

## 6. 4 中国 F/S の検討結果

### 6. 4. 1 調査採掘対象箇所の炭層状況

地質構造は地層が略水平に近く、断層も少なく、非常に単純で炭層の賦存状態も安定しており、総合機械化採炭の大型炭鉱として良好な地質的採掘条件が整っていると評価される。

但し、1<sup>-2</sup>層（一部2<sup>-2</sup>層を含む）については浅部のため、炭層火焼跡区が存在し、量的、質的には他の層と比較して、稍劣るが、年間100万t/切羽以上の採掘出炭規模で30年以上の可採年数を有する。

2020年迄の採掘箇所の概況は次の通り。

尚、中国のF/Sの可採埋蔵量は国の規準により炭層厚さ0.8m以上を対象としている。

#### (1) 大柳塔1<sup>-2</sup>層(101、102、103盤区)

- i 各盤区とも火焼区域が存在し、部分的に washout による炭層厚さの変化が大きく、長壁式採掘としての片盤長の確保が難しい箇所が存在する。
- ii 特に103盤区の炭層は分層して不安定な炭層状況である。
- iii 従って稼行区域は大巾に制限され、採掘段階に当たっては探炭ボーリング・掘進等による精査を検討すべきである。
- iv 又、長壁式採掘に適さない残炭柱箇所の補助的採掘も検討課題である。
- v 各盤区の炭層厚さ等は

101盤区 … 炭丈/山丈 3.86m/4.11m~7.76m/8.24m  
(平均6.94m/7.28m)

夾み 1~3枚(0.07m~0.30m)

102盤区 … 炭丈/山丈 3.43m/3.43m~8.36m/8.56m  
(平均6.07m/6.31m)

夾み 1~2枚(0.14m~0.50m)

103盤区 … 炭丈/山丈 6.48m/6.98m~7.44m/7.76m  
(平均7.01m/7.44m)

夾み 1~3枚(0.11m~0.47m)

夾みが発達し、炭層不安定。

である。

vi 天盤は中粒砂岩、細粒砂岩等、下盤は粉砂岩、細粒砂岩等である。

(2) 大柳塔 2<sup>-2</sup>層 (204、206、207盤区)

i 炭層は比較的安定しているが 206及び 207盤区端には断層及び火焼区が存在する。

ii 207 盤区については北西～南東に伸びる大きな三不拉北側正断層が確認されているが、5本のボーリングしかされておらず炭層状況の把握がやや不十分と判断されるので追加ボーリングによる精査を検討すべきである。

iii 各盤区の炭層厚さ等は

204盤区 … 炭丈/山丈 3.57/3.84～4.41/4.41 (平均3.98/4.00)

夾み 局部的に1枚(0.27)程度で他は殆んどなし。

206盤区 … 炭丈/山丈 3.82/3.82～5.05/5.05 (平均4.51/4.58)

夾み 局部的に1～2枚(0.03～0.38)程度で他は殆んどなし。

207盤区 … 炭丈/山丈 5.48/5.48～6.85/6.85 (平均6.45/6.69)

夾み 局部的に1枚(0.57～0.66)程度で他は殆んどなし。

である。

iv 天盤、下盤とも粉砂岩、細粒砂岩、泥岩等である。

(3) 大柳塔 5<sup>-2</sup>層 (501、503盤区)

i 盤区の南部分はボーリング孔数も少なく十分な精査は出来てないが炭層は比較的安定していると判断される。

ii 各盤区の炭層厚さ等は

501盤区 … 炭丈/山丈 4.77/4.97～7.72/7.86 (平均5.93/6.36)

夾み 部分的に1～3枚(0.10～0.59)程度

503盤区 … 炭丈/山丈 6.23/6.78～7.72/7.86 (平均6.83/7.05)

夾み 部分的に1～2枚(0.05～0.29)程度

である。

iii 天盤、下盤とも粉砂岩、細粒砂岩、泥岩等である。

(4) 活鶏兎 1<sup>-1</sup>層 (4盤区)

i 炭層は washoutにより薄化していて量的にも少なく採掘可能箇所は盤区北側のみに、長壁式採掘には適さない。

ii 炭層の厚さ等は

炭丈/山丈 1.45/1.45~2.93/2.93 (平均2.22/2.28)

夾み 部分的に1枚(0.02~0.27)程度

である。

iii 天盤は粉砂質泥岩、下盤は細粒砂岩である。

(5) 活鶏兎 $1^{-2\pm}$ 層、 $1^{-2}$ 層(1、3、4、5、6盤区)

i 活鶏兎鉦区東側、即ち烏蘭木倫河側には炭層火焼区域が存在し、1盤区の殆どの部分はその範囲に含まれ、可採炭量も非常に少なく不安定であり、長壁式採掘に適さない。

ii 又、3、4盤区中央に分層境界線が略南北に走っていて、鉦区の西側半分は $1^{-2\pm}$ 層、 $1^{-2}$ 層に分層していて、分層採炭(スライシング)となる。

iii 更に3、5盤区の南部にかけて、落差25~30mの断層が略東西に存在し、5盤区では片盤坑道の切替を要する。

これ等の要素はあるが、総体的には炭量も多く、期待も大きい。

iv 各盤区の炭層厚さ等は

1盤区 …… 炭丈/山丈 9.39/9.61~10.41/10.43 (平均9.83/9.96)

夾み 1枚(0.03~0.69)

3盤区 …… 炭丈/山丈 盤区全域では7.17/7.48~10.56/11.27(平均9.31/9.53)であるが、盤区央で分層(最大層間約25m程度)していて、分層部の炭丈/山丈は $1^{-2\pm}$ 層で2.95/3.26~3.81/3.81(平均3.38/3.47)、 $1^{-2}$ 層で4.22/4.22~6.10/6.10(平均5.35/5.35)である。

夾み 全層部で1枚(0.13~0.69)、分層部 $1^{-2\pm}$ 層で局部的に1枚(0.10~0.31)程度である。

断層 盤区南端に落差25~30mの断層が略東西に走り、盤区を分断している。従って断層南側の採掘切羽の運炭は5盤区の片盤坑道を利用した方が良策と判断される。

4盤区 …… 炭丈/山丈 盤区全域では7.55/7.55~10.56/11.27(平均9.47/

9.68) であるが、3盤区と同様盤区央で分層（最大層間約20m程度）していて、分層部の炭丈/山丈は1<sup>-2±</sup>層で2.88/3.17~3.42/3.64（平均3.15/3.28）、1<sup>-2</sup>層で4.40/4.40~5.64/5.64（平均5.21/5.21）である。

夾み 全層部で部分的に1枚（0.06~1.02）、分層部1<sup>-2±</sup>層で局部的に1枚（0.22~0.29）程度である。

5盤区 …… 全区域分層（層間距離20~33m、平均約25m程度）している。

1<sup>-2±</sup>層 炭丈/山丈 2.95/3.26~4.14/4.14（平均3.58/3.62）

夾み 局部的に1枚（0.10~0.31）

1<sup>-2</sup>層 炭丈/山丈 2.77/2.97~5.52/5.80（平均4.59/4.72）

夾み 局部的に1枚（0.10~0.36）

6盤区 …… 5盤区同様、全区域分層（層間距離16~26m、平均約21m程度）している。

1<sup>-2±</sup>層 炭丈/山丈 2.07/2.07~3.84/3.84（平均3.18/3.25）

夾み 局部的に1枚（0.22~0.49）

1<sup>-2</sup>層 炭丈/山丈 4.21/4.87~5.64/5.64（平均4.83/4.96）

夾み 局部的に1枚（0.33~0.66）

である。

v 天盤は粉砂質泥岩、細中粒砂岩、細粒砂岩等、下盤は細粒砂岩、粉砂岩、泥岩等である。

#### (6) 活鶏兎2<sup>-2</sup>層（1、2盤区）

i 鉾区中央部に分層境界線が略東西に存在する。又、鉾区南側へ向う程、炭層は薄化している。従って1盤区南側の大部分は不安定で採掘対象とはなり難く可採炭量は非常に少なくなる。2盤区は比較的安定している。

ii 炭層の厚さ等は

1盤区 …… 炭丈/山丈 3.05/3.05~4.38/5.10（平均3.77/4.29）

夾み 部分的に1~4枚（0.04~0.69）

2盤区 …… 炭丈/山丈 3.05/3.05~4.59/4.78（平均3.89/4.08）

夾み 部分的に1~3枚（0.06~0.69）

である。

- iii 天盤は細粒砂岩、粉砂岩等、下盤は粉砂岩、泥岩等である。

以上の内容を総括すると(6.4-1表)のとおり。

調査採掘対象箇所の炭層状況一覽表

炭 証	炭 層	盤 区	可採埋藏量 (万l)(中国F/S)	炭 層 状 況					下 盤	火 燒 区 域、分 層、断 層 等 の 有 無	備 考
				炭 丈 / 山 丈 (平 均)	(m)	夾 み	(m)	天 盤			
大	1-1	101	1,658.8	3.86/4.11 ~ 7.76/8.24 (8.94/7.28)		1~3枚	(0.07~0.30)	中粒砂岩	粉砂岩	火燒区域、washout	採掘、範圍制限有
		102	611.0	3.43/3.43 ~ 8.36/8.56 (8.07/8.31)		1~2枚	(0.14~0.50)	細粒砂岩等	細粒砂岩等	" "	同上
		103	1,261.9	6.48/6.98 ~ 7.44/7.76 (7.01/7.44)		1~3枚	(0.11~0.47)			" "	同上
柳	2-1	204	2,538.5	3.57/3.84 ~ 4.41/4.41 (3.88/4.00)		局部的に1枚	(0.27)	粉砂岩	粉砂岩		
		206	6,902.5	3.82/3.82 ~ 5.05/5.05 (4.51/4.58)		局部的に1~2枚	(0.03~0.38)	細粒砂岩	細粒砂岩	火燒区域、断層	
		207	6,027.9	5.48/5.48 ~ 6.85/6.85 (6.45/6.69)		局部的に1枚	(0.57~0.66)	泥岩等	泥岩等	" "	精査の検討要
塔	5-1	501	3,977	4.77/4.97 ~ 7.72/7.86 (5.83/6.36)		部分的に1~3枚	(0.10~0.59)	粉砂岩	粉砂岩		( " )
		503	4,582	6.23/6.78 ~ 7.72/7.88 (6.83/7.05)		部分的に1~2枚	(0.05~0.29)	粉砂岩	粉砂岩		( " )
		4	763	1.45/1.45 ~ 2.83/2.93 (2.22/2.28)		部分的に1枚	(0.02~0.27)	粉砂質泥岩	粉砂岩	Washout	採掘、範圍制限有
活	1-1	1	716	9.89/9.61 ~ 10.41/10.43 (9.83/9.96)		1枚	(0.03~0.69)	粉砂質泥岩	細粒砂岩	火燒区域	同上
		3	9,855	7.17/7.48 ~ 10.56/11.27 (9.31/9.53) 分層部 ・ 1-1層 2.95/3.28 ~ 3.81/3.81 (3.38/3.47) ・ 1-2層 4.22/4.22 ~ 6.10/6.10 (5.35/5.35)		全層部1枚 分層部1-1層局部的に1枚 (0.10~0.31)		細中粒砂岩 細粒砂岩等	粉砂岩 泥岩等	分層、断層	運炭片盤の変更検討要
		4	4,567	7.55/7.55 ~ 10.56/11.27 (9.47/9.68) 分層部 ・ 1-1層 2.88/3.17 ~ 3.42/3.64 (3.15/3.28) ・ 1-2層 4.40/4.40 ~ 5.64/5.64 (5.21/5.21)		全層部部分的に1枚 分層部局部的に1枚 (0.06~1.02)				分層	
免	2-1	5(1-1)	3,800	2.95/3.26 ~ 4.14/4.14 (3.58/3.62)		局部的に1枚	(0.10~0.31)			分層、断層	運炭片盤の切替検討要
		5(1-1)	4,763	2.77/2.97 ~ 5.52/5.80 (4.59/4.72)		局部的に1枚	(0.10~0.36)			分層	
		6(1-1)	1,821	2.07/2.07 ~ 3.84/3.84 (3.18/3.25)		局部的に1枚	(0.22~0.49)			分層	
	2-1	1	3,191	3.05/3.05 ~ 4.38/5.10 (3.77/4.29)		部分的に1~4枚	(0.04~0.69)	細粒砂岩	粉砂岩	分層、薄化	採掘、範圍制限有
		2	1,327	3.05/3.05 ~ 4.59/4.78 (3.89/4.08)		部分的に1~3枚	(0.06~0.69)	粉砂岩等	泥岩等		

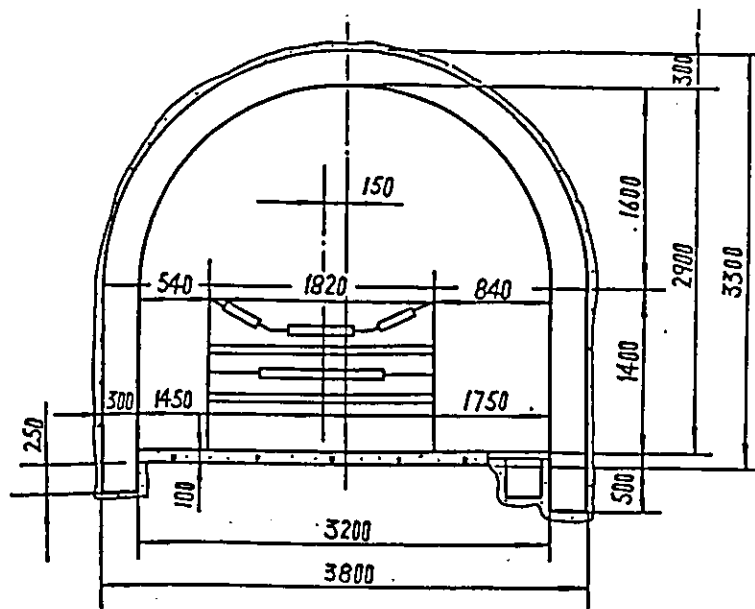
#### 6. 4. 2 開発方式、骨格構造

- i 総体的には恵まれた地形を利用した水平坑及び斜坑開坑方式の基本構想を確立し、坑道は直線的にBC、運搬、通気用と明確に区分されている。通気系統も盤区毎に独立通気を採用し、有事の場合の回避も容易であり、大型モデル炭鉱の骨格構造を呈している。
- ii 又、地表沈下、盤圧等を十分考慮の上、計画的に保安炭柱を配置し、整然とした骨格構造を形成していると評価される。
- iii 但し、大柳塔水平坑の既掘主水平坑道（BC）が有効断面積  $8.2\text{m}^2 \sim 9.4\text{m}^2$ 、敷巾  $3.2\text{m} \sim 3.6\text{m}$  と小さく、BC補修の為の機器、予備ベルト等の搬入空間がなく修理、点検に難渋すると判断される。
- iv ベルト点検、補修の観点からも 100年有余の長期に亘る操業の大型炭鉱としても、少なくとも大柳塔主斜坑（BC）、活鶏兎主斜坑（BC）並みの坑道断面積（ $13.2\text{m}^2$ ,  $13.3\text{m}^2$ ）、敷巾（ $4.2\text{m}$ ,  $4.4\text{m}$ ）が望ましい。

(6.4-1図)

大柳塔主水平坑断面図

単位：mm



- iv よってベルトコンベアーの日常の保守管理の徹底を図ると共に定期的な検査を行い、早期にベルトの部分補修取替等を徹底させ、ベルト故障の防止に万全を期すことは無論のことであるが、故障が発生した場合のことを考慮すれば、状況によっては開発工事が終り生産操業過程で、計画的に坑道断面拡大工事を行うことも検討課題である。

### 6. 4. 3 掘削掘進方式

- i 岩石坑道は開発当初の坑口坑及び連絡坑道等であり、全坑道長の一割にも満たない程度で、坑道の殆んどが沿層坑道掘進による展開である。
- ii 掘進方式は掘進機、シャトルカー、ベルトコンベヤー、ボルトセッター等を備えた総合機械化掘進システムであり、坑道の使用目的に応じた支保及び掘削断面積で掘進する。
- iii 機械化への技能習熟充実のほか、それ程の問題はない。要は機電設備の操作、保安管理の徹底であり、掘進・運搬の一連のシステムの円滑化を図り、計画掘進長を確保することである。
- iv 尚、長期に亘って使用する主な坑道支保については半円アーチ型の切り石ブロック積、コンクリート板又はルーフボルト・モルタル吹付で整然として、通気、坑内火災、自然発火等の保安上の諸対策からも評価される。

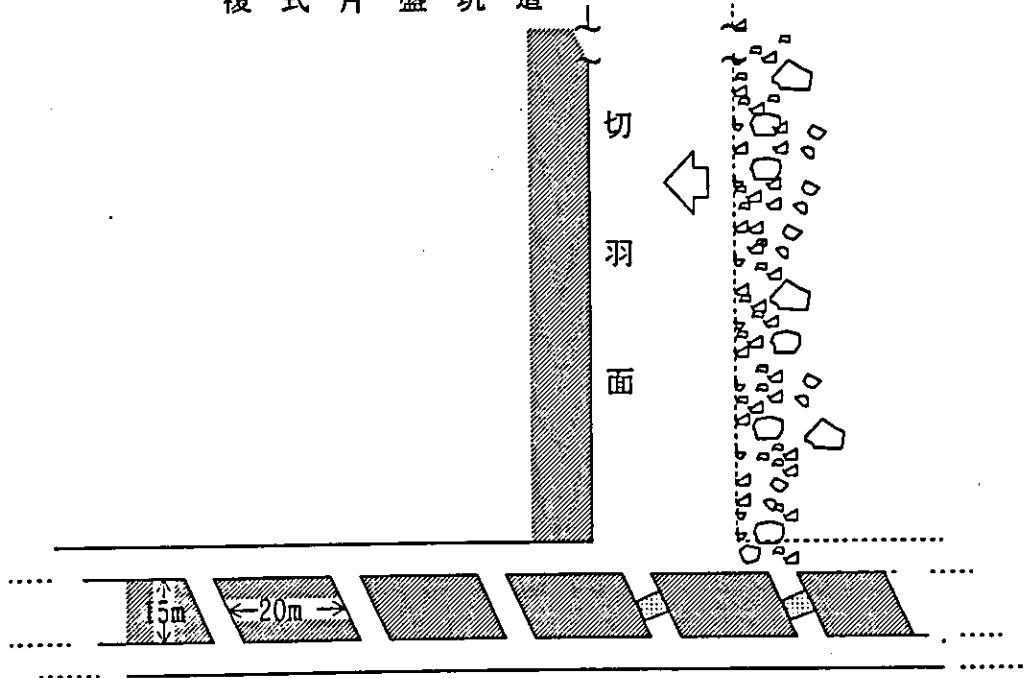
### 6. 4. 4 採掘計画

#### (1) 採掘切羽片盤坑道

- i 国産総合機械化切羽における片盤坑道は肩深各一本で設計され、隣接切羽の採掘時には再度使用する計画である。又、採掘切羽跡方処理は総崩し法で切羽両端の帯状部分充填はない。
- ii 岩盤は堅固であるが、片盤坑道維持には懸念され、通気上も自然発火防止上も好ましい状態とは言い難い。更に採掘跡空間は広範囲に広がり、天盤が堅固なことから切羽面への盤圧集中或いは採掘深度が浅いので地上陥没等を惹起する懸念もある。
- iii 従って、肩深いずれかの坑道を複数にし、保護炭柱を設けることも検討課題である。
- iv 次に高産高効総合機械化切羽において、複片盤方式が採用されることは評価される。しかし(6.4-2図)の如く目抜き間隔が20mであり、掘進炭採取率は高くなるが採掘切羽の跡方目抜の閉塞処理数が多く、その目抜の気密の不完全性による自然発火が懸念される。
- v 従って、その目抜間隔を機械化複式掘進方法の許す限り大きく取り、即ち、出来れば一般的な60~70m程度に取り、採掘切羽跡方目抜処理数を減らすことも検討課題である。



