

#### 19-4 セミララ炭（ウノン炭）のグレード

当初よりウノンピットから産出する石炭は亜漚青炭（C-ランク）で褐炭に近い石炭であることを想定していた。

予想された平均的なROM炭あるいは原炭の炭質は以下の様であった。

(到着ベース)	
灰分	16-19%
固定炭素	26-29%
揮発分	35-41%
硫黄分	最大1%
発熱量	8000-9000 Btu/lb
粉碎性指数	40-50
粒径	0-400mm

実操業開始後、NAPOCORのカラカ石炭火力発電所に送炭された石炭の炭質を次に示す。

発熱量	気乾ベース	7,800- 9,300 Btu/lb
内部水分	気乾ベース	14-18%
発熱量	注)	10,400-10,600 Btu/lb
膨張性		非溶融

注) ASTMに示される内部水分を含み表面水分のない見えない状態で鉄物質を含まないベース

上記の炭質からASTM D 388の石炭分類により分類すると、セミララ炭は亜漚青炭に分類される。これはJISの分類に従うと褐炭に分類される。

石炭等級分類を表19-9に示す。

表 19-9 石炭等級分類

Class	Group	Fixed Carbon Limits, percent (Dry, Mineral-Matter-Free Basis)		Volatile Matter Limits, percent (Dry, Mineral-Matter-Free Basis)		Calorific Value Limits, Btu per pound (Moist, <sup>b</sup> Mineral-Matter-Free Basis)		Agglomerating Character
		Equal or Greater Than	Less Than	Greater Than	Equal or Less Than	Equal or Greater Than	Less Than	
I. Anthracitic	1. Meta-anthracite	98	...	...	2	...	...	nonagglomerating
	2. Anthracite	92	98	2	8	...	...	
	3. Semianthracite <sup>c</sup>	86	92	8	14	...	...	
II. Bituminous	1. Low volatile bituminous coal	78	86	14	22	...	...	commonly agglomerating <sup>f</sup>
	2. Medium volatile bituminous coal	69	78	22	31	...	...	
	3. High volatile A bituminous coal	...	69	31	...	14 000 <sup>d</sup>	...	
	4. High volatile B bituminous coal	...	...	...	...	13 000 <sup>d</sup>	14 000	
	5. High volatile C bituminous coal	...	...	...	...	11 500	13 000	
III. Subbituminous	1. Subbituminous A coal	...	...	...	...	10 500	11 500	agglomerating
	2. Subbituminous B coal	...	...	...	...	9 500	10 500	
	3. Subbituminous C coal	...	...	...	...	8 300	9 500	
IV. Lignite	1. Lignite A	...	...	...	...	6 300	8 300	nonagglomerating
	2. Lignite B	...	...	...	...	...	6 300	

<sup>a</sup> This classification does not include a few coals, principally nonbanded varieties, which have unusual physical and chemical properties and which come within the limits of fixed carbon or calorific value of the high-volatile bituminous and subbituminous ranks. All of these coals either contain less than 48% dry, mineral-matter-free fixed carbon or have more than 15 500 moist, mineral-matter-free British thermal units per pound.

<sup>b</sup> Moist refers to coal containing its natural inherent moisture but not including visible water on the surface of the coal.

<sup>c</sup> If agglomerating, classify in low-volatile group of the bituminous class.

<sup>d</sup> Coals having 69% or more fixed carbon on the dry, mineral-matter-free basis shall be classified according to fixed carbon, regardless of calorific value.

<sup>e</sup> It is recognized that there may be nonagglomerating varieties in these groups of the bituminous class, and that there are notable exceptions in high volatile C bituminous group.

## 19-5 パイロット石炭水洗設備

### (1) 背景

1985年、選択採炭方法を実施して以来、厚さ0.3m以上の第2,8,10の各粘土ブライを除き、粘土の混入量を出来る限り少なくする努力が続けられている。同時に泥岩をこまかくはさんでいる低品位の第11ブライは精炭の貯炭場の北部に貯炭している。又、選択採炭時に除かれる各ブライ、接点の約10cmの粘土まじり炭も同じ場所に貯炭される。これらの第11ブライと汚れた石炭とを合せ、“Washable coal”と呼んでいるが、発熱量がわずか6100 Btu/lb (気乾ベース)程度しかなく粘土を多量に含むためほとんど商品炭にはならない。1985年の選択採炭開始以来 Washable coalは毎月3000ないし4000tの割合で貯炭されており、貯炭場の容量が限界に近づいてきている。

石炭水洗設備は1986年にWashable Coalをある程度、品位改善し、選択採掘した石炭と混炭することを目的に建設され、1987年初頭には試運転を開始したのである。試験操業の結果は非常に良く、1987年4月より水洗炭を最大10%の割合で選択採掘炭に混炭する事でNAPOCORと合意した。

### (2) プラントの概要

水洗設備が試験的なものであり、又炭鉱操業における財政的事情から当プラント設備は、単純かつ経済的な事を目的として中古の機械や装置を最大に利用し、最低のコストで最大の効果を得る様計画された。

フローシート (図19-1)に示す様に貯炭されているWashable 原炭は設備のフィードホッパーにタイヤローダで給炭する。ホッパーの底からチェーンコンベヤで460mm幅のベルトコンベアに時間当たり25tonの割合で原炭を払出す計画であった。ベルトコンベヤから直径1.2m、長さ2.4mのドラム水洗機 (スクラバ) に入れ毎分1.2立方メートルの循環使用水を加えて供給石炭の相互作用により脱泥を行っていた。

ドラム水洗機を通った後、泥水と共に石炭は幅1.2m長さ2.4mの振動スクリーンに入り脱水、清水のスプレにより更に脱泥している。網目開き0.75mmのスクリーン網上の石炭は精炭コンベアを経て水洗設備の精炭貯炭場に落される。振動スクリーンの0.75mm以下のふるい下の微粉炭を含んだ泥水はスパイラル分級機に入り、沈降した粗粒の微粉炭はスパイラルリボンにかき上げられて上記の振動スクリーンの網上炭の乗った精炭コンベヤの上に落される。細かな泥を含んだスパイラル分級機のオーバーフロー水は直径12mのシクナにスラリーポンプで送られる。シクナのスピゴットは重力で抜き出し、粗粒沈殿槽を経

てシックナの東側の沈澱池に入れている。清澄化したシックナのオーバーフロー水は、プラントのプロセス水として循環使用する。

### (3) 設備容量と実績

設備は水洗原炭を毎時25トン給炭し、16トンの精炭を得ることで計画されていて、精炭歩留りは64%になっている。計画では気乾で6,100Btu/lb程度の水洗原炭から水洗によって2000 Btu/lb程度の炭質改善を行って8100Btu/lbの精炭を得ることとしている。

1987年初めの、水洗設備の試験操業においては給炭は毎時18トンに抑えて初期の目的が達成されることが判明した。

1987年4月から三交代で毎月25日操業の連続操業体制に入っている。

1987年8月現在毎月平均3750トン精炭を生産しており、これは日産150トンである。

水洗設備の作業者は22名、配置を次に示す。

係員	1
三交代係員	3
ローダ運転	3
機械工	2
統計・記録	1
プラントオペレータ	6
運炭要員	4
試料採取	2
計	22

#### (4) 設備費

前述の様に本水洗プラントの設備は中古の機械装置を利用し、最低の設備費をかけて建設されている。キャピタルコストの総計は、中古機械・装置の整備費をも含めて5百万フィリピンペソ（約37百万円）しかかかっていない。

そのおよその内訳を次に示す。

設備機器と架台・建屋一式	3,000,000 PESOS
タイヤローダ（給炭用）Cat 980	1,200,000 PESOS
諸雑費	800,000 PESOS
合 計	5,000,000 PESOS

#### (5) リコメンデーション

プラント操業についての調査は第1回と第2回の現地調査期間中に2度に渡って調査した。第1回の現地調査において見出された若干の問題点とその対策とをSCCの設備担当者へリコメンドした所、その大半は第2回調査時にはそれに従って改善されていた。この事実はSCCの担当者の操業改善に熱心な姿勢のあらわれである。このプラントは建設コストを圧縮するために中古の機械設備を使用していることも踏まえて、よい操業成績をあげ、継続するためかかえている若干の問題点を列記する。

##### a. スパイラル分級機

分級用のスパイラルリボンの変形と磨耗とがはげしく十分な分級が行われていない。そのため分級点として計画されている0.125mm以上の粗粒石炭が精炭に回収されず分級機のオーバーフローと共にシクナにポンプ流送されている。

##### b. シクナ

シクナのスピゴット取出量が適正でないので200mesh以下の微細な泥質あるいは粘土粒子が十分に除去されずにシクナに貯ってしまっており、水流によってシクナのオーバーフローと共に流れだし、ドラム水洗機、振動スクリーンを経てスパイラル分級機にもどってしまっている。その結果、スパイラル分級機の分級槽の微粉水は重液選炭機の重液が比重の大きな重質材微粒子を懸濁させて比重の高い重液をつくっているのと同様に泥質・粘土粒子を含んでいるので重液選炭機における重液と同様の働きをしている。従って当然沈澱してスパイラルで回収し、精炭に入るべき良質の石炭が浮上するため、オーバーフローして、シクナへ行き易くなっている。

更にスパイラル分級機の沈降槽のオーバーフローリップの中央部が変形しており水

流が偏っている。これによっても又粗粒の精炭がオーバーフローに逃げてシックナの負荷を増大させている。

#### c. 廃水沈澱池

シックナのスピゴットは流入する粒子が0.125mm以下の粘土質粒子であれば水との親和性が強いので最適な凝集沈降剤を加えても濃度が30%を越えることはない。

しかしながら、スピゴットの濃度はかなり高い。それは精炭となるべき粗粒を多く含んでいるからである。従って循環するプロセス水の濃度を下げて精炭回収率を良くするためには、たとえスピゴット濃度が低下してももっとスピゴットの抽出を多くするべきである。そのために、テーリング沈澱池の容量が本設備の給炭量を制限する最大の要素である。

水洗原炭の月間生産量が4000tでたとえばその内、0.125mm以下の粒子が30%あるならばテールの沈澱池は毎月1200tの固形物を沈澱させられるだけの容量が必要であるし、乾燥し除去する何らかの設備が必要である。

現在のテールの沈澱池は十分な容量があるとは見えない。

#### d. 凝集沈降剤の用法

シックナのスピゴットを十分に抽出せずに200mesh以下の粒子に対し沈降凝集剤を用いているのは無駄である。

プラントの現地調査時にすでにリコメンドしたけれども沈降凝集剤は現在スパイラル分級機オーバーフローのポンプサンプとシックナフィードとの2点に分割添加しているがシックナフィードの1点にしぼるべきである。このリコメンドの一部に従ってすでにSCCのプラント操業従事者が試験をしていたと思われるが、結果として凝集剤の使用量削減も水の清澄性も改善できなかったということは判っている。なぜならばシックナからの抽出量は増加させずに行なわれたため200mesh以下の微粉はなおシックナのオーバーフローから本設備にもどされて循環しているからである。

#### e. その他

##### (a) ドラム水洗機

ドラム水洗機の駆動スプロケットが異常に磨耗している。それはドライブチェーンのケースに微粉で汚染された水がたまっているからである。

##### (b) 振動スクリーン

振動スクリーンの正規の回転速度を調べ、モータの回転数及び駆動プーリの大

きさを確認すべきである。何故ならばスクリーンの加振部の回転数が異常に遅い。

モータ軸にかかっている異常なくり返し荷重をさけるためにモータ基礎を押えているスプリングの支持力を増加させ、モーターの異常な振動を回避すべきである。

振動スクリーンの架台の構造物を補強すべきである。

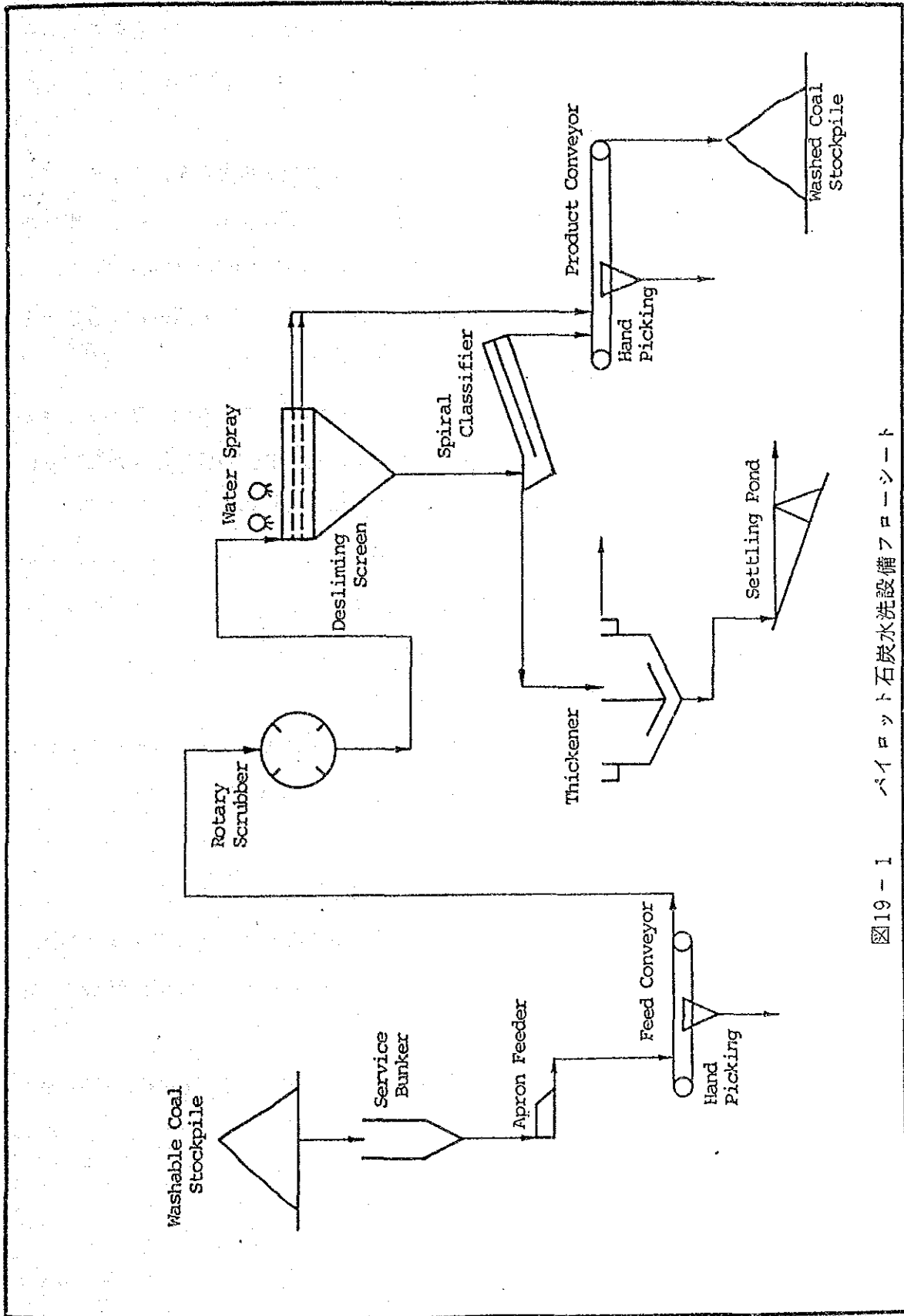


図19-1 バイロット石炭水洗設備フローシート



## (6) サンプル分析結果

パイロット石炭水洗設備のプラント操業実績を評価するためにサンプリングを実施した。サンプル数は9サンプルでプラント供給炭、プラント精炭各4サンプル。これらのサンプルの他プラント原炭コンベアで人手で除去された炭質泥炭1サンプルがある。

表19-10に粒度区分ごとの灰分分析値を示す。

プラント供給炭は乾式で精炭は湿式でふるい分けたので給炭と精炭とを直接に比較することはできない。しかしながら、分析結果によるとプラントで水選することにより粗い粒度区分の精炭は灰分値がさがり、一方0.5mm以下の粒度区分の精炭灰分値は増加している。このことは粘土や泥岩質部分が粗い粒子から除かれて微細な粒子となり系外に十分抜け去らないで循環水に残っていることによって起っていると解釈できる。

精炭が多くの表面水分を有していたのではるばる日本へ輸送している間に表面水を吸い込んで、微粉化してしまった。そのためプラント操業実績をサンプル分析結果から明らかにできなかった。従ってプラント効率を粒度分布から評価できなかった。

水洗精炭の-0.045mm以下の粒度範囲の重量割合が増加しているのはドラムスクラバの滞留時間が短かいために水に可溶性粘土や泥岩の、当然循環水と共にシックナへ排出されるべき0.045mm以下の粒度範囲のものが精炭として回収されているといえる。

図19-2にプラント給炭と精炭の粒度分布曲線を示す。

セミララ炭の分析値より得た回帰式を用いて、灰分の分析値よりプラントの給炭と精炭との発熱量を求めると、給炭は6680Btu/lb, 精炭は7710Btu/lbとなる。

この設備の給炭と精炭の脱泥率からプラントの脱泥効率は54%である。

脱泥効率はプラント給炭中に存在する水に可溶性物質が水洗過程において除去される重量比で表わす。プラント給炭の脱泥率が33.5%であり、それは給炭中の33.5%が泥分で66.5%が石炭であることを意味している。

プラント精炭の脱泥率が18%であるから、精炭中の81.2%が石炭で、18.8%が泥分である。ここで物質収支を次に示す。

水洗プラントにおける物質収支 石炭 対 泥分

	+ 0.5 mm	- 0.5 mm
	COAL	CLAY
PLANT FEED	66.5 %	33.5 %
	----- 100 % -----	
PLANT PRODUCT	81.2 %	18.8 %
	----- 100 % -----	
	66.5 %	15.4 % 18.1 %

プラントの脱泥率は18.1%で、プラントの給炭中の泥分が重量で18.1%除去された事を表わす。表19-10参照

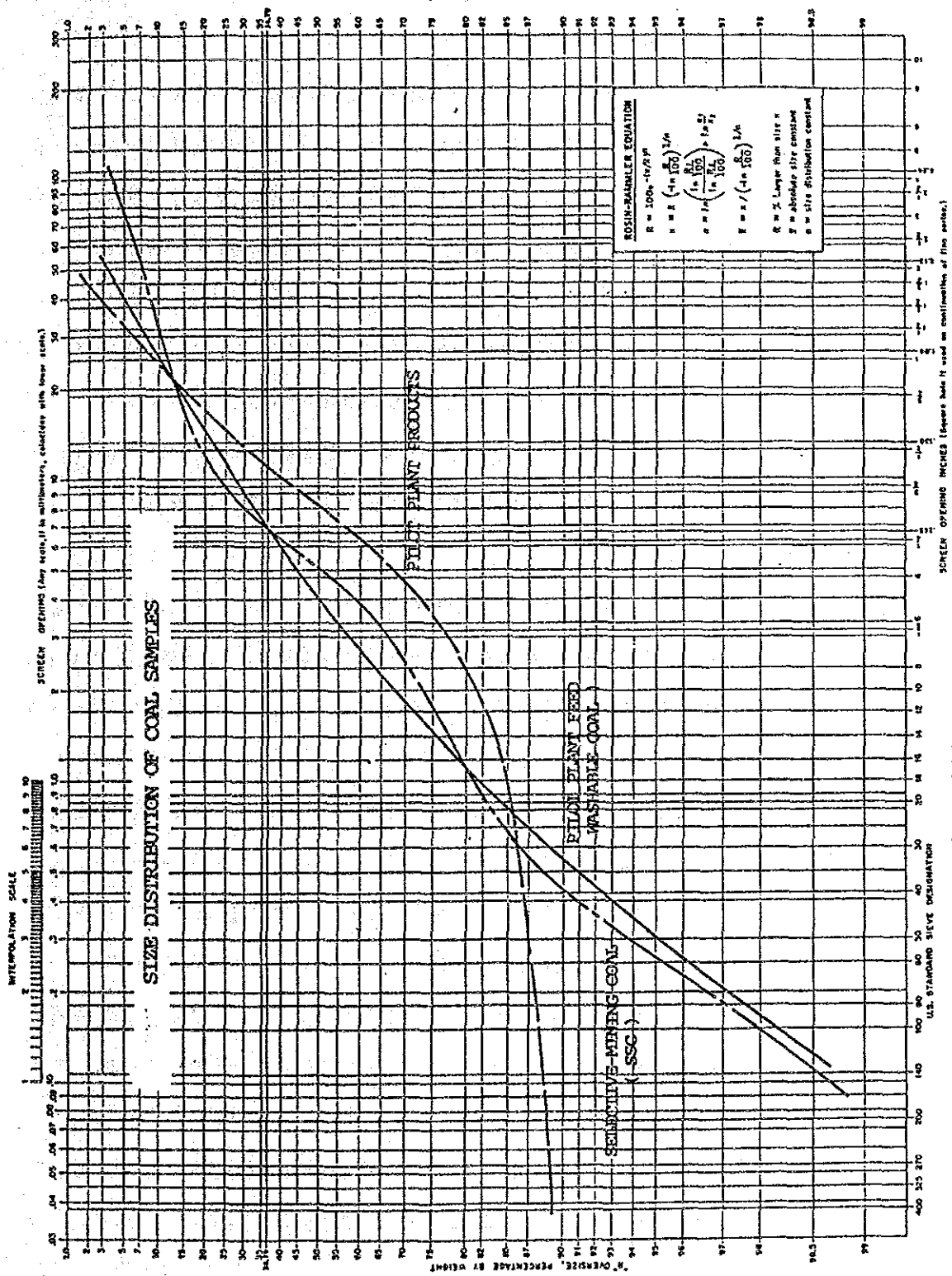
表 19-10 パイロット石炭水洗設備サンプル分析値

数度別重量分布及び灰分値

粒度 mm	+45	45	11.2	4.0	1.4	0.5	0.15	
		11.2	0.4	1.4	0.5	0.15	0.045	
原炭重量 %	4.2	22.2	23.3	27.0	14.2	7.3	1.6	100.0
灰分 %	37.7	44.7	42.8	42.1	45.5	47.6	47.4	43.6
精炭重量 %	1.9	35.5	35.6	10.8	2.5	1.4	1.1	100.0
灰分 %	36.7	32.2	27.7	34.8	41.3	51.4	50.9	36.0

