炭にて除かれるはさみ分を除くと、1986年末での、ピット内残炭量は、7,345,000トン（選択採炭）となる。

セミララ炭鉱から提供された非常に限られた地質データをもとにコンピュータ及びマニュアル手法により、選択採炭した場合の残炭量を計算した結果、1986年末時点での残炭量は、マニュアル手法では、6,900,000トン、コンピュータ手法では、5,800,000トンという結果を得た。それぞれの計算の条件が少々異なるが、ピット残炭量として、600~700万トン程度と見るのが妥当であろう。

この炭量は、現状のピットスロープをも考慮して、算出されたものであり、より現実的な炭量といえる。

各炭量計算の諸元を表13-5に示す。

表13-4 ウノンピット埋蔵炭量(IN-situ)

(アストロミネラル社による)

単位：メトリックトン

確定炭量 (Proven)	13,945,000
推定-確定炭量 (Probable to Proven)	3,275,000
合計	17,220,000
マイナシームの低品位炭	3,400,000
総計	20,620,000
注、高品位炭比重	1.3
低品位炭比重	1.7
ウノンピット外南部に賦存が 期待される炭量	731,000

又、現在、北東部の斜面で発生している斜面のスライドを考えると、将来斜面の傾斜をゆるくする必要が生じる可能性があり、その場合はさらに炭量は減少する。

従って、当ピットに於ける操業は、現状を維持するのが精一杯であり、将来の発電所への供給計画に合せ、新しい地区の開発を早急に進める必要がある。

可採炭量は、プロジェクトの経済性を左右する重要な要因であるので、正確な地質調査、解析により得られたデータに基づき、より現実的に計算されるべきである。

表13-5 ウノンピット可採炭量 (1986年末現在)

	トン×1,000	
アストロミネラル社 F/Sの炭量に基づく炭量	7,345	ピットスロープを考慮している か不明。-150mまで
マニュアル法 (SCC提出の 断面図に基づく)	6,900	SCC から与えられたピット形 状により-140mまで
コンピュータ法 (SCC提出の ピット平面、断面図のデータに 基づく)	5,800	SCC から与えられたピット形 状により-140mまで 但し、与えられた資料中、 ピット北部にて一部データが欠 けている。

- 注 (1) すべて、選択採炭による炭量、メトリックトン
- (2) SCCから提出されたピット断面図によると-140mまで採掘する計画となっている。
-150mレベルまで採掘するのは、ピット面積からして困難な模様である。
また、-140m、-150m間での炭量もあまり期待出来ない。
- (3) コンピュータ法によるピット北部のデータの欠けている部分の炭量をマニュアル法にて推定すると、約25万トン程度である。
- (4) マイナシームからの炭量は、全体の25%と仮定した。

参考

炭層	デームスアンドムア社の 計算による理論埋蔵炭量 (トン×1,000)	比率
メイン	17,700	77%
マイナー	5,380	23%
計	23,080	100%

(低品位炭をすべて含む)

第 14 章 生 産 改 善 計 画

第14章 生産改善計画

現在、採掘されているウノンピットは、年産約100万トン(ROM炭)生産する規模で設計されたにもかかわらず、実績は50~60万トン/年程度である。

地質、炭層関係の詳細な資料が充分提供されなかったため、アストロミネラル社の想定した地質、炭層状況を基に下記の各案を検討した。

(1) 現在のBWEを大型化する。

現在すべての設備は、すでに据えつけられ稼動しており、BWEを大型化する事によりすべてのコンベア設備も大型化されねばならず、全設備の取り替えという事になる。これは、経済的に成り立たぬばかりかピット操業を一時的にしる停止させなくてはならず非現実的である。

(2) BWEの追加

(1)案と同様、ベルトコンベアの容量増加または、ユニットの追加が必要であり、ピットに限られた面積を考慮すると現実的ではない。

(3)トラックショベルの追加

ウノンピットの岩石は、水に溶け易い粘土質が多く、雨期に於けるトラックの操業が非常に困難となる。しかしながら、そのフレキシビリティを考慮し、採用するとしたらこの案がより現実的である。