## 複式片盤坑道



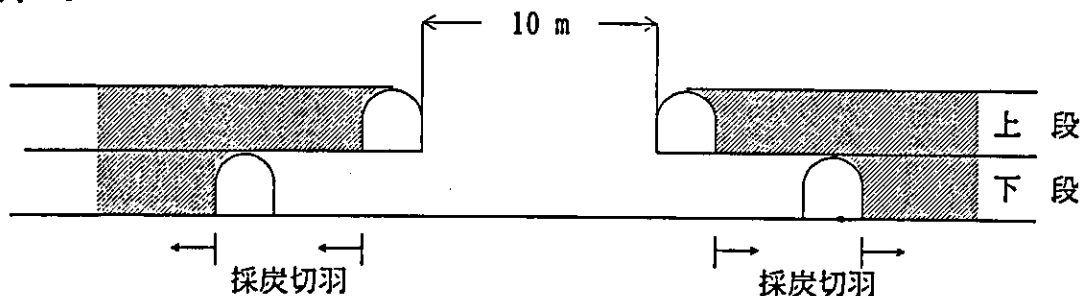
## (2) 分層採掘 (スライシング採掘) 方式

- i 厚炭層分層採掘時の上段切羽における金網等の敷込みは下段切羽採掘時の人工天盤となるものであり、その方法の機械化は極めて難しく、当初は手作業で実施される。又、敷込み材料には作業取扱いの簡便さに富み、強度的にも耐蝕的にも優れた素材が要求される。
- ii その手作業による敷込みの方法は、各炭鉱で採掘条件、方法に応じて試行錯誤の経験より積み上げられるのが一般的でそれ程難しいものではないが、何れにしても分層採掘は単層採掘に比して実収率は高くなるものの出炭能率低下、出炭原価の高騰は否めない。
- iii 従って、分層採掘開始時点までには類似炭鉱の方法を研究し、自走支保との組合せと敷込みシステムを開発し、出炭能率の向上、原価低減等の策を講ずる必要がある。
- iv その他危惧されることは天盤の岩種が砂岩系であり、上段切羽跡方天盤の崩落硬の有無、中小塊の破碎性、湿潤固化性等の点があげられる。
- v 下段切羽採掘時の天盤として如何に固化安定制御させるかが課題であり、上段切羽跡方に散水するだけでなく、状況によっては水又は固化剂的な物質を注入する等の方法を研究し、下段切羽の安定出炭確保を図ることが必要である。

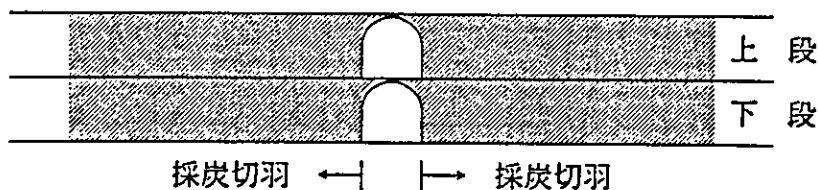
vi 次に、中国の分層採掘時の片盤坑道の位置及び残置保安炭柱の考え方は（6.4-3図）のようである。

（6.4-3図）

例 1



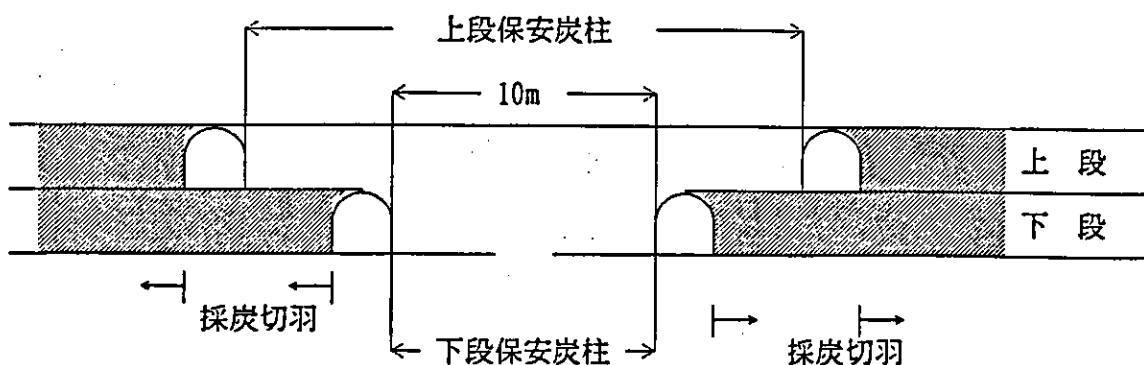
例 2 (国産総合機械化切羽)



vii この方法は下段切羽の片盤坑道掘進展開時に上段切羽跡方への漏風が懸念され自然発火防止上好ましくない。

viii 従って、同様の採掘形態を採用するとすれば一例として片盤の位置は（6.4-4図）のようなことが考えられる。

（6.4-4図）



### (3) 採掘高さ

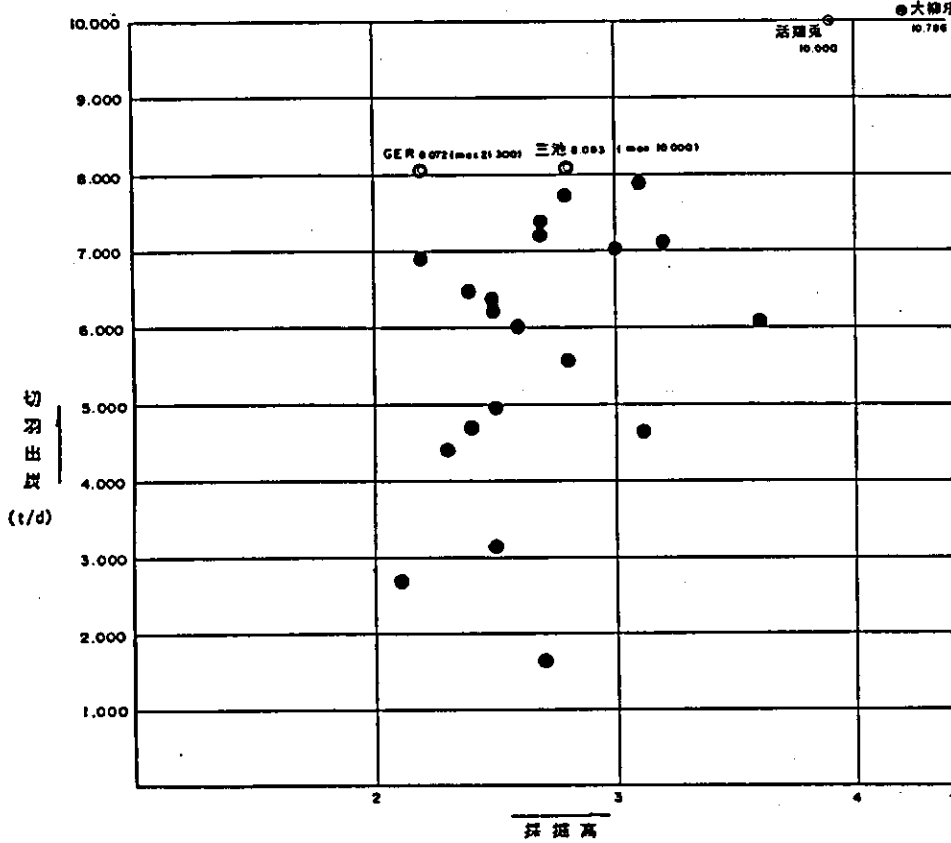
i 炭層は総体的に厚く、比較的安定していて、採掘切羽では出来る丈厚く採掘し、又5m以上の厚層の安定した箇所はスライシング採掘（分層採掘）することが資源の有効採取の観点から望ましく、中国の計画高さ4m前後はその点からは評価される。

- ii しかし、世界的技術水準から見れば、一部の炭鉱だけで採掘高さ 4 m以上の厚層採掘が計画又は試みられているのみであり、採掘条件の適合性もあろうが、未だ計画通りの高出炭を維持できる程の安定出炭の域には達していない。
- iii 参考迄に現在世界的に最も高出炭の切羽で大型設備を擁するトップクラスの豪州に於ける長壁式切羽出炭と採掘高さとの関係を示せば(6.4-5図)の通りである。
- iv 採掘高さは自然条件に制約を受けることは申すまでもないが、切羽作業性・安全性、自走支保・採炭機・コンベヤー等の一連の機器の性能、操作保守管理等を総合的に判断して、2.5m前後から3.0m前後が、一般的に切羽管理上比較的容易で、長期的安定出炭維持には効果的である。
- v 最近、大型切羽の技術革新が目覚ましいことでもあり、又、当炭田は世界的に希に見る採掘条件を擁していることから、最新の採掘機械を活用し徹底した技術の習得、機器の操作保守管理により、目標達成される。

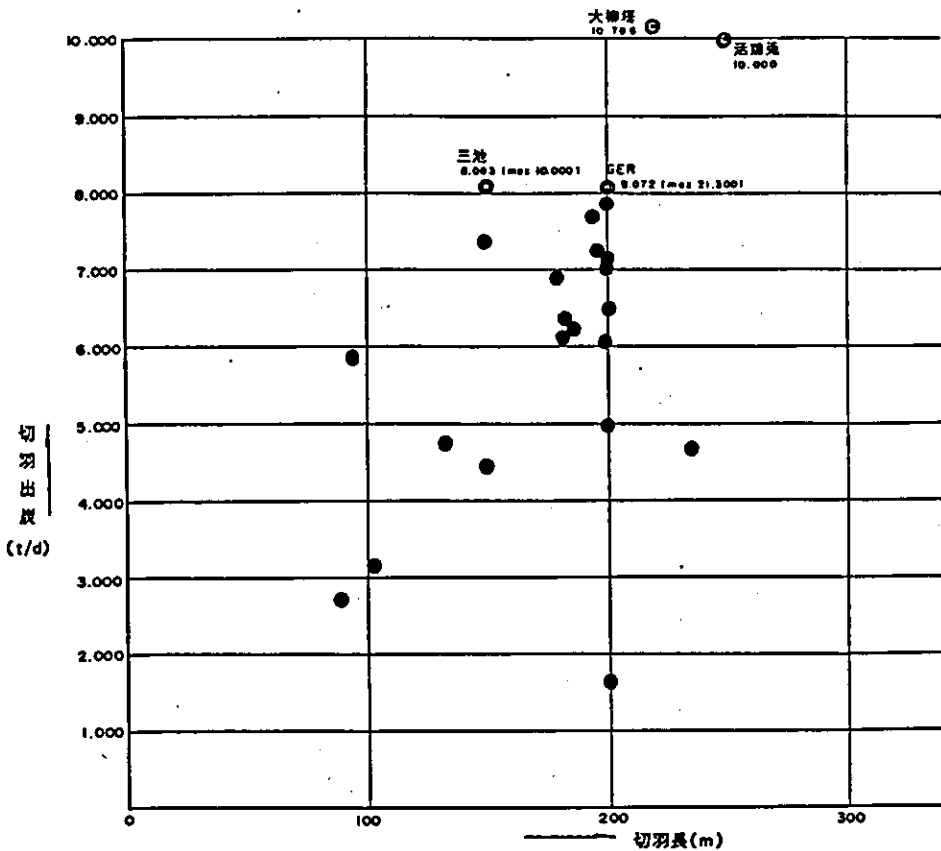
#### (4) 切羽長

- i 近年の切羽長は独国の 240m、米国の 300mをはじめとして、各国で長大化の傾向にある。これは採炭機のパワーアップとスピードアップ、自走支保の大型化・自動化により切羽進行速度が速まったこと等が最大の理由であるが、最近では切羽コンベヤーのチェーン重量のアップによる動力効率低下の面から見直され、将来は必ずしも長大化には向かわず、むしろ各炭鉱毎の適正化の方向にある。
- ii 参考までに豪州、米国の大型設備に於ける切羽出炭及び採掘高さとの関係を(6.4-6~8図)に示す。
- iii この図によれば米国では採掘高さが切羽管理に容易な 2~3 mが多く、切羽長は 200 m以上の長大化の傾向が強く、又この図以外の採掘高さ 2 m以下の切羽ではピーク出炭が低く、単位時間当り運炭量も少ないことから更に長大化が進み 250 m以上の切羽長が多くなる。豪州では一般に 200m前後以下が多い。これ等から判断すると、本計画切羽長 160~250mは数値的には妥当なところである。
- iv しかし、採掘箇所の被り深度は比較的浅いが、天盤の岩種が主に砂岩系で非常に堅固であることから、採掘跡天盤が吊天盤状態になる可能性が高い。その集中地圧による炭壁崩壊等の異常を危惧すれば、状況により隣接切羽片盤間に適正な保護炭柱の設定及び切羽長短縮を含めた適正切羽長の検討等が必要である。(6.4-9図)