脱泥試験データ

経過時間	1 H	3 H	6 H	1 2 H	2 4 H	4 8 H	7 2 H	残留率
	原炭	26.8	29.3	31.1	32.0	32.6	33.2	
精炭	16.4	17.3	17.9	18.2	18.4	18.6	18.8	81.2



GRAPHICAL FORM FOR REPRESENTING DISTRIBUTION OF SIZE OF BROKEN COAL  
 Prepared by E.C. Whiggallner for S.M.E.-A.I.M.E., Littleton, Colorado

図19-2 石炭サンプルの粒度分布

## 19-6 石炭品質管理の現状

### (1) 概要

石炭の品質管理はピット操業のはじめから船積みまで全従業者が管理者の指導の下に品質について強く意識し実行されている。

採炭に先だって地質グループが切羽面やベンチの床で広範囲にサンプリングを行なう。サンプルの主として発熱量の分析値に基づいて生産炭が均一な炭質を持つ様採鉱計画が立てられる。SCCとNAPOCORとの合意によって船積みを認められる石炭は貯炭場に於て発熱量が最低気乾ベース8500Btu/lbなければならない。そのため、発熱量を確保することに特に注意が払われる。

ウノンピットにおける全石炭埋蔵量の80%以上を占めるメインシームは14枚のプライから成る。上から7枚のプライを上部メインシーム、残りのプライを下部メインシームと区別している。現在行なわれている選択採炭では上から数えて命名された#2, #8, #10の各プライをはさみ(Waste Coal)として除き硬捨場に運んで投棄している。それらの3枚のプライは実質的には泥岩である。

私の係員はバケットウィールエクスカベータの回転するウィールのそばに立って炭層中の石炭プライとウィールの動きを見守りエクスカベータのオペレータへ指示を出している。オペレータは係員の指示を聴きながら泥岩質プライやオーバーバーデンを混入させない様神経を集中させている。

係員はピットでの品質保証に責任をもち、品質管理部門やピットマネージャ事務所などの関係個所に現在採炭しているプライを報告している。

#11プライと棄却されるプライに接した石炭で硬まじりの部分の石炭はウォッシュャブルコールとして回収されパイロット水洗設備の原炭になる。

一般に上部メインシームは下部メインシームより発熱量が高く、SCCが表わす典型断面で選択採炭をすれば上部は9,300Btu/lb下部は8,600Btu/lb、下部に#11プライを加えると7,700 Btu/lbになる。(気乾ベース)

生産炭の平均発熱量はメインシームの上部・下部の石炭の混炭比を調整することによってできるだけ均一になる様にコントロールされる。平均の混炭比は上部メインシーム炭60%,下部メイン炭40%である。

BWEで採炭された石炭はオーバーランドコンベヤK1, K2で島の中央部分を横切って西側にある貯炭場に運ばれる。そのコンベヤの長さはおよそ4600mである。

貯炭場では石炭品質管理部門が石炭契約品位に則ってピットから生産された石炭をできるだけ均一にする様に混炭に工夫をしている。

ダブダブ棧橋から船積中に各船毎の代表石炭サンプルを採取している。それは「石炭販売契約書」に規定される方法によりSB-5のベルトコンベヤヘッドに設けられた自動サンブラを使ってISOの基準に従ってサンプリングされる。図19-3参照

## (2) 貯炭積上げ方式と混炭計画

図19-3に貯炭場と石炭ハンドリング設備の配置を示す。

貯炭場地区では中央にSB-1, SB-2の2本のコンベヤが並んで走り、その両外側が2面の貯炭場になっている。各々の貯炭場の貯炭容量は約13万トンである。北側にある貯炭場は自家発電所の燃料の低品位炭とパイロット水洗設備で洗われるべきウォッシュャブルコールとでほとんどいっぱいである。

設備されている払出設備は南面の貯炭場の石炭だけが取扱える様に備えられており、北側の貯炭場の石炭は取扱えない。

従って商品炭は南面の貯炭場のみに置かれる。その広さは幅40m長さ540mである。

南面の貯炭場は12に区切られ、各々は45mでその部分にカラカ発電所への1回の船積用に必要な5,000トンから6,000トンの石炭を置く。

商品炭は図19-4に示される様に積付けるためスタッカを一定速度で移動し幾重にもくり返しながら貯炭する。

下部メインシームから出て来た低品位炭を全量5000ないし6000トンの40%弱の割合でパイルの中央部分に置く。上部メインシームの高品位炭を低品位炭のパイルの上からおよそ60%の割合でかぶせ、更に若干の低品位炭をその表面にかける。

この過程は非常に慎重に行なわれ、ピット切羽のエキスカベータ係員とたえず連絡をとり合い、契約品位に合ったできるだけ均一な商品炭を生産しようとしている。

250トンの積付毎に貯炭表面の決められた位置18箇所から規定のサンプリング用具を使ってサンプルを取り、250トン毎に採取したサンプルを1000トン分合せて1000トンの1個の代表サンプルとしている。

サンプルを分析し、代表する工業分析値と発熱量とを決定する。パイルの合計炭量に応じた5ないし6個の代表サンプルの分析結果をまとめて1回の船積用炭の貯炭場での代表品位として表わす。サンプリングと分析とにはすべてNAPOCORの現地駐在員が立会う。

駐在員は8,500 Btu/lbよりも低い品位の貯炭の出荷を拒否する権限を与えられている。貯炭の炭質についての報告書がNAPOCORの現地駐在員によって承認され、その貯炭は船積みが可能となる。

セミララ炭の大きな特徴は自然発火しやすいことである。そのために貯炭期間は過去の経験から約2週間としている。従って低品位炭と高品位炭とをそれぞれ別に貯炭し、混炭によって炭質を一定化することができない。

もう一つのかくれた有力な混炭方法を不可能にしている要因はオーバーランドコンベヤシステムの能力が理論値で毎時1020トンしかないことである。これには2台のバケットウィールエクスカベータの出炭を乗せることができない。従って各々の炭層の品質が異なった箇所から同時に炭を2台のバケットウィールエクスカベータを働かせてブレンドをすることができない。

採掘しているベンチ1箇所から1度に生産される石炭は約12,000トンである。これはベンチの高さを15m、巾を30m、岩層厚さ21m、石炭の比重を1.3と仮定した時の値である。

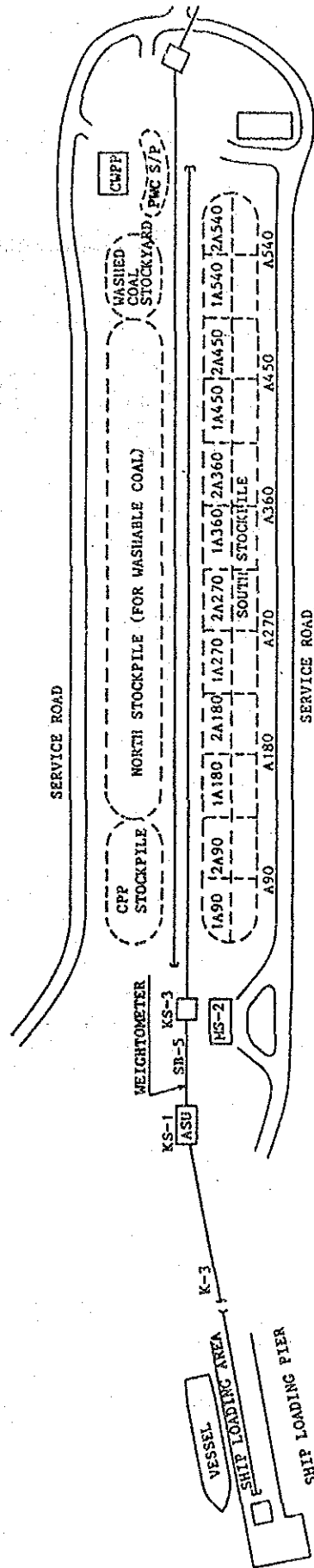
現在の剝土比はかなり高く1対10程度になっており、上記の2台のバケットウィールエクスカベータを使用して出炭する方法は剝土が十分に進んでいなければその面からも不可能である。

また現在のバケットウィールエクスカベータによる採掘システムでは、石炭層部分だけを後に残して硬の剝土だけをを進めることはできない。すなわち貯炭場地区へ出て行く石炭の品位は基本的にはバケットウィールエクスカベータで採掘したその場所の埋蔵炭の品位によって決ってしまうということである。従って低品位炭に採掘中突然でくわすとその石炭は自家用発電所の燃料用の貯炭場か、パイロット水洗設備の原炭の貯炭場へ送らざるを得なくなる。

ストックパイルでのサンプリング時、サンプルは貯炭の表面からのみ採取されるが、表面には粗い粒子が集まりやすく、サンプルが貯炭を代表できなくなる。したがってより良く品質管理を行なうためには自動サンプリング設備を設けることを推める。

現在カラカの石炭ヤードで行なわれているウィンドロータイプの貯炭積付はマインサイトでSCCがかれらの最善を尽しても避けられない変動を押さえ、より良いブレンドに寄与している。

SEHIRARA COAL CORPORATION  
SEHIRARA ISLAND, CALUVA, ANTIQUE

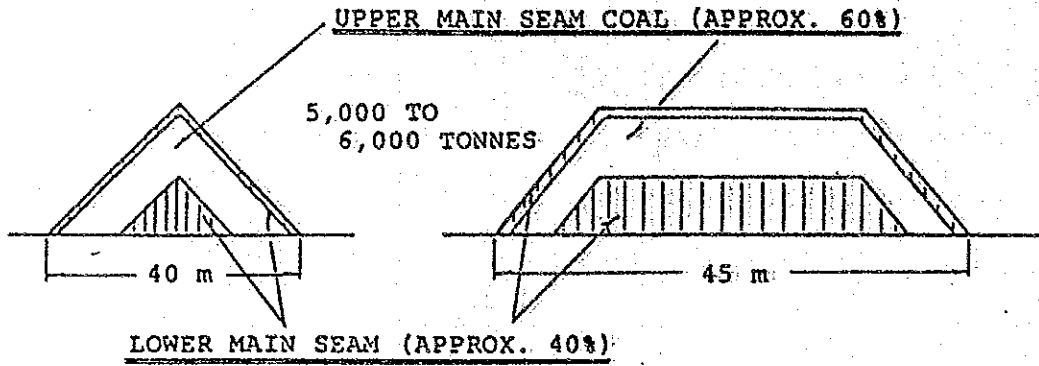


EXPLANATION:

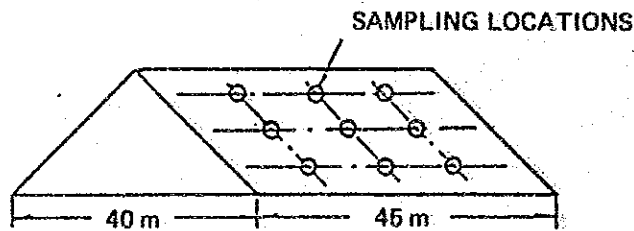
- |      |                             |                               |                             |                          |
|------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| KS-1 | } TRANSFER TOWERS           | K-2                           | } - CONVEYOR LINES FOR COAL |                          |
| KS-2 |                             | SB-1                          |                             | COMING FROM UNONG PIT TO |
| KS-3 |                             | STOCKPILE (COAL FEEDING LINE) |                             |                          |
| MS-2 | - MAIN SWITCH STATION NO. 2 | SB-2                          | - CONVEYOR LINE FOR COAL    |                          |
| ASU  | - AUTOMATIC SAMPLING UNIT   | K-3                           | FROM STOCKPILE TO VESSEL    |                          |
|      | LOCATED AT KS-1             |                               | (SHIPLINE)                  |                          |
- 
- |         |                                 |
|---------|---------------------------------|
| CWPF    | - COAL WASHING PILOT PLANT      |
| PWC S/P | - PRODUCT WASHED COAL STOCKPILE |
| CPP     | - CAPTIVE POWER PLANT           |

図19-3 貯炭場地区と石炭ハンドリング設備の位置図





STOCKPILE STACKING PROGRAM



18 LOCATIONS EVERY 250 TONS

5 kg PER INCREMENT

4 x 90 kg TOTAL SAMPLE (360 kg sample/1,000 tons)

STOCKPILE SAMPLING

図19 - 4 貯炭積上げとサンプリング

### (3) 船積み及びサンプリング

NAPOCORの現地駐在員により認定された貯炭場の炭は、いつでも発電所に向け出荷する事が出来る。

NAPOCOR、SCC間に結ばれた石炭販売契約に定められている規定では、各船積時に於いて、船積炭を代表するサンプルをISOスタンダードに基づき採取しなければならない。

その代表サンプルは、自動秤量計が設備されているSB-5コンベヤの先端に設備されている自動サンブラにより行い。図19-5,19-6参照。

その自動サンブラは、クロスバケットタイプで4分毎にコンベヤから放出される石炭を横切り、サンプルを採取する。1回の往復で、約60kgのサンプルが採取出来る。

サンプルのインクリメントの採取個数は、1000トンのロットに対し65回以上である。バケットにより、採取されたサンプルは最終的に-9.50mmに粉碎され、5kgのサンプル4ヶになる。

4ヶのサンプルのうち1個は、NAPOCOR現地駐在員の立会いのもとに、SCCの分析所で分析され、発熱量及び工業分析値が求められる。この分析は、ASTMのスタンダードに基づき行なわれ、SCCはその分析結果の報告書を発行する。

2個のサンプルは、それぞれNAPOCOR、SCCが独自に行い分析に使用され、残りの1個のサンプルは、もしNAPOCOR、SCCが独自に行ったサンプルの分析結果に多大の差異が生じ、論争が発生した場合に、第三者である分析所で分析される。

船積み作業は船積みコンベヤの容量が毎時1000トンであるので、5~6時間を要する。

船積み中には、粉塵の発生が激しく、特に船付近、自動サンプリング設備付近及び貯炭場のスタッカ、リクレーマの個所でその発生が顕しい。この粉塵発生は、乾期のみの現象かも知れないが、それを防止する有効な散水設備等を考えるべきである。粉塵として、失われる石炭の損失も大きい、付近に居住している人達に対する健康上の問題も考慮されるべきである。

水散布により、出荷炭の含水率が上昇する事も考えられるが、最少の水量で最大の効果が得られる様な、散水設備を設計する事により解決される。

製品炭のハンドリングに従事する人の配置は以下の通りである。

Product General foreman	1
Sr.Product Engineer	1
Quality Control Engineer	1
Shift Supervisor	6
Main Switch Operator	4
Reclaimer Operator	3
Shiploader Operator	3
Stacker Operator	3
Draftsman/Draft Surveyor	1
Conveyor Tender	7
Sampler	18
Vessel Spotter/Conveyor Tender	2
Total	50

AUTOMATIC SAMPLER

INSTALLED ON  
THE CONVEYOR  
TO SHIPLOADING.

SAMPLE APPROX. 60 kg.

FUNNEL

FEEDER

IRON TRAP

TWIN ROLLER CRUSHER

CHUTE

BUCKET ELEVATOR

VIBRATING FEEDER

ROTARY TUBE DIVIDER

JAW CRUSHER

VIBRATING FEEDER

DIVIDER

FINAL SAMPLE FOR ANALYSIS

4 - 5 kg SAMPLES

- 1 - SCC ANALYSIS  
FOR CERTIFICATE
- 1 - SCC ANALYSIS
- 1 - NPC ANALYSIS
- 1 - THIRD PARTY LABORATORY  
ANALYSIS WHEN DISPUTE  
ARISED BETWEEN NPC AND  
SCC.

図19 - 5 自動サンプラーのフロー

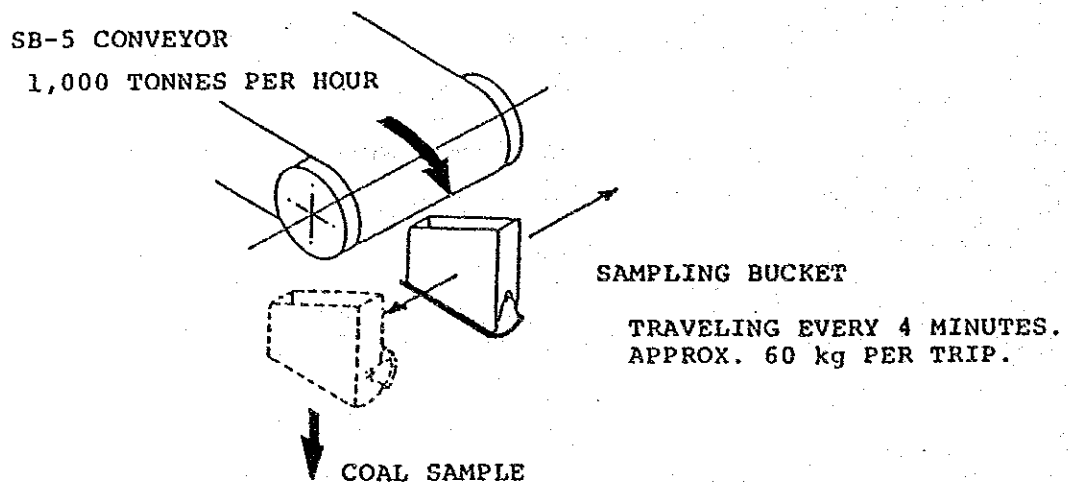


図19-6 自動サンブラ (クロスバケットタイプ)

#### (4) 石炭分析所

セミララ島で石炭を採掘するために必要なすべての石炭分析をこの分析所が行なっている。分析所は、機械工場や自家用発電所など炭鉱操業に必要な付帯設備が集約されているインダストリアルエリアの一角にあって、特に粉塵の少ない場所を選んでいる。

建屋はコンクリート構造で屋根を大きく造り、直射日光や雨が分析結果に影響を与えない様に設計されている。建物はおよそ17 m × 12 mの広さである。

図19-7に部屋の配置を示す。

事務室は建屋の中央にあって、西側の部屋は試料保管と試料の破碎、篩分け、乾燥などの前処理調整に使われている。東側は化学分析と工業分析の部屋になっている。

粉塵の発生する試料調整室と、粉塵をきらう分析室とを分離した配置は好ましいものである。分析所には種々の機器があり、それらを次に示す。

##### (a) 試料前処理調整室

Air drying oven

Crusher

Pulveriser

Ring grinder

Sieve shaker

Split-o-matic

Riffler

Top loading scale

##### (b) 化学分析室

Minimum free space oven

Natural convection oven

Furnace

Calorimeter

Hot plate

Analytical balance

Dessicator

炭鉱の現場分析所としては、比較的立派な施設である。

この分析所が取扱うサンプルは、日常生産する石炭から地質調査の石炭サンプルの分析

まで広範である。主な日常業務は、貯炭場で採取した試料の分析と、石炭船に積んだ製品炭の分析で、それには公式の炭質証明書を発行する。

その他に、採掘切羽やボーリングコアサンプルの分析も行なう。これらはもう一つの日常業務の流れで、その分析結果により、マイニングプランや石炭の品質管理の計画が立てられる。分析所における人の配置を次に示す。

Superintendent	1
Chief Analyst	1
Supervisor	3
Analyst	4
Sampler	8
Typist	1
Helper	2
Total	20

自家用発電所の灰、パイロット水洗設備の給炭、精炭やスラッジ炭の分析など多方面に渡るサンプルをこの分析所は取扱っている。

ピットにおける石炭の品位の変動の大きさから考えて、採掘払面で採取される石炭サンプリングは広範になって来ている。そのため全サンプルのボリュームはかなり多くなって来ている。サンプルの前処理は現在、人力で行なわれているが、サンプル数の増加を考えると、処理の為の新しい機器の導入を図るべきであろう。

更に又、セミララ炭の特性から考えると、ナトリウムやカリウムや硫黄分の化学分析器具の導入をはかるべきである。それらの器具は必要な部品や消耗品がたやすく調達できるようなものでなければならない。

カラカ発電所に送出される製品炭のサンプリングと分析は、NAPOCORの駐在員が立会って行なわれる。彼らは、単にサンプリングと秤量と分析とに立会うことを認められているだけで、直接分析する設備はもたない。