トラックの運搬距離を約3kmと仮定し、ショベル1台、トラック2台の組合せで考えると剝土比により異なるが、剝土比を約12程度と仮定すると下記のようになる。

年間操業日数	249	301	360
年間出炭トン数	10,000	12,000	14,500

現在のピット状況を考えると、追加投入できるショベル台数は、3台が限度と思われる故、約3万トンから4万トン程度の増産しか期待できない。その為のキャピタルコストは、概略9億円程度である。

ショベル	3台	@M¥63	M¥189
トラック	6台	@M¥60	M¥360
ドーザー	2台	@M¥60	M¥360
合計			M¥909

従って、この方法もあまり有効ではないが必要ならば、何等かの助けになるかもしれない。

(4) 現有BWE設備にて操業日数及びBWEの稼働率を向上させる方法

過去の実績に基づき、BWEの実作動時間割合を54.8%と想定した場合、出炭は表14-1の様になり、選択採炭を行った場合でも、年間360日操業すると約70~80万トンの出炭が予想され、生産向上には、最も現実的な方法と思われる。

但し、これは当初のアストロミネラル社が想定した地質、炭層状況に基づくものである為、詳細な地質、炭層状況の再確認が必要である。限られた地質資料から想定すると可採炭量は、600~700万トン程度しか残されていないため、地質の詳細調査を行ない、それに基づいた正確な採炭計画がスタディされるべきである。

表14-1 生産計画の比較 (4台のBWE設備による)

CUT TIME X	54.8																	TOTAL
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
RUN-UP-LINE	249 DAYS	631	681	770	790	799	778	739	786	921	1,500	1,500	1,500	1,000	600	581		15,082
	301 DAYS	813	851	956	972	939	890	974	1,461	1,800	1,500	1,000	800	326				15,082
	360 DAYS	974	1,062	1,157	1,137	1,071	1,197	2,200	2,200	2,000	1,500	584						15,082
SELECTIVE	249 DAYS	474	482	541	563	566	551	522	548	619	977	1,100	1,100	1,100	616			10,859
	301 DAYS	575	599	673	688	666	629	680	851	1,300	1,300	1,200	698					10,859
	360 DAYS	690	748	816	805	760	814	1,428	1,000	1,600	1,000	599						10,860

CUT TIME X	49.6																	TOTAL
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
RUN-UP-LINE	249 DAYS	606	616	676	716	732	710	689	666	727	855	1,400	1,400	1,400	1,000	800	689	15,082
	301 DAYS	735	749	861	882	862	823	831	936	1,600	1,600	1,600	1,000	600	400			15,082
	360 DAYS	881	940	1,041	1,042	995	1,003	1,208	2,000	2,000	2,000	1,500	472					15,082
SELECTIVE	249 DAYS	429	436	474	504	516	503	490	471	506	574	875	1,000	1,000	1,000	600	480	10,858
	301 DAYS	520	527	607	621	610	588	580	631	1,200	1,200	1,200	1,000	376				10,860
	360 DAYS	624	662	733	737	706	822	1,450	1,450	1,450	1,000	800	426					10,860

第 15 章 石 炭 品 質 管 理

第15章 石炭品質管理

15-1 品質管理の現状

出荷炭の品質管理は、ピットから船積みまで、全従業員の努力により行われている。

ピットでは、BWEが粘土ブライを混入しない様注意が払われ、貯炭場ではスタッカにより、なるべく均等な炭質となる様考慮しながら、ストックパイル形成している。そのストックパイルは250トン毎に18ヶ所からサンプルを取り、1000トン毎にそれ等のインクリメントを統合して1サンプルとして分析し、1ロット5000～6000トンの代表分析値を求め、その品位がNAPOCORに許可され、はじめて出荷される。