### 切羽出炭と採掘高との関係 (豪) '88~'90

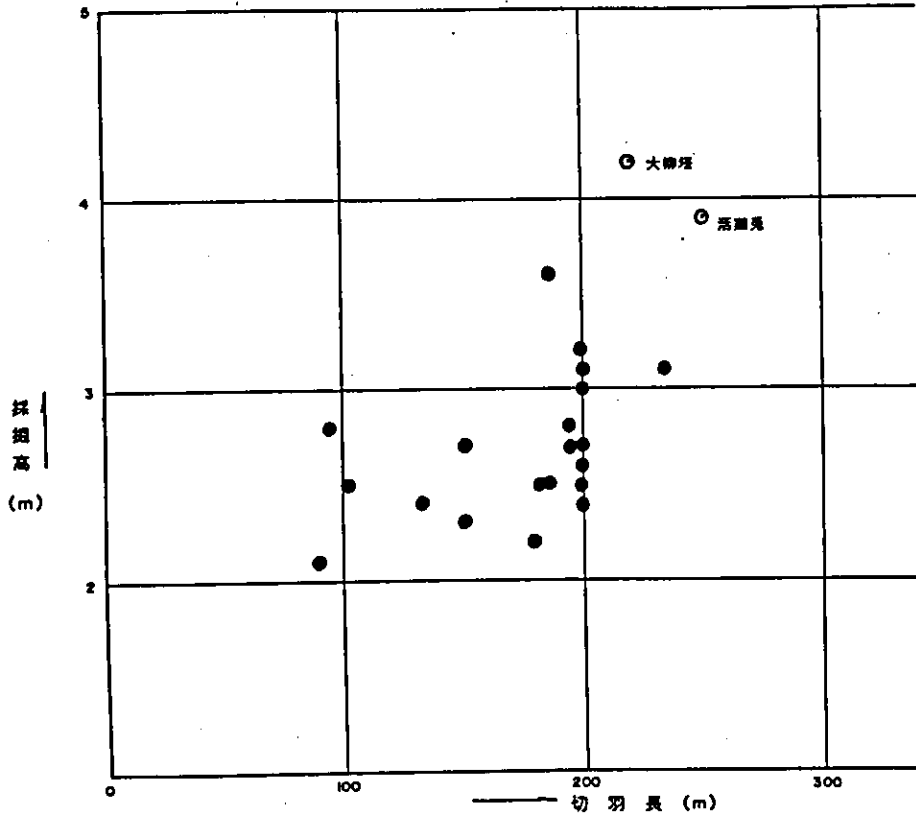


### 切羽出炭と切羽長との関係 (豪) '88~'90



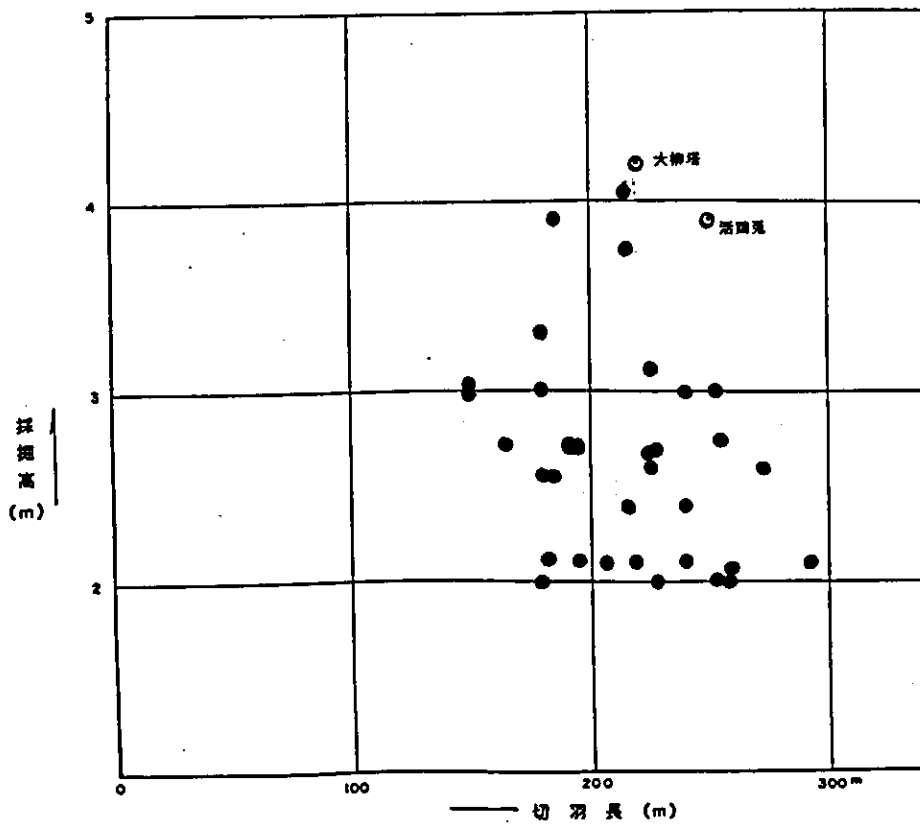
### 採掘高と切羽長との関係

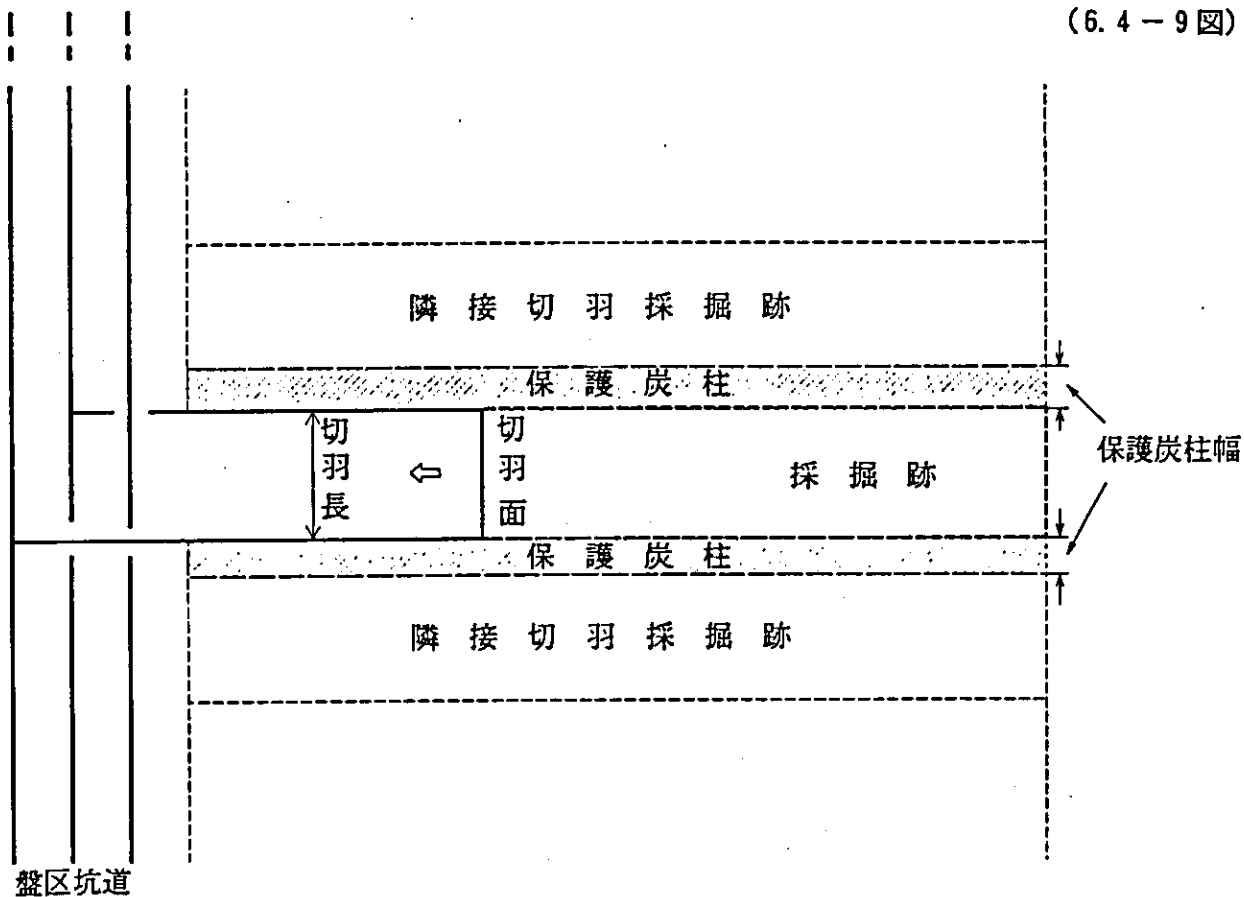
(豪) '88~'90



### 採掘高と切羽長との関係

(米) '90





(5) カッターサイクル

- i 採炭機種は未だ確定していないが、一応、大柳塔炭鉱水平坑では、国産総合機械化切羽には西安煤磁機械廠製MXA-600/4.5，高産高効総合機械化切羽には独国アイコフ社製EDW/1100Lを予定していることから、切羽出炭量の策定に当ってのカッターサイクルはこの機種を使用することとする。
- ii 主な仕様は(6.4-2表)の通り。

(6.4-2表)

	国産総合機械化	高産高効総合機械化
ドラムカッター	MXA-600/4.5	設計推薦 F17 アイコ社製 EDW/1100L
総出力 (kw)	600	≤ 800
採掘高さ(m)	2.3 ~4.5	≤ 4.5
切込み深さ(m)	0.65	0.8 又は1.0
ドラム径(m)	2.0又は2.2	2.4 又は2.5
牽引方式	チェーン式液圧牽引	チェーン式電動牽引
牽引力(kN)	200 ~400	≤ 450
牽引速度(m/min)	≤ 8.3	≤ 8

iii 前提条件は(6.4-3表)の通り。

(6.4-3表)

	国産総合機械化	高産高効総合機械化
操業体制(方/日)	採炭 2 整備 1	採炭 2 整備 1
生産時間(時間/方)	7	7
切羽長(m)	160	220
切込み深さ(m)	0.6	0.8
切載速度(m/分)	2.8	6.0
カット数(カット/方)	3	6

iv 以上の要素を基に1採炭方当りのカッターサイクルは(6.4-10、11図)の通り。

① 国産総合機械化

- i カット数3カット/方で、カッター運転時間は240分/方(但し、カッター折返し時のドラム上げ下げ時間は除いている)となり、カッター運転率(運転時間/生産時間7時間)は57.1%、就業時間8時間当りでは50%となる。

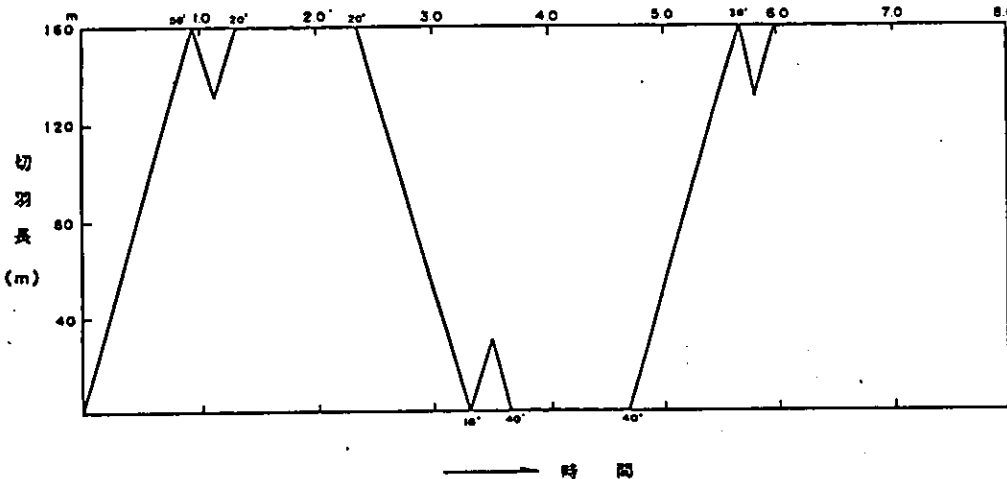
- ii 1日当りの出炭量は

$$160\text{m} \times 3.9\text{m} \times 0.6\text{m} \times 6\text{カット/日} \times 1.5 \times 0.95$$

(切羽長) (採掘高)(切込深) (カット数) (比重) (実収率)

### 国産総合機械化切羽カッター行程

(3 cut / shift)



1 行程時間

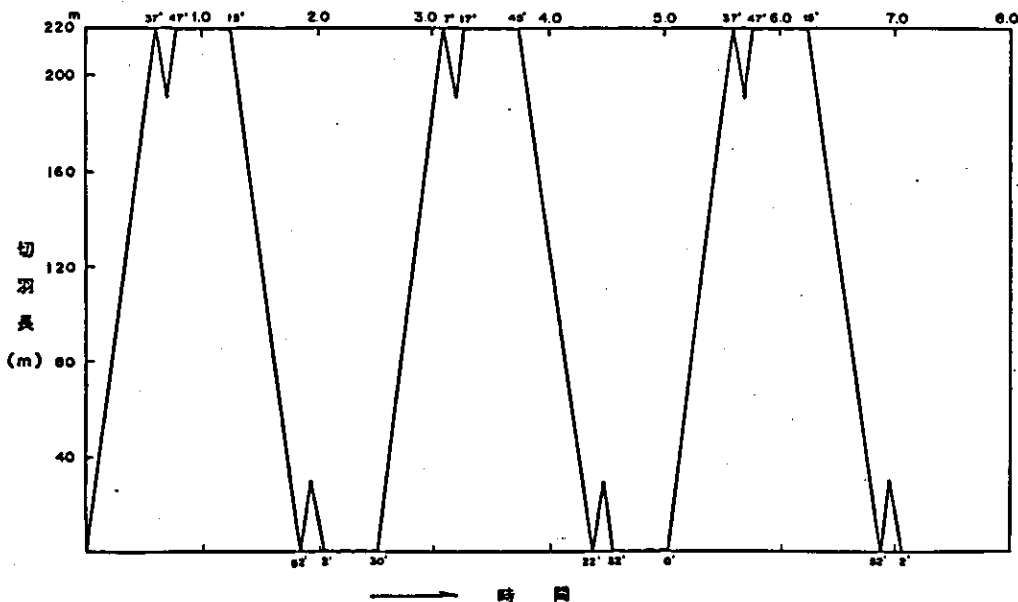
	カッター速度 (m/min)	行程 (m)	所要時間 (min)
切 削	2.8	160	58
(フレーム上下)			(2)
切 羽 端 折 返 し	2.8	30	11
(フレーム上下)			(2)
切 羽 端 再 折 返 し	2.8	30	11
(フレーム上下)			(2)
計		220m	80min (88)

—— 切 削  
 - - - 点検整備

カッター運転時間 240分/方  
 カッター運転率 57.1%

### 高産高効機械化切羽カッター行程

(6 cut / shift)



1 行程時間

	カッター速度 (m/min)	行程 (m)	所要時間 (min)
切 削	6	220	37
(フレーム上下)			(2)
切 羽 端 折 返 し	6	30	5
(フレーム上下)			(2)
切 羽 端 再 折 返 し	6	30	5
(フレーム上下)			(2)
計		280m	47min (53)

—— 切 削  
 - - - 点検整備

カッター運転時間 282分/方  
 カッター運転率 67.1%



$$=3201.12 \approx 3,200t/\text{日}$$

(年産80万tの時、日産2,857t)

見込まれ、余裕のあるカッターサイクルである。

## ② 高産高効総合機械化

i カット数 6カット/方でカッター運転時間は282分/方(但し、カッター折返し時のドラム上げ下げ時間は除いている)となり、カッター運転率(運転時間/生産時間7時間)は67.1%、就業時間8時間当りでは58.8%となり、相当高い。

ii 又、1日当りの出炭量は

$$\begin{aligned} & 220\text{ m} \times 4.2\text{ m} \times 0.8\text{ m} \times 12\text{カット/日} \times 1.4 \times 0.95 \\ & \quad (\text{切羽長}) \quad (\text{採掘高})(\text{切込深}) \quad (\text{カット数}) \quad (\text{比重}) \quad (\text{実収率}) \\ & =11,797.63 \approx 11,800t/\text{日} \end{aligned}$$

(年産300万tの時、日産10,714t)

となり、過剰出炭の策定である。

iii 従って、一方当りのカット数を6カットから5.5カットにすれば、カッター運転時間は258.5分/方となり、カッター運転率(運転時間/生産時間7時間)は61.5%、就業時間8時間当りでは53.9%となり稍妥当性を帯びる。

iv 又、1日当りの出炭量は10,814.50t $\approx$ 10,800tとなり計画出炭は達成され、カッターサイクル的に稍余裕があり、機械の保守管理上、更には他切羽の出炭量が不足した場合でもその余力により補完することが可能である。

v 要は機械効率を上げ、安定出炭を維持する為には切羽管理技術の習得と技能員養成の徹底が急務である。

## (6) 操業体制

- i 1日の操業体制は2方採炭、1方整備であり機電設備の保守管理上望ましく、又、生産状況によっては整備方を利用して出炭挽回或いは増産等の対応も可能である。
- ii 生産量の落込み回復或いは需要増による増産策、原炭品位の低下回復等に対処する為、操業体制を1日4交替作業(3方採炭、1方整備)或いは時差入坑の採用等により作業効率を上げるなど、変更出来る柔軟な体制も検討課題である。

#### 6. 4. 5 諸外国の長壁式切羽状況

参考までに諸外国の切羽状況を記すと、断片的データはあるものの、統計的データは少ない。

その断片的データの中で主要国の傾向を以下に特記する。

##### (1) 英 国

大型設備の切羽で平均切羽長 210mから 250m程度に長大化の傾向であるが出炭量は'89. 3時点の38切羽の平均では2, 385t/ 日と比較的少ない。

採掘高さは 1. 0～ 3. 6m程度である。

尚、'88. 4 スティリングクリート鉱では 46, 670t/ 週間・切羽（日産換算9, 334t）の英国、欧州記録を樹立した。

##### (2) 独 国

英国同様、高性能機械化は進み、切羽長は長大化の傾向で、最大 280～ 330mのところもある。但し、採掘高さは 2 m程度である。

尚、'89 ルール炭田の 109切羽の平均出炭は1, 944t/ 日・切羽である。

##### (3) 米 国

'89年の高性能機械化95切羽の平均切羽長は 210m、うち 9 切羽は 244m以上、最大長 280m以上は 2 切羽である。

出炭量は採掘高さ 2 m以上の平均で2, 741t/ 日・切羽、最大5, 400t/ 日・切羽である。

尚、Mettick 炭鉱では30万t/ 22日・切羽（日産換算13, 636t）を記録した。

##### (4) 豪 州

現在、最も高性能機械化大型傾向が強くトップクラスの切羽で 20, 000t/ 日・切羽以上の出炭を目指している。

切羽長は 200m程度が多く、採掘高さ 2. 0～ 3. 6mで厚炭層の割りには低い。

'86. 6～'87. 2 German Creek炭鉱では切羽長 200m、採掘高さ 2. 2mで平均日産 8, 072t、最大 21, 300tを記録した。これは英国の技術指導の下、労働者も英国の坑内経験者によるものである。

##### (5) 総 括

統計的データをまとめると（6. 4 - 4 表）の通りである。更に採掘高さ 4. 0m前後以上の切羽事例を（6. 4 - 5 表）に示す。

諸外国切羽出炭規模  
(6.4-4表)

	切羽長 m	採掘高 m	切込深 m	カットサイクル 日	切羽進行 m/日	出炭規模		備考
						t/日	万t/年	
ULAN炭鉱 (蒙州)	200	3.1				7,889	* 110	'88.12 ~ '90.6 4方/日採炭
三池炭鉱 (日本)	150 150	2.8 2.9	0.76 0.73	16.9 13.1	12.8 9.6	8,083 6,927	* 150 * 130	'89.1 '90.8 ~ 10 3方/日採炭
太平洋炭鉱 (日本)	230 250	2.63 2.77			4.9 5.0	5,074 6,513	* 110 * 120	'91.1 ~ 7 '91.7 ~ 9 3方/日採炭
蒙州	174 (89~234)	2.69 (2.0~3.6)				5,883	* 100	'88 ~ '90 20切羽平均 3~4方/日採炭
米	215 (150~296)	2.64 (2.0~4.05)				5,000 ~ 9,000		'90 33切羽平均

\*印は2方/日、280日/年 採炭換算

国名	炭鉱名	生産量	切羽長 (m)	標準採掘高 (m)	自走				保			ドラムカッター			備考
					型式	最長長 (mm)	最伸長 (mm)	幅 (mm)	型式	行径 (mm)	幅 (mm)	型式	行径 (mm)	幅 (mm)	
ブルガリア	Bobov Dol	1,400t ~ 2,500t/日	90~95 (開始時/150)	5.0 ~5.2	Klockner Becorit 2/600 3 one web back with flipper	2,700	5,500	1,500	EDW-300/380-LH	2,500	860				
ドイツ	Westfalen	3,000 ~ 3,500t/日	250~280	4.30	Klockner Becorit 2/560's Hemscheidt 2/600s one web Back with Flipper	3,000	6,000	1,500	EDW-300-LH	2,000	750				
英国	Daw Mill	20,000t/週	300	4.00	Meco 4/450CS Conventional	2,500	4,100	1,500	EDW-300/380-LH-2M	2,400	800				
米国	Cyprus Shoshone	7,000 ~ 7,500t/日	180	4.00 (max 4.6)	Klockner Becorit 2/455 Conventional	2,220	4,700	1,500	Joy 2LS 445KW (Anderson Electra 1000Purchased)	-	865				
ソ連	Iaroslavskaja	930-295 t/日	-	4.20	KM-130	-	-	-	-	-	-				
ユーゴスラビア	Braza	2500t/日	100	-	Klockner Becorit 2/445S Conventional	2,500	5,000	1,500	EDW-300-LH	-	750				
オーストラリア	Ellalong	5,900t/日	180	2.0 ~3.8	MECO 4/800cs (+4/600CS) one web back with flipper	1,850	4,100	1,500	Anderson AMS500 375KW	2,000	800				
中国	Fangzhuang			4.50					EDW-300-LH	2,000	625				

## 6. 4. 6 揚 炭

### (1) 揚炭システム

各切羽からの産出炭は片盤BC（ベルトコンベヤー）、盤区BCを経て、主坑道BCより坑外へ搬出される一貫したBCシステムであり、各炭鉱のシステムは（6. 4 - 12図）の通り。

### (2) 切羽ピーク出炭と揚炭能力

i 各切羽毎の1時間当りピーク出炭量を次の算出式で

$$V = \text{最大採掘高さ} \times \text{切截深さ} \times \text{切截速度} \times \text{比重} \times \text{実収率} \times \text{ピーク率} \times 60分$$

(t/h)      (m)      (m/分)      (m/分)

※ピーク率は炭壁崩壊等を考慮して 1.2とした。

ii 試算すると（6. 4 - 6表）の通り。

1時間当りピーク出炭量

（6. 4 - 6表）

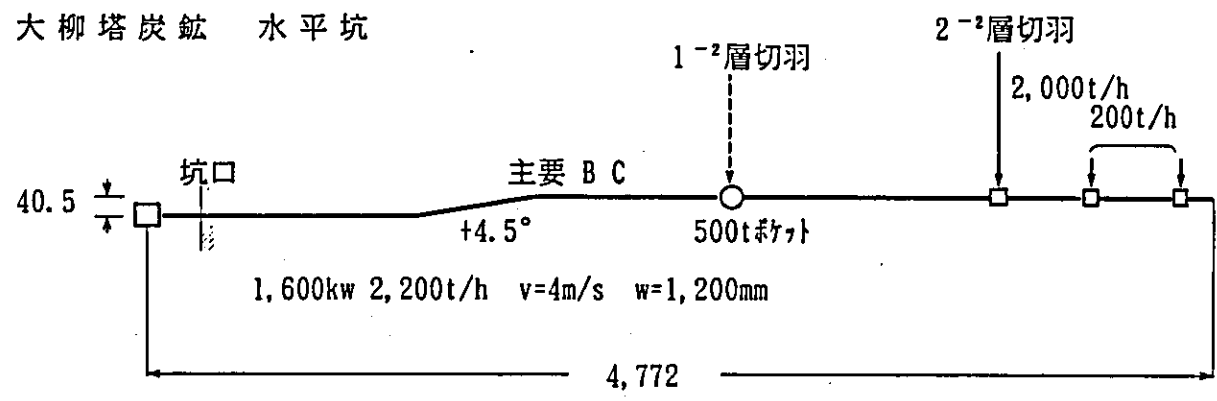
		切羽機械	出炭規模 (万t/年)	最大採掘高さ (m)	切截深さ (m/分)	切截速度 (m/分)	比 重	実収率	ピーク出炭量 (t/h)
大 柳 塔	第1系統 (102⇒)	国 産	80	4.3	0.6	2.8	1.50	0.93	726
	第2系統 (206⇒)	外 国	300	4.3	0.8	6.0	1.40	0.95	1,976
	第3系統 (501)	国 産	90	3.3	0.8	2.8	1.45	0.93	718
	第4系統 (503)	国 産	100	3.3	0.8	2.8	1.45	0.93	718
活 鷄 兎	第2系統 (2201⇒)	外 国	280	5.0	0.8	6.0	1.40	0.95	2,298
	第3系統 (4101⇒)	国 産	180	3.8	0.8	6.0	1.50	0.93	1,832

iii 大柳塔水平坑は当初の切羽出炭規模4切羽 300万t /年から2切羽 380万t に設計変更となり、そのうち2<sup>nd</sup>層では1切羽 300万t /年の高産高効切羽である。