今回のJICA調査に際して、分析所のアナリストからJICAにサンプリングと分析のトレーニングと、必要な分析機器の供与の強い希望が寄せられた。

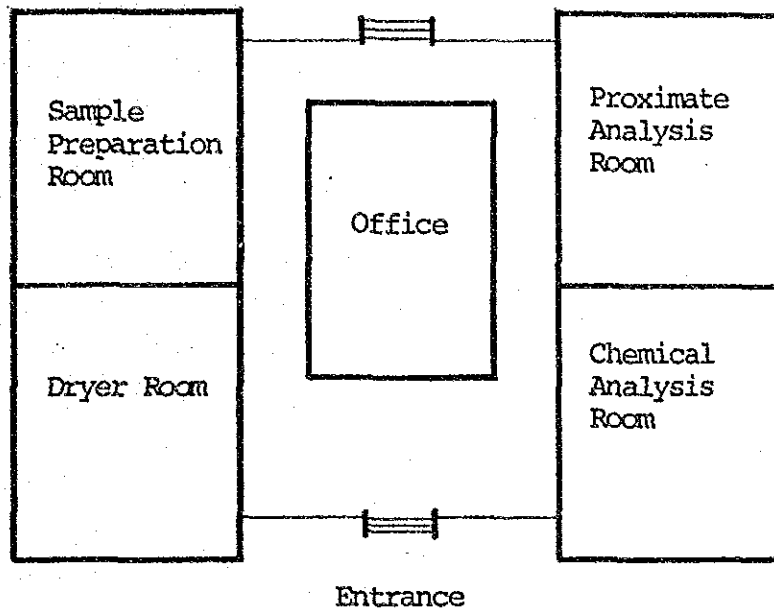


図19 - 7 セミララ石炭分析所





## 第 20 章 石炭のサンプリングと分析



## 第20章 石炭のサンプリングと分析

### 20-1 石炭サンプリング

第1次現地調査期間中にウノンビットから生産される炭質と特性を把握するために、現在露出している払面の石炭層から広範な石炭のサンプリングを実施した。

サンプリングの位置は、採掘作業に支障のない炭層の露出した危険のない位置ということで限定された。

将来生産される石炭の品質を評価するためには、ビット全体をカバーしているボーリングコアサンプルが必要であるが、それらのコアサンプルは手に入れることはできなかった。

又、我々の詳細な解析に利用できる様な各々のボーリングコアの石炭分析データも入手できなかった。

現実をふまえて我々は、非常に限られた条件の下で最大の成果を得るべく広範囲に払サンプリングを実施した。

#### (1) サンプリング位置

サンプリングを実施した場所を図20-1～20-4に示す。

メイン炭層のサンプルは、コンベヤライン#4と#5の払面から採取した。マイナ層の1番層は、コンベヤライン#4の払面から2番のマイナ層は、海側のビット斜面から採取した。(試料採取した払面の炭柱図は、図13-3から図13-5に示す)

#### (2) サンプリング手法

サンプルリストを表20-1に示す。

必要な量のサンプルは、我々の監督の下にSCCが本サンプリングの為に本来の作業をやめて提供してくれたサンプリングの専門作業者が採取した。

サンプルは表面に出ている石炭を約10cm削いで、新しい石炭面を出し、巾約20cmの溝状になった個所から各層の上から下まで全層にわたって採取した。

メイン層では、サンプルは各プライから泥岩のプライも含めて採取し、各サンプル毎に丈夫なプラスチックのバックに封入した。

これらのサンプルは、セミララ島の石炭分析室で荷造りし、NAPOCORカラカ発電所に向かう石炭運搬船に乗せた。サンプルはカラカからマニラを經由して、詳細な分析を行なうために日本に送られた。

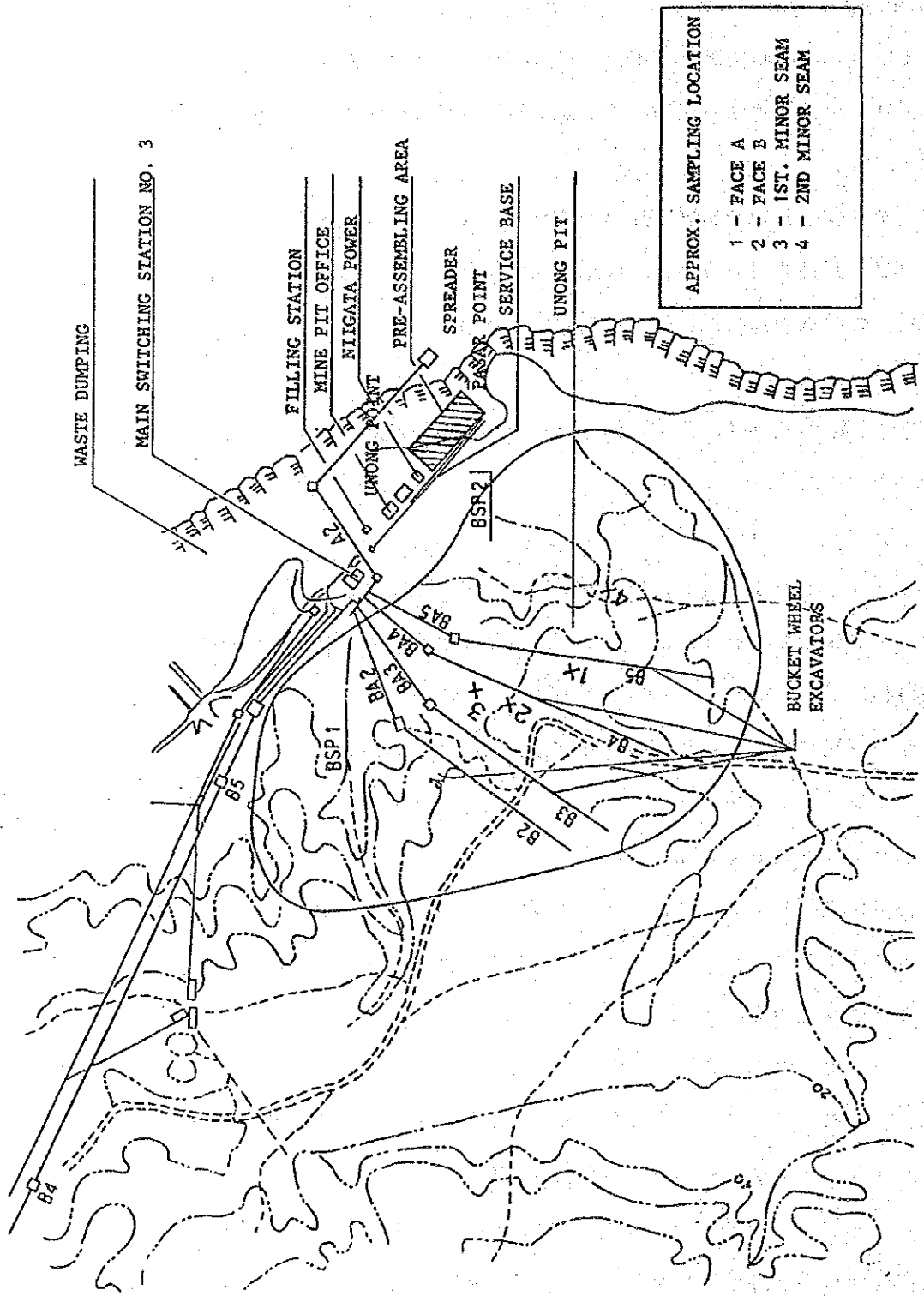


図 20-1 ワノンピットに於けるサンプリング位置



Line 2 →  
 Line 3 →  
 Line 4 →

← Line 2

Line 5 →

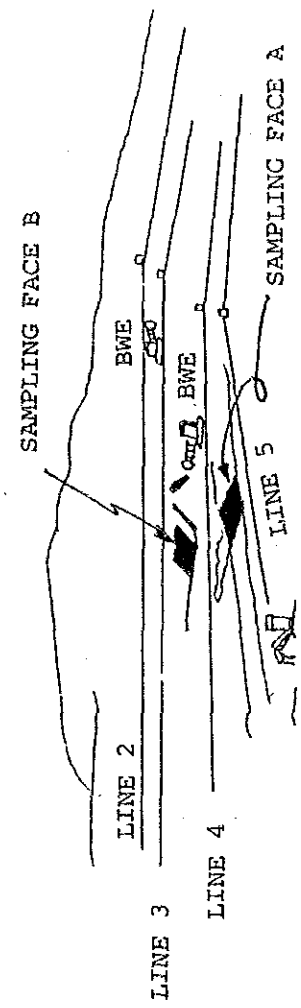


図20-2 ウノンピットに於けるサンプリング位置



1st Minor Seam



Main Seam

図20-3 サンプルリングB面







図 20-4 サンプリング面 B 面



表20-1 石炭サンプル一覧

Location	Type of Coal	No. of Samples	No. of bags	Note
Calaca Thermal Power Plant	Semirara Unong selectively mined. Size distributed.	6	10	
	Power plant feed			
	Unong selected	1	2	
	Imported	1	2	
	Blended (1) (2) (3)	3	6	
<u>Subtotal</u>		<u>11</u>	<u>20</u>	
Semirara Unong Mine Pit	Face A (Line 5)	15	28	Upper main 7 plies Lower main 7 plies
	Face B (Line 4)	5	10	No. 3 - No. 6 No. 7 No. 9 No. 11 No. 12 - No. 14
	1st Minor seam	1	2	
	Face C			
	2nd Minor seam	1	2	Northeast side of the pit
Pilot Washing Plant	Plant feed coal	4	4	
	Product coal	4	4	
	Carbonaceous mudstone	1	1	Rejected by hand at plant feed conveyor.
Shiploading Belt Conveyor	Selectively mined coal to be shipped out.	6	6	At automatic sampler during shiploading.
<u>Subtotal</u>		<u>37</u>	<u>57</u>	
<b>Total</b>		<b>48</b>	<b>77</b>	

Note: Samples for combustion test are not included.

## 20-2 サンプルの分析

1987年3月末に終了した第1回現地調査において総計48個のサンプルを採取した。これ等のサンプルは、カラカ発電所で採取した船からの荷揚げ炭、ボイラ給炭部でのサンプル、セミララ炭鉱のウノンピット、パイロット洗炭設備及び船積みコンベヤでのサンプルである。

サンプルリストを表20-1に示す。

以上のサンプルの他、1987年7月から8月にかけてカラカ発電所にて実施された燃焼試験のサンプルがある。7サンプルは、燃焼試験用に特別にセミララから船積みされた石炭とそれに混炭する輸入炭とである。燃焼試験の間に、発電プラントに供給されて燃焼している石炭の特性を確認するため更に石炭のサンプリングを行なった。

### (1) 石炭分析

大半の分析は、日本工業規格(JIS)に従ったが、規格に規定されていないものあるいは規格の制定の条件からはずれて規格通りに行なえないものについては、独自に行なった。

カラカ発電所の船からの荷揚げコンベヤより採取したSSCサンプルの分析結果を表20-2から表20-4にまとめて示す。

表20-2に粒度別工業分析、元素分析などを示す。

表20-3に同じく粒度別、粉碎性試験結果を示す。

表20-4に粒度別、石炭灰分析結果を示す。

ウノンピットのサンプルの分析結果を表20-5～表20-9にまとめる。

表20-5 プライ別工業分析、元素分析他

表20-6 粉碎性試験結果

表20-7 真比重、見掛比重の値と空隙率他

表20-8 塩素量

表20-9 石炭灰の分析結果

である。

脱泥試験結果を表20-10、図20-5にまとめる。

脱泥試験は、ウノンピットのプライ別サンプルと、パイロット水洗設備の原炭と製品炭、セミララの船積コンベヤから採取したSSCの各サンプルで行った。

これらの表に示される分析結果に基づいて、セミララ炭の特性についてまとめる。

a. 揮発分

かなり高い揮発分を持ち、その範囲は30%~50%である。

b. 燃料比 (固定炭素/揮発分)

1.0以下のかかなり低い燃料比の値を持っていて、揮発分が高いので燃焼が容易である。

c. 硫黄分

1%を超えるかなり高い含有率の部分がある。スラッキング指数は次式で表わされる。

$$\text{(塩基成分/酸性成分)} \times \text{硫黄分}$$

b. 元素分析

元素分析の結果から見ると、灰分の多少にかかわらず無灰ベースの元素比はほぼ等しい。

たとえば、	# 7	# 9
C	72.3	71.4
H	5.2	5.8

e. 塩素

塩素の含有率の高い石炭は、ボイラーを痛める。#1プライの付着塩素は、170PPMとやや高い値を示す。付着塩素量は、海水からのナトリウムの侵入に対する1つの指数となる。100PPMの塩素含有は、そのモル比から68PPMのNaに当る。一番高い値の付着塩素が#1プライで170PPMであるが、これは通常海岸地帯の土壌中に見られる値と同じである。

f. 真比重と見掛け比重

真比重と見掛け比重とを用いて容積空隙率を求め、空隙を水で飽和させた時の最大水分を算出している。計算された最大(内部)水分は、石炭プライでは、およそ20%粘土や泥質プライでは、7ないし15%である。

g. 粉碎性指数(H.G.I)

H.G.Iは、石炭プライでは、40前後、粘土・泥質プライでは100前後である。

SSCの粒度別石炭のH.G.Iは、100mm以上粒度範囲のものが低い値を示す。

#### h. 脱泥試験

脱泥試験は、選炭方式とその効果を評価するために行なわれた。石炭プライサンプルでは、時間が経過してもほとんど微粉化は進行しない。一方、はさみプライサンプルではかなりの割合が微粉化した。すなわち、石炭プライは、水に溶け出すものがほとんどなく、はさみのプライは、水に溶けやすいものを多く含んでいる。#2, #10プライでは、脱泥率がほとんど80%に達する。#8プライでは、70%、薄い#4, #6, #13のプライでは、およそ50%である。#11プライは、現在、パイロット水洗設備で洗っているが、脱泥試験結果からは、あまり重量の減少はない。すなわち、水洗によって除かれる可溶物質をあまり含んでいないという事は、注目すべきである。

#### i. 膨張性指数(F.S.I)

カラカ発電所で採取したSSCのサンプルのF.S.Iを測定した値は、0でボイラー燃料としては好ましいものである。

#### j. 低温灰化灰のX線回折

石炭中に存在する鉱物質を明らかにする目的でX線回折を行なった。石炭をプラズマリアクタを用いおよそ150℃で低温灰化し、灰のX線回折を行なった。サンプルは、#7プライを用いた。(図20-6に示す)

回折結果からこの石炭に含まれる鉱物質は、

石膏 (Gypsum)

石英 (Quartz)

ベーマイト (Boehmite)

ギブサイト (Gibbsite)

等である。

低温灰化の際、一部の石膏は、結晶水を放出し、ヘミハイドレートジブサムに変化している。変化の過程は、次の通りである。

128℃

163℃



## (2) 石炭灰の分析

### a. 灰の溶解性

初期軟化温度は、上部メインシームでは、はさみの硬や低品位炭プライの方が石炭プライより低い。はさみは、1200℃前後、石炭プライは、1300℃よりやや高い。一方、下部メインシームでは、はさみプライの方が高く1450℃前後、石炭プライでは1200～1300℃である。球軟化温度、半球軟化温度、溶流温度は、一般に石炭プライで低く、はさみプライの方が高い。

### b. 灰の成分分析

SiO<sub>2</sub>の含有率は、はさみプライで多く、石炭プライでは少ない。特に、#3, #5, #7, #14の石炭プライでは、6～12%しかない。SiO<sub>2</sub>の含有率は、歴青炭では普通60%以上ある。SiO<sub>2</sub>は、熱帯特有の気候でその気温と雨のため溶解し、失われたとも考えられる。

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有率は、およそ30%であるが、上部メインシームでは、やや低い値を示していて、傾向として、SiO<sub>2</sub>の含有率と同様である。Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の値は、#5プライと#7プライとで、他のプライとは、極端に違っている。CaOの含有率は、#9プライを除いて石炭プライに高い。CaOとMgOの含有率は、SiO<sub>2</sub>とAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の低い個所で相対的に増加している様に思われる。Na<sub>2</sub>Oの含有率もSiO<sub>2</sub>の含有率が低いプライが多い。たとえば、#7プライではSiO<sub>2</sub>は6%でNa<sub>2</sub>Oは7.5%と多い。K<sub>2</sub>Oの含有率は、はさみ部分で高く石炭プライでは低い。



表20-2 SSC 粒度别石炭分析

Size Fraction mm	+100	100	50	11.2	4.0	1.4	0.5	0.15	-0.045
Proximate Analysis									
Ash %	9.3	22.8	19.4	15.7	19.1	21.4	25.4	32.5	32.6
Volatile Matter %	47.1	40.9	42.7	44.2	42.5	41.4	39.2	36.2	36.2
Fixed Carbon %	43.6	36.3	37.9	40.1	38.4	37.2	35.4	31.3	31.2
Fuel Ratio	0.926	0.888	0.888	0.907	0.904	0.899	0.903	0.865	0.862
Total Sulfur %	0.5	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	1.0	1.5	1.5
Calorific Value									
K c a l / K g	6,760	5,380	5,650	5,920	5,590	5,330	5,020	4,590	4,470
B t u / l b	12,160	9,690	10,180	10,660	10,070	9,590	9,040	8,270	8,040
Ultimate Analysis									
Ash %	9.3	22.8	19.4	15.7	19.1	21.4	25.4	32.5	32.6
Carbon %	70.7	56.1	58.6	61.1	59.0	56.8	53.4	47.5	46.2
Hydrogen %	4.9	4.4	4.5	4.6	4.4	4.3	4.1	3.9	3.7
Sulfur %	0.2	0.5	0.5	0.4	0.6	0.6	0.7	1.3	1.1



表20 - 4 SSC粒度別石炭灰分析

Size Fraction mm	+100									
	100	50	11.2	4.0	1.4	0.5	0.15	0.045	-0.045	
Ash	22.8	19.4	15.7	19.1	21.4	25.4	32.5	32.6		
Ash Fusibility Test										
Initial Deformation	1.340	1.190	1.230	1.230	1.190	1.200	1.210	1.210	1.210	
Softening	1.400	1.340	1.270	1.360	1.360	1.420	>1.450	>1.450	1.430	
Hemispher	>1.450	1.370	1.280	1.370	1.370	1.430	1.440	1.440	1.440	
Flow		1.420	1.400	1.430	1.420	>1.450	>1.450	>1.450	>1.450	
Ash Component										
S i O 2	29.60	51.60	48.10	49.70	51.20	53.70	55.20	53.90	53.90	
F e 2 O 3	6.81	3.76	3.99	5.95	5.85	5.97	7.30	6.73	6.73	
C a O	12.41	4.40	6.37	4.88	4.16	3.26	2.57	3.09	3.09	
M g O	9.18	3.66	4.57	3.87	3.44	2.84	2.35	2.30	2.30	
N a 2 O	5.23	1.68	2.04	1.77	1.54	1.27	1.03	1.01	1.01	
K 2 O	1.58	1.78	1.68	1.77	1.81	1.85	1.87	1.85	1.85	
P 2 O 5	0.28	0.31	0.41	0.42	0.27	0.24	0.19	0.17	0.17	
T i O 2	0.72	1.22	1.16	1.14	1.14	1.12	1.07	1.07	1.07	

表20-5 プライ別石炭分析

Ply No.	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14
Proximate Analysis														
Ash %	9.8	73.1	4.4	57.0	3.8	52.5	4.2	69.1	25.8	73.5	41.0	8.5	70.3	4.7
Volatile Matter %	48.6	20.9	51.0	28.8	50.2	27.8	48.3	20.8	38.0	20.4	34.1	48.4	21.7	47.8
Fixed Carbon %	41.6	6.0	44.6	14.2	46.0	19.7	47.5	10.1	36.2	6.1	24.9	43.1	8.0	47.5
Fuel Ratio	0.856	0.287	0.874	0.493	0.916	0.709	0.983	0.486	0.953	0.299	0.730	0.890	0.369	0.994
Total Sulfur %	0.7	0.3	0.7	0.4	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.7	1.0	0.4	1.4
Calorific Value														
Kcal/Kg	6,950	1,410	6,890	2,820	6,740	2,880	6,600	1,660	5,010	1,250	3,860	6,360	1,760	6,610
Btu/lb	11,430	2,530	12,390	5,070	12,140	5,190	11,880	2,990	9,020	2,250	6,950	11,450	3,170	11,910
Ultimate Analysis														
Ash	9.8		4.4	57.0	3.8	52.5	4.2		25.8		41.0	8.5	70.3	4.7
Carbon	66.3		71.0	28.8	70.2	30.8	69.6		53.0		40.5	74.5	17.8	69.5
Hydrogen	5.2		5.4	3.1	5.1	2.9	5.0		4.3		3.5	5.8	2.3	5.0
Sulfur	0.3		0.3	0.3	0.2	0.4	0.2		0.5		0.5	0.8	0.4	0.8

表20-6 プライ別粉砕性試験

Ply No.	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14
Ash %	9.8	73.1	4.4	57.0	3.8	52.5	4.2	69.1	25.8	73.5	41.0	8.5	70.3	4.7
H.G.I.	47	107	40	107	37	91	42	96	49	93	64	48	78	41

表20-7 プライ別石炭物性分析

Ply No.	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14
Ash %	9.8	73.1	4.4	57.0	3.8	52.5	4.2	69.1	25.8	73.5	41.0	8.5	70.3	4.7
True Specific Gravity	1.492	2.253	1.432	1.954	1.477	1.970	1.503	2.196	1.662	2.325	1.829	1.496	2.147	1.487
Apparent Specific Gravity	1.327	1.853	1.300	1.599	1.310	1.780	1.278	2.007	1.493	2.064	1.620	1.376	1.980	1.322
Volumetric Voids %	26.7	24.0	25.8	26.6	25.4	18.5	29.2	15.3	25.2	17.6	22.4	24.0	13.8	28.1
Theoretical Max. Inherent Moisture%	19.7	12.3	19.5	15.7	18.7	10.3	21.6	7.6	16.9	8.4	13.6	17.4	6.9	20.8

表20 - 8 プライ別塩素含有率

Ply No.	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14
Ash	9.8	73.1	4.4	57.0	3.8	52.5	4.2	69.1	25.8	73.5	41.0	8.5	70.3	4.7
Inherent Cl. ppm	360	240	320	110	320	180	320	130	330	120	280	410	80	260
Attached Cl. ppm	170	50	30	40	30	60	40	30	30	30	40	30	30	30