船積時には、契約の規定通り自動サンプラにてサンプリングを行い、その分析値が最終品位証明としてSCCから提出される。

すべてのサンプリング分析はNAPOCORの現場駐在員の立会いのもとに行われている。

15-2 石炭品位の実績

石炭性状は11-2章に示すように契約で規定されている。

出荷炭の品位は、両者共、ASTMに基づいて分析されているにもかかわらず、NAPOCOR、SCC間の分析結果にかなりの差異が認められた。

ROMの平均分析値比較

	NAPOCAR	SCC
総トン数	147,400	148,400
発熱量 Btu/lb (気乾)	7,800	8,170
固有水分 %	16.43	17.12
灰分 %	19.88	16.30
全水分 %	25.82	26.74

セレクトティブマイニング炭平均分析値比較

	1985		1986	
	NAPOCOR	SCC	NAPOCOR	SCC
総トン数	338,000	338,000	353,000	353,000
発熱量 Btu/lb (気乾)	8,861	9,234	8,915	9,145
固有水分 %	17.8	15.1	17.1	16.1
灰分 %	11.2	10.1	10.3	10.0
全水分 %	25.7	25.3	25.7	25.3

NAPOCOR, SCC間で分析値に差異の生じる原因として、下記の事が考えられる。

- (1) ASTMの気乾ベースと指定してもその時の分析室の室温、湿度状況により水分値が異なる。従って、その水分値に支配される発熱量も異ってくる。ASTMの気乾ベースでは、分析条件を一定にする事は出来ない。
- (2) カロリーメータは、標準試料を用いて、カリブレートされるが、NAPOCOR及びSCCのカロリーメータは、同一試料及び条件でカリブレートされていない可能性がある。
- (3) 時間と共に両者の分析結果は、近寄ってくる傾向が認められる故、操業初期に於いて、

両者共分析に不慣れであったと思われる。

15-3 パイロット選炭設備

1985年以来実施している選択採炭時に取り除かれている泥岩のはさみを有する#11プライ及び粘土まじりの石炭から少しでも製品炭を回収する為、テスト用の選炭設備が建設され、1987年初めに試験操業を開始した。

その結果、約6100Btu/lbの原炭を処理し、約1000Btu/lbの品質改善が得られており、1987年4月からその水洗炭を最大10%の割合で選炭採掘炭に混炭する事でNAPOCORと合意した。

プラントの概要は、図15-1に示す通りであり、非常に簡単な原炭中の粘土分を水で洗いおとす設備である。原炭処理能力は、25トン/時に設計されたが、実際には平均18トン/時である。