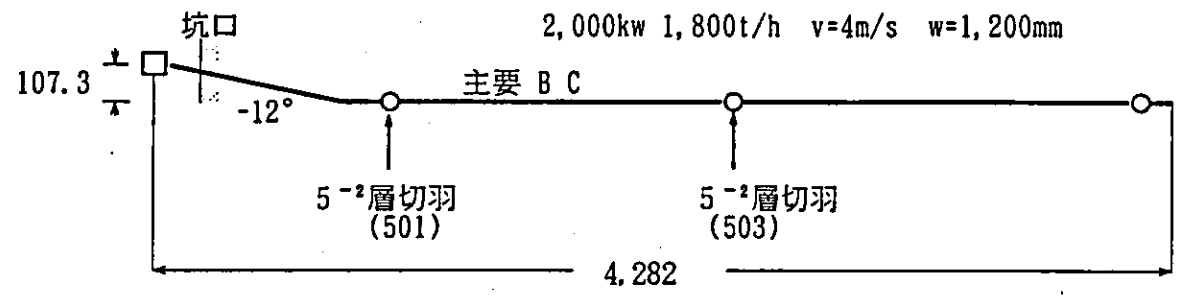
iv 2<sup>nd</sup>層の高産高効切羽の最大産出量は約2,000t/h見込まれる。それに掘進炭200t/hを加えれば主要BCは2,200t/h容量一杯となる。1<sup>st</sup>層からの産出炭量約700t/hは500t容量のポケットによる調整揚炭となる。

B C 運搬系統 (能力) (單位: m)

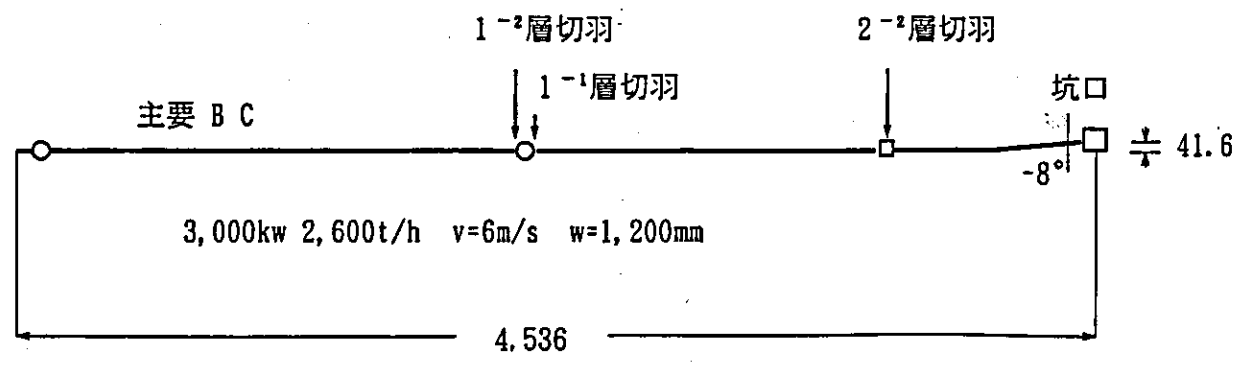
大柳塔炭鋸 水平坑



大柳塔炭鋸 斜坑



活鷄兔炭鋸



- v 現有設備を利用することなのでBC運転調整の細心の管理が要求される。
- vi 大柳塔斜坑については当初計画3切羽 300万t /年から2切羽 200万t /年としたので揚炭能力には問題ない。むしろ炭量的にも炭質的にも安定していることから、増産対策の切り札になり得る。
- vii 活鶏兎については当初計画4切羽 500万t /年から3切羽（うち1切羽は柱房式切羽）500万t /年と変更された。
- viii 従って、時間当りの最大産出量は最大採掘高さが高く、2<sup>nd</sup>層の2201切羽で約2,300t/h、1<sup>st</sup>層の4101切羽で約1,800t/hであり、主要BCの容量2,600t/hを大幅に超過し過負荷状態が予想される。
- ix 今後予定されている変更設計に当っては、作業工程の変更（3方/日作業→4方/日作業）を含む各切羽の採炭作業時間の調整による産出炭量の分散化を図るなど、設備費増とはなるがBC駆動部増強又はブースターコンベヤー増設等による揚炭能力増を図るなど一考を要する。

### (3) BC速度

- i ベルト長 4,000m以上の大容量のベルト速度は大柳塔両坑で4 m/sec (240 m/min)と一般的に高速の範疇にあるが、更に速い活鶏兎の6 m/sec (360m/min)の速度は土砂、碎石運搬等の土木部門は別として、炭鉱坑内では世界的に一部の炭鉱でしか採用されていないのが現状である。
- ii 運搬量増強のための速度増大は振動騒音の増大、キャリア、リターンローラの寿命短縮やベルト片寄り、スリップ等の故障の要因を潜在し、必ずしも効果的方策ではない。
- iii 重装備機械化推進の考え方の中には速度を低減することにより、益々生産性は低下すると言う考え方があるが、むしろ速度低減化により保安の向上はもとより、故障の減少、省設備及び設備更新の延長、保守人員の削減等総合的に考慮すれば安定出炭、原価低減に連なるなど利点がある。
- iv ある大型炭鉱では速度低減の思想のもと適正速度を模索し、故障減少、安定出炭確保に努めている。

#### 6. 4. 7 保安、集中監視

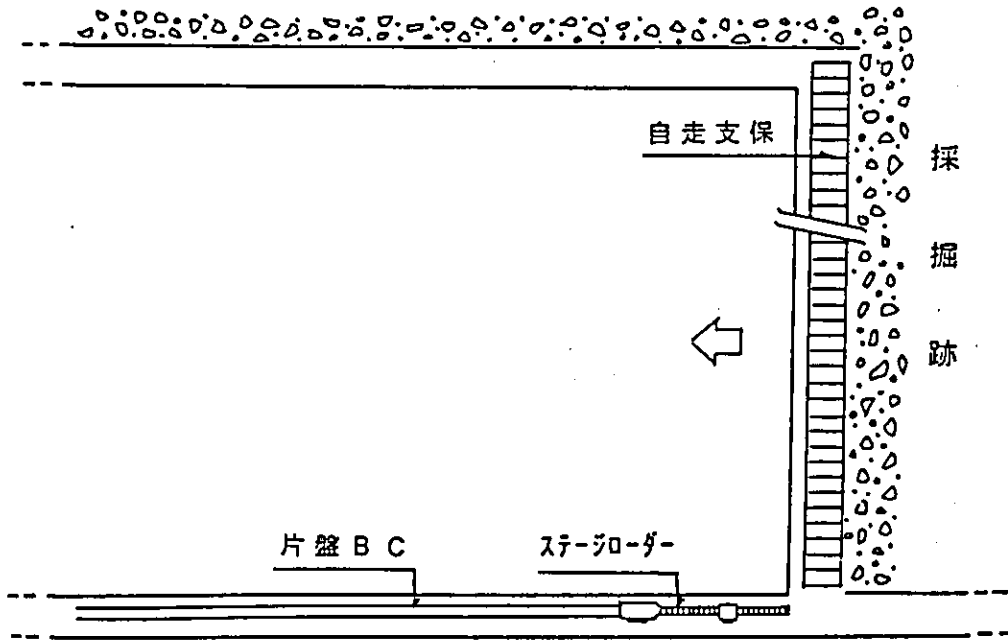
- i. ガス炭塵爆発、自然発火、坑内火災、出水等の重大災害防止については諸対策が盛られている。(6.2.1(9)参照)
- ii 特に、当炭田の炭質は自然発火性向が強いとされているが、本調査の石炭試料による自然発火性試験に於いても実証された。(4.4.2(3)参照)
- iii 只、坑内炭の自然発火と坑外での試験炭による自然発火を起こすべく試験した炭とでは、石炭の亀裂、破碎の有無、酸素の環境的時的供給状況等の差違があり、坑内でも自然発火し易いとは一概には言えないが、地表に近い炭層に火焼跡区が存在していることから、酸素供給の条件さえ調べば坑内炭も自然発火し易いと言う認識の下、万全の策を講じることは申すまでもない。
- iv 両炭鉱とも坑道展開の90%以上は沿層坑道であるが、主要坑道及び盤区坑道は切り石ブロック積み又はルーフボルト・モルタル吹付支保で石炭の露出が少なく災害防止上高く評価される。又、炭層は堅く坑壁の崩壊も少なく、主に天盤付きで採掘され、採掘切羽は後退式長壁式総崩し方式主体であることから、採掘跡の処理、不要坑道の密閉を確実に実施すれば概念的にはそれ程の問題は生じない。
- v 但し、国産総合機械化切羽に於いては片盤坑道が肩深各1本で隣接切羽の採掘に再度使用され採掘跡への漏風が問題視され、採掘跡に帯状充填を実施しないとすれば、隣接切羽跡との間に単純に保護炭柱を設けるか或いは(6.4-14図)のように片盤坑道を1+2本にして、そのうち1本を隣接切羽の片盤に再使用するなどの検討が必要である。このような炭柱を残すことにより、盤圧対策上も有効である。
- vi 又、分層採掘(スライシング採掘)に於ける下段切羽の坑道展開時の隣接切羽跡方への漏風も自然発火防止上懸念されることである。
- vii これ等のほかに心配されることは、試料試験でも明らかなように破碎された石炭は極めて発熱し易く、故に不要になったポケット残炭とか切石ブロック積み及びモルタル吹付の被覆支保箇所坑道壁内の炭は盤圧による亀裂漏風で蓄熱することが懸念され、注意を要する点である。
- viii 要は、適切な採掘方式の選択、要注意箇所の的確な処理、人的監視観測及びセンサー設置による集中監視等の大型炭鉱に則した具体的対策を樹立し確実に実施し、災害の未然防止を図ることが肝要である。



片盤坑道肩深各 1 本方式

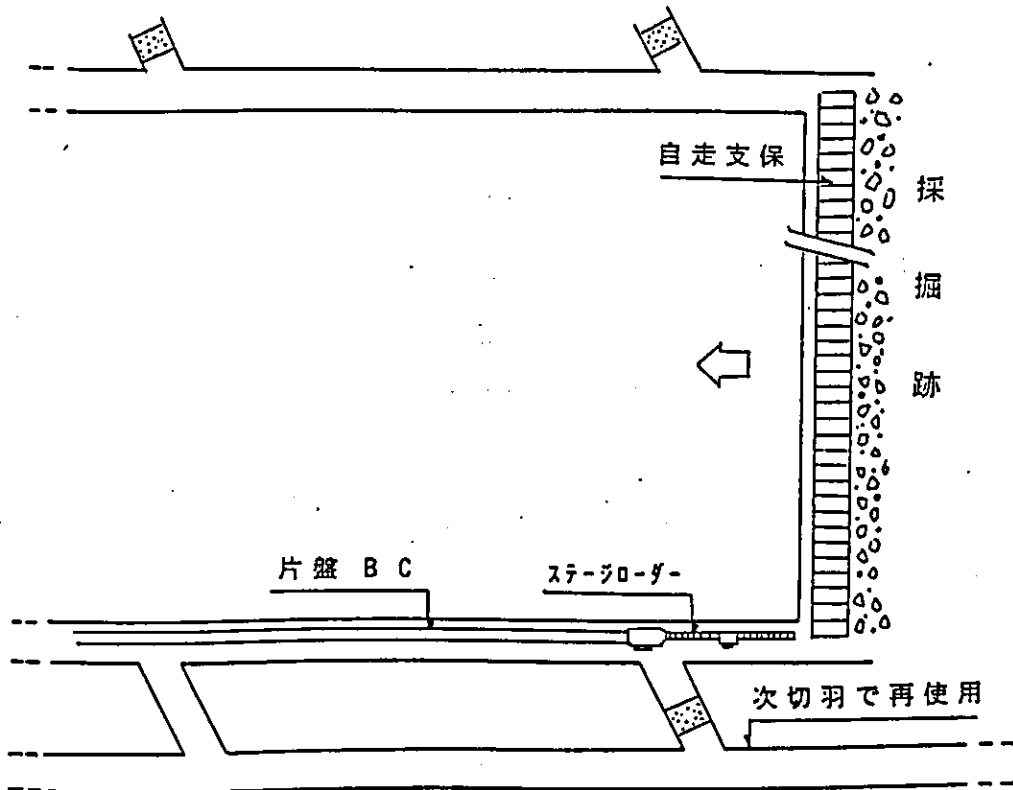
(6.4-13図)

(国産総合機械化切羽)



片盤坑道肩 1 本、深 2 本方式

(6.4-14図)



- ix この対策の確実実施を図るためには、従業員教育の徹底にほかならない。新規炭鉱であるが故、他炭鉱の災害事例を徹底的に研究し、当鉱に適合した教育体系を確立し、従業員の保安意識の昂揚を図ることが急務である。
- x 尚、保安・生産面に於ける集中監視システムを導入しての近代的炭鉱管理システムは評価される。

#### 6. 4. 8 教 育

##### (1) 技術・技能教育

- i 総合機械化炭鉱としては、主要設備は殆ど輸入機器であり、機械化に対する技術技能の高度の習熟には懸念がある。操作、保守管理等の総合的な技術・技能教育が緊急の課題である。
- ii 西安等にある既設の教育機関を活用することも重要なことであるが、教育の為の遠方への出張派遣には人数的に限りがある。多数の従業員を擁する大規模の新規開発の炭鉱であり、全鉱レベルでの技術・技能の向上には時間を要する。
- iii 従って、多くの従業員教育が可能な組織の確立が望まれる。

##### (2) 保安教育

- i 日常の作業中に発生する人的頻発災害及び突発的に発生するガス炭塵爆発、自然発火、坑内火災等の重大災害を防止する為には、言うまでもなく、従業員の保安に対する意識の昂揚を図り、諸対策を的確に実行することが重要な課題である。
- ii 現在開発中の大柳塔炭鉱水平坑（第Ⅰ期）では保安の重要性に力点を置き、保安教育を実施中であるが、数千人の従業員を擁する新規の大型炭鉱に鑑み、技術・技能教育を含めた教育組織の確立が望まれる。

## 6. 4. 9 人員計画

### (1) 中国F/S人員計画

i 中国F/Sの人員計画は(6.4-7表)の通り。

(6.4-7表)

	大 柳 塔				活 鷄 兔	
	水平坑 (高産高効)		斜 坑		実 働	在 籍
	実 働	在 籍	実 働	在 籍		
鉦 員	579	729	741	945	2,472	3,152
(坑内員)	(348)	(452)	(556)	(723)	(1,854)	(2,410)
(坑外員)	(231)	(277)	(185)	(222)	(618)	(742)
管理職	46	46	92	92	306	306
(技術系)	(28)	(28)	(55)	(55)	(184)	(184)
生産直接計	625	775	833	1,037	2,778	3,458
その他間接員	110	110	144	144	484	484
合 計	735	885	977	1,181	3,262	3,942
備 考	・300万t/年 ・能率 16t/人・日 ※'91F/S改訂人員 (高産高効)		・300万t/年 ・能率 8t/人・日 (当初F/S第I・II期 の合計) ※当初のF/S人員計 画より斜坑分を抽出		・500万t/年 ・能率 6t/人・日	

ii これは中国の労働事情、炭鉦の地理的立地条件、生産能率等を勘案して各部署の定員配置に従って、策定されたものと判断される。策定期間の関係もあり算出根拠に差異がある。

iii 大柳塔水平坑では高生産高効率の生産体制(4切羽 300万t → 2切羽 300万t)に設計変更され、人員は大幅減の見直しとなった。(全鉦在籍人員 2,365人 → 885人)

- iv これは炭鉱の地域的立地条件による人員確保の問題もさることながら、少数精鋭による新規の近代化炭鉱を建設する画期的な計画である。
- v 既述の通り、安定出炭確保、保安の確保の方針の下、大型の機械化を推進する上で、諸々の問題の派生が懸念されるが、この大柳塔水平坑の高産高効計画による人員削減は現場管理上、その他諸事情からも評価される。
- vi 人員等比較一覧表（6.4-8表）からも明らかなように活鶏兎人員は大柳塔と比較して、大幅に多い。

人員等比較一覧表

(6.4-8表)

		出炭規模 (万t/年)	能率算定 人員 (人)	出炭能率 (t/人・日)	在籍人員 (人)	出炭原価 算定人員 (人)	出炭1万t当 り在籍人員 (人/万t)
大柳塔	水平坑	300	625	16	885	846	2.95
	斜坑	300	* 2,500 (833)	8 * (12)	* 1,181	1,099	3.95
活鶏兎		500	2,778	6	3,942	3,839	7.88
備考			2,500人は当初 F/S 水平坑・斜坑 の計	12t/人・日 は 833人で 算出	1,181人は当初 F/S 人員 計画の斜 坑分		

(2) 採掘切羽数変更に伴う人員計画

i 採掘切羽数及び出炭規模を、次

- ・大柳塔水平坑では4切羽 300万t /年から2切羽 410万t /年へ
- ・大柳塔水平坑では3切羽 300万t /年から2切羽 220万t /年へ
- ・活鶏兎では4切羽 500万t /年から2+1切羽 530万t /年へ

と、変更した為、当然人員計画は変更される。

ii 前項既述の通り、大柳塔水平坑（高産高効）では2切羽 300万t /年（出炭能率16t /人・日）の人員は中国F/Sで決まっていることから、各坑の出炭規模に合せ、出炭能率12t /人・日及び16t /人・日の場合の人員を試算した。

iii その試算の前提を次

- ・大柳塔水平坑(410万t /年) 人員については高産高効F/S(300万t /年) 人員より按分算定

- ・大柳塔斜坑(220万t /年) 人員については初期の 300万t /年、F/S人員より按分算定
- ・活鷄兔(530万t /年) 人員については初期の 500万t /年、F/S人員より按分算定

とすると(6.4-9表)の人員が想定される。

- iv 両炭鉱共地域的に多数の人員の確保に難渋することが推測されるが、高効率の総合機械化、近代炭鉱の観点から、少なくとも出炭能率 12t/人・日程度の人員、即ち大柳塔斜坑では在籍 800人、活鷄兔では在籍 2,000人程度の有能な人材確保が急務である。

人員計画試算

(6.4-9表)

(9.4-9表)

	大柳塔												免	考	
	坑				坑				坑						免
	水	平	坑	坑	水	平	坑	坑	水	平	坑	坑			
出炭規模 (万/年)	410				220				530						
採炭切羽数	2				2				2+1 (R&P)						
能率 (1/人・日)	1.2	1.6	8	1.2	1.6	1.2	1.6	1.2	1.6	1.2	1.6	1.2	1.6		
人員(人)	実働	在籍	実働	在籍	実働	在籍	実働	在籍	実働	在籍	実働	在籍	実働	在籍	
社員	1055	1320	849	1070	566	713	424	535	2726	3435	1363	1718	1022	1288	
(坑内)	(634)	(824)	(510)	(663)	(340)	(442)	(255)	(332)	(1638)	(2129)	(819)	(1065)	(914)	(798)	在籍係数 1.3
(坑外)	(421)	(505)	(330)	(407)	(226)	(271)	(169)	(203)	(1088)	(1306)	(544)	(653)	(408)	(490)	" 1.2
管理職	84	84	68	68	45	45	34	34	218	218	109	109	82	82	管理職は社員の8%
(技術系)	(51)	(51)	(41)	(41)	(27)	(27)	(21)	(21)	(133)	(133)	(66)	(66)	(50)	(50)	
生産直接員計	1139	1413	917	1138	611	758	458	569	2944	3653	1472	1827	1104	1370	
その他間接員	205	205	165	205	110	110	82	82	530	530	265	265	189	247	間接員は生産直接員の18%
合計	1344	1628	1082	1343	721	868	540	651	3474	4183	1737	2092	1303	1617	