表20 - 9 プライ別石炭灰分析

Ply No.	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14
Ash	9.8	73.1	4.4	57.0	3.8	52.5	4.2	69.1	25.8	73.5	41.0	8.5	70.3	4.7
Ash Fusibility														
Initial Deform. °C	1,200	1,200	1,370	1,190	1,330	1,200	1,300	>1,450	1,230	>1,450	1,320	1,160	1,190	1,330
Softening °C	1,210	>1,450	1,410	>1,450	>1,450	>1,450	>1,450	>1,450	>1,450	>1,450	>1,450	1,230	>1,450	1,340
Hemispherical °C	1,210	>1,450	>1,450									1,230		1,340
Fluid °C	1,400											1,330		>1,450
Ash Composition														
SiO <sub>2</sub>	44.60	61.80	6.90	59.50	6.20	57.20	6.00	58.70	56.80	56.80	52.90	35.20	63.60	12.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.23	2.16	6.61	2.22	17.17	2.19	25.54	2.28	2.26	2.64	2.99	4.70	2.10	8.54
CaO	10.98	0.57	21.59	0.87	19.65	0.97	15.20	0.56	2.44	0.46	1.55	9.41	0.61	17.40
MgO	7.66	1.49	16.82	1.62	16.55	1.87	15.16	1.55	2.79	1.48	2.01	6.61	1.35	12.79
Na <sub>2</sub> O	1.64	0.95	3.94	0.41	5.42	0.58	7.49	0.42	1.19	0.42	0.78	3.56	0.45	5.62
K <sub>2</sub> O	0.66	2.29	0.74	1.95	1.12	2.51	1.23	2.09	1.88	1.86	1.78	0.77	1.59	0.94
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.33	0.19	1.02	0.08	0.12	0.06	0.07	0.07	0.33	0.18	0.58	1.46	0.04	0.11
TiO <sub>2</sub>	1.26	1.05	0.39	1.22	0.28	0.98	0.33	1.30	1.11	1.36	1.68	1.67	1.84	0.39



表20-10 脱泥試験データ (フライ別他)

Ply No.	Hour	1 H	3 H	6 H	1 2 H	2 4 H	4 8 H	7 2 H	Residue %
1		0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	99.6
2		60.6	70.0	75.2	76.3	76.9	77.2	77.3	22.7
3		0.3	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	99.2
4		43.1	49.2	52.9	55.1	56.1	56.8	57.4	42.6
5		0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	99.6
6		22.2	36.6	48.2	50.2	51.2	52.1	53.0	47.0
7		0.2	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	99.4
8		47.3	59.4	64.1	66.0	66.6	66.8	67.0	33.0
9		0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	99.6
10		54.6	64.1	74.2	75.6	76.4	79.6	80.0	20.0
11		4.9	9.0	10.4	11.6	12.7	13.4	13.5	86.5
12		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	99.9
13		18.5	26.9	31.2	34.5	37.3	41.3	43.1	56.9
14		0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	99.7
Pilot Prep. Plant									
FEED		26.8	29.3	31.1	32.0	32.6	33.2	33.5	66.5
PRODUCT		16.4	17.3	17.9	18.2	18.4	18.6	18.8	81.2
SSC Shiploading		2.2	3.0	3.4	3.6	3.8	4.0	4.1	95.9

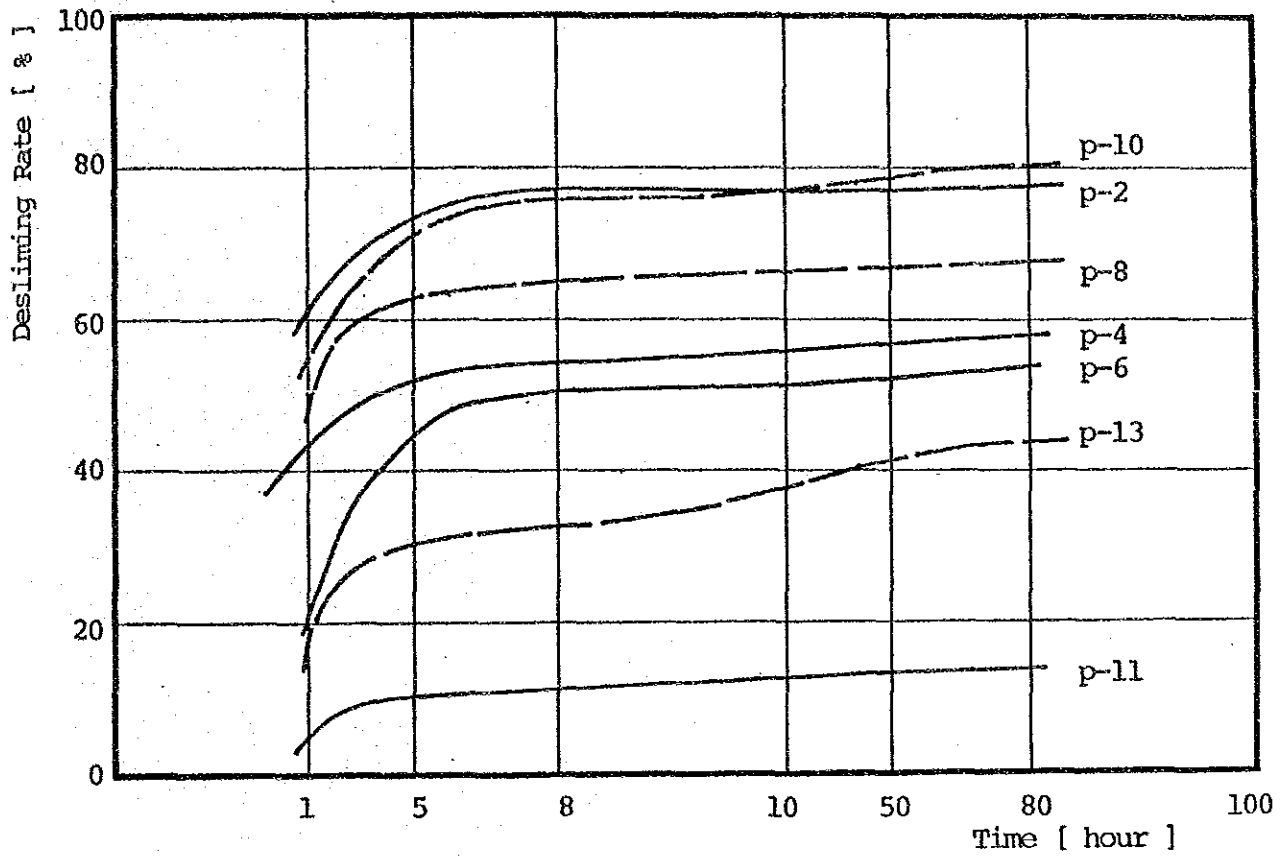
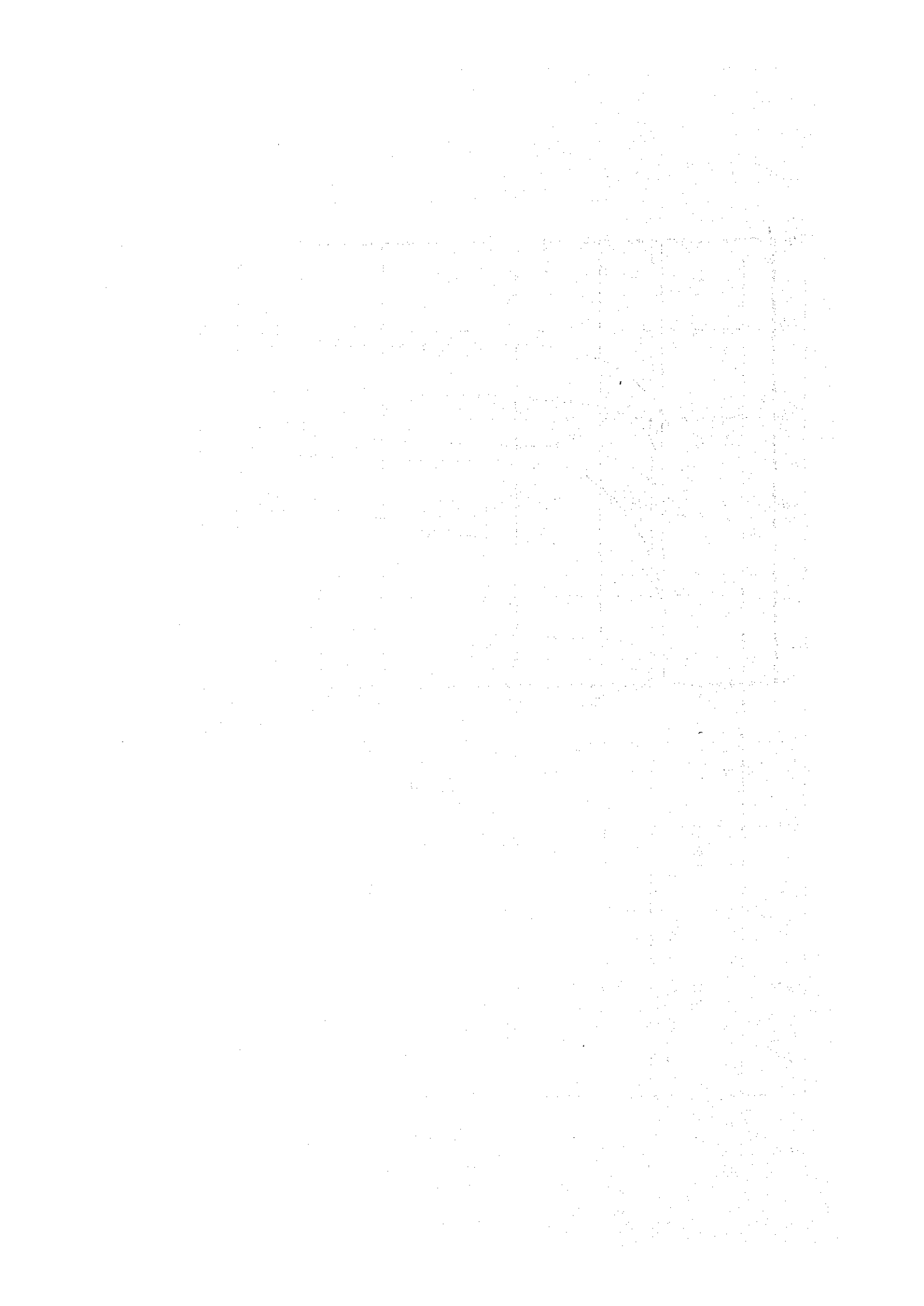


图 20-5 脱泥试验结果



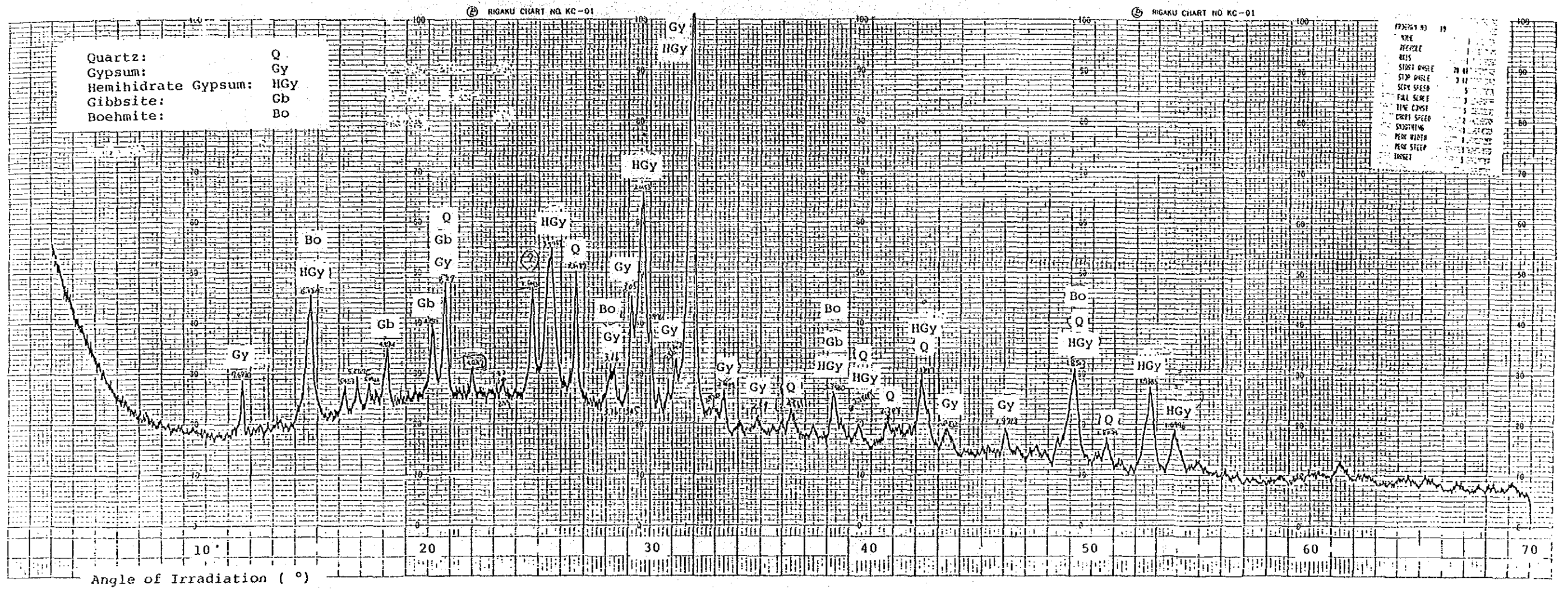


図 20-6 X線回折テストチャート



### (3) 脱塩

脱塩の可能性を検討する為、カラカ発電所で採取したSSCとウノンピットで採取したサンプルを用い、数種の試験を行なった。

#### a. 比重区分毎のナトリウム、カリウム含有率

SSCの篩分け粒度区分11.2mmから4mmのサンプルを使用し、浮沈試験を行なった。各比重区分毎の石炭を灰化し、灰中の $\text{Na}_2\text{O}$ と $\text{K}_2\text{O}$ とを求めた。表20-11,20-12に示される結果は次の様である。灰中の $\text{Na}_2\text{O}$ 含有率は、低比重区分中で高いが、無水石炭ベースでの含有率は、高比重区分ほど値は高くなる。石炭灰中の $\text{K}_2\text{O}$ 含有率は、比重が高くなるほどその値が高くなる。すなわち、無水石炭中の $\text{Na}_2\text{O}$ と $\text{K}_2\text{O}$ の含有率は、高比重区分の部分を除いて、低比重区分のものだけを回収すれば減少させられる。 $\text{K}_2\text{O}$ だけの含有率も同様である。しかしながら、ボイラにおけるファウリングの最も決定的な要因である石炭灰中のアルカリ金属の内、 $\text{Na}_2\text{O}$ は低比重になるほど急激に増加している。従って、灰中の $\text{Na}_2\text{O}$ 含有率を減少させることは、比重分離を行う選炭では出来ない。

表20-11 比重区分毎のNa<sub>2</sub>O含有率

Specific Gravity	Ash	Coal (AD)		Moisture Free Coal
	Na <sub>2</sub> O	Moisture	Ash	Na <sub>2</sub> O
- 1.25	5.23	10.29	3.86	0.22
1.25~1.30	5.28	11.26	4.34	0.26
1.30~1.35	3.03	10.62	8.32	0.28
1.35~1.40	2.12	9.80	16.10	0.38
1.40~1.50	1.08	7.86	23.84	0.28
1.50~1.60	0.81	6.73	34.46	0.30
+ 1.60	0.48	4.50	61.82	0.31

表20-12 比重区分毎のK<sub>2</sub>O含有率

K 2 O

Unit %

Specific Gravity	Ash K 2 O	Coal (AD)		Moisture Free Coal K 2 O
		Moisture	Ash	
- 1.25	1.20	10.29	3.86	0.05
1.25~ 1.30	1.22	11.26	4.34	0.06
1.30~ 1.35	1.24	10.62	8.32	0.12
1.35~ 1.40	1.54	9.80	16.10	0.27
1.40~ 1.50	1.86	7.86	23.84	0.48
1.50~ 1.60	2.01	6.73	34.46	0.74
+ 1.60	1.95	4.50	61.82	1.26



b. X線マイクロアナライザによる分析

石炭中の金属元素、特にナトリウムの分布状態を明らかにするためX線マイクロアナライザによる分析を行った。サンプルは、メインシームの#7プライを使用した。検出された元素と分布状態を次に示す。

(a) 検出元素

表20-13に検出元素と濃度を示す。

	石 炭	／	金 属	濃 度
Al	160CPS	／	8.4KCPS	約2%
Mg	1000CPS	／	40 KCPS	約0.3%
Na	70CPS			*0.1~1%
Fe	80CPS	／	22 KCPS	約0.4%
Ca	60CPS			*0.1~1%

CPS：毎秒当りカウント数

\*Na, Caは標準試料がないので推定値

(b) 元素の分布状態

元素の分布状態は、電子ビームの反射によるイメージ像で現わされる。重い元素は、その電子密度が高いので、反射率が高く、明るいイメージ像になる。軽い元素の領域では、像が暗くなる。写真1から写真8に各々の要素のイメージ像を示す。

写真1：下部の白い線の長さが1000  $\mu\text{m}$ を示す。これは、組成像である。風化され亀裂が発達している。縞模様が見られ、その部分は組織が異なっている。暗い部分には軽元素が多い。

写真2：白いバーが100  $\mu\text{m}$ である。写真1中央部の約100倍の2次電子線像で、四角く囲まれた部分について以下の写真を撮った。

写真3：囲まれた部分の組成像で、斜めの縞模様は研磨傷である。たての縞模様は組成の違いを表わす。

写真4：アルミニウムのKアルファ線像、白い部分にアルミニウムが多く含まれる。

写真5：マグネシウムのKアルファ線像、Mgは一様に含まれる。

写真6：鉄のKアルファ線像、Feの分布には濃淡がある。

写真7：カルシウムのKアルファ線像、Caは一様に分布。

写真8：ナトリウムのKアルファ線像、若干縞模様が認められる。

石炭灰には、アルミニウム、マグネシウム、鉄、カルシウム、ナトリウムが含まれている。アルミニウム、鉄、ナトリウムはわずかに縞がイメージ像にみられ、濃度変化が認められるが、石炭中にはほぼ全面的に含まれる。マグネシウム、カルシウムは均一に分布している。この傾向は、他のサンプルでも同様であった。