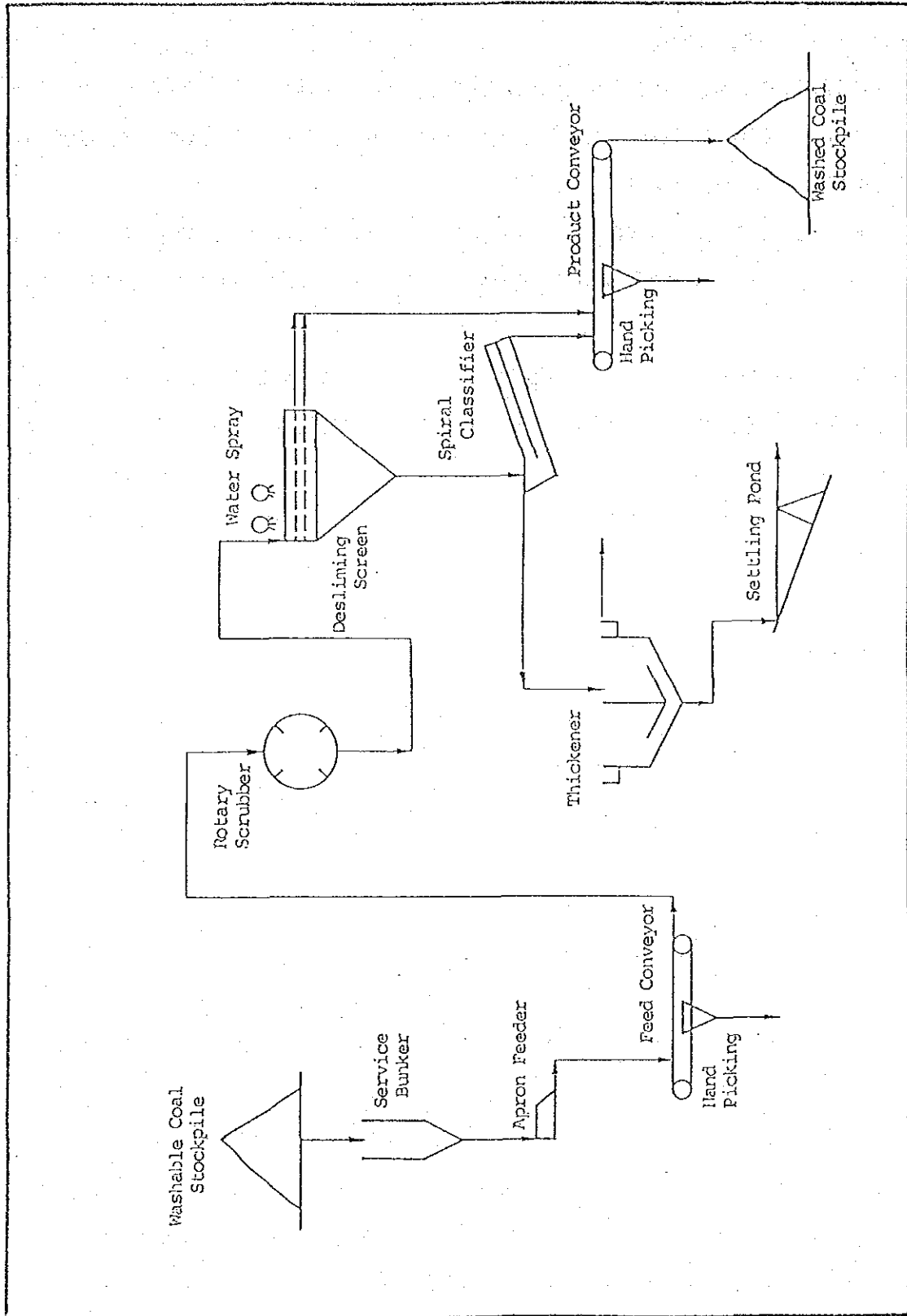


図15-1 パイロット石炭水洗設備フローシート

第16章 石炭サンプルの分析

第16章 石炭サンプルの分析

ウノンピットで生産されている石炭の性状を把握し、かつ炭質の改善案を策定する為、採掘切羽及び製品炭から各種のサンプルを採取した。

ピットの将来採掘される区域での炭質の把握には、当区域のボーリングコアサンプルが必要であるが、それは入手出来なかった。

分析結果より、現在ウノンピットにて生産されている石炭の性状は下記の様に解釈される

- | | |
|------------------------------|--|
| (1) 揮発分 | 30~50%程度に分布しており、かなり高い。 |
| (2) 燃料比 | 1.0以下と低く、燃焼性が良い。これは高揮発分による。 |
| (3) 硫黄 | 1.0%以上のかなり高い部分がある。 |
| (4) 元素分析 | 石炭中の元素成分比は、灰分の多少に影響されず比較的安定している。 |
| (5) 付着塩素 | #1プライで170ppmと少々高い値が見られるが、この値は一般の海岸の土壌に付着されている程度のものである。 |
| (6) 比重 | 真比重、見掛け比重から、石炭の理論空隙率を算出した。その空隙が水で充填されたと考えると、水分約20%と非常に高い。 |
| (7) ハードグローブインデックス | 石炭のプライで約40程度、はさみのプライで、100程度である。 |
| (8) 脱泥試験 | 石炭プライでは水に可溶性成分は少なく、#2、#10の泥岩プライでは80%と多い。
現在水洗いの対象となっている#11プライでは予想に反し、14%と少なかった。 |
| (9) FSI(Free Swelling Index) | 粘結性は、FSI値0で燃料炭としては好ましい。 |
| (10) 灰の溶融性 | 初期軟化温度は、はさみプライで1,200℃、石炭プライで1,300℃程度である。
他の球軟化、半球軟化、溶流温度は石炭プライで、 |