\* 出炭規模、出炭能率により生産直接人員を算定、構成は大柳塔水平坑(成産高物) F/S 比率による。

## 6. 4. 10 総投資額、出炭原価

### (1) 総投資額

中国F/Sの総投資額は(6.4-10表)の通りであり、大柳塔斜坑並びに活鶏兎開発は設計変更されると予想されるが、本プロジェクトの経済性検討に当っては、この総投資額を使用した。

### 総投資額 (中国F/S)

(6.4-10表)

	大 柳 塔		活 鶏 兎
	水 平 坑	斜 坑	
投資額			
(1) 坑道工事	8,270.97 (11.11%)	9,275.80 (15.71%)	10,307.81 (9.84%)
(2) 土建工事	7,214.80 (12.78%)	5,260.84 (8.91%)	11,098.08 (10.60%)
(3) 設備・機材購入	27,323.07 (48.41%)	30,716.51 (52.01%)	56,620.90 (54.09%)
・うち総合採掘機械設備	17,352.20 (30.75%)	19,432.51 (32.91%)	40,694.55 (38.87%)
(4) 掘付け工事	3,774.76 (6.69%)	1,980.32 (3.35%)	4,783.28 (4.57%)
・うち総合採掘機械設備	1,736.60 (3.08%)	915.32 (1.55%)	2,338.67 (2.23%)
(5) その他建設工事等 (含予備費)	11,855.41 (21.01%)	11,821.87 (20.02%)	21,876.70 (20.90%)
総投資額 (万元)	56,439.01 (100%)	59,055.34 (100%)	104,688.77 (100%)
出炭t当り投資額 (元/t)	188.13	196.85	209.37

### (2) 出炭原価 (6.4-11表)

中国F/Sの各坑の出炭原価は次

大柳塔 水平坑	36.30 元/t
大柳塔 斜坑	40.84 "
活鶏兎	44.92 "

で、大柳塔水平坑が'91年のF/S改訂により高産高効となり、原価が低く見積もられているが、その差の主な単位原価は修理基金(積立金)の2.75~3.15元/t、減価償却基金(積立金)の2.55~4.18元/t、労務費及び福利基金(積立金)の0.11~2.06元/tで、原価の合計の差は4.54~8.62元/tである。即ち殆どが積立金と労働者数に起因するものである。

中国F/Sの出炭原価は下表の通り

出炭原価 (中国F/S)

(6.4-11表)

原価構成項目	大柳塔						活鑛免			(B)-(A)	(C)-(A)
	水平坑			斜坑			単位原価 (C)	固定費	変動費		
	単位原価 (A)	固定費	変動費	単位原価 (B)	固定費	変動費					
1 資材費	10.28	5.86	4.42	10.45	5.96	4.49	10.50	5.99	4.51	0.17	0.22
2 労務費	1.58	1.00	0.58	1.67	1.05	0.62	3.49	2.20	1.29	0.09	1.91
3 従業員福利基金(積立金)	0.13	0.13		0.15	0.15		0.28	0.28		0.02	0.15
4 電力費	4.00	2.68	1.32	3.50	2.35	1.15	3.50	2.35	1.15	-0.50	-0.50
5 減価償却基金(積立金)	11.17	11.17		13.72	13.72		15.35	15.35		2.55	4.18
6 繰延費	0.59	0.59								-0.59	-0.59
7 坑道工事基金(積立金)	2.50		2.50	2.50		2.50	2.50		2.50	0	0
8 修理基金(積立金)	3.99	3.99		6.74	6.74		7.14	7.14		2.75	3.15
(1) 総合採掘機械設備修理	2.60			4.06			4.44				
(2) その他固定資産修理	1.39			2.68			2.70				
9 地上施設賠償費	0.10		0.10	0.10		0.10	0.10		0.10	0	0
その他支出	1.96	1.39	0.57	2.01	1.43	0.58	2.06	1.46	0.60	0.05	0.10
(1) 造林費	0.50			0.50			0.50				
(2) 労働組合経費, 教育費	0.04			0.05			0.10				
(3) 上級管理費	0.40			0.40			0.40				
(4) 流動資産利息支出	0.52			0.56			0.56				
(5) その他費用	0.50			0.50			0.50				
合計	36.30	26.81	9.49	40.84	31.40	9.44	44.92	34.77	10.15	4.54	8.62
総投資額 (万円)	56,439.01			59,055.34			104,686.77				
(1当り投資額) (元/l)	(188.13)			(196.85)			(209.37)				



## 6. 5 開発計画総合評価

当炭田は量的にも質的にも採掘条件に恵まれ、総合機械化採掘に適していて、国内外の高度の技術と設備を導入しての近代的大型炭鉱の計画は評価される。

しかし、炭鉱の立地条件は地理的に必ずしも良好とは言えず、導入する高効率設備の操作・保守管理の為に多くの熟練技能者及び管理者の確保・育成等が課題である。

そのほか、「6. 4 中国F/Sの検討結果」に詳細記述したような漸次検討解決しなければならない技術的諸問題があり、これ等の解決を含めて、「6. 1 計画の基本」の出炭確保懸念の条件項目を満す為に、現場管理技術の具体的方策を確立し推進すれば、国家的目標は達成されるものと思料する。



## 7. 炭質管理センター計画

## 7. 炭質管理センター計画

大柳塔炭鉱及び活鶏兎炭鉱から産出する原炭 1,100万t/年と近隣の地方炭鉱から受入れられる原炭 100万t/年を、国際的な規格ベースでの輸出炭と国内用炭を生産加工する最適選炭システムを確立すると共に、効率的な輸送、販売促進等を有する多機能の炭質管理センターを計画する。

### 7. 1 中国の選炭計画と現況

中国は炭鉱開発に関し、高生産、高効率の近代的炭鉱を目的としたF/S（高産高効F/S）を実施し、選炭計画（改修）F/Sの見直しを決定、その結果選炭計画の一部修正がなされた。

#### 7. 1. 1 概 要

- i 選炭工場は大柳塔炭鉱坑外に設置し、大柳塔及び活鶏兎の両炭鉱の出炭を全量集中選炭を実施する方針である。
- ii 選炭工場の建設は、両炭鉱の出炭推移に合わせて段階的に建設し、現在第1期 600万t/年の建設が進められている。

(7.1-1表)

		工 程	工場能力 (万t/年)	選 炭 方 式	対象炭鉱
第1期 選炭工場	初期	'91年完工	600	乾式 (破碎, 分級のみ) (50~0mm)	大 柳 塔
	後期	'91年~'94年	全 上	水選(50~13mm) 本格貨車積込	活 鶏 兎
第2期 拡張選炭工場		未 定	1,200 (600増設)	(検討中)	大 柳 塔 活 鶏 兎

- iii 第2期の拡張選炭工場（+ 600万t/年）については、中国は現在3方案を検討中であり決定はしていない。

(7.1-2表)

方 案	増設工場能力 (万t/年)	選 炭 方 式	対象炭鉱
第1案	600	第1期選炭工場と同一のプロセスとする。	活鶏兎 大柳塔
第2案	全 上	乾式工場のみを増設し、粒度(50~300mm)の原炭を簡易選炭する。	大柳塔
第3案	全 上	150~300万t/年を簡易選炭する。 300~450万t/年の乾式工場を増設する。	全 上

- iv 第2期選炭工場計画の3方案についての詳細計画は不明である。

### 7. 1. 2 計画諸元

#### i 選炭原炭量

大柳塔炭鉱 600万t/年 (平硯 300万t/年, 斜坑 300万t/年)

活鶏兎炭鉱 500 "

地方炭鉱 100 "

---

計 1,200 "

(但し第1期は600万t/年)

ii 操業日数 300日/年

iii 操業体制 3方/日 (生産2方, 保全1方)

iv 操業時間 14時間/日 4,200時間/年

v 処理能力

(7.1-3表)

	第 1 期	※第 2 期
	選 炭 工 場	拡張選炭工場
年 産 (万t/年)	600	1,200
原炭能力 (t/h)	1,428 (初期)	2,856
水選能力 (t/h) (ジグ選炭)	872 (後期)	1,744

※第2期完了後の合計能力

vi 能 率 (在籍人員当り) 50 t/工具

vii 人 員 (第1期のみ)

実動人員 447人 (服務他 47人)

在籍人員 517人 (在籍係数 1.2)

7. 1. 3 選炭計画

選炭銘柄

(7.1-4表)

		大柳塔炭鉈 (600万t/年)			活鶏兔炭鉈 (500万t/年)			合 計 (1,100万t/年)		
		A%	M%	W%	A%	M%	W%	A%	M%	W%
精 炭	シグ精炭 (50~13mm)	5.0	12.4	49.00	5.2	12.4	48.58	5.1	12.4	48.81
	乾粉炭 (13~0mm)	13.7	16.6	42.40	14.0	16.6	42.57	13.8	16.6	42.48
	2号炭 (50~0mm)	31.8	18.0	3.55	30.6	18.0	3.50	31.3	18.0	3.53
硬 (50~0mm)		78.4	17.0	5.05	78.02	17.0	5.35	78.2	17.0	5.18
原炭 (50~0mm)		13.3	14.0	100	13.7	14.0	100	13.5	14.0	100

但し A: 灰分  
M: 全水分

#### 7. 1. 4 原炭性状

##### ① 原炭粒度構成（一次破碎後-50mm）

(7.1-5表)

粒度 mm	大柳塔炭鉱		活鶏兔炭鉱	
	W %	A %	W %	A %
50-25	51.7	13.3	51.7	13.9
25-13	32.3	12.8	32.3	12.9
13-0.5	13.4	12.5	13.4	13.7
-0.5	2.6	18.9	2.6	16.4
計	100	13.2	100	13.6

- ・上記粒度構成の予測は神木と近似した大同炭を参考とし、更に採炭方式を加味した。

##### ② 選炭原炭可選性（ジグ選炭原炭）

(7.1-6表)

比重	大柳塔炭鉱		活鶏兔炭鉱	
	W %	A %	W %	A %
F 1.3	49.0	2.5	11.1	2.4
1.3-1.4	33.6	5.1	59.5	4.9
1.4-1.5	2.3	15.2	8.2	12.8
1.5-1.6	1.2	23.2	2.7	20.3
1.6-1.8	0.7	34.6	2.7	25.1
S 1.8	13.2	68.9	15.8	51.1
計	100	12.9	100	13.5

上記水選原炭は、13mm 篩分（効率80%）後の網上産物である。

## 7. 1. 5 選炭生産フロー

### (1) 第1案(全選炭方式) (7.1-1図)

第1期選炭工場(600万t/年)は初期乾式設備が'91年度末に完成、また後期水選設備の建設は'94年度末に完成する。

その後第2期の拡張選炭工場(600万t/年)は第1期の選炭フローと同一のプロセス方式として、全選炭能力1,200万t/年の工場を建設する。

### (2) 第2案及び第3案(簡易選炭方式) (7.1-2図)

第1期選炭工場(600万t/年)は全設備が94年度末に完成後、活鷄兎及び地方炭鉱の原炭を選炭処理する。

第2期拡張選炭工場(600万t/年)は大柳塔原炭を対象とした乾式分級設備のみを増設し、乾粉炭を主力に生産するが原炭粒度(50~300mm)を簡易選炭するプロセス方式である。

## 7. 1. 6 主要選炭設備

第1期選炭工場(600万t/年)の主要設備の概要と特徴を記す。

### (1) 原炭サイロ設備

#### ・大柳塔炭鉱原炭

坑内原炭(-300mm)を直接受入れる配置としている。原炭サイロの容量は13,200t(コンクリート製円筒サイロ 直径18m, 高さ37.35m 6,600×2基)で9時間の生産量に相当する。

#### ・活鷄兎炭鉱原炭

坑内原炭を粗選設備にて処理後(-50mm)、原炭サイロに受入れる配置としている。

原炭サイロの容量は大柳塔炭鉱と同じ13,200tである。

### (2) 原炭粗選炭設備

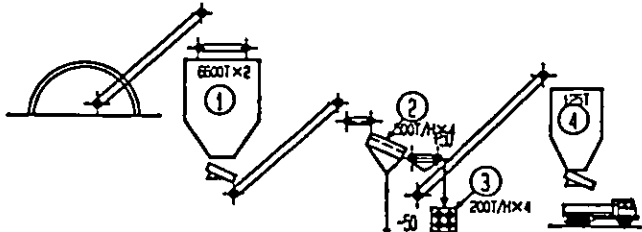
大柳塔炭鉱活鷄兎炭鉱その他地方炭鉱から送られて来る原炭の分級(±50mm)は振動スクリーン(YAH 2160型, 篩面積 $F=11.5\text{m}^2$ , 網孔 $\phi 50\text{mm}$ , 500t/h)4台で処理し総能力2,000t/hである。

振動スクリーンの網上産物(+50mm)は手選BCで異物除去後全連板破碎機(4P-GC380/350×1000型ダブルロール破碎機200t/h/台)4台で-50mmに破



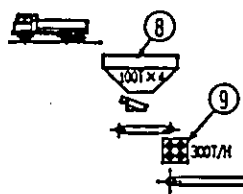
大柳塔炭鉞坑口

600万T/年



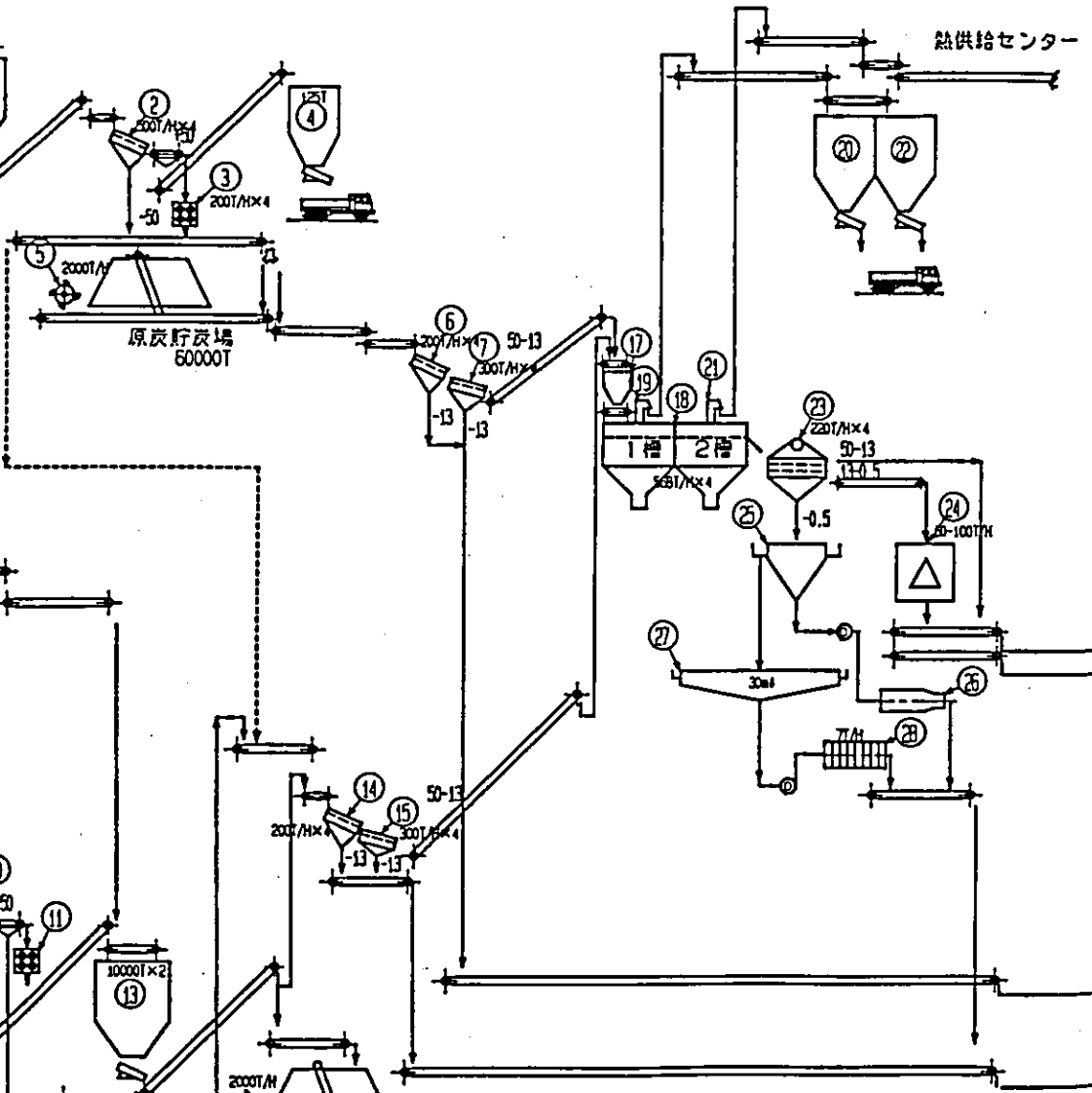
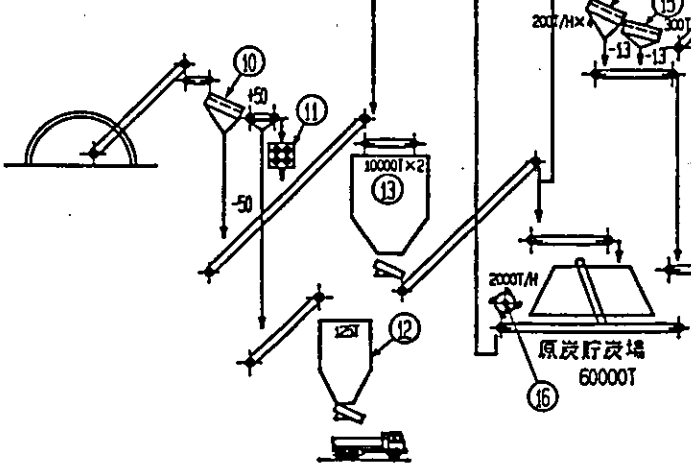
地方炭鉞