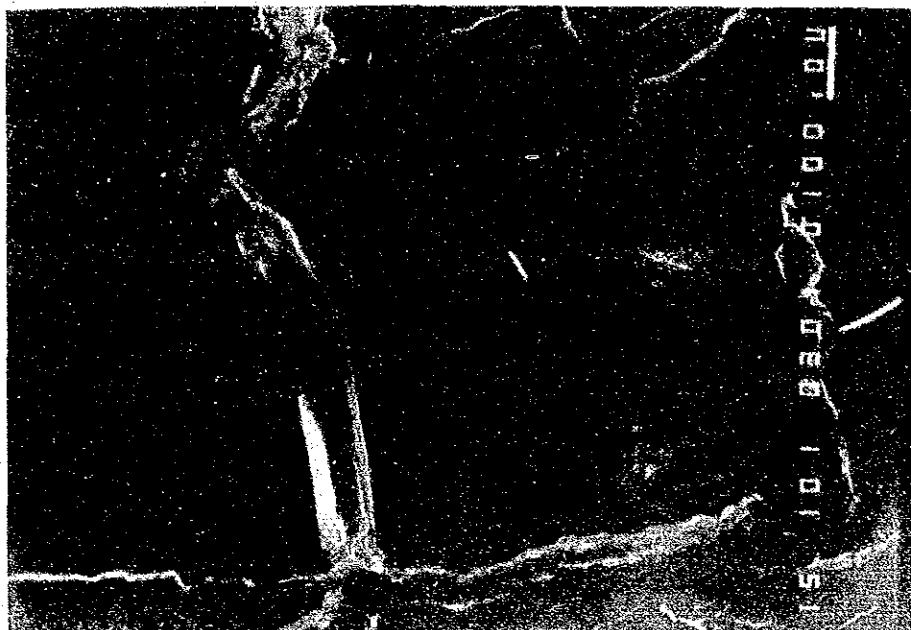


写真2 2次電子線像



写真1 組成像



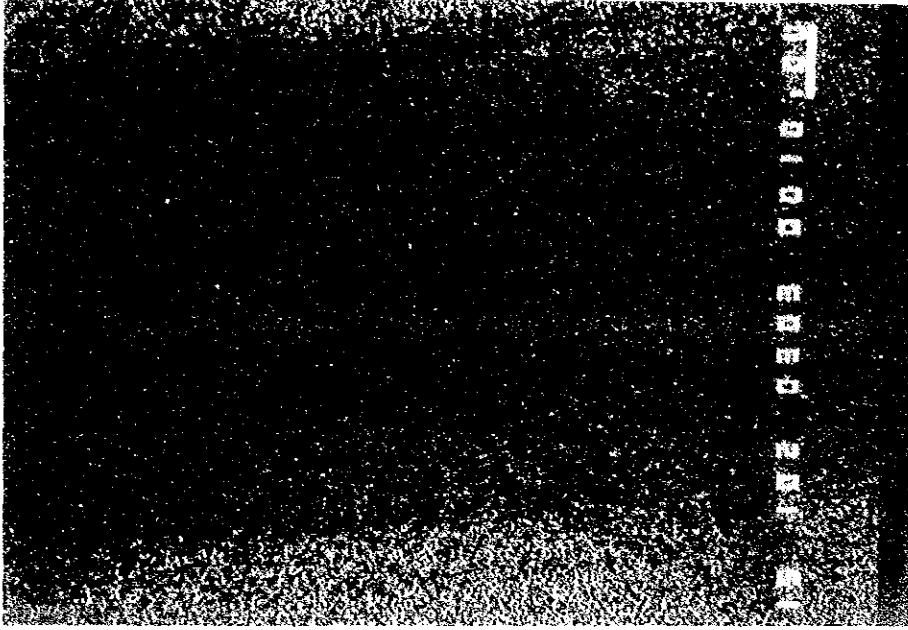


写真4 AIK $\alpha$ 線像

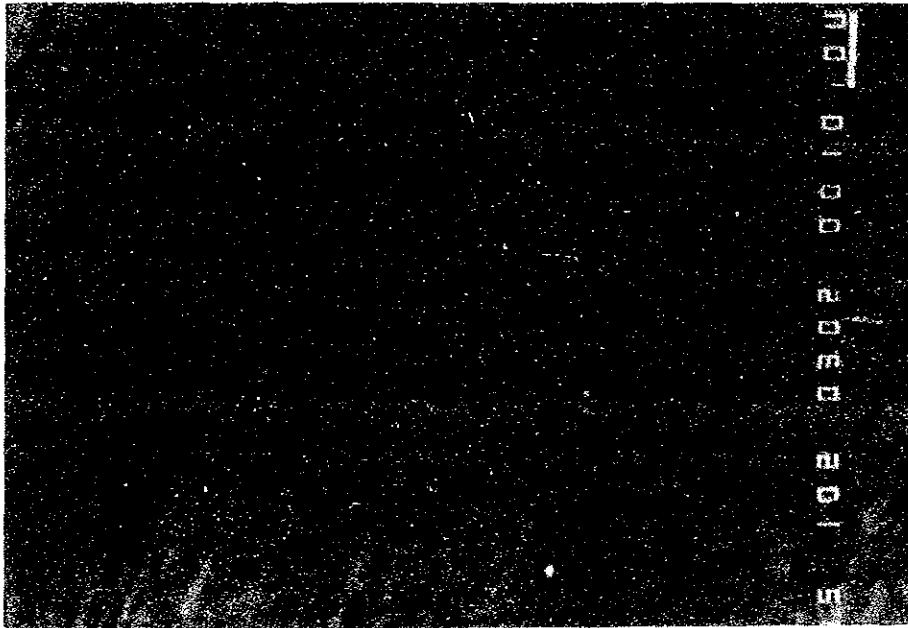


写真3 組成像



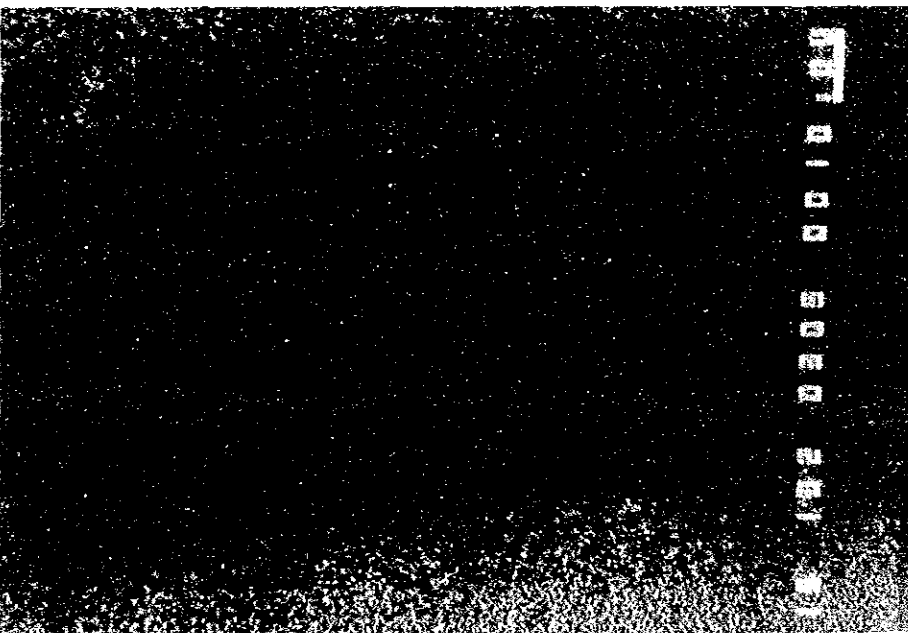


写真5 Mg Kα線像

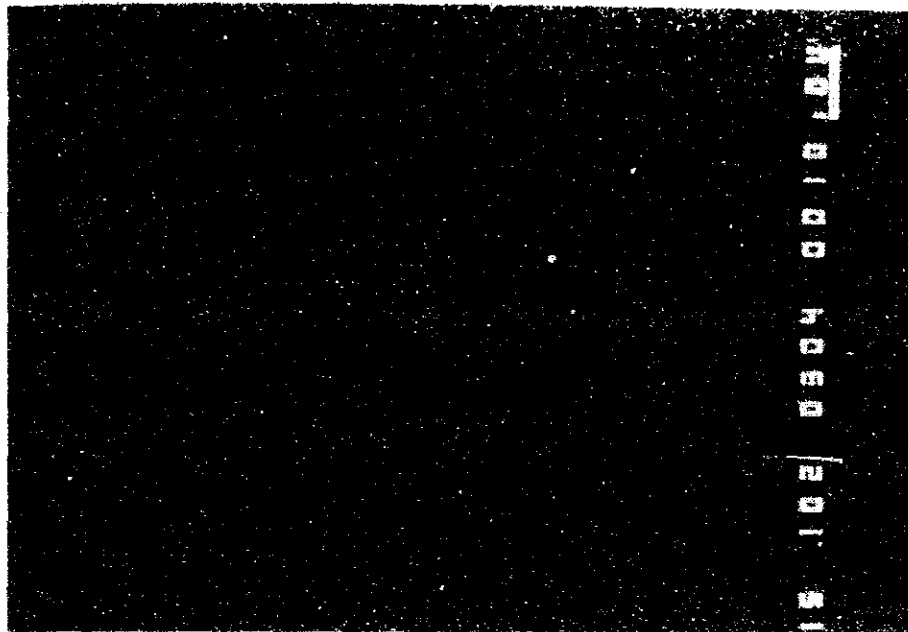


写真6 Fe Kα線像





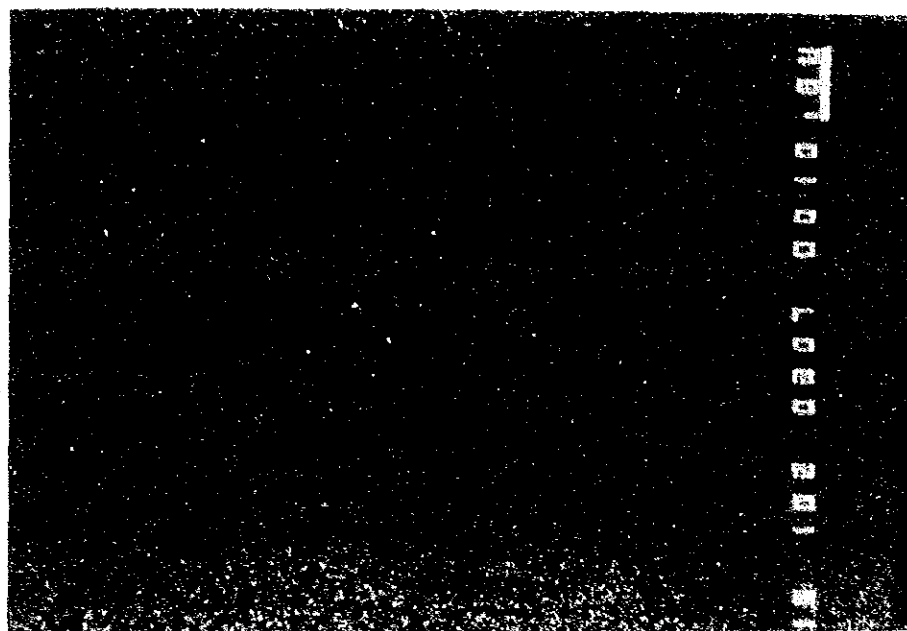


写真8  $\text{NaK}\alpha$  線像

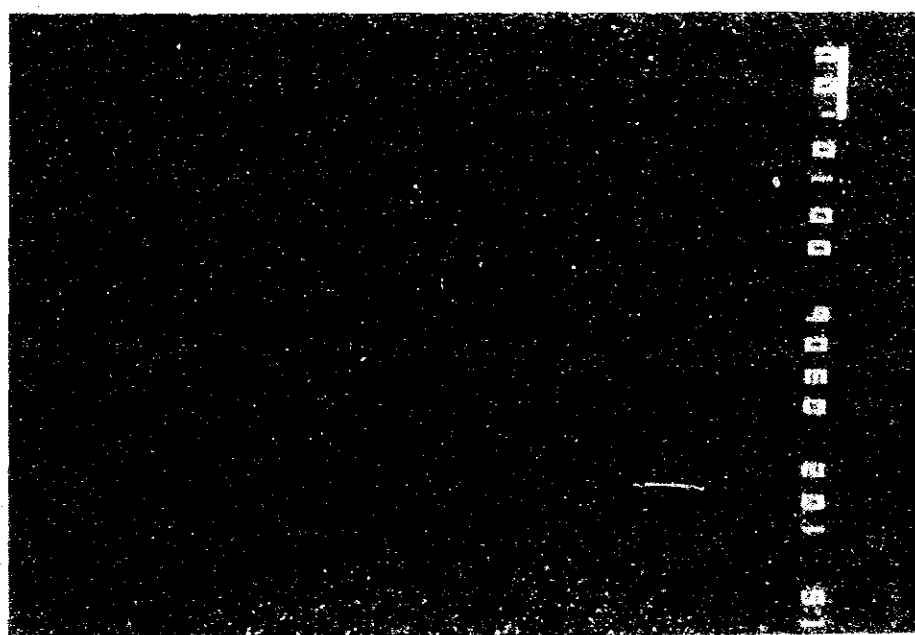


写真7  $\text{CaK}\alpha$  線像



## 第 21 章 選 炭



## 第21章 選 炭

### 21-1 可選性

セミラウノンROM炭をクリーニングする最適な選炭方式と、設備を決定するために必要なデータを得る種々の試験を行った。これらのテストデータの中で可選性が製品炭の炭質と量を算定する上で最も重要な事項である。

浮沈試験を各プライサンプル毎に広範囲に実施した。ROM炭の可選性は各プライ毎の浮沈試験データを合成して得た。

これらの可選性についての試験の他に、カラカ発電所において採取した、選択採炭された石炭サンプルについても浮沈試験を実施した。サンプルは粒度成分を9区分にとり、粒径0.045mm以下の微細粒子の区分を除いて各区分毎に浮沈試験を実施した。又、篩分けをしていないSSCサンプルについても同様に浮沈試験を行なった。

表21-1(#1~#14)にプライ毎の浮沈試験データとデータから求めた可選曲線を示す。

表21-2に各プライを合成し、代表的な全石炭層を表わす浮沈試験データと可選曲線とを示す。

表21-3(1~8)にカラカ発電所で採取した選択採炭された石炭の各粒度区分毎の浮沈試験データと可選曲線を示す。

表21-4は同じく発電所で採取した篩分けをしていない選択炭の浮沈試験データと可選曲線である。

上述の試験で得られたデータに基づいて、プラント性能は発電所のボイラデザイン条件に合わせて、全水分19%における発熱量がおよそ8,500Btu/lbである製品炭が得られるものとした。

石炭仕様を表21-5にまとめる。出荷伝票によると現行の石炭仕様はオリジナルの石炭販売契約に規定されていたものとは若干相異がある。

表21 - 1 プライ別可選性試験データ ウノンビット払サンプル

SAMPLE: AI

DATE: \_\_\_\_\_

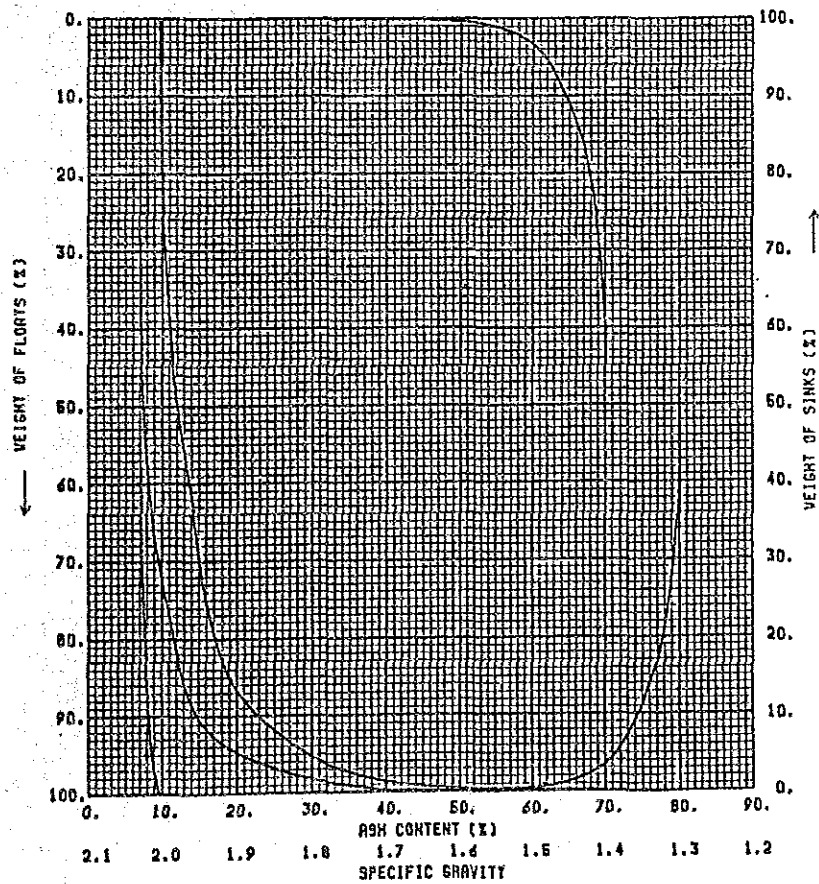
(1)

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (%)	ASH (%)	$\frac{\sum V \cdot R - 1}{\sum V}$	V · R	$\sum V \cdot R$	$\sum V$	$\frac{\sum V \cdot R}{\sum V}$	TOTAL V · R - $\sum V \cdot R$	100 - $\sum V$	$\frac{G}{H}$	±DJ S.G.
1.30	57.71	7.05	28.86	406.86	406.86	57.71	7.05	560.65	42.29	13.26	
1.30 ~ 1.35	31.10	10.20	73.26	317.22	724.08	88.81	8.15	243.43	11.19	21.75	
1.35 ~ 1.40	7.70	16.90	92.66	130.13	854.21	96.51	8.85	113.30	3.49	32.47	41.86
1.40 ~ 1.45	2.26	27.90	97.65	63.61	917.82	98.79	9.29	49.69	1.21	41.07	10.93
1.45 ~ 1.50	0.72	35.41	99.15	25.50	943.31	99.51	9.48	24.19	0.49	49.38	3.30
1.50 ~ 1.55	0.23	39.08	99.63	8.99	952.30	99.74	9.55	15.21	0.26	58.49	1.06
1.55 ~ 1.60	0.07	42.95	99.78	3.01	955.31	99.81	9.57	12.20	0.19	64.22	0.37
1.60 ~ 1.65	0.04	51.16	99.83	2.05	957.35	99.85	9.59	10.15	0.15	67.69	0.17
1.65 ~ 1.70	0.03	56.76	99.87	1.70	959.06	99.88	9.60	8.45	0.12	70.42	0.12
1.70 ~ 1.80	0.05	65.49	99.91	3.27	962.33	99.93	9.63	5.18	0.07	73.94	0.09
1.80 ~ 1.90	0.04	71.64	99.95	2.87	965.20	99.97	9.65	2.31	0.03	76.98	0.06
1.90 ~ 2.00	0.02	75.75	99.98	1.51	966.71	99.99	9.67	0.80	0.01	79.37	0.02
2.00 ~ 2.20	0.01	79.58	99.99	0.80	967.51	100.00	9.68				
2.20		82.30	100.00		967.51	100.00	9.68	.00	.00	.00	

SAMPLE: AI

DATE: \_\_\_\_\_

SIZE: \_\_\_\_\_





SAMPLE: A2 (WASTE)

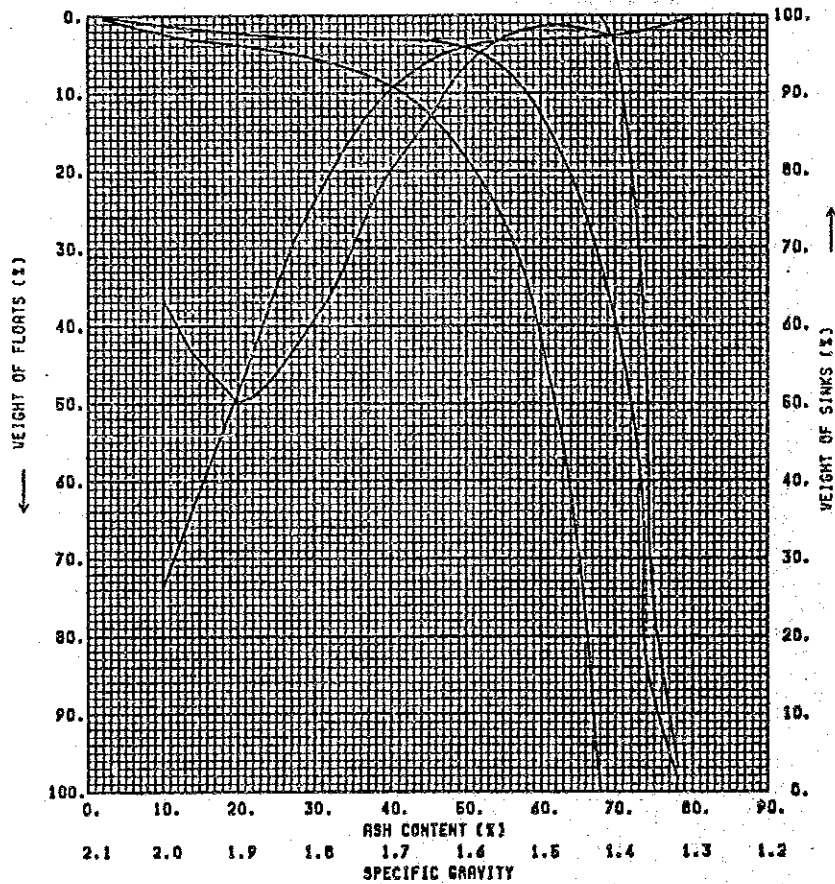
DATE: \_\_\_\_\_

(2)

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (%)	ASH (%)	$\frac{\sum V_N - 1}{\sum V_N}$	V.A	$\sum V.A$	$\sum V$	$\frac{\sum V.A}{\sum V}$	TOTAL V.A - $\sum V.A$	$100 - \sum V$	$\frac{E}{H}$	$\pm 0.1$ S.G.
1.30 ~ 1.35	0.29	2.07	0.14	0.60	0.60	0.29	2.07	6805.47	99.71	68.25	
1.35 ~ 1.40	1.35	8.27	0.97	11.16	11.76	1.64	7.17	6794.31	98.36	69.08	
1.40 ~ 1.45	0.97	18.28	2.13	17.73	29.50	2.61	11.30	6776.57	97.39	69.58	2.77
1.45 ~ 1.50	0.38	27.14	2.80	10.31	39.81	2.99	13.31	6766.26	97.01	69.75	1.58
1.50 ~ 1.55	0.07	34.87	3.02	2.44	42.25	3.06	13.81	6763.82	96.94	69.77	1.38
1.55 ~ 1.60	0.16	43.26	3.14	6.92	49.17	3.22	15.27	6766.90	96.76	69.82	2.92
1.60 ~ 1.65	0.77	48.01	3.60	36.97	86.14	3.99	21.59	6719.93	96.01	69.99	6.45
1.65 ~ 1.70	1.92	52.28	4.95	100.38	186.52	5.91	31.56	6619.55	94.09	70.35	13.49
1.70 ~ 1.75	3.40	56.17	7.71	202.21	388.73	9.51	40.88	6417.34	90.49	70.92	19.92
1.75 ~ 1.80	14.40	62.18	16.71	895.39	1284.12	23.91	53.71	5521.95	76.09	72.57	39.14
1.80 ~ 1.90	24.74	69.27	36.28	1713.74	2997.86	48.65	61.62	3808.21	51.35	74.16	49.89
1.90 ~ 2.00	25.15	73.50	61.22	1848.52	4846.38	73.60	65.67	1959.69	26.20	74.80	36.63
2.00 ~ 2.20	22.96	74.32	85.28	1706.39	6552.77	96.76	67.72	253.30	3.24	76.16	
2.20 ~	3.24	78.18	96.38	253.30	6806.07	100.00	68.06	.00	.00	.00	