(11) 炭の組成

はさみプライよりも低い傾向が見られる。

灰中の Na_2O 含有量は石炭プライ中に高く、 K_2O 含有量は、はさみプライ中と低品位炭プライ中に多い。

脱塩の可能性を検討する為、比重別石炭のナトリウム・カリウム量の測定と、石炭中のナトリウムの分布状態をX線マイクロアナライザで分析した。又、石炭中の鉱物質について低温灰化灰のX線回折試験を実施した。

その結果、石炭中のAl、Mg、Fe、Ca、Naの存在状況が確認され、それらは全体的にはほぼ均一に分布している。又、本石炭に含まれている鉱物質は、石膏、クォーツ、ペーサイト、ギブサイトが主である。

その分布状態からして、選炭によりNa分を減少する事は出来ない。

第 17 章 選 炭 設 備

第17章 選炭設備

切羽のサンプル及び製品炭のサンプルで浮沈試験を行い、選炭設備の設計を行った。その建設位置は、現在パイロット選炭設備がある所である。

設計基準は、ROM炭年間100万トン処理するものと仮定した。又、操業日数は年間301日、1日3方操業である。

本選炭設備の歩留りは、約53%である。

図17-1に選炭設備のフローシートを示す。又、表17-1は主要設備一覧である。

本選炭設備で処理された精炭の予想品位を表17-2に示す。

プラント建設に要するキャピタルコストは発電所増設、造水プラント等は除き、概略40億円程度である。

従って10年で償却すると仮定し、精炭トン当たり¥750（約107ペソ/トン）となる。操業コストは選炭することにより、製品炭トン当たり約¥850（120ペソ/トン）のコストとなる。

選炭設備を導入するには下記の問題点がある。

- (1) 選炭を行なうことは現在選択採炭で除かれている泥岩プライを水選機で除くことになる。その結果、原炭水分26%に対し製品炭水分は32%と増加する。
- (2) 粘土分が主である選炭設備からの硬は雨期に流出し易く、硬捨場の選択に注意を要する。
- (3) 約75 m³/時程度の選炭補給水が必要であるが、セミララ島でこれだけの真水を確保するには造水設備が必要である。
- (4) 造水設備に要するキャピタルコストは約15億円となる。
- (5) 選炭設備に必要な電力は5,000KWH程度で自家発電所に現在2基設備されている7.5MWの発電ユニットをもう1基増設する必要がある。これに要するキャピタルコストが約15億円となる。
- (6) 選炭設備（自家用発電所の増設および造水設備その他付帯設備は除く）の償却を含む操業コストは製品炭トン当たり¥1600（230ペソ/トン）にもなる。