100万T/年

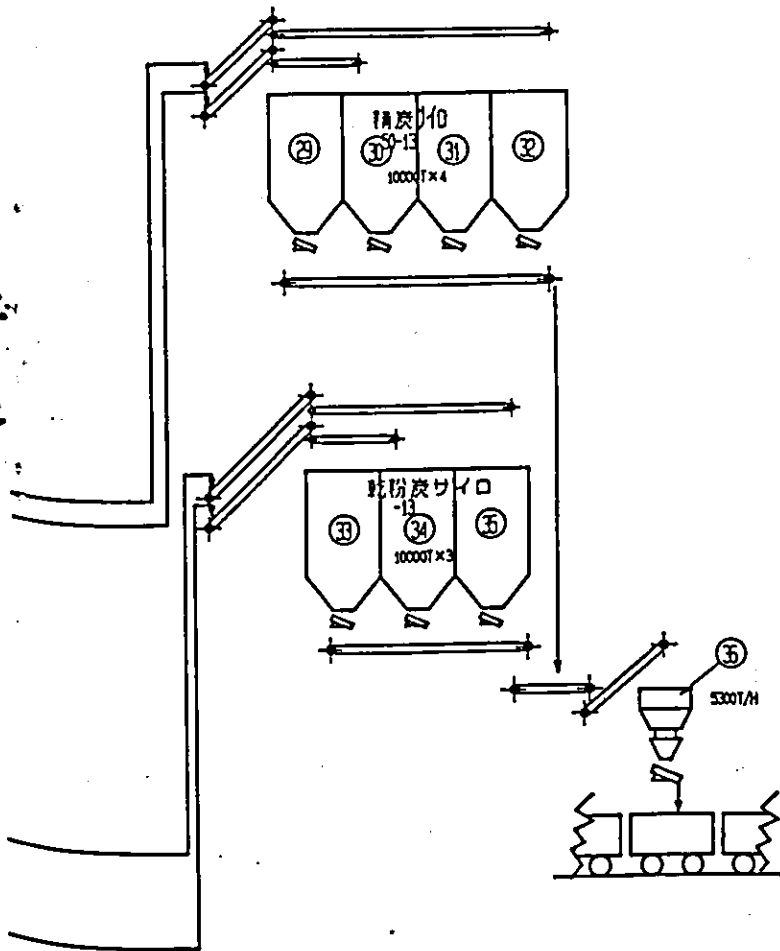


活鶏兔炭鉞坑口

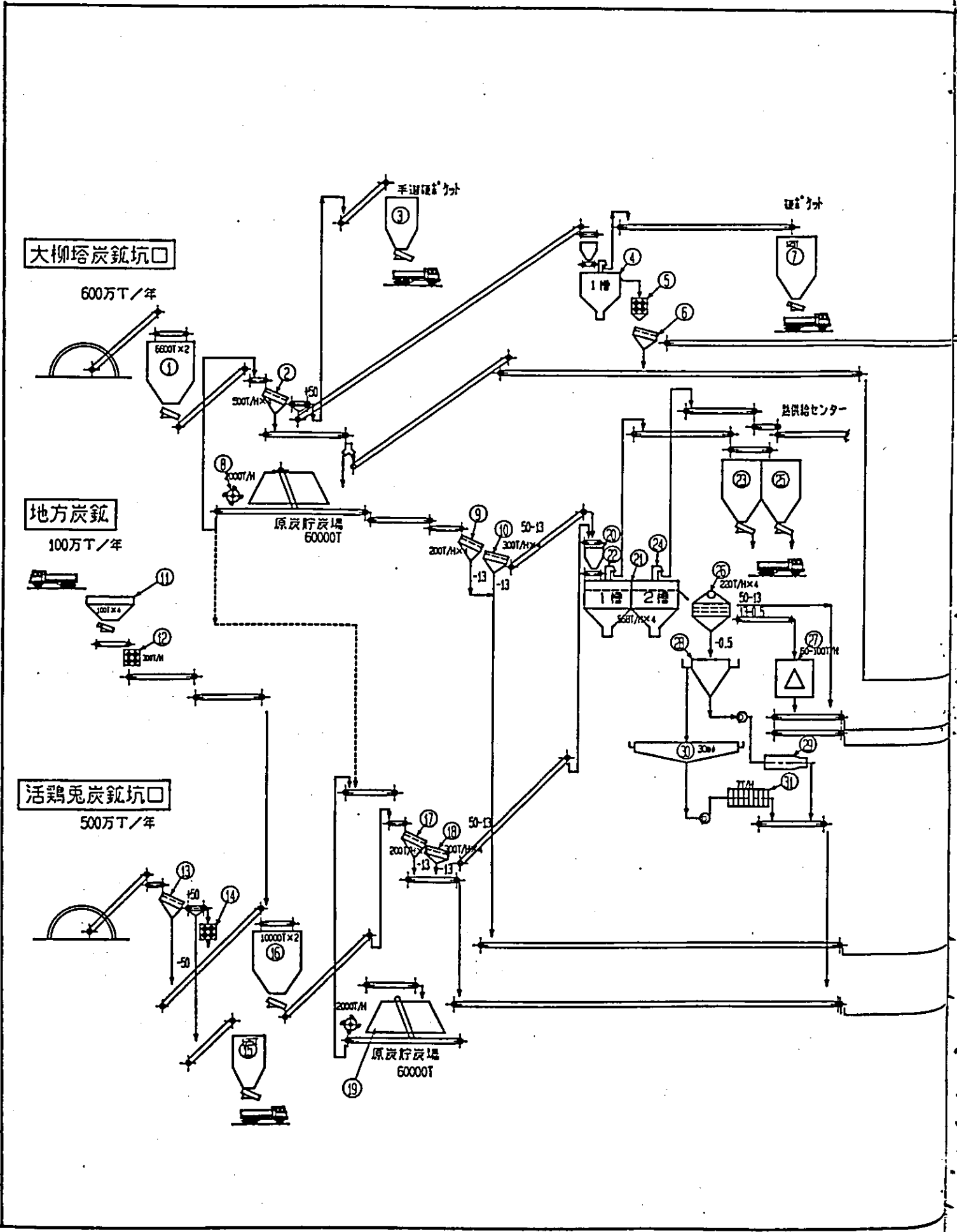
500万T/年



## 選炭生産フローシート (全選炭)



番号	機器名称	仕様	台数
①	原炭計台	18000t×35700H 6500T	2
②	原炭1次スクリーン	F=11.5m <sup>2</sup> 網目50mm 300W 500T/H	4
③	原炭破砕機	380/350×1000 300 50 200T/H 750W	4
④	手選機	125T	1
⑤	スクリーン	22200 2000T/H 10mH 5000W	1
⑥	原炭2次スクリーン(II段)	Y12448 F=10m <sup>2</sup> 網目13mm 200T/H 18.50W	4
⑦	原炭2次スクリーン(II段)	ZK2167 F=13.2m <sup>2</sup> 網目13mm 300T/H 190W	4
⑧	地方炭受入ホッパー	100T×4基, 60T×1基	5
⑨	原炭破砕機	300T/H 1100W	1
⑩	原炭1次スクリーン		4
⑪	原炭破砕機		4
⑫	手選機	125T	1
⑬	原炭計台	22000t×432500H 10000T	2
⑭	原炭2次スクリーン(II段)	Y12448 F=10m <sup>2</sup> 網目13mm 200T/H 18.50W	4
⑮	原炭2次スクリーン(II段)	ZK2167 F=13.2m <sup>2</sup> 網目13mm 300T/H 190W	4
⑯	スクリーン	22200 2000T/H 10mH 5000W	1
⑰	水洗原炭受入ホッパー	150T	2
⑱	水洗機	LXT-35 F=35m <sup>2</sup> 568T/H	4
⑲	1層ホッパー	1000m×23750L 100T/H 400W	2
⑳	2層ホッパー	9000t×18150H 800T	1
㉑	2層ホッパー	1000m×23750L 100T/H 400W	2
㉒	2号ホッパー	9000t×18150H 800T	2
㉓	1号スクリーン	ZK2460 F=14m <sup>2</sup> 220T/H 網目13mm 0.5cm 230W	4
㉔	1号選心脱水機	LL3-9 13-0.5mm 60-100T/H 430W	2
㉕	2号スクリーン		2
㉖	2号選心脱水機	322TL-1418 -0.5mm 2230W	2
㉗	シクナー	30000m <sup>3</sup>	
㉘	スクリーン	F=500m <sup>2</sup> 7T/H 圧縮力550W	2
㉙	大柳塔精炭計台 NO1	10000T	1
㉚	大柳塔精炭計台 NO2	"	1
㉛	送炭塔精炭計台 NO1	"	1
㉜	送炭塔精炭計台 NO2	"	1
㉝	送炭塔乾粉炭計台	"	1
㉞	大柳塔乾粉炭計台	"	1
㉟	大柳塔乾粉炭計台	"	1
㊱	質量測定設備		



大柳塔炭鉱坑口

600万T/年

地方炭鉱

100万T/年

活鶏兔炭鉱坑口

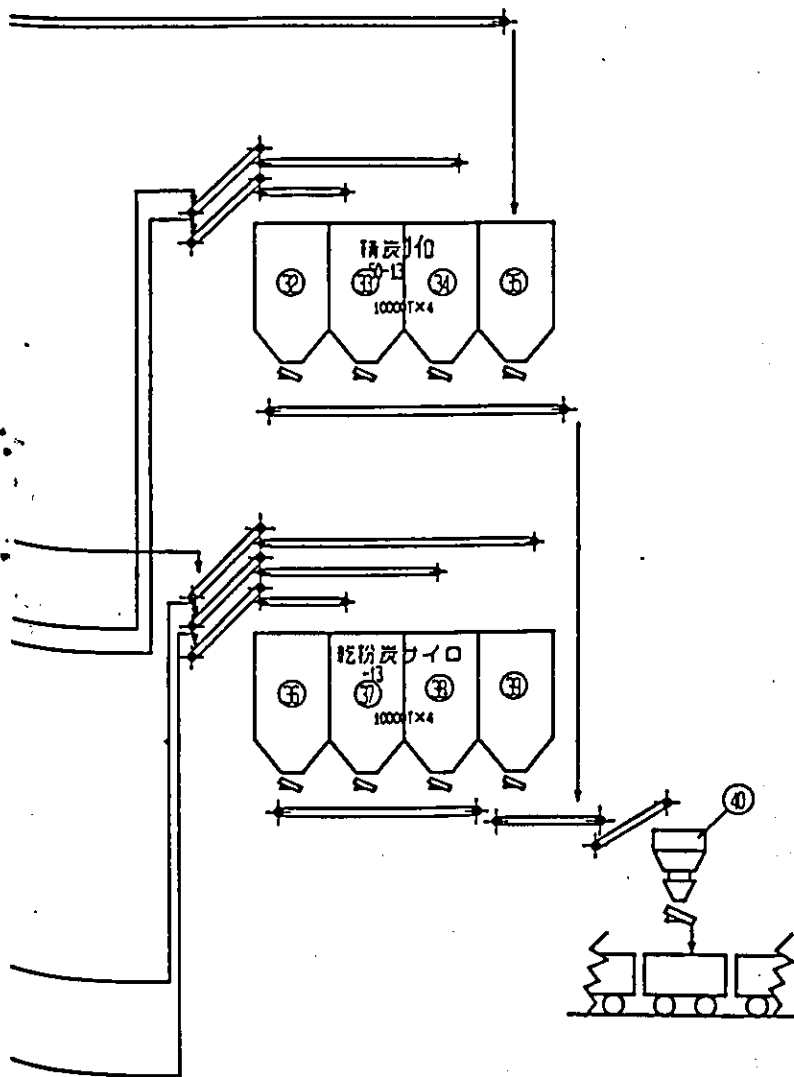
500万T/年

原炭貯炭場  
60000T

原炭貯炭場  
60000T

熱供給センター

## 選炭生産フローシート (簡易選炭)



番号	機器名称	仕様	台数
①	原炭10	18000×35700H 6500T	2
②	原炭1次スクリュー	F=11.5m <sup>2</sup> 網目50mm 30KW 500T/H	4
③	手選機1台	12T	1
④	簡易選炭機	DS72-140 300T/H	1
⑤	原炭磁砕機	300/350×1000 300 50 200T/H 75KW	4
⑥	簡易精炭スクリュー	YA1536 5m <sup>2</sup>	2
⑦	簡易選炭機1台	300T	1
⑧	スクリュー	Z23-00 2000T/H 10mH 500KW	1
⑨	原炭2次スクリュー(1段)	YA2448 F=10m <sup>2</sup> 網目13mm 200T/H 18.5KW	4
⑩	原炭2次スクリュー(2段)	Z82167 F=13.2m <sup>2</sup> 網目13mm 300T/H 19KW	4
⑪	1号原炭受入機	100T×4基, 60T×1基	5
⑫	原炭磁砕機	300T/H 110KW	1
⑬	原炭1次スクリュー		4
⑭	原炭磁砕機		4
⑮	手選機1台	12T	1
⑯	原炭10	22000×432500H 10000T	2
⑰	原炭2次スクリュー(1段)	YA2448 F=10m <sup>2</sup> 網目13mm 200T/H 18.5KW	4
⑱	原炭2次スクリュー(2段)	Z82167 F=13.2m <sup>2</sup> 網目13mm 300T/H 19KW	4
⑲	スクリュー	Z23-00 2000T/H 10mH 500KW	1
⑳	水選原炭受入機	150T	2
㉑	水選機	LXT-35 F=35m 558T/H	2
㉒	1号原炭立上げ機	1000W×23750L 100T/H 40KW	2
㉓	2号原炭立上げ機	9000×18150H 800T	1
㉔	2号原炭立上げ機	1000W×23750L 100T/H 40KW	2
㉕	2号原炭立上げ機	9000×18150H 800T	2
㉖	精炭スクリュー	Z02460 F=14m <sup>2</sup> 220T/H 網目13mm 0.5mm 22KW	4
㉗	精炭選心脱水機	LL3-9 13-0.5mm 60-100T/H 45KW	2
㉘	脱水機		2
㉙	洗煤ろ過選心脱水機	322TL-1418 -0.5mm 225KW	2
㉚	シクナー	30000m <sup>3</sup>	3
㉛	スクリュー	F=500m <sup>2</sup> 71T/H 11.6kW 55KW	2
㉜	大機原炭10 NO1	10000T	1
㉝	大機原炭10 NO2	"	1
㉞	活炭原炭10 NO1	"	1
㉟	活炭原炭10 NO2	"	1
㊱	活炭原炭10 NO1	"	1
㊲	活炭原炭10 NO2	"	1
㊳	大機原炭10 NO1	"	1
㊴	大機原炭10 NO2	"	1
㊵	貨車運込設備		

碎し振動スクリーンの網下産物（-50mm）と合流し分級工場へ送られる。

### （3）原炭貯炭場設備

炭鉱と選炭工場の生産バランス調整と事故発生時の非常用貯炭を目的として大柳塔炭鉱と活鶏兎炭鉱にそれぞれ6万t、3日分の屋根付き貯炭場を設置する。

222MDQ, 20050型バケット形スタッカ&リクレーマ（2,000t/h堆積高さ10m）を採用した。

### （4）分級設備

2次分級は13mmでカットし、+13mmを水選工場へ送り、-13mmを乾粉炭サイロへ送る。傾斜式振動スクリーン（YA2448型）と水平振動スクリーン（ZKB 2163型）を組合せ、篩効率と処理能力の向上を図っている。

### （5）水選工場

大柳塔炭鉱と活鶏兎炭鉱の原炭は比較的選別性が高いので、経済性に優れ、且つ保守管理の容易なジグ選別を採用している。

ジグはバタック型のLTX-35型2台を採用した。

1槽産物は硬として廃棄され、2槽産物は2号炭として熱供給センター及び地元発電所で消費される。

ジグのオーバーフロー精炭は2段の振動スクリーン（13mm, 0.5mm）で脱水分級される。0.5～13mmの精炭は遠心脱水機（TZ-14型 2台）で脱水される。+13mmの精炭とベルト上で合流し精炭サイロへ送られる。

脱水分級された脱水液は、セツリングコーンへ送られ、底流沈下物は遠心脱水機（TCL-1418型 2台）でスラッジとして回収される。

セツリングコーンのオーバーフローと脱水機の濾液はシックナー（直径30m×3基）で濃縮された後、加圧濾過機スラッジとして回収される。

スラッジは-13mmの乾粉炭と混合されて乾粉炭サイロへ送られる。

### （6）製品サイロ

（50～13mm）のシグ精炭用（コンクリート製円筒サイロ1万t×2基）2万t、

（13～0mm）の乾粉炭用（コンクリート製円筒サイロ1万t×2基）2万t

としている。容量の決定は生産計画及び貨車輸送計画のシミュレーションの結果、シグ精炭最大15,000t、乾粉炭最大13,000tとなり、それぞれ半日から1日の余裕を見ている。

後期活鶏兎と地方炭鉱 600万t/年が加わった場合には、更に10,000 t サイロ 2 基  
増設する。

#### (7) 積込設備

積込設備は前期（臨時）、後期（本格）と 2 期に分けて計画している。

- 前期は包神線（能力 1,000万t/年）経由の蒸気機関車牽引による輸送である。

列車能力 3,500 t / 列車 (42両)

積込能力 (積込BC 1,500 t / h, 積込サイクル 1.7~2.2時間 / 列車 / サイ  
クル)

- 後期は神朔線 (94年完工予定, 能力 3,000万t) 経由の電気機関車牽引のユニッ  
トトレイン輸送である。

列車能力 6,000 t / 列車 (70両)

積込能力 (積込BC 5,300 t / h, 積込サイクル 2 時間 / 列車 / サイクル)

7. 1. 7 物質収支

(1) シグ選別産物収支

- ・大柳塔炭鉈及び活鶏兎炭鉈の水選原炭（7. 1 - 6 表）に対してシグ選別計算を実施した。

(7. 1 - 6 表)

	大柳塔炭鉈			活鶏兎炭鉈		
	本級 W %	全祥 TW%	A %	本級 W %	全祥 TW%	A %
精炭	84.61	47.27	4.51	84.08	46.72	4.85
2号炭	6.35	3.55	31.78	6.29	3.50	30.62
硬	9.04	5.05	78.35	9.63	5.35	78.02
原炭	100.00	55.87	12.92	100.00	55.57	13.52
シグ選別条件	I <sub>1</sub> = 0.16, I <sub>2</sub> = 0.18 D <sub>p1</sub> = 2.00, D <sub>p2</sub> = 1.64			I <sub>1</sub> = 0.16, I <sub>2</sub> = 0.18 D <sub>p1</sub> = 2.00, D <sub>p2</sub> = 1.66		

(2) 水収支

(7. 1 - 7 表)

炭鉈	入 系 統		出 系 統	
	系 統	流 量 (m <sup>3</sup> /h)	系 統	流 量 (m <sup>3</sup> /h)
大柳塔	原炭	75.2	精炭	24.6
	補給水	10.2	乾粉炭	49.5
			2号炭	5.0
			硬	6.3
	合 計	85.4	合 計	85.4
活鶏兎	原炭	75.2	精炭	24.3
	補給水	10.6	乾粉炭	50.0
			2号炭	4.9
			硬	6.6
	合 計	85.8	合 計	85.8

### 7. 1. 8 選炭工場配置計画の修正

大柳塔選炭工場の平面配置計画の修正が行われた。

現時点（91年度末）での当初計画案に対する主要変更箇所は、下記の通りで、その選炭施設全体配置図（変更）を（7.1-3図）に示す。

- i 大柳塔側破碎工場の位置
- ii 原炭貯炭関係
- iii 大柳塔側分級工場関係
- iv 製品炭サイロ関係
- v 地方炭坑の受入関係
- vi 活鶏免炭鉱の原炭受入関係

### 7. 1. 9 電 気

#### (1) 電 源

大柳塔 110KV変電所には現在SFSL7-2000/110, 110/38.5/6.3KV変圧器1台があり、1期にSFSL-31500/110, 110/38.5/6.3KV変圧器2台設置を予定している。選炭工場の6KV変電所まで約2.8km間には、4回線VV-6000、95×3ケーブルを布設する。その他、大柳塔炭鉱事業所には35/6KV変電所が建設予定で、この変電所から2回線VV29-6000、185×3ケーブルを篩分系統開閉所まで布設する。