SAMPLE: A2 (WASTE) DATE: \_\_\_\_\_

SIZE: \_\_\_\_\_



SAMPLE: A3

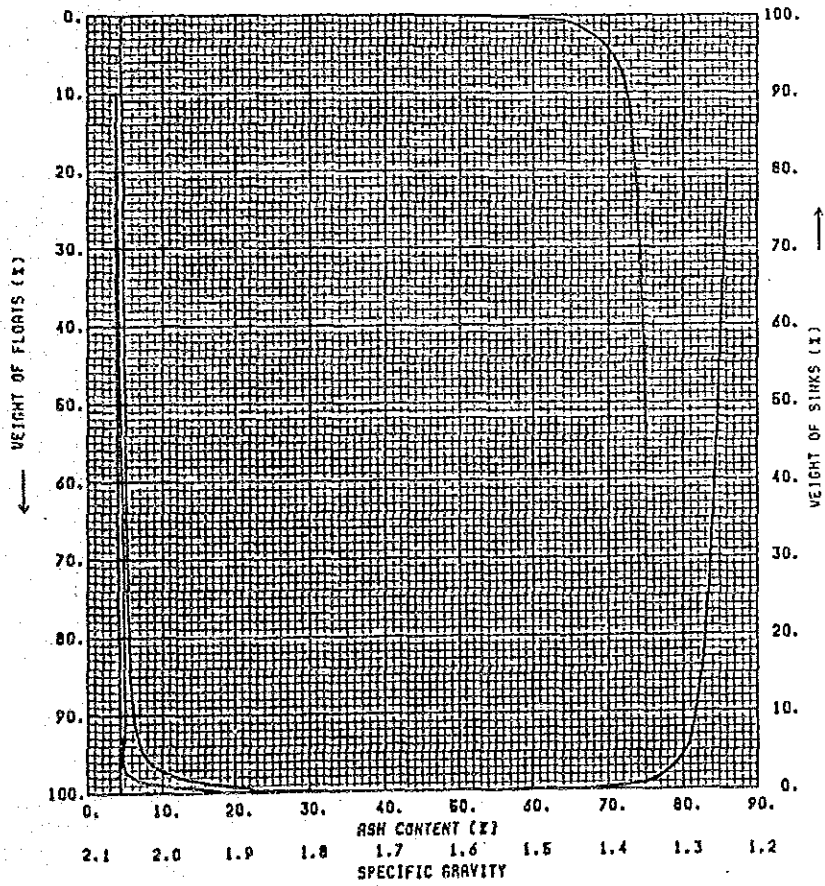
DATE: \_\_\_\_\_

(3)

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (%)	ASH (%)	$\frac{\sum V-A}{\sum V}$	V-A	$\sum V-A$	$\sum V$	$\frac{\sum V-A}{\sum V}$	TOTAL V-A	$100 - \sum V$	$\frac{G}{H}$	$\pm 0.1 S.G.$
1.30	95.50	4.37	47.75	417.34	417.34	95.50	4.37	43.18	4.50	9.60	
1.30 ~ 1.35	3.40	5.10	97.20	17.34	434.67	98.90	4.40	25.84	1.10	23.49	
1.35 ~ 1.40	0.50	12.90	99.15	6.45	441.12	99.40	4.44	19.39	0.60	32.32	4.20
1.40 ~ 1.45	0.25	16.30	99.53	4.08	445.20	99.65	4.47	15.32	0.35	43.77	0.87
1.45 ~ 1.50	0.05	21.64	99.68	1.08	446.28	99.70	4.48	14.24	0.30	47.45	0.40
1.50 ~ 1.55	0.07	26.20	99.74	1.83	448.12	99.77	4.49	12.40	0.23	53.92	0.18
1.55 ~ 1.60	0.03	36.58	99.79	1.10	449.21	99.80	4.50	11.30	0.20	56.52	0.15
1.60 ~ 1.65	0.03	43.57	99.82	1.31	450.52	99.83	4.51	10.00	0.17	58.81	0.10
1.65 ~ 1.70	0.02	48.25	99.84	0.96	451.48	99.85	4.52	9.03	0.15	60.22	0.09
1.70 ~ 1.80	0.04	52.24	99.87	2.09	453.57	99.89	4.54	6.94	0.11	63.11	0.07
1.80 ~ 1.90	0.03	55.52	99.91	1.67	455.24	99.92	4.56	5.28	0.08	65.96	0.06
1.90 ~ 2.00	0.03	59.77	99.94	1.79	457.03	99.95	4.57	3.48	0.05	69.68	0.05
2.00 ~ 2.20	0.04	67.61	99.97	2.70	459.74	99.99	4.60	0.78	0.01	77.90	
2.20	0.01	78.00	99.99	0.78	460.52	100.00	4.61	.00	.00	.00	

SAMPLE: A3 DATE: \_\_\_\_\_

SIZE: \_\_\_\_\_



SAMPLE:        R4

DATE:       

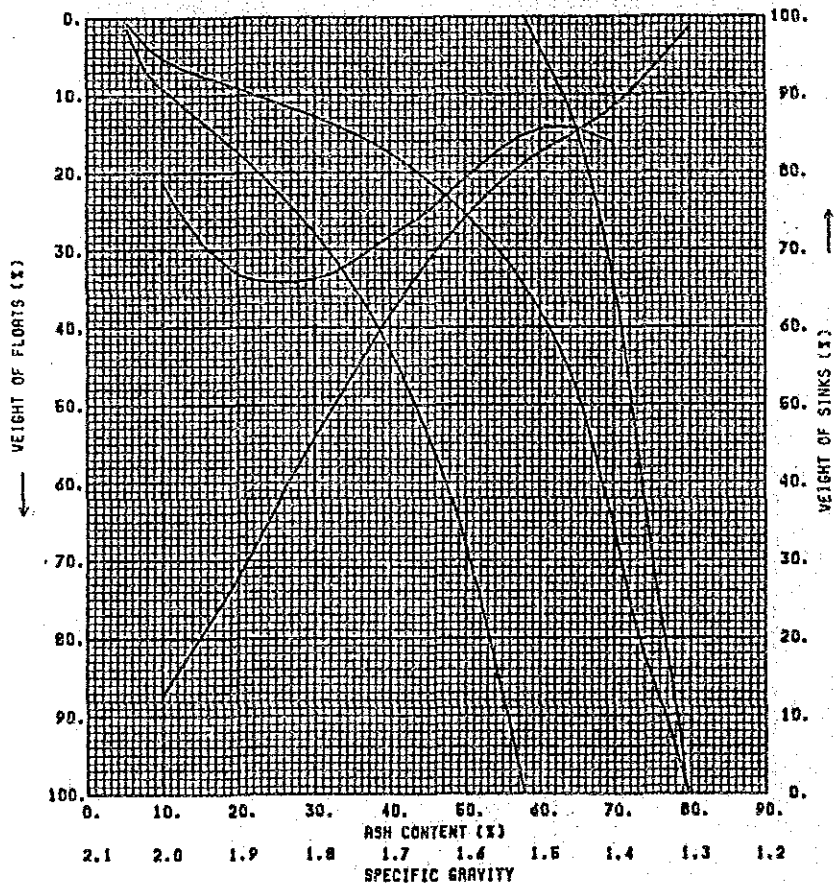
(4)

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (%)	ASH (%)	$\frac{\sum(V-H)}{2} \cdot \frac{V-N}{2}$	V-A	$\sum V-A$	$\sum V$	$\frac{\sum V-A}{\sum V}$	TOTAL V-A - $\sum V-A$	$100 - \sum V$	$\frac{G}{H}$	SOJ S.G.
- 1.30	1.30	5.40	0.65	7.02	7.02	1.30	5.40	5785.50	98.70	58.62	
1.30 ~ 1.35	5.50	8.50	4.05	46.75	53.77	6.80	7.91	5738.75	93.20	61.57	
1.35 ~ 1.40	4.70	20.10	9.15	94.47	148.24	11.50	12.89	5644.29	88.50	63.78	16.20
1.40 ~ 1.45	3.23	30.83	13.12	99.58	247.82	14.73	16.82	5544.70	85.27	65.03	14.36
1.45 ~ 1.50	2.77	37.47	16.11	103.79	351.61	17.50	20.09	5440.92	82.50	65.95	14.40
1.50 ~ 1.55	3.66	42.78	19.33	156.57	508.19	21.16	24.02	5284.34	78.84	67.03	16.92
1.55 ~ 1.60	4.74	47.95	23.53	227.28	735.47	25.90	28.40	5057.06	74.10	68.25	20.83
1.60 ~ 1.65	5.75	53.43	28.77	307.22	1042.69	31.65	32.94	4749.63	68.35	69.49	25.10
1.65 ~ 1.70	6.68	58.22	34.99	386.91	1431.60	38.33	37.35	4360.92	61.67	70.71	28.29
1.70 ~ 1.80	15.86	64.20	46.26	1016.21	2449.81	54.19	45.21	3342.71	45.81	72.97	33.76
1.80 ~ 1.90	17.90	69.25	63.14	1239.57	3689.39	72.09	51.18	2103.14	27.91	75.35	33.21
1.90 ~ 2.00	15.31	73.26	79.74	1121.61	4811.00	87.40	55.05	981.53	12.60	77.90	21.29
2.00 ~ 2.20	11.96	77.81	93.38	930.61	5741.61	99.36	57.79	50.92	0.64	79.56	
2.20 - -	0.64	79.57	99.68	50.92	5792.53	100.00	57.93	.00	.00	.00	

SAMPLE:        R4

DATE:       

SIZE:       



SAMPLE: A5

DATE:

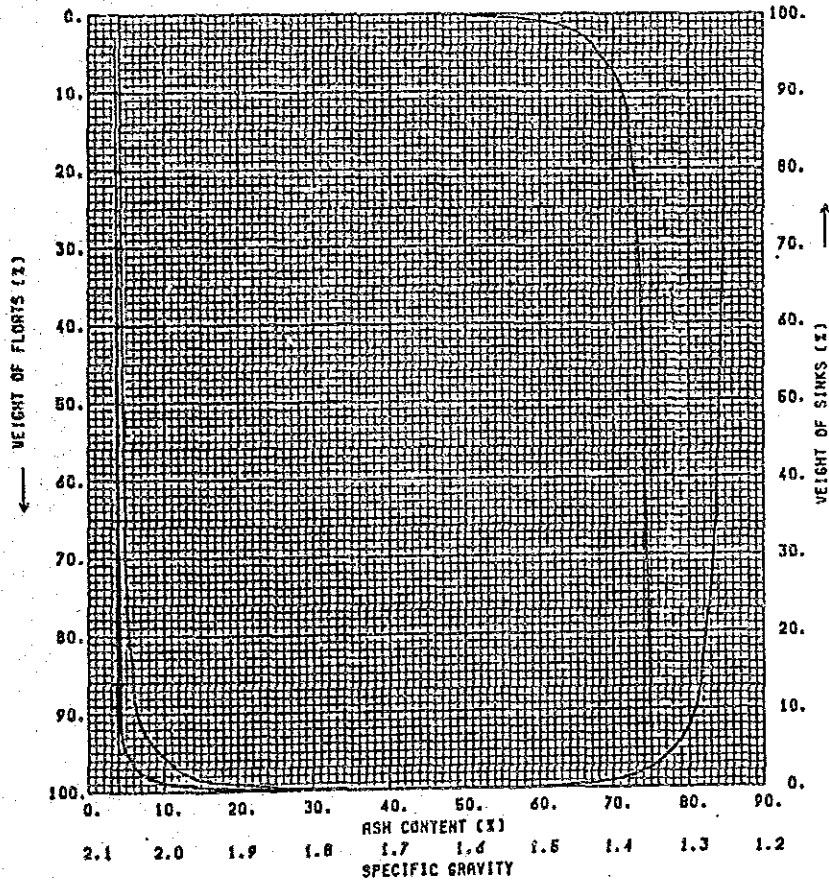
(5)

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (%)	ASH (%)	$\frac{\sum V-A - 1}{\sum V}$	V-A	$\sum V-A$	$\sum V$	$\frac{\sum V-A}{\sum V}$	TOTAL V-A - $\sum V-A$	$\frac{100}{\sum V}$	$\frac{G}{H}$	±0.1 S.G.
1.30	92.41	3.87	46.21	357.63	357.63	92.41	3.87	56.07	7.59	7.39	
1.30 ~ 1.35	5.10	4.95	94.96	25.24	382.87	97.51	3.93	30.83	2.49	12.38	
1.35 ~ 1.40	1.60	8.02	98.31	12.83	395.70	99.11	3.99	18.00	0.89	20.22	7.40
1.40 ~ 1.45	0.45	14.12	99.34	6.35	402.06	99.56	4.04	11.64	0.44	26.46	2.40
1.45 ~ 1.50	0.25	19.50	99.69	4.88	406.93	99.81	4.08	6.77	0.19	35.62	0.83
1.50 ~ 1.55	0.10	26.95	99.86	2.69	409.63	99.91	4.10	4.07	0.09	45.26	0.40
1.55 ~ 1.60	0.03	33.67	99.93	1.01	410.64	99.94	4.11	3.06	0.06	51.05	0.16
1.60 ~ 1.65	0.02	40.76	99.95	0.82	411.45	99.96	4.12	2.25	0.04	56.19	0.07
1.65 ~ 1.70	0.01	47.90	99.97	0.46	411.93	99.97	4.12	1.77	0.03	58.95	0.05
1.70 ~ 1.80	0.02	55.69	99.98	1.11	413.04	99.99	4.13	0.65	0.01	65.41	0.03
1.80 ~ 1.90	0.01	65.50	99.99	0.66	413.70	100.00	4.14				0.01
1.90 ~ 2.00		70.41	100.00		413.70	100.00	4.14				
2.00 ~ 2.20		76.00	100.00		413.70	100.00	4.14				
2.20 ~		79.53	100.00		413.70	100.00	4.14	.00	.00	.00	

SAMPLE: A5

DATE:

SIZE: 1



SAMPLE: R6

DATE:

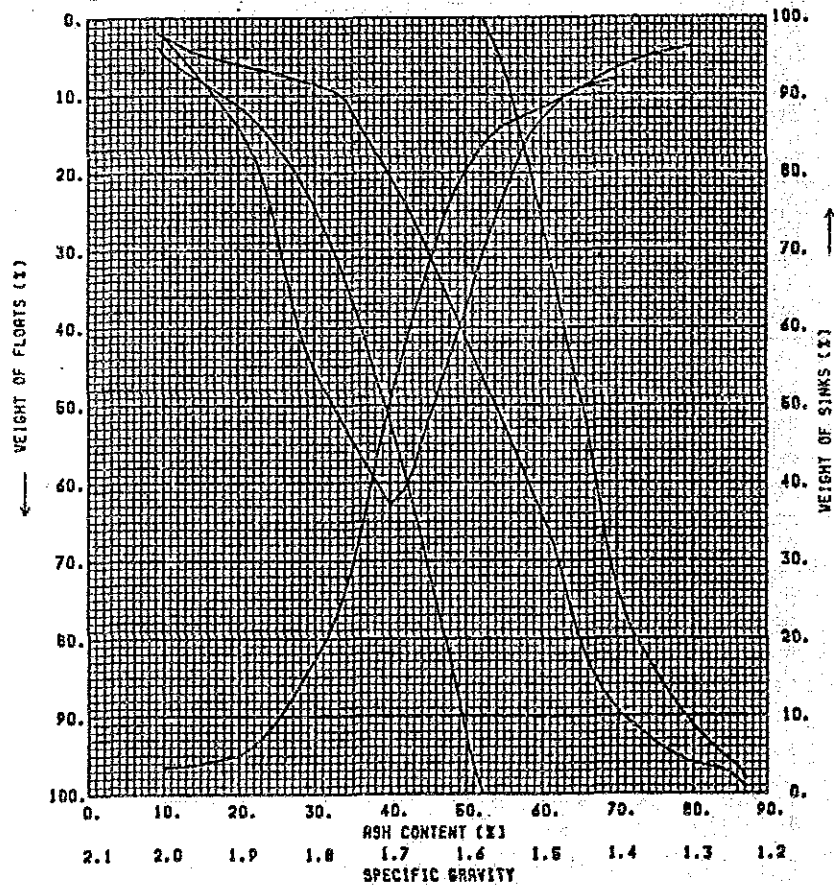
(6)

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (%)	ASH (%)	$\frac{\sum V_N - 1}{\sum V_N}$	V.A	$\sum V.A$	$\sum V$	$\frac{\sum V.A}{\sum V}$	TOTAL V.A - $\sum V.A$	$100 - \sum V$	$\frac{G}{H}$	±0.5 S.G.
1.30	3.80	9.40	1.90	35.72	35.72	3.80	9.40	5200.74	96.20	54.06	
1.30 ~ 1.35	1.00	13.90	4.30	13.90	49.62	4.80	10.34	5186.84	95.20	54.48	
1.35 ~ 1.40	1.80	18.90	5.70	34.02	83.64	6.60	12.67	5152.83	93.40	55.17	8.00
1.40 ~ 1.45	2.69	27.83	7.95	74.86	158.50	9.29	17.06	5077.96	90.71	55.98	9.24
1.45 ~ 1.50	2.51	34.20	10.55	85.84	244.34	11.80	20.71	4992.12	88.20	56.60	13.20
1.50 ~ 1.55	2.24	35.47	12.92	79.45	323.80	14.04	23.06	4912.67	85.96	57.15	23.11
1.55 ~ 1.60	5.76	37.87	16.92	218.13	541.93	19.80	27.37	4694.54	80.20	58.54	37.74
1.60 ~ 1.65	12.60	43.06	26.10	542.56	1084.48	32.40	33.47	4151.98	67.60	61.42	52.03
1.65 ~ 1.70	17.14	49.91	40.97	855.46	1939.94	49.54	39.16	3296.52	50.46	65.33	62.80
1.70 ~ 1.80	33.06	60.86	66.07	2012.03	3951.97	82.60	47.84	1284.49	17.40	73.82	45.46
1.80 ~ 1.90	12.40	69.67	88.80	863.91	4815.88	95.00	50.69	420.59	5.00	84.12	13.92
1.90 ~ 2.00	1.52	79.26	95.76	120.48	4936.35	96.52	51.14	300.11	3.48	86.24	2.27
2.00 ~ 2.20	1.50	85.00	97.27	127.50	5063.85	98.02	51.66	172.61	1.98	87.18	
2.20	1.98	87.18	99.01	172.62	5236.47	100.00	52.36	.00	.00	.00	

SAMPLE: R6

DATE:

SIZE 1



SAMPLE: A7 (COPPER)

DATE: \_\_\_\_\_

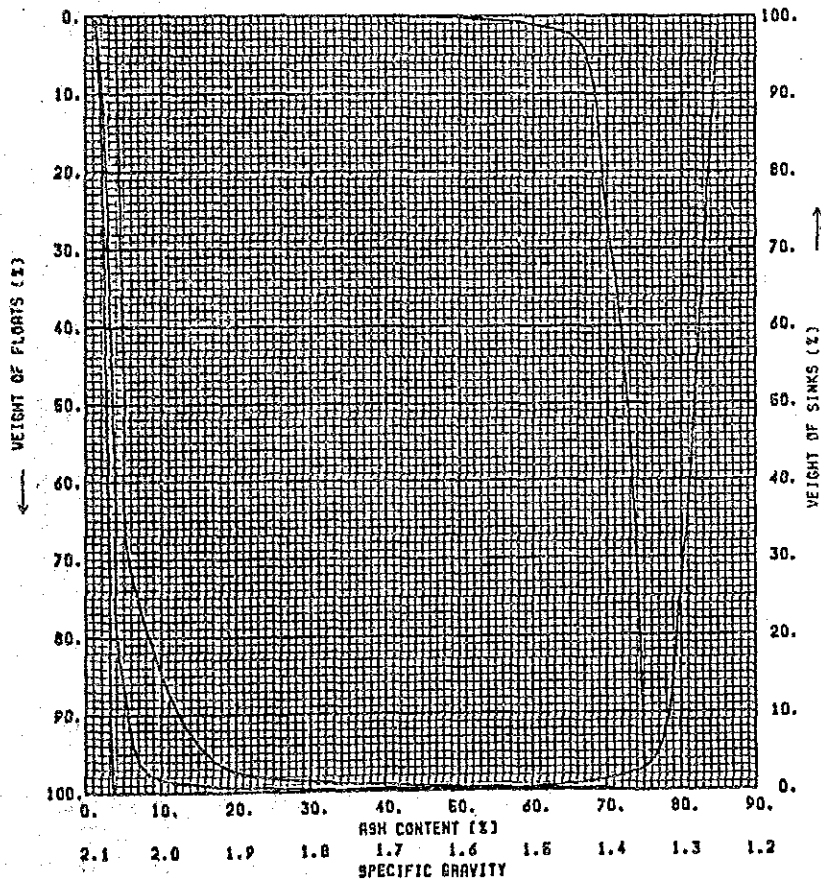
(7)

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (%)	ASH (%)	$\frac{\sum W-A}{\sum V-A} \times \frac{V-A}{2}$	V-A	$\sum V-A$	$\sum V$	$\frac{\sum V-A}{\sum V}$	TOTAL V-A - $\sum V-A$	100 - $\sum V$	$\frac{C}{H}$	±0.1 S.G.
1.30	72.90	3.07	36.45	223.80	223.80	72.90	3.07	170.38	27.10	6.29	
1.30 ~ 1.35	24.30	4.80	85.05	116.64	340.44	97.20	3.50	53.74	2.80	19.19	
1.35 ~ 1.40	1.40	8.60	97.90	12.04	352.48	98.60	3.57	41.70	1.40	29.79	26.60
1.40 ~ 1.45	0.61	13.96	98.91	6.52	361.00	99.21	3.64	33.19	0.79	42.01	2.41
1.45 ~ 1.50	0.29	19.95	99.36	5.79	366.78	99.50	3.69	27.40	0.50	54.80	1.06
1.50 ~ 1.55	0.11	26.13	99.56	2.87	369.66	99.61	3.71	24.53	0.39	62.89	0.47
1.55 ~ 1.60	0.05	31.89	99.64	1.59	371.25	99.66	3.73	22.93	0.34	67.45	0.18
1.60 ~ 1.65	0.02	35.52	99.67	0.71	371.96	99.68	3.73	22.22	0.32	69.44	0.08
1.65 ~ 1.70		38.09	99.68		371.96	99.68	3.73	22.22	0.32	69.44	0.04
1.70 ~ 1.80	0.02	51.35	99.69	1.03	372.99	99.70	3.74	21.19	0.30	70.64	0.12
1.80 ~ 1.90	0.10	61.57	99.75	6.16	379.15	99.80	3.80	15.04	0.20	75.18	0.17
1.90 ~ 2.00	0.07	70.57	99.83	4.94	384.09	99.87	3.85	10.10	0.13	77.65	0.10
2.00 ~ 2.20	0.07	75.78	99.90	5.30	389.39	99.94	3.90	4.79	0.06	79.83	
2.20 ~	0.06	79.89	99.97	4.79	394.18	100.00	3.94	.00	.00	.00	