以上各点を考慮し、選炭設備を導入する事は現実的ではなく、ウノンピットの限られた採炭量をも考慮するとリコメンド出来る案ではない。

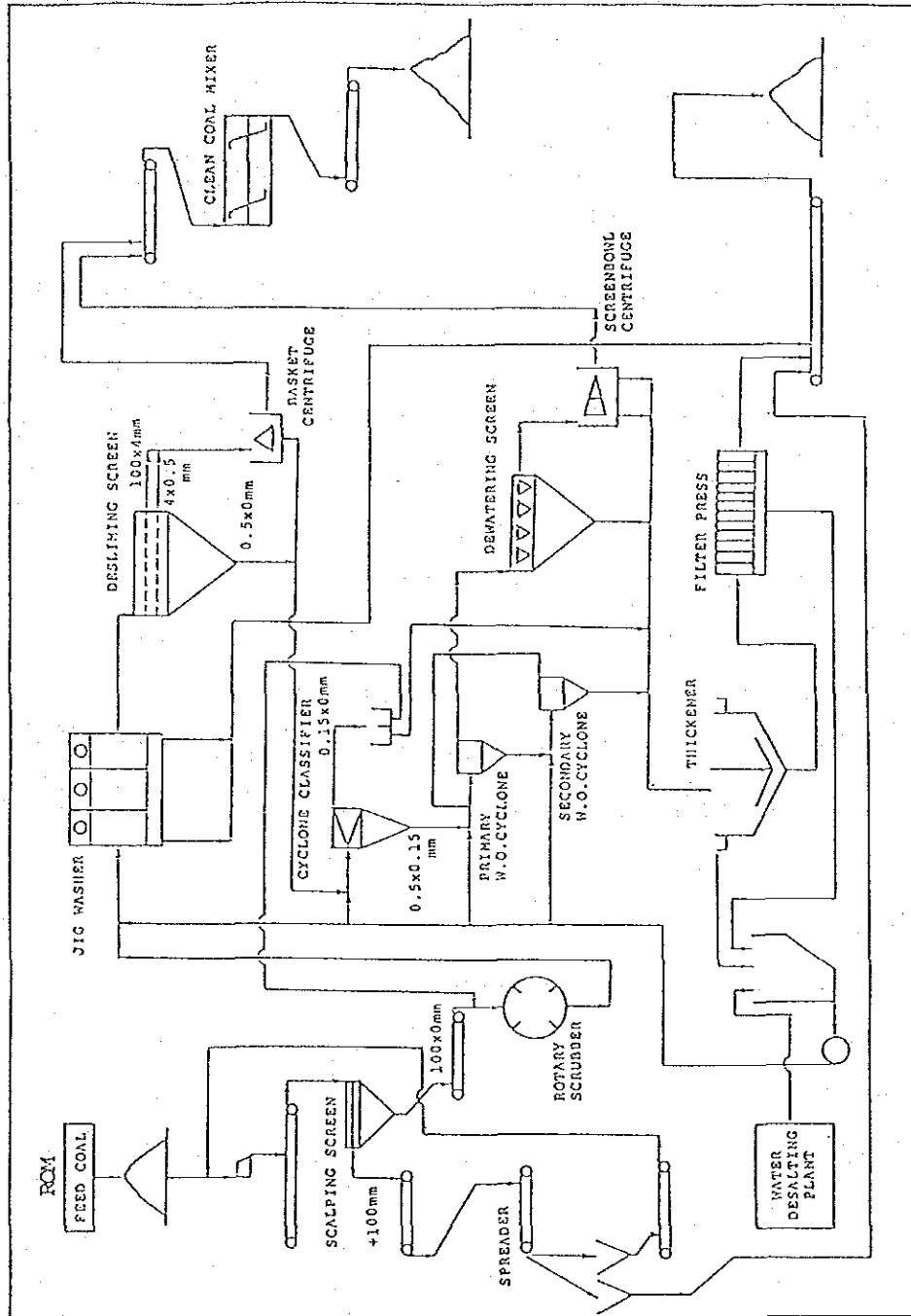


図17-1 水洗炭設備フローシート

表17-1 主要設備一覽表

EQUIPMENT NAME	CAPACITY	NO. OF UNITS	REMARKS
	tph (adb)		
SCALPING SCREEN	210	1	5' wide x 7' long
SPREADER	25	1	12 m/s
ROTARY SCRUBBER	210	1	7' dia x 14' long
JIG WASHER	210	1	9' wide x 16' long
DESLIMING SCREEN	150	2	7' wide x 16' long double deck type
BASKET CENTRIFUGE	80	1	1100mm dia basket
CYCLONE CLASSIFIER	60	4	24" dia
PRIMARY W.O.CYCLONE	45	12	12" dia
SECONDARY W.O.CYCLONE	20	8	8" dia
DEWATERING SCREEN	25	1	4' wide x 10' long
SCREENBOWL CENTRIFUGE	25	1	40" x 60"
CLEAN COAL MIXER	115	1	30" x 40"
THICKENER	50	1	40m dia.
FILTER PRESS	50	3	150 chambers (2m x