選炭工場北側には3000KW×2の火力発電所が予定され、選炭工場の6KV変電所とループを作る。

#### (2) 電力負荷

設備総容量 14,000KW

総有効負荷 7,760KW

〔	6KV変電所	: 4,490KW
	6KV開閉所	: 3,270KW

年間電力消費量 3,490万KWH

原単位（原炭トン当り） 5.82KWH/t

### 7. 1. 10 制 御

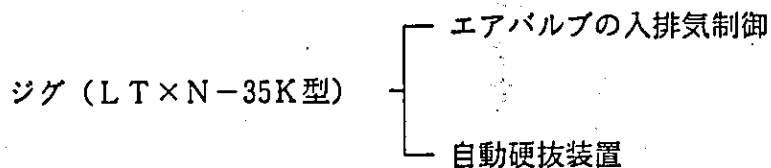
集中制御の系統はトラック受入系統、破碎篩分系統、篩分選炭系統、積込系統の4系



統に分け、制御室において集中制御を行なう。起動は石炭の流れと逆に順序起動し、また停止は石炭の流れに沿い順序停止していく。尚事故、点検時には現場単独運転切替が可能となっている。各コンベヤーには現場緊急停止保護装置、速度監視装置があり、また、貯炭サイロ内の石炭レベル検出、水タンクの水位検出が制御室において可能である。

### 7. 1. 11 品質管理

#### (1) 自動制御

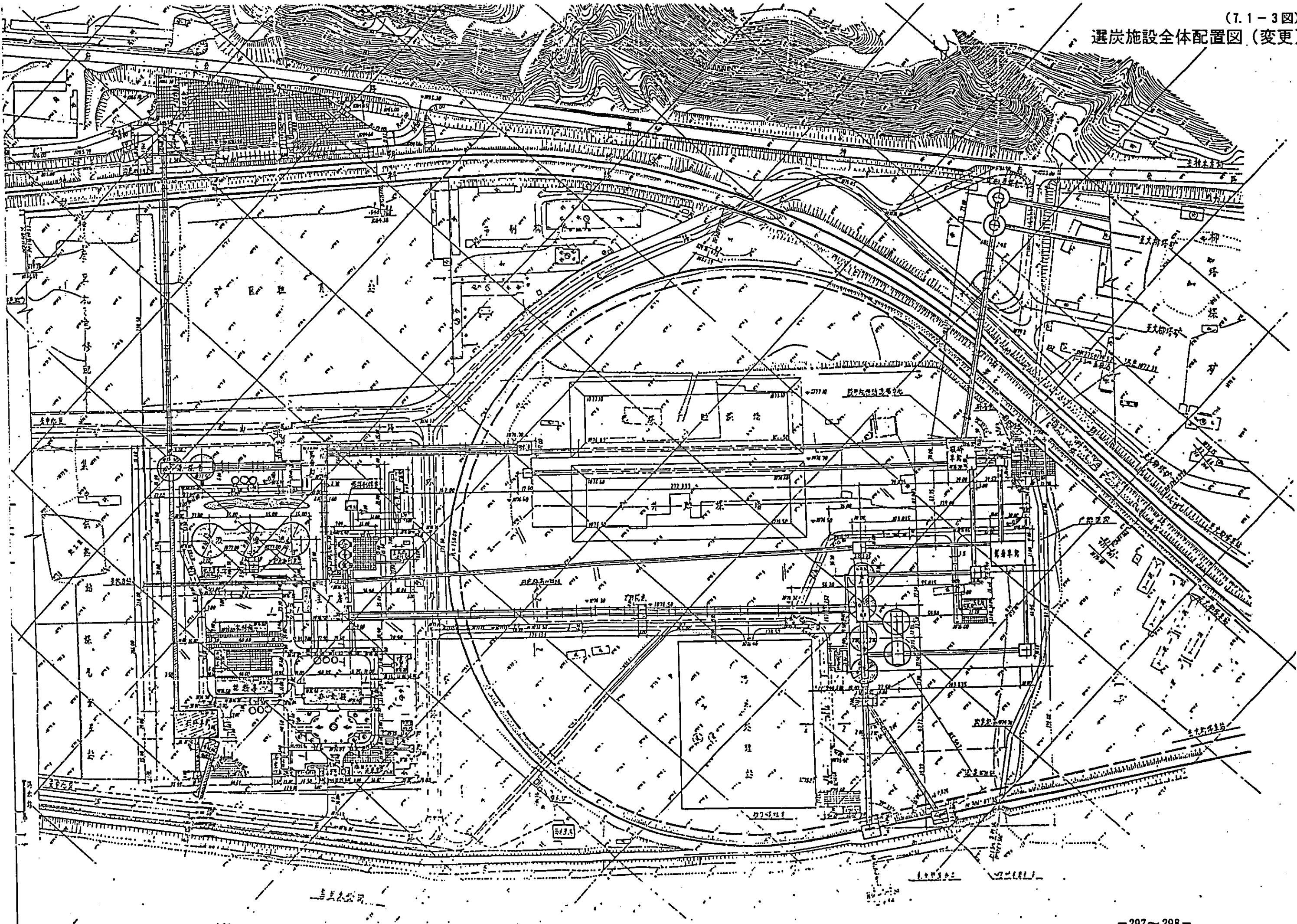


#### (2) 数量管理

電子ベルトスケール

(7.1-8表)

計測石炭	ベルトコンベヤー (機械No.)
原 炭	1 2 9, 1 1 9, 1 1 8
選炭原炭	3 0 1
精 炭	5 0 1, 5 0 5
送 炭	7 0 1
地 方 炭	トラックスケール



7. 1. 12 建設費用、生産原価及び工事工程

選炭（改修）F/S中の建設費用、生産原価及び工事工程を示す。

(1) 建設費用

(7.1-9表)

		選炭施設 (除く炭鉱の生産系統)		選炭施設 (含む炭鉱の生産系統)	
			(%)		(%)
基本建設投資 ①	建築工費(万元)	4,669.24	45.4	6,832.79	48.4
	設備購入(“)	3,164.45	30.8	3,988.08	28.2
	据付工事(“)	790.16	7.7	980.80	6.9
	その他(“)	1,662.96	16.1	2,322.96	16.5
計(“)		10,286.81	100	14,124.67	100
原炭屯当り投資額 ①/600万t)		17.14		23.54	

(2) 生産原価（選炭（改修）F/S）

(7.1-10表)

項目	総費用 (万元/年)	原単位 (元/t)	備考
(1) 材料 (入選原炭) (補助材料)	17,106.00 (16,734.00) 372.00)	28.51 (27.89) 0.62)	600万t/年, 炭価27.89元/t
(2) 人件費	102.00	0.17	賃金 169元/月/人
(3) 福利基金	6.00	0.01	賃金総額の11%
(4) 電力	222.00	0.37	5.82kWh/t 0.085元/kWh
(5) 基本減価償却	642.00	1.07	固定資産原価に建設期間の利息を加える。 土木建築3%, 据付6.47%
(6) 大修理基金	342.00	0.57	固定資産原価の2.5%
(7) 管理費	72.00	0.12	地銀の70%
(8) 流動資産利息	45.00	0.075	流動資金はt当り加工費の50% で計算、自己流動資金は20%
	18,537.00	30.895	
其中:加工費	1,803.00	3.005	(除く, 入選原炭費)

(但し炭鉱の生産系統も含む)

(3) 工事工程

(7.1-11表)

設 備	工 程	工事能力 (万t/年)	方 式
乾 式	91年度完工	600	破碎、分級
水 選	91年~94年	600	水選ジク(50mm ~ 13mm)

## 7. 2 選炭計画の見直し

### 7. 2. 1 概 要

'91年7月より実施した大口径ボーリングによる稼行炭層石炭の詳細な炭質分析結果に基く選炭設備の見直しを行なった。その概要として次

- ① 原炭処理能力 : 3,500 (t/h)  
水選系統処理能力: 2,060 (t/h)
- ② 選炭原炭最大粒度を50mmとし、13mm分級の後、篩上産物は全量空気動ジグ選別、一方篩下産物は未選とする。
- ③ 選炭機産物は空気動ジグ精炭(灰分5%)と乾粉炭の2産物とし、これ等2産物の混炭による多品種銘柄の産出を図る。
- ④ 脱水設備として、13mmより0.5mm産物に立型遠心脱水機、0.5mm以下の産物に対して横型遠心脱水機とフィルタープレスを採用する。
- ⑤ 使用水に対し完全循環システムを採用して水の節約と公害の防止を図る。なお粉じん、騒音等の公害に対しても十分な防止措置を施す。

を骨子とする。

### 7. 2. 2 原炭性状

#### (1) 炭層別出炭構成

選炭設備計画にあたり2000年における採掘原炭を代表原炭とする。

#### ① 大柳塔炭鉦出炭計画

大柳塔炭鉦 (2000年)

(7.2-1表)

盤 区	炭 層	出 炭 (万 t/年)	灰 分 (%)
一・二	1 <sup>-2</sup>	8	22.8
		81	21.4
二・六	2 <sup>-2</sup>	30	8.4
		299	8.7
五・一	5 <sup>-2</sup>	9	13.9
		90	13.6
五・三	5 <sup>-2</sup>	10	10.2
		99	9.7
合 計		626	11.5

② 活鶏兎炭鉍出炭計画

活鶏兎炭鉍 (2000年)

(7.2-2表)

盤 区	炭 層	出 炭 (万 t / 年)	灰 分 (%)
二	2 <sup>-2</sup>	29	10.7
		287	10.7
	1 <sup>-2</sup>	20	20.2
四	1 <sup>-2上</sup>	18	13.9
	1 <sup>-2</sup>	184	9.1
合 計		538	10.6

③炭鉍別出炭割合

炭鉍別出炭割合

(7.2-3表)

炭 層	大 柳 塔		活 鶏 兎	
	出炭割合 (%)	灰 分 (%)	出炭割合 (%)	灰 分 (%)
1 <sup>-2</sup>	14.2	21.5	41.3	10.5
2 <sup>-2</sup>	52.6	8.7	58.7	10.7
5 <sup>-2</sup>	33.2	11.6		
合 計	100	11.5	100	10.6

(2) 原炭粒度構成

粒度構成は中国側F/S数値を参考にした。(7.2-4表)に示すように13mm篩上産物量を全原炭の半分、また微粉については0.5mm篩下産物量を20%、0.075mm篩下産物量を5%とした。

## 選炭原炭粒度構成

(7.2-4表)

粒 度 (mm)	大 柳 塔		活 鷄 兔	
	重量割合 (%)	灰 分 (%)	重量割合 (%)	灰 分 (%)
50-13	50	11.5	50	10.6
13-0.5	30	10.0	30	9.3
0.5-0.075	15	13.0	15	12.0
0.075>	5	16.0	5	14.0
合 計	100	11.5	100	10.6

## (3) 原炭可選性

原炭可選性については4本の大口徑ボーリングの浮沈試験結果に基づいて炭鉞別炭層別に作成した。なお採掘時の上盤、下盤の岩石混入については採掘計画の炭層別原炭灰分を参考に原炭可選曲線を作成した。

炭鉞別、炭層別可選性、と炭鉞別原炭可選性を(7.2-5表)より(7.2-8表)に示す。尚、(7.2-6表)に2005年における活鷄兔炭鉞1<sup>-2</sup>層を示す。

(7.2-5表) 大柳塔炭鉞

(7.2-6表) 活鷄兔炭鉞

(7.2-7表) 水選原炭-大柳塔炭鉞

(7.2-8表) 水選原炭-活鷄兔炭鉞

大柳塔炭鉍炭層別可選性

(7.2-5表)

炭層	比重	重量(%)	灰分(%)	浮揚物	
				重量(%)	灰分(%)
1 <sup>-2</sup>	F 1.3	34.1	3.6	34.1	3.6
	1.3 - 1.4	37.7	6.3	71.8	5.0
	1.4 - 1.5	5.4	16.9	77.2	5.8
	1.5 - 1.6	2.0	26.6	79.2	6.4
	1.6 - 1.7	1.2	35.8	80.4	6.8
	1.7 - 1.8	0.5	40.7	80.9	7.0
	S 1.8	19.1	82.9	100	21.5
2 <sup>-2</sup>	F 1.3	56.6	2.5	56.6	2.5
	1.3 - 1.4	32.0	5.3	88.6	3.5
	1.4 - 1.5	4.4	14.5	93.0	4.0
	1.5 - 1.6	0.4	23.8	93.4	4.1
	1.6 - 1.7	0.6	33.1	94.0	4.3
	1.7 - 1.8	0.7	43.7	94.7	4.6
	S 1.8	5.3	82.0	100	8.7
5 <sup>-2</sup>	F 1.3	47.5	3.1	47.5	3.1
	1.3 - 1.4	37.9	6.2	85.4	4.5
	1.4 - 1.5	4.0	15.4	89.4	5.0
	1.5 - 1.6	1.4	24.4	90.8	5.3
	1.6 - 1.7	0.5	33.8	91.3	5.4
	1.7 - 1.8	0.6	38.4	91.9	5.6
	S 1.8	8.1	79.7	100	11.6



活鷄兔炭鉍炭層別可選性

(7.2-6表)

炭層	比重	重量(%)	灰分(%)	浮揚物	
				重量(%)	灰分(%)
1 <sup>-2</sup>	F 1.3	36.1	2.8	36.1	2.8
	1.3 - 1.4	39.4	5.2	75.5	4.1
	1.4 - 1.5	11.2	12.6	86.7	5.2
	1.5 - 1.6	3.4	20.6	90.1	5.7
	1.6 - 1.7	2.1	26.6	92.2	6.2
	1.7 - 1.8	2.3	30.7	94.5	6.8
	S 1.8	5.5	74.1	100	10.5
2 <sup>-2</sup>	F 1.3	53.6	2.5	53.6	2.5
	1.3 - 1.4	29.5	6.3	83.1	3.8
	1.4 - 1.5	5.2	15.7	88.3	4.5
	1.5 - 1.6	3.2	26.6	91.5	5.3
	1.6 - 1.7	1.1	34.6	92.6	5.7
	1.7 - 1.8	0.6	46.2	93.2	6.0
	S 1.8	6.8	76.1	100	10.7
1 <sup>-2上</sup> (2005年)	F 1.3	43.5	2.6	43.5	2.6
	1.3 - 1.4	34.8	4.2	78.3	3.3
	1.4 - 1.5	11.0	11.9	89.3	4.4
	1.5 - 1.6	2.8	21.1	92.1	4.9
	1.6 - 1.7	2.9	26.7	95.0	5.5
	1.7 - 1.8	2.2	31.2	97.2	6.1
	S 1.8	2.8	70.4	100	7.9

水選原炭—大柳塔炭鉞

(7.2-7表)

比 重	重 量 (%)	灰 分 (%)	浮 揚 物	
			重 量 (%)	灰 分 (%)
F 1.3	50.4	2.8	50.4	2.8
1.3 - 1.4	34.7	5.8	85.1	4.0
1.4 - 1.5	4.4	15.2	89.5	4.6
1.5 - 1.6	0.9	25.0	90.4	4.8
1.6 - 1.7	0.7	34.1	91.1	5.0
1.7 - 1.8	0.7	41.8	91.8	5.3
S 1.8	8.2	81.5	100	11.5

水選原炭—活鷄兔炭鉞

(7.2-8表)

比 重	重 量 (%)	灰 分 (%)	浮 揚 物	
			重 量 (%)	灰 分 (%)
F 1.3	46.4	2.6	46.4	2.6
1.3 - 1.4	33.6	5.8	80.0	3.9
1.4 - 1.5	7.7	13.8	87.7	4.8
1.5 - 1.6	3.3	24.0	91.0	5.5
1.6 - 1.7	1.5	30.1	92.5	5.9
1.7 - 1.8	1.3	35.5	93.8	6.3
S 1.8	6.2	75.4	100	10.6

### 7. 2. 3 設計基準

① 選炭原炭量	1,200 (万 t / 年)
② 運転日数	300 (日 / 年)
③ 運転時間	4,200 (時間 / 年)
	14 (時間 / 日)
④ 余裕率	1.2
⑤ 水選機原炭量	60 (%)
(対選炭原炭割合)	
⑥ 単位装置運転条件	
i 予備分級	分級 50 (mm)
	効率 100 (%)
ii 水選原炭分級	分級 13 (mm)
	効率 83 (%)
iii 空気動シグ	能力 12.5 (t / m <sup>2</sup> · h)
	効率 0.18 (I <sub>1</sub> )
	0.19 (I <sub>2</sub> )
iv 水選溢流分級	分級 13 (mm), 0.5 (mm)
	効率 100 (%), 60 (%)
v プレス・フィルタ	能力 25 (kg / m <sup>2</sup> · h)
vi シックナ	沈降速度 35 (mm / min)

## 7. 2. 4 プロセス設定

### (1) 設備能力

#### ① 選炭機

年間処理量	1,200 (万 t / 年)
日処理量	4 (万 t / 日)
時間処理量	2,860 (t / h)
設備容量	3,500 (t / h)

#### ② 水選機

年間処理量	720 (万 t / 年)
日処理量	24,000 (t / 日)
時間処理量	1,715 (t / h)
設備容量	2,060 (t / h)
空気動シグ容量	550 (t / h) × 4 (基)

### (2) プロセス

#### ① 600万 t / 年処理選炭機

(大柳塔炭鉍原炭処理)

##### (a) 原炭破碎系統

大柳塔炭鉍原炭は原炭サイロ (6,000t、2基) に貯炭された後、サイロ下フィーダから払出され、ベルトコンベヤにより # 1 破碎工場へ送られる。破碎工場においてはマグネットキャッチャーで鉄類を除去した後、振動篩によって 50mm で分級される。

50mm 上産物はベルトコンベヤ上で木片その他の異物を手選除去した後、破碎機で 50mm 以下に破碎され、その後篩下産物と合流して # 2 篩分工場へ送られる。

##### (b) 原炭篩分系統

破碎工場において 50mm 以下に調整された原炭は # 2 篩分工場の振動篩により 13mm で分級される。13mm ~ 50mm 粒度の篩上産物はベルトコンベヤにより水選工場へ送られる。また 13mm 以下の篩下産物はベルトコンベヤにより製品炭サイロに送られる。

##### (c) 水選系統

# 2 篩分工場から送られた 50 ~ 13mm の原炭はサービスホッパを経て 2 台の空気

動ジグにより選別され3産物を排出する。水選硬は1槽硬板ゲートにより除去され、バケットエレベータ、ベルトコンベヤを経てポケット貯鉱された後トラックで硬捨場に廃棄される。一方2号炭は2槽硬板ゲートにより除去され、バケットエレベータ、ベルトコンベヤを経て2号炭ポケットに貯炭された後トラックで熱供給センタまたは店塔発電所へ送られる。

また水選機溢流は先づ振動篩により50mm～13mm産物、13mm～0.5mm産物と0.5mm以下産物に分級される。50mm～13mm産物は直接ベルトコンベヤへ、また13mm～0.5mm産物は立型遠心脱水機で脱水後ベルトコンベヤ上で50mm～13mm産物と合流する。

0.5mm以下の篩下産物は多量の水と共にセツリングタンクに送られ、タンク沈澱物は横型遠心脱水機で脱水後乾粉炭と合流する。セツリングタンク溢流と横型遠心脱水機尾水はシクナへ送られる。シクナで濃縮されたスピゴットはプレスフィルタにより脱水された後乾粉炭に混合され、一方清澄された溢流水は循環水として使用、系外への排水が無いクローズドシステムを採用する。