SAMPLE: A7 (COPPER)

DATE: \_\_\_\_\_

SIZE: \_\_\_\_\_



SAMPLE: A7 (LOWER)

DATE:

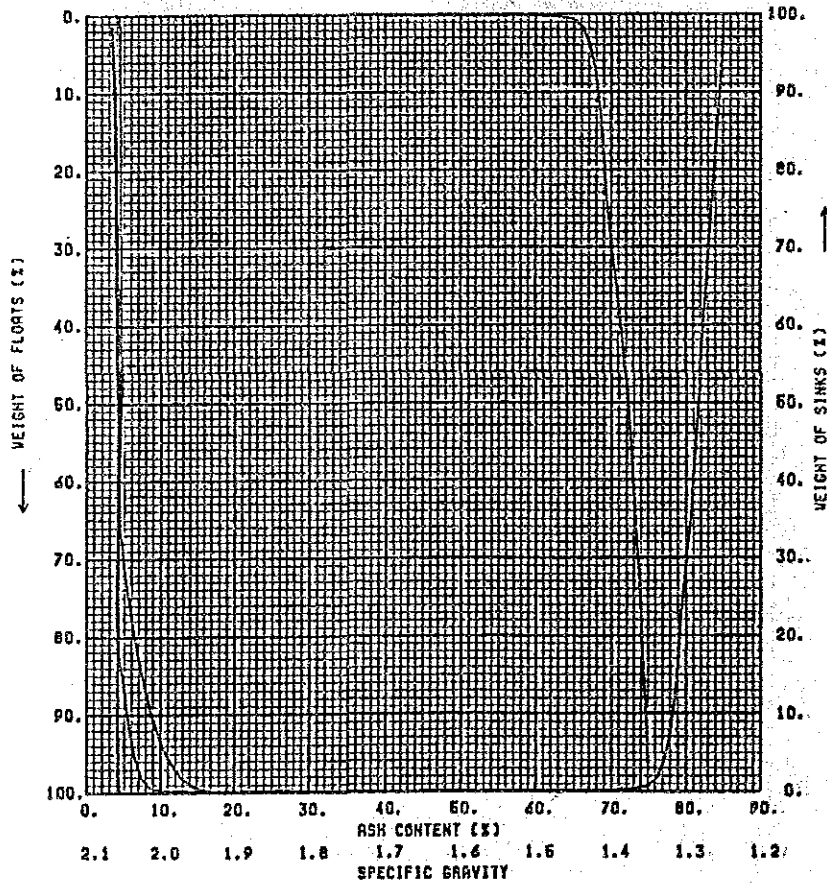
(8)

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (%)	ASH (%)	$\frac{\sum V.R - 1}{\sum V.R}$	V.R	$\sum V.R$	$\sum V$	$\frac{\sum V.R}{\sum V}$	TOTAL V.R - $\sum V.R$	$100 - \sum V$	$\frac{G}{H}$	±0.3 S.G.
1.30	70.70	4.17	35.35	294.82	294.82	70.70	4.17	148.04	29.30	6.05	
1.30 ~ 1.35	28.50	4.70	84.95	133.95	428.77	99.20	4.32	14.09	0.80	17.61	
1.35 ~ 1.40	0.50	8.70	99.45	4.35	433.12	99.70	4.34	9.74	0.30	32.47	29.10
1.40 ~ 1.45	0.05	12.50	99.73	0.63	433.74	99.75	4.35	9.11	0.25	36.46	0.62
1.45 ~ 1.50	0.05	17.50	99.78	0.88	434.62	99.80	4.35	8.24	0.20	41.20	0.14
1.50 ~ 1.55	0.02	22.51	99.81	0.45	435.07	99.82	4.36	7.79	0.18	43.27	0.13
1.55 ~ 1.60	0.02	27.49	99.83	0.55	435.62	99.84	4.36	7.24	0.16	45.24	0.12
1.60 ~ 1.65	0.04	32.80	99.86	1.31	436.93	99.88	4.37	5.93	0.12	49.39	0.12
1.65 ~ 1.70	0.04	37.20	99.90	1.49	438.42	99.92	4.39	4.44	0.08	55.48	0.11
1.70 ~ 1.80	0.03	44.70	99.93	1.34	439.76	99.95	4.40	3.10	0.05	61.95	0.05
1.80 ~ 1.90	0.02	53.40	99.96	1.07	440.83	99.97	4.41	2.03	0.03	67.62	0.04
1.90 ~ 2.00	0.02	64.80	99.98	1.30	442.12	99.99	4.42	0.74	0.01	73.18	0.02
2.00 ~ 2.20	0.01	73.60	99.99	0.74	442.86	100.00	4.43				
2.20 -		79.83	100.00		442.86	100.00	4.43	.00	.00	.00	

SAMPLE: A7 (LOWER)

DATE:

SIZE:



SAMPLE: AB (WASTE)

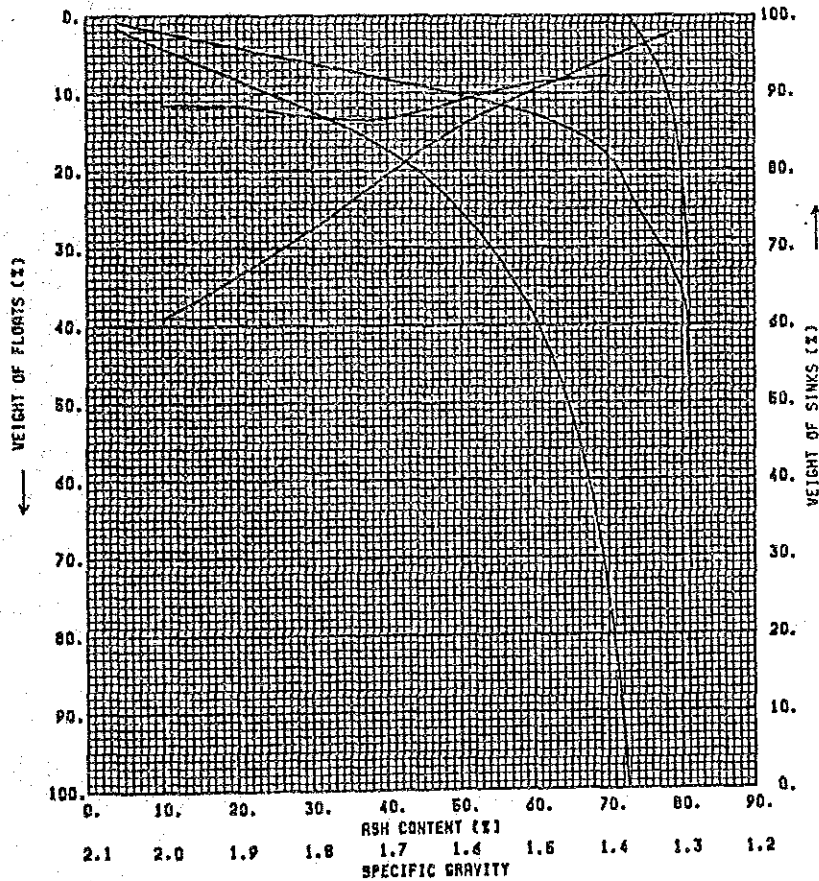
DATE: \_\_\_\_\_

(9)

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (%)	ASH (%)	$\frac{\sum V_N - 1}{\sum V_N}$	V.A	$\sum V.A$	$\sum V$	$\frac{\sum V.A}{\sum V}$	TOTAL V.A - $\sum V.A$	$\frac{100}{\sum V}$	$\frac{G}{H}$	±0.1 S.G.
1.30	1.78	4.24	0.89	7.55	7.55	1.78	4.24	7270.97	98.22	74.03	
1.30 ~ 1.35	1.82	12.86	2.89	23.41	30.95	3.60	8.60	7247.57	96.40	75.18	
1.35 ~ 1.40	1.90	21.88	4.55	41.57	72.52	5.50	13.19	7205.99	94.50	76.25	7.82
1.40 ~ 1.45	2.02	31.61	6.51	63.85	136.38	7.52	18.14	7142.14	92.48	77.23	8.15
1.45 ~ 1.50	2.08	41.62	8.56	86.57	222.95	9.60	23.22	7055.57	90.40	78.05	8.70
1.50 ~ 1.55	2.15	51.86	10.67	111.50	334.45	11.75	28.46	6944.08	88.25	78.69	9.63
1.55 ~ 1.60	2.45	60.44	12.97	148.08	482.52	14.20	33.98	6796.00	85.80	79.21	10.90
1.60 ~ 1.65	2.95	66.70	15.67	196.76	679.29	17.15	39.61	6599.23	82.85	79.65	12.25
1.65 ~ 1.70	3.35	70.66	18.82	236.71	916.00	20.50	44.68	6362.52	79.50	80.03	13.30
1.70 ~ 1.80	7.00	73.51	24.00	514.57	1430.57	27.50	52.02	5847.95	72.50	80.66	13.10
1.80 ~ 1.90	6.10	77.62	30.55	473.48	1904.05	33.60	56.67	5374.47	66.40	80.94	11.70
1.90 ~ 2.00	5.60	80.29	36.40	449.62	2353.67	39.20	60.04	4924.84	60.80	81.00	11.56
2.00 ~ 2.20	11.92	80.84	45.16	963.61	3317.29	51.12	64.89	3961.23	48.88	81.04	
2.20 ~	48.88	81.04	75.58	3961.24	7278.52	100.00	72.79	.00	.00	.00	

SAMPLE: AB (WASTE) DATE: \_\_\_\_\_

SIZE: \_\_\_\_\_





SAMPLE: AP

(10)

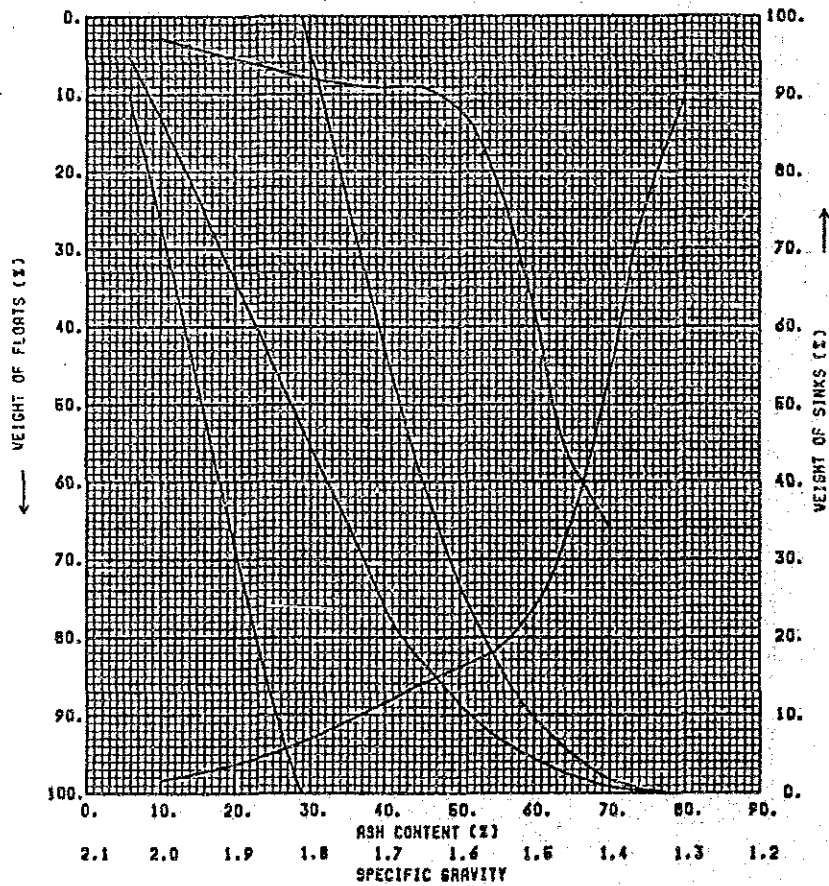
DATE:

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (%)	ASH (%)	$\frac{\sum V_N - 1}{\sum V_N} \times 100$	V-A	$\sum V-A$	$\sum V$	$\frac{\sum V-A}{\sum V}$	TOTAL V-A - $\sum V-A$	$100 - \sum V$	$\frac{G}{H}$	±0.1 S.G.
~ 1.30	10.40	5.81	5.20	60.42	60.42	10.40	5.81	2827.29	89.60	31.55	
1.30 ~ 1.35	13.60	12.10	17.20	144.56	224.98	24.00	9.37	2662.73	76.00	35.04	
1.35 ~ 1.40	22.19	20.50	35.10	454.90	679.88	46.19	14.72	2207.83	53.81	41.03	65.88
1.40 ~ 1.45	18.50	30.05	55.44	555.93	1235.80	64.69	19.10	1651.91	35.31	46.78	67.65
1.45 ~ 1.50	11.59	37.46	70.49	434.16	1669.97	76.28	21.89	1217.74	23.72	51.34	37.69
1.50 ~ 1.55	5.37	41.59	78.97	223.34	1893.30	81.65	23.19	994.41	18.35	54.19	21.28
1.55 ~ 1.60	2.23	44.71	82.76	99.70	1993.01	83.88	23.76	894.70	16.12	55.50	12.06
1.60 ~ 1.65	2.09	46.83	84.92	97.87	2090.88	85.97	24.32	794.83	14.03	56.79	9.02
1.65 ~ 1.70	2.37	48.77	87.15	115.58	2206.47	88.34	24.98	691.24	11.64	58.43	9.11
1.70 ~ 1.80	4.65	52.05	90.66	242.03	2448.50	92.99	26.33	439.21	7.01	62.65	8.02
1.80 ~ 1.90	3.37	58.17	94.67	196.03	2644.53	96.36	27.44	243.18	3.64	66.81	5.43
1.90 ~ 2.00	2.06	64.06	97.39	131.96	2776.49	98.42	28.21	111.22	1.58	70.39	2.80
2.00 ~ 2.20	1.49	69.95	99.16	104.23	2880.72	99.91	28.83	6.99	0.09	77.63	
2.20 ~	0.09	77.67	99.95	6.99	2887.71	100.00	28.88	.00	.00	.00	

SAMPLE: AP

DATE:

SIZE:



SAMPLE: A10

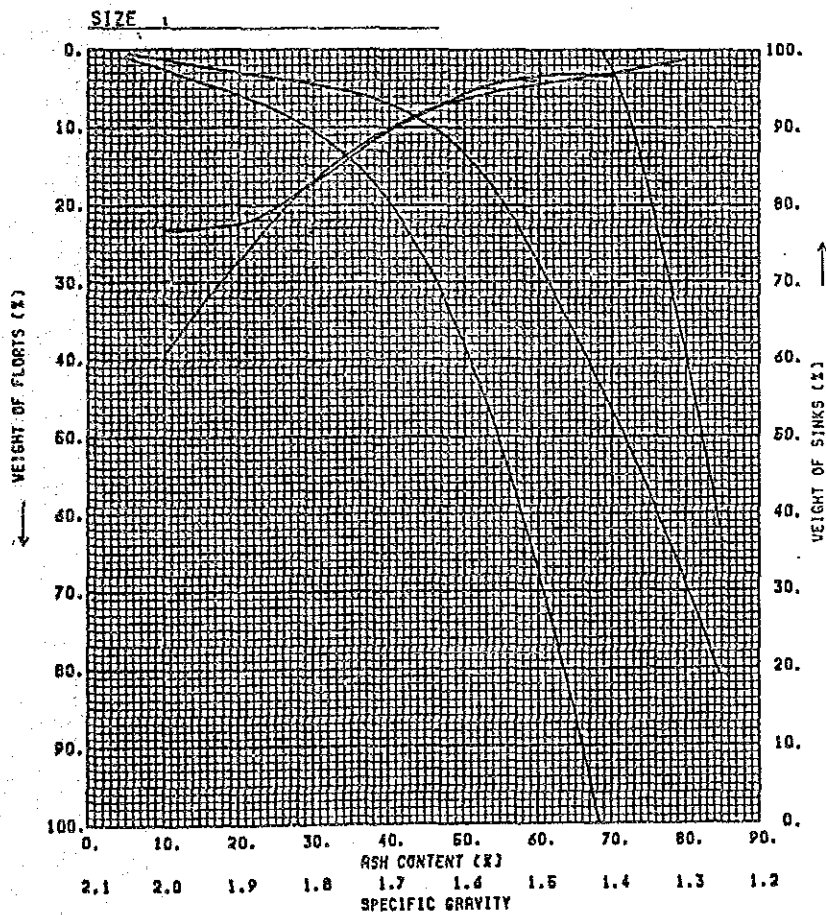
(11)

DATE:

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (%)	ASH (%)	$\frac{\sum V \cdot A}{\sum V}$	V · A	$\sum V \cdot A$	$\sum V$	$\frac{\sum V \cdot A}{\sum V}$	TOTAL V · A - $\sum V \cdot A$	100 - $\sum V$	$\frac{G}{H}$	± 0.1 S.G.
1.30	1.09	5.31	0.55	5.79	5.79	1.09	5.31	6834.54	98.91	69.10	
1.30 ~ 1.35	1.02	11.67	1.60	11.90	17.69	2.11	8.38	6822.63	97.89	69.70	
1.35 ~ 1.40	0.89	17.50	2.56	15.57	33.27	3.00	11.09	6807.06	97.00	70.18	3.34
1.40 ~ 1.45	0.73	22.68	3.37	16.56	49.82	3.73	13.36	6790.50	96.27	70.54	3.14
1.45 ~ 1.50	0.70	27.64	4.08	19.35	69.17	4.43	15.61	6771.15	95.57	70.65	3.36
1.50 ~ 1.55	0.82	32.21	4.84	26.41	95.58	5.25	18.21	6744.74	94.75	71.18	4.18
1.55 ~ 1.60	1.11	36.45	5.80	40.46	136.04	6.36	21.39	6704.28	93.64	71.60	5.63
1.60 ~ 1.65	1.55	40.45	7.13	62.70	198.74	7.91	25.13	6641.58	92.09	72.12	8.16
1.65 ~ 1.70	2.15	44.31	8.98	95.27	294.01	10.06	29.23	6546.32	89.94	72.79	10.44
1.70 ~ 1.80	6.74	50.18	13.43	338.21	632.22	16.80	37.63	6208.10	83.20	74.62	17.15
1.80 ~ 1.90	10.41	56.77	22.00	590.98	1223.19	27.21	44.95	5617.13	72.79	77.17	22.50
1.90 ~ 2.00	12.09	62.96	33.25	761.19	1984.38	39.30	50.49	4855.94	60.70	80.00	23.28
2.00 ~ 2.20	22.38	71.95	50.49	1610.24	3594.62	61.68	58.28	3245.70	38.32	84.70	
2.20 ~ *	38.32	84.70	80.84	3245.70	6840.33	100.00	68.40	.00	.00	.00	

SAMPLE: A10

DATE:



SAMPLE: A11 (WASHABLE)

(12)

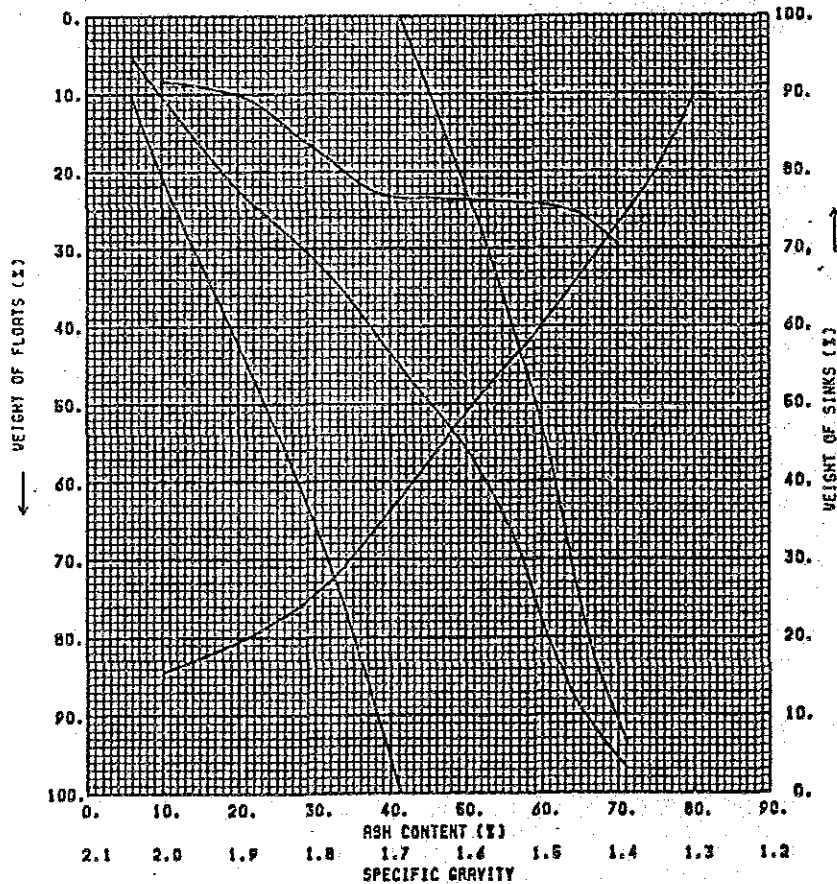
DATE:

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (%)	ASH (%)	$\frac{\sum V.N-1}{\sum V.N} \cdot \frac{V.N}{2}$	V.A	$\sum V.A$	$\sum V$	$\frac{\sum V.A}{\sum V}$	TOTAL V.A - $\sum V.A$	100 - $\sum V$	$\frac{G}{H}$	$\pm 0.1$ S.G.
1.30	10.40	6.00	5.20	62.40	62.40	10.40	6.00	4072.33	89.60	45.45	
1.30 ~ 1.35	9.70	14.00	15.25	135.80	198.20	20.10	9.86	3936.53	79.90	49.27	
1.35 ~ 1.40	6.80	21.20	23.50	144.16	342.36	26.90	12.73	3792.37	73.10	51.88	29.50
1.40 ~ 1.45	6.56	28.68	30.18	186.14	530.50	33.46	15.85	3604.23	66.54	64.17	25.52
1.45 ~ 1.50	6.44	34.77	36.68	223.92	754.42	39.90	18.91	3380.31	60.10	66.24	24.30
1.50 ~ 1.55	5.72	39.43	42.76	225.54	979.96	45.62	21.48	3154.77	54.38	68.01	23.65
1.55 ~ 1.60	5.58	44.02	48.41	245.63	1225.59	51.20	23.94	2909.14	48.80	69.61	23.71
1.60 ~ 1.65	6.11	48.95	54.26	299.08	1524.68	57.31	26.60	2610.05	42.69	61.14	23.44
1.65 ~ 1.70	6.30	52.96	60.46	333.65	1858.32	63.61	29.21	2276.41	36.39	62.56	23.30
1.70 ~ 1.80	10.89	57.22	69.06	623.13	2481.45	74.50	33.31	1653.28	25.50	64.83	17.05
1.80 ~ 1.90	6.16	59.93	77.58	369.17	2850.62	80.66	35.34	1284.11	19.34	66.40	10.00
1.90 ~ 2.00	3.84	61.94	82.56	237.85	3088.47	84.50	36.55	1046.26	15.50	67.50	8.37
2.00 ~ 2.20	9.05	64.90	89.03	587.35	3675.81	93.55	39.29	458.92	6.45	71.15	
2.20	6.45	71.15	96.78	458.92	4134.73	100.00	41.35	.00	.00	.00	

SAMPLE: A11 (WASHABLE)

DATE:

SIZE:



SAMPLE: R12

DATE:

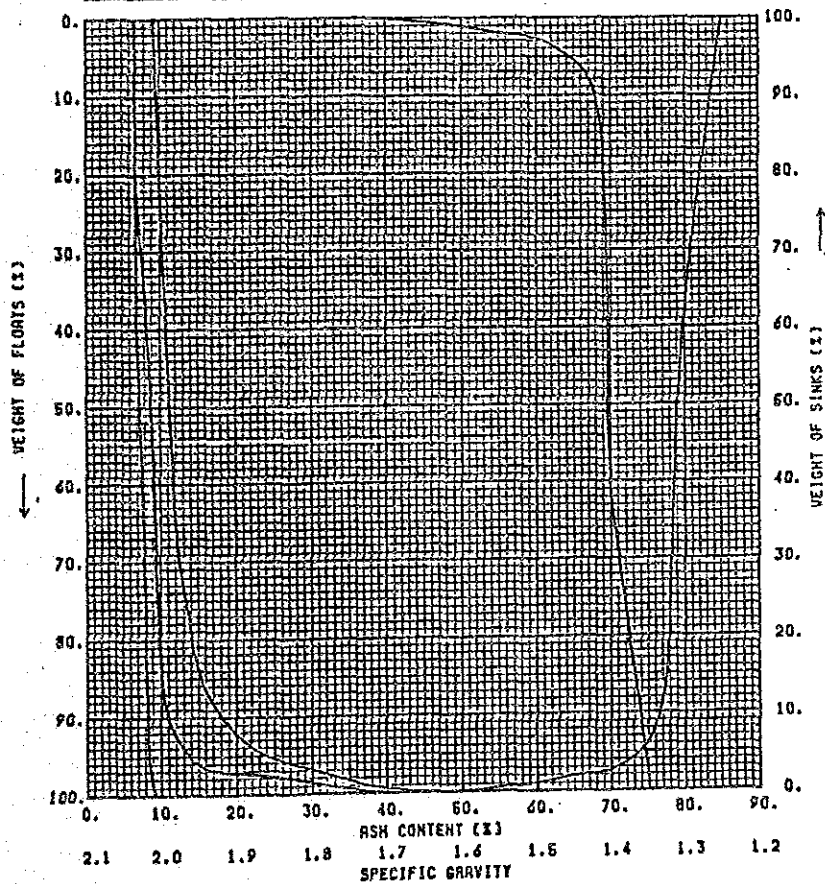
(13)

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (%)	ASH (%)	$\frac{\sum(VN-1)}{2}$	V-A	$\sum V-A$	$\sum V$	$\frac{\sum V-A}{\sum V}$	TOTAL V-A - $\sum V-A$	100 - $\sum V$	$\frac{G}{H}$	±0.1 S.G.
1.30	37.70	6.90	18.85	260.13	260.13	37.70	6.90	667.87	62.30	10.72	
1.30 ~ 1.35	56.21	9.50	65.81	534.00	794.13	93.91	8.46	133.87	6.09	21.98	
1.35 ~ 1.40	3.40	14.30	95.61	48.62	842.74	97.31	8.66	85.25	2.69	31.69	61.21
1.40 ~ 1.45	0.70	24.96	97.66	17.47	860.22	98.01	8.78	67.78	1.99	34.06	5.50
1.45 ~ 1.50	0.90	30.01	98.46	27.01	887.23	98.91	8.97	40.77	1.09	37.40	2.60
1.50 ~ 1.55	0.50	33.80	99.16	16.90	904.13	99.41	9.09	23.87	0.59	40.46	1.92
1.55 ~ 1.60	0.50	37.80	99.66	18.90	923.03	99.91	9.24	4.97	0.09	55.24	1.03
1.60 ~ 1.65	0.02	39.80	99.92	0.80	923.82	99.93	9.24	4.17	0.07	59.64	0.54
1.65 ~ 1.70	0.01	45.80	99.94	0.46	924.28	99.94	9.25	3.72	0.06	61.99	0.04
1.70 ~ 1.80	0.01	51.70	99.94	0.52	924.79	99.95	9.25	3.20	0.05	64.05	0.02
1.80 ~ 1.90	0.01	55.10	99.95	0.55	925.34	99.96	9.26	2.65	0.04	66.26	0.02
1.90 ~ 2.00	0.01	60.50	99.96	0.61	925.95	99.97	9.26	2.05	0.03	68.20	0.02
2.00 ~ 2.20	0.02	65.80	99.98	1.32	927.26	99.99	9.27	0.73	0.01	72.91	
2.20 ~	0.01	73.10	99.99	0.73	928.00	100.00	9.28	.00	.00	.00	

SAMPLE: R12

DATE:

SIZE:



SAMPLE: A13 (LOW GRADE)

(14)

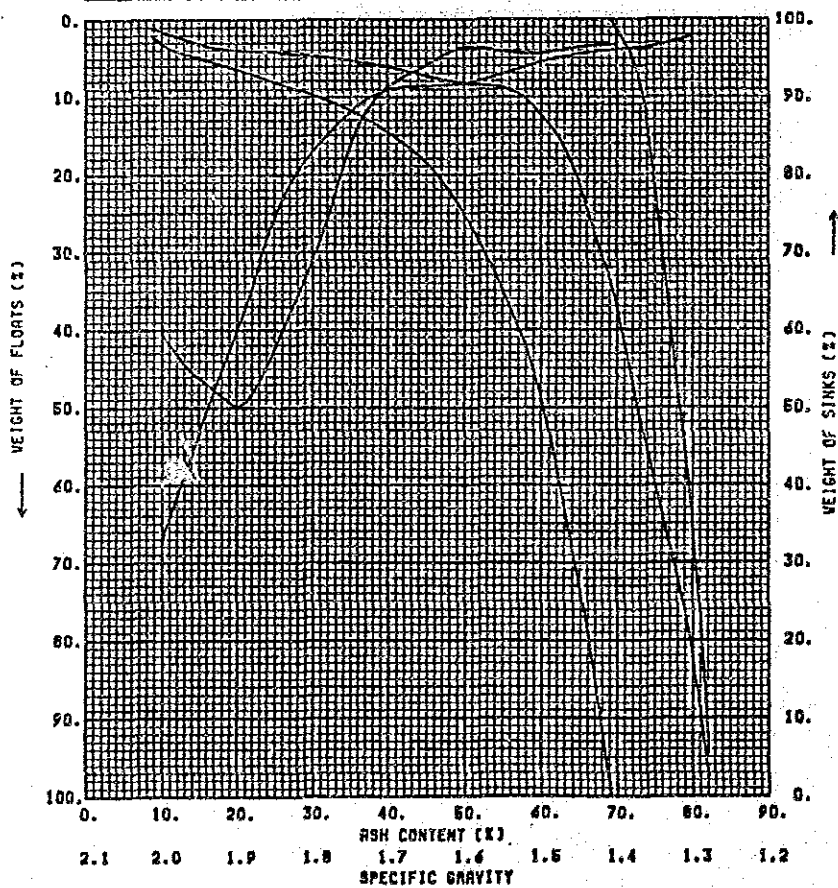
DATE:

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (%)	ASH (%)	$\frac{\sum V-N-1}{\sum V-N-2}$	V-A	$\sum V-A$	$\sum V$	$\frac{\sum V-A}{\sum V}$	TOTAL V-A - $\sum V-A$	100 - $\sum V$	$\frac{G}{H}$	201 S.G.
1.30	2.20	6.80	1.10	19.36	19.36	2.20	8.80	6898.85	97.80	70.54	
1.30 ~ 1.35	1.30	14.00	2.85	18.20	37.56	3.50	10.73	6880.65	96.50	71.30	
1.35 ~ 1.40	0.40	17.50	3.70	7.00	44.56	3.90	11.43	6873.65	96.10	71.53	3.30
1.40 ~ 1.45	0.53	24.87	4.16	13.16	57.74	4.43	13.03	6860.47	95.57	71.78	3.57
1.45 ~ 1.50	1.07	32.86	4.96	35.16	92.90	5.50	16.89	6825.31	94.50	72.23	4.40
1.50 ~ 1.55	1.57	40.82	6.28	64.09	156.99	7.07	22.20	6761.22	92.93	72.76	4.14
1.55 ~ 1.60	1.23	46.92	7.68	57.71	214.70	8.30	25.87	6703.51	91.70	73.10	3.55
1.60 ~ 1.65	0.27	50.89	8.43	13.74	228.44	8.57	26.66	6689.77	91.43	73.17	5.95
1.65 ~ 1.70	0.48	55.64	8.81	26.71	255.15	9.05	28.19	6663.06	90.95	73.26	8.70
1.70 ~ 1.80	7.95	60.58	13.02	481.61	736.76	17.00	43.34	6161.45	83.00	74.48	31.05
1.80 ~ 1.90	23.10	67.39	28.55	1556.71	2293.47	40.10	57.19	4624.74	59.90	77.21	50.00
1.90 ~ 2.00	26.90	73.54	53.55	1978.23	4271.69	67.00	63.76	2646.62	33.00	80.20	40.65
2.00 ~ 2.20	27.51	79.80	80.75	2195.30	6466.99	94.51	68.43	451.22	5.49	82.19	
2.20	5.49	82.19	97.25	451.22	6918.21	100.00	69.18	.00	.00	.00	

SAMPLE: A13 (LOW GRADE)

DATE:

SIZE:



SAMPLE: A14

(15)

DATE:

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (g)	ASH (%)	$\frac{\sum W - 1}{VH}$	V · A	$\sum V \cdot A$	$\sum V$	$\frac{\sum V \cdot A}{\sum V}$	TOTAL V · A - $\sum V \cdot A$	100 - $\sum V$	$\frac{G}{H}$	± 0.1 S.G.
1.30	91.60	4.20	45.60	384.72	384.72	91.60	4.20	90.62	8.40	10.79	
1.30 ~ 1.35	4.90	5.90	94.05	28.91	413.63	96.50	4.29	61.71	3.50	17.63	
1.35 ~ 1.40	1.50	12.50	97.25	18.75	432.38	98.00	4.41	42.96	2.00	21.48	8.20
1.40 ~ 1.45	1.10	17.40	98.65	19.14	451.52	99.10	4.56	23.82	0.90	26.47	3.35
1.45 ~ 1.50	0.70	21.51	99.45	15.06	466.58	99.80	4.68	8.77	0.20	43.85	1.89
1.50 ~ 1.55	0.05	26.30	99.83	1.32	467.89	99.85	4.69	7.45	0.15	49.69	0.82
1.55 ~ 1.60	0.04	34.01	99.87	1.36	469.25	99.89	4.70	6.09	0.11	55.40	0.14
1.60 ~ 1.65	0.03	40.66	99.91	1.22	470.47	99.92	4.71	4.87	0.08	60.93	0.10
1.65 ~ 1.70	0.02	46.90	99.93	0.94	471.41	99.94	4.72	3.93	0.06	65.59	0.07
1.70 ~ 1.80	0.02	55.08	99.95	1.10	472.51	99.96	4.73	2.83	0.04	70.83	0.03
1.80 ~ 1.90	0.01	63.20	99.97	0.63	473.14	99.97	4.73	2.20	0.03	73.37	0.02
1.90 ~ 2.00	0.01	69.84	99.97	0.70	473.84	99.98	4.74	1.50	0.02	75.12	0.01
2.00 ~ 2.20	0.01	73.76	99.98	0.74	474.58	99.99	4.75	0.77	0.01	76.44	
2.20 ~ *	0.01	76.53	99.99	0.77	475.34	100.00	4.75	.00	.00	.00	

SAMPLE: A14

DATE:

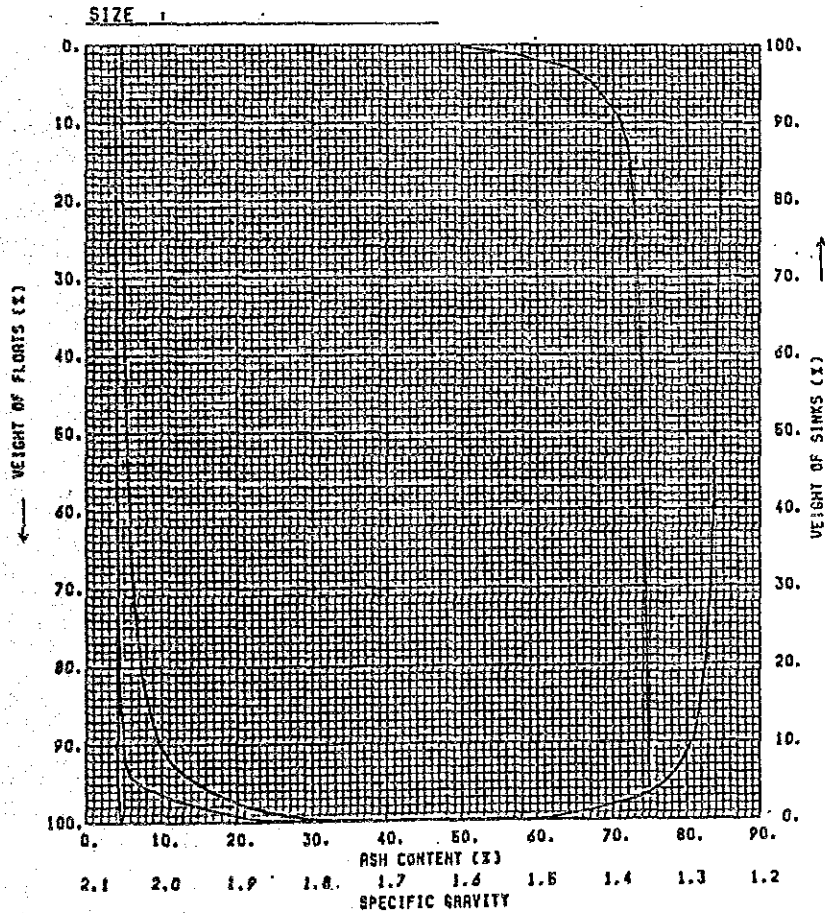


表21-2 合成可選性試験データ ウノンビット払サンプル

SAMPLE: COMPOSITE WASHABILITY

DATE:

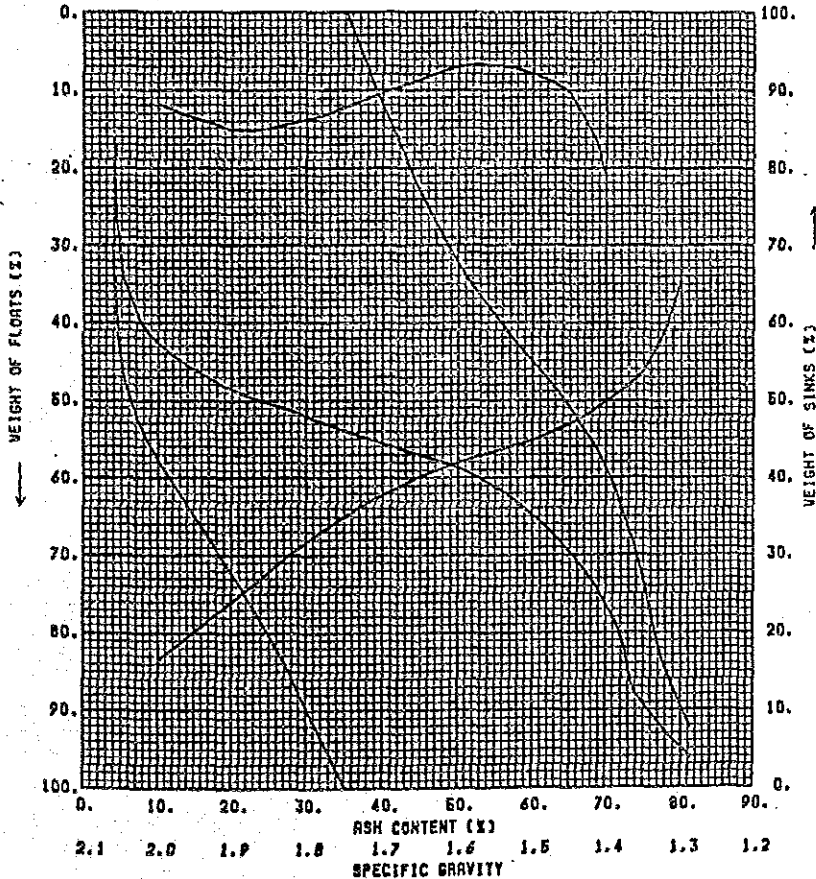
(1)

SPECIFIC GRAVITY	A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	WEIGHT (%)	ASH (%)	$\frac{\sum V_N - 1}{2}$	V-A	$\sum V-A$	$\sum V$	$\frac{\sum V-A}{\sum V}$	TOTAL V-A - $\sum V-A$	$\frac{100}{\sum V}$	$\frac{G}{H}$	±0.1 S.G.
1.30	34.13	4.28	17.07	146.08	146.08	34.13	4.28	3372.81	65.87	51.20	
1.30 ~ 1.35	12.13	7.63	40.20	92.55	238.63	46.26	5.16	3280.26	53.74	61.04	
1.35 ~ 1.40	3.86	19.00	48.19	73.34	311.97	50.12	6.22	3206.92	49.88	64.29	21.02
1.40 ~ 1.45	2.91	28.59	51.58	83.20	395.17	53.03	7.45	3123.72	46.97	66.50	10.36
1.45 ~ 1.50	2.12	35.65	54.09	75.58	470.74	55.15	8.54	3048.14	44.85	67.96	7.90
1.50 ~ 1.55	1.47	41.03	55.89	60.31	531.06	56.62	9.38	2987.83	43.38	68.88	6.80
1.55 ~ 1.60	1.40	45.91	57.32	64.27	595.33	58.02	10.26	2923.55	41.98	69.64	7.01
1.60 ~ 1.65	1.81	50.52	58.93	91.44	686.77	59.83	11.48	2832.11	40.17	70.50	8.63
1.65 ~ 1.70	2.33	54.69	61.00	127.43	814.20	62.16	13.10	2784.68	37.84	71.48	10.32
1.70 ~ 1.80	6.18	60.53	65.25	374.08	1188.28	68.34	17.39	2330.61	31.66	73.61	13.92
1.80 ~ 1.90	7.74	67.22	72.21	520.28	1708.56	76.08	22.46	1810.33	23.92	75.68	15.15
1.90 ~ 2.00	7.41	71.78	79.79	531.89	2240.45	83.49	26.83	1278.44	16.51	77.43	11.74
2.00 ~ 2.20	8.67	73.92	87.83	640.89	2881.34	92.16	31.26	637.55	7.84	81.32	
2.20 -	7.84	81.32	96.08	637.55	3518.88	100.00	35.19	.00	.00	.00	

SAMPLE: COMPOSITE WASHABILITY

DATE:

SIZE:



COMPOSITION RATIO

Ply No.	Ratio
1	1.0878
2	5.2425
3	0.7614
4	0.4968
5	0.7614
6	0.4441
7	6.5266
8	2.0688
9	2.3762
10	2.0688
11	2.9211
12	0.7380
13	0.5826
14	2.1086



表21 - 3

粒度別可選性試験データ  
カラカ発電所に於いて採取した選択炭サンプルによる