表17-2 選炭による精炭予想品位及び各種採炭法による予想品位との比較

Operating Method	H.V. (AR) BTU/lb	H.V. (DB) BTU/lb	Ash (DB) %	T.M. (AR) %	Content in Ash, wt%			Energy Recovery	Yield
					Na ₂ O	K ₂ O	Na ₂ O+K ₂ O		
Plant Product	7,180	10,600	14.06	32.3	1.81	1.72	3.53	76.8	53.35
*SSC	7,970	10,770	13.52	26.0	2.25	1.64	3.89	77.9	53.22
**SSC+#11	7,550	10,200	17.63	26.0	1.72	1.69	3.41	92.5	66.72
Run-of-mine	5,450	7,360	38.23	26.0	1.02	2.00	3.02	100.0	100.0

(注) *10cmのコールロスを含む。

**コールロスを含まず。

第 18 章 炭 質 の 評 価

第18章 炭質の評価

各種操業方法によりそれぞれ製品炭の炭質は異ってくるが、ボイラ設計基準である全水分19%、発熱量8,500Btu/lbを維持し、かつ灰中の $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ の含有量が許容限界値である4%以下となる事を目標として、各操業方法による炭質の比較評価を行うと下記の様になる。(表18-1参照)

(1) ROM炭

ROM炭はその採炭の性格上、粘土分の含有率が約35% (ドライベース) とかなり高くなり、発電所に於ける運炭設備でのトラブルが指摘されている。又、発熱量が予想される受入れ状態の全水分約26%で、5,450Btu/lbと低く、これを所定の発熱量に上げる為には、現在使用している程度の輸入炭 (発熱量 10,800Btu/lb水分7%) を約57%混炭しなければならない。

(2) 水選炭

選炭された製品炭は水分を32%程度含有し、その状態に於ける発熱量は7,210Btu/lbであり、そのままの状態では使用出来ない。

この水分を所定の19%程度にまで減少するには、輸入炭を約52%混炭しなくてはならない。

この混炭率に於いては、 $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ の含有量は問題とならない。

(3) 選択採炭(SSC)

現在行われている選択採炭による製品炭は受け入れ状態で全水分が26%、発熱量が7,980Btu/lbであり灰中の $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 含有率はセミララ炭鉱より与えられた代表的炭層断面から合成すると3.89%であり、実際にサンプリングを行った切羽では4.22%である。

この場合、全水分を19%以下にする為には、約37%の輸入炭を混炭しなければならない。

この混炭率における灰中の $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ の含有率は代表断面の分析値を基準とすると2.23%となり、又、実際のサンプリング切羽での分析を基準にしても2.4%となり十分に4%以下となる。

(4) #11プライを含む選択採炭 (SSC+ #11)

この採炭法は現在ウォッシュャブルコールとして除かれている#11プライの低品位炭を従来の石炭プライと共に製品炭として採掘する方式である。

この場合、製品炭は全水分26%で発熱量は7,550Btu/lbとなり、又灰中の $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 含有率は3.41%である。この場合、全水分を規定値の19%にする為には、37%程度の輸入炭の混炭が必要である。

ボイラの設計基準を満足させるには、ROM炭の場合発熱量がネックとなり、その他の場合は全水分がネックとなる。それ等を補うため、各ケースとも輸入炭の混炭が必要であるが、それぞれの混炭率は表18-1に示す様に、SSC或いはSSC+ #11が共に37%と最小になる。

両者を比較した場合、エネルギー回収率及び石炭の歩留りは、SSC+ #11のケースがSSCの場合よりもかなり高く、又採掘方法もSSC+ #11の方が若干容易になる為、SSC+ #11が最も有利な方法である。

表18-1 製炭品位比較

Mining Procedure	Estimated Coal Spec.		Boiler Design Limit		Imp'd. Coal (AR) Blend %	Blended Coal Spec.		Energy Recovery % (DB)	Yield % (DB)			
	Moist. %	H.V. (AR) Btu/lb	Na ₂ O+K ₂ O %**	Moist. %		H.V. Btu/lb	Na ₂ O+K ₂ O %			Moist. %	H.V. Btu/lb	Na ₂ O+K ₂ O %
Run-of-Mine	26.0	5,450	3.02	19.0	8,500	4.0	57.0	15.2	8,500	1.91	100.0	100.0
Washed Coal	32.0	7,210	3.53	19.0	8,500	4.0	52.0	19.0	9,080	1.55	76.8	53.4
SSC	26.0	7,980	3.89	19.0	8,500	4.0	36.8	19.0	9,020	2.21	77.9	53.2
SSC + #11	26.0	7,550	3.41	19.0	8,500	4.0	36.8	19.0	8,750	2.16	92.5	66.7

(注) (1)* 予想値, 雨期にはさらに高くなる可能性有。

(2)** SCCから与えられた代表断面に基づく値, サンプル切羽では4.22%であった。

(3) 輸入炭の品位は水分7%, 発熱量10,800Btu/lbとした。

各ケース共、その高含水率がボイラに対する制限要因となっている為、ドライヤ設備により石炭の全水分をボイラの設計基準である19%にする可能性についての調査も必要かも知れない。もしそれが出来た場合、各ケースの石炭品位は表18-2に示す様になる。

表18-2からわかる様に輸入炭と混炭せずに100%使用が可能となるのは水選炭とSSCとである。しかし、SSCの場合は想定条件により異なるが、サンプリングが行われた切羽の条件をもとに考えると灰中の $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ の値がボイラの限界値である4%を越えている。

又、SSC+#11プライの場合は若干発熱量がたりず両者共輸入炭の混炭が必要となる。混炭率はSSCの場合4.0%、SSC+#11の場合、19%程度である。

但し、SSCの場合、常時灰中の $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ の値が4.0%を越えるとは限らない為、混炭はその時の石炭品位を見極めながら行わなければならないが、実際はその様な迅速な対応は困難である為、常時数%程度の輸入炭との混炭は必要であろう。

従ってSSC+#11のエネルギー回収率、石炭の歩留り等の優位性をも含め、比較されるべきである。

但し、これ等の評価は採掘切羽にて行ったサンプルの分析結果に基づいて行なわれたものであり、将来採掘される区域での $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 値を的確に把握する為のボーリングによる詳細調査が必要である。

表18-2 水分19%に於ける製品炭品位（ドライヤ使用）

Mining Procedure	Estimated Coal Spec.		Boiler Design Limit		Imp'd. Coal (AR) Blend %	Blended Coal Spec.			Energy Recovery % (DB)	Yield % (DB)		
	Moist. **%	H.V. (AR) Btu/lb	Na ₂ O+K ₂ O ***%	Moist. %		H.V. Btu/lb	Na ₂ O+K ₂ O %	Moist. %			H.V. Btu/lb	Na ₂ O+K ₂ O %
Run-of-Mine	19.0	5,960	3.02	19.0	8,500	4.0	52.5	12.7	8,500	2.08	100.0	100.0
Washed Coal	19.0	8,590	3.53	19.0	8,500	4.0	0.0	19.0	8,590	3.53	76.8	53.4
SSC	19.0	8,730	* 3.89 (4.22)	19.0	8,500	4.0	0.0 (4.0)	19.0 (18.5)	8,730 (8,814)	3.89 (4.00)	77.9	53.2
SSC + #11	19.0	8,260	3.41	19.0	8,500	4.0	9.4	17.9	8,500	3.09	92.5	66.7

(注) (1) SCCから与えられた代表断面に基づく値。

() 内 サンプル切羽での値。

(2) 輸入炭の品位は水分7%, 発熱量10,800Btu/lbとした。

JICA