(d) 原炭貯炭系統

鉄道輸送における配車状況、あるいは篩分工場または水選工場の故障に備えて非常貯炭場を#1破碎工場と#2篩分工場の中間に設ける。6万tの貯炭能力を持ち、積付け、払出しにはスタッカ、リクレーマ方式を採用する。

(e) 製品炭貯炭と積込系統

製品炭サイロは1991年末の時点において4基の建設が終了し、精炭2万t、乾粉炭2万t合計4万tの貯炭能力を持つ。製品炭輸送鉄道は現在建設中の神朔線開通までは包神線を使用し、またその時の列車として2,500t容量の列車が予定されている。当面積込設備は仮設設備として、毎時1,000tの能力を持ち、積込時間は2.5時間を予定している。

② 1,200万t/年処理選炭機

(大柳塔炭鉱と活鶏兎炭鉱の原炭処理)

(a) 原炭破碎と篩分系統

大柳塔炭鉱原炭は原炭サイロ(6,000t×2基)に貯炭の後、#1破碎工場において50mm以下に破碎され、さらに#1篩分工場において13mmで分級される。

13mm篩上産物は#2水選原炭ベルトコンベヤにより水選工場へ送られ、また13mm篩下産物は乾粉炭サイロ貯炭ベルトコンベヤにより直接製品炭サイロへ送られる。

活鶏兎炭鉞原炭は鳥蘭木倫河対岸より長距離ベルトコンベヤで大柳塔炭鉞側に運搬され、先づ#2破碎工場において50mm以下に調整された後、原炭サイロ(1万t×2基)に貯炭される。サイロ下フィーダにより払出された原炭は#2篩分工場において13mmで分級され、13mm篩上産物は水選工場へ、また13mm篩下産物は乾粉炭として製品炭サイロへ送られる。

(b) 水選系統

大柳塔炭鉞と活鶏兎炭鉞の13mm篩上産物は全量ジグにより水選される。追加設備としては(7.2-1(1)図)に示すように600万t/年水選工場の北西側に空気動ジグと微粉処理設備を増設する。

(c) 原炭貯炭系統

60,000屯貯炭能力原炭貯炭場2面を持つ。600万t/年体制時の原炭貯炭場は活鶏兎原炭貯炭に用い、大柳塔炭鉞原炭は、新設の同一面積の貯炭場を使用する。積付、払出設備は両貯炭場に同一型式のスタッカ、リクレーマを設置し各機は2,000t/時間の処理能力を持つ。

(d) 製品炭貯炭と積込系統

製品炭サイロ全容量を70,000tとし、現存設備に対して10,000tサイロを3基増設し、水選産物と未選炭の混炭を可能とする。

神朔線開通に伴う一列車7,400tのユニットトレーンの稼働に備えて5,200t/hの高速積込設備を設置し、仮設設備は廃止する。

③ 給水と排水系統

選炭工場の選炭補給水は初期においては上水送水管から取水し、後期においては出来るだけ大柳塔炭鉞から発生した坑底廃水あるいは汚水処理場で処理された浄化水を利用することにより、炭鉞の将来の発展で発生する水不足を解決すると共に環境浄化にも役立つようにする。

④ 水選硬捨系統

水選硬捨場位置の選定にあたっては、

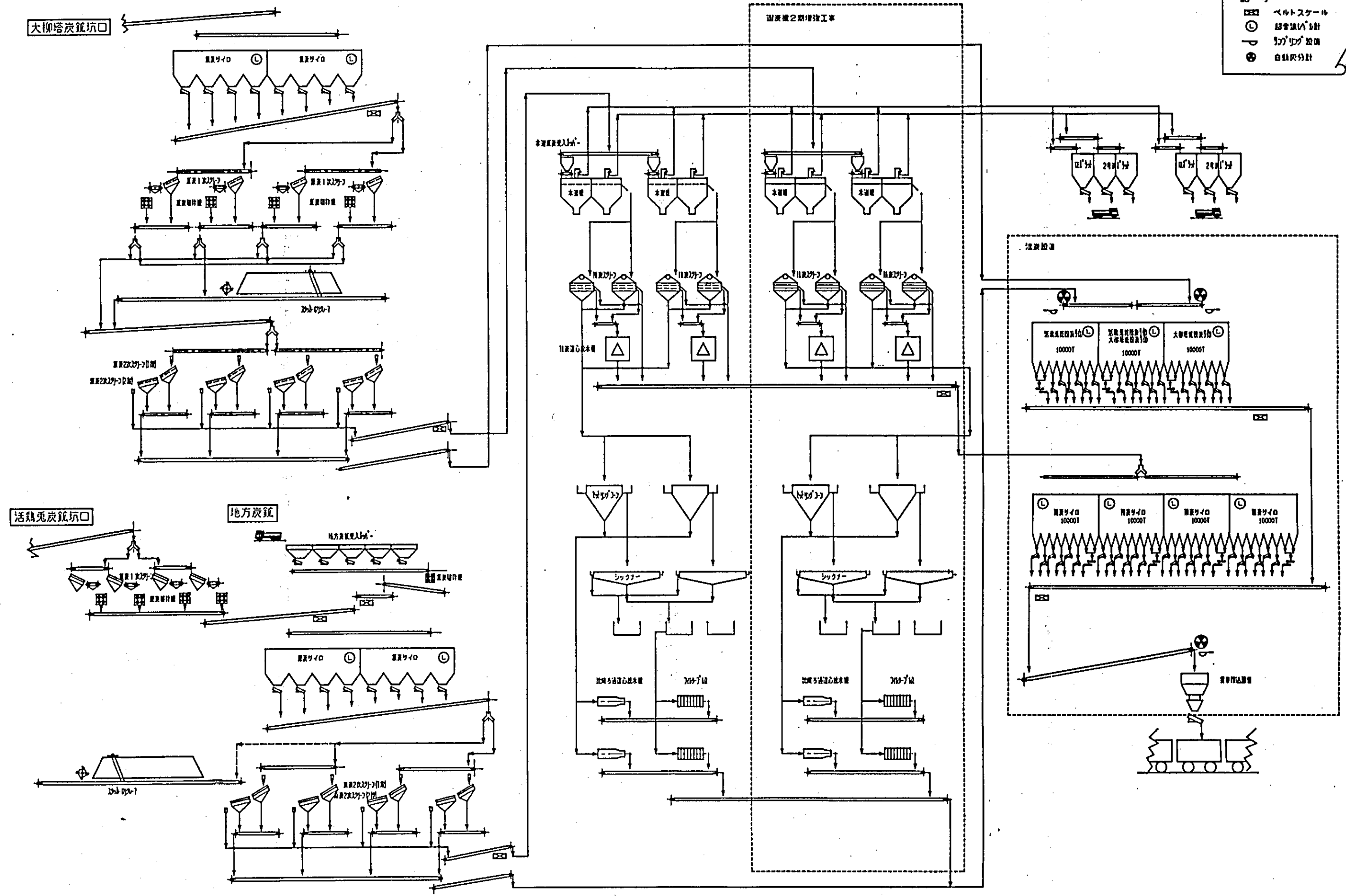
i できるだけ選炭工場に近いこと。



選炭系統図

(7.2-1(2)図)

記号	
■	ベルトスケール
○	給分機
P	ポンプ
⊙	自吸分機





- ii 耕作地あるいは村落から離れ炭鉱の生産に影響しないこと。
- iii 公害防止に努め廃棄物の流失、有害物質の発生が無いようにする。
- iv 将来の発展を予想して十分な容量を持つ。

等を考慮して王渠溝と双廟溝間の山の傾斜地あるいは丘陵地を選ぶ。

環境を保護し耕作地を回復するため水選硬捨場には盛土をすることにより耕作地として緑地面積を増すと共に、硬捨場における自然発火防止、防じん、土留め、洪水防止、道路補修を十分に実施する。

## ⑤ 電気系統

### (a) 電源及び配電

大柳塔 110KV変電所には現在20,000KVA(110/35/6KV)変圧器1台が設置され、さらに電力負荷増に合わせ、31,500KVA(110/35/6KV)変圧器1台増設の予定となっている。

この変電所から途中35KV変電所を経由し、選炭工場6KV変電所及び6KV開閉所に架空線で引き込み、選炭工場各所電気室に電力ケーブルで給電する。

選炭工場6KV変電所からは6KV電圧で主工場、活鶏兎炭破碎、篩分工場、濃縮工場、非常貯炭場、スタッカー、リクレーマー、活鶏兎揚炭BC、非常貯炭BC、水選原炭受入BC、地方炭受入ピット電気室等に給電される。380/220V電圧で送風機、小動力、室内外照明設備に給電される。

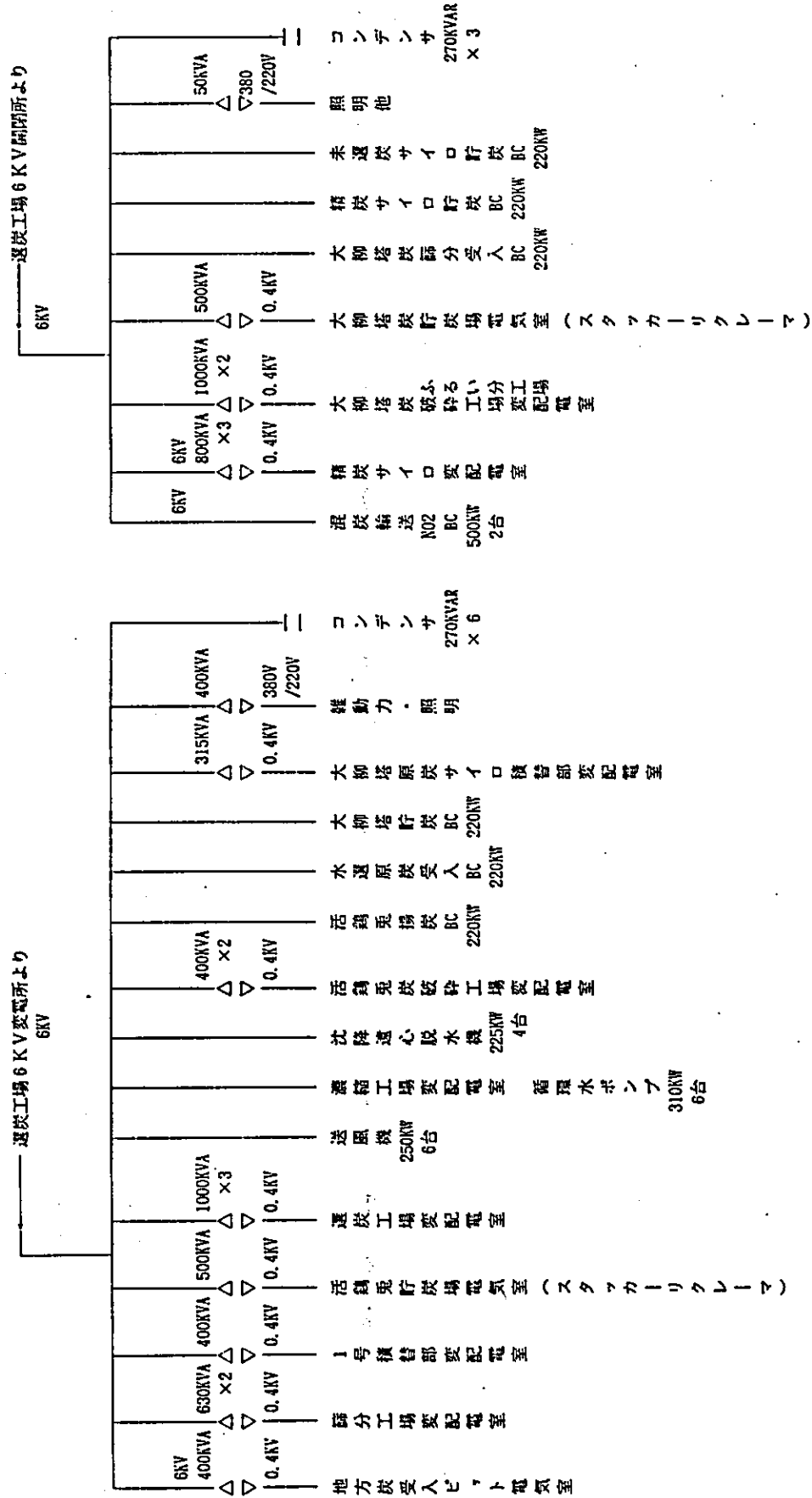
なお、6KV開閉所からは6KV電圧で大柳塔炭破碎、篩分工場、精炭、乾粉炭サイロ、大柳塔原炭非常貯炭場、スタッカー、リクレーマー、精炭、乾粉炭サイロ貯炭BC、混炭BC、積込設備等に給電される。(7.2-2図)

### (b) 制御

全工場の制御は、地方炭受入系統、破碎篩分系統、篩分水選系統、積込系統の四系統に分け、集中的に行う。制御にあたっては

- i ユニットトレーン積込設備は積込全工程についての自動制御を行い、積込効率、技術水準ともに現在の最先端レベルのものにする。
- ii 破碎篩分系統と水選系統の制御はそれぞれ独立した984-680PC(Programmable Controller)によりプログラム制御を行う。
- iii 水選工場の制御室にはアナログディスプレイと制御台を配置する。スラッジ水処理系統は専用制御台で制御する。

### 選炭工場配電系統図



- iv 水選工場の制御室にはIBMホストコンピュータとプリンタ及びディスプレイを配置し、iiの二つのPC機と通信可能とする。
- v 日本側の提案による混炭設備の制御については、積込制御室に混炭設備制御盤を置き、精炭及び乾粉炭サイロ貯炭BCからのサンプル灰分分析結果より、自動的に混炭比率を計算し、この比率に基づき、それぞれのサイロから必要量を振動フィーダー及び計量フィーダーにより払出す。

(c) 自動化

- i 水選機のジグには吸排気弁のデジタル制御、自動硬抜システムを備えた自動制御装置が配備されている。
- ii 原炭品位の大幅な変動に対し、給炭量を自動制御する。  
また、硬及び2号炭排出用バケットエレベーター（BE）のリンクチェーン磨耗防止と電力消費節減のため、負荷量に応じて搬出速度を自動的に変化させ、上記BEの積載量が常に一定になるよう制御する装置を採用する事が望ましい。
- iii 電動弁や自動調節弁と液位調節計と組合せたポンプの自動運転方式を採用する事により、逃水防止及び電力消費節減を図る。

⑥ 計測、保護装置、信号

(a) ポケットレベル

原炭サイロ、精炭サイロ、乾粉炭サイロ、緩衝ポケットには全て超音波レベル計を設置する。水選硬ポケットと手選硬ポケットには電極式位置検出器を設置して、その位置を指示し、集中制御室でも石炭レベルが表示出来るようにする。

(b) コンベア流量計

各坑口原炭受入ベルト、地方炭鋳原炭受入ベルト、水選原炭ベルト、非常貯炭払出ベルト、精炭貯炭ベルト、乾粉炭貯炭ベルト、混炭積込ベルトにベルトスケールを設置し、制御室で流量監視出来るようにする。

(c) 水位計

工場内の各水槽、水池には水位信号装置を設置する。

(d) ベルトコンベア保護装置

40mを超えるものには偏り保護装置を取り付け、30mの時は緊急停止装置（双方引綱スイッチか押しボタン）を付け、また距離が長く、傾斜角が大きく、輸

送量の多い重要な設備には速度監視装置を設置する。コンベアの頭部には起動禁止釘や点検安全スイッチを付ける。

(e) 信号装置

各制御室間、制御室と各主要生産設備との間、コンベアの頭部と尾部（場合によっては中間）には、すべて局部連絡信号を設置する。

⑦ 建築物と構築物

主要建築物と構築物の構造案は次の通り。

- i 破碎工場、篩分工場および水選工場等は鉄筋コンクリート・トラス構造とする。
- ii 原炭サイロ（18mφ、22mφ）、製品炭サイロ（22mφ）、硬ポケット、2号炭ポケット等は鉄筋コンクリート製とする。
- iii コンベヤブリッジについて橋桁の地上高さ（H）によって垂直方向支持は次の通り。  
H < 7 m 煉瓦壁  
H > 7 m 鉄筋コンクリート支柱
- iv シックナは地上式、鉄筋コンクリート構造とし風砂防止のためシックナ上面に屋根をつける。垂直方向の支持構造は鉄筋コンクリート製の柱、またシックナ下にポンプ室と鉄筋コンクリート製の循環水槽が設けられる。
- v 原炭貯炭場には風砂防止と粉じん防護のための外壁と屋根を設ける。
- vi 臨時積込系統コンベヤは将来高速積込系統への切替を考え鋼桁とする。

⑧ 環境保護

(a) 大気汚染防止

選炭工場から発生する大気汚染の多くは生産過程で発生する粉じんである。大量の粉じんが発生する生産系統には総て防止措置を施し、出来るだけ周囲の環境に及ぼす汚染を減少させる。

選炭工場の所在地は風砂の舞う日数が平均70日と言われるため、原炭貯炭場には屋根をつけることにより貯炭場から飛散した粉じんが周囲に発生する大気汚染を防ぐ。なお積込過程で発生する粉じんについては荷卸しの落下高さを調節することにより粉じん発生を防ぐ。その他粉じんの発生し易い箇所には通風除じん設備を設ける。

(b) 汚水処理

限られた地表水を汚染しないため「工業産廃排出基準」に従い、選炭水は処理後回収利用して完全循環システムを採用するため基本的に系外への選炭水の排水は無い。

(c) 騒音防止

大柳塔選炭工場は生産規模が大きく、単位装置および付属設備の数量も多いため音響レベルも高く、適当な防音措置を講じ、「工業企業騒音衛生標準」を守ると共に室外環境騒音を抑制する。

(d) 廃棄物処理

選炭工場の主な廃棄物は水選硬であり、トラックによって硬捨場に廃棄する。

(e) 緑化

工場地区の緑化係数は13.5%（面積 2.7ha）で、また道路緑化のための植樹と当地域の乾燥風砂環境に基いて、当地区で成長可能な樹木を選ぶと共にその配置については環境の美化を考慮する。

## 7. 2. 5 選炭系統と物質収支

### (1) 選炭系統

年産 1,200万 t 生産に対する大柳塔選炭工場の選炭系統を(7.1-1(2)図)に示す。

主要系統は次の通り。

大柳塔原炭受入系統、#1 破碎系統、#1 篩分系統

活鷄兎原炭受入系統、#2 破碎系統、#2 篩分系統

非常原炭貯炭系統、地方炭鉈原炭受入系統

水選系統

製品炭貯炭系統、貨車積込系統

選炭設備配置を(7.2-3図)より(7.2-4図)に示す。

### (2) 物質収支

年産 1,200万 t に対する大柳塔炭鉈と活鷄兎炭鉈の選炭物質収支を(7.2-5図)より(7.2-6図)に示す。

・水量収支は下表の通り。

水量収支 (出炭 1,200万 t/年)

(7.2-9表)

出 水 (m <sup>3</sup> /h)		入 水 (m <sup>3</sup> /h)	
水 選 精 炭	88	原 炭	182
未 選 産 物	100	補 給 水	50
2 号 炭	39		
硬	5		
計	232	計	232

### 7.2.6 選炭計画

#### ① 選炭産物量

大柳塔炭鉱 (626 万 t/年) および活鶏兎炭鉱 (538 万 t/年) の選炭産物量を

(7.2-10表) に示す。なお製品炭銘柄としてはジグ精炭、乾粉炭、これら2産物の混炭により輸出用炭あるいは国内用炭を生産する。

年度別選炭生産構成表を (7.2-11表) に示す。

選炭産物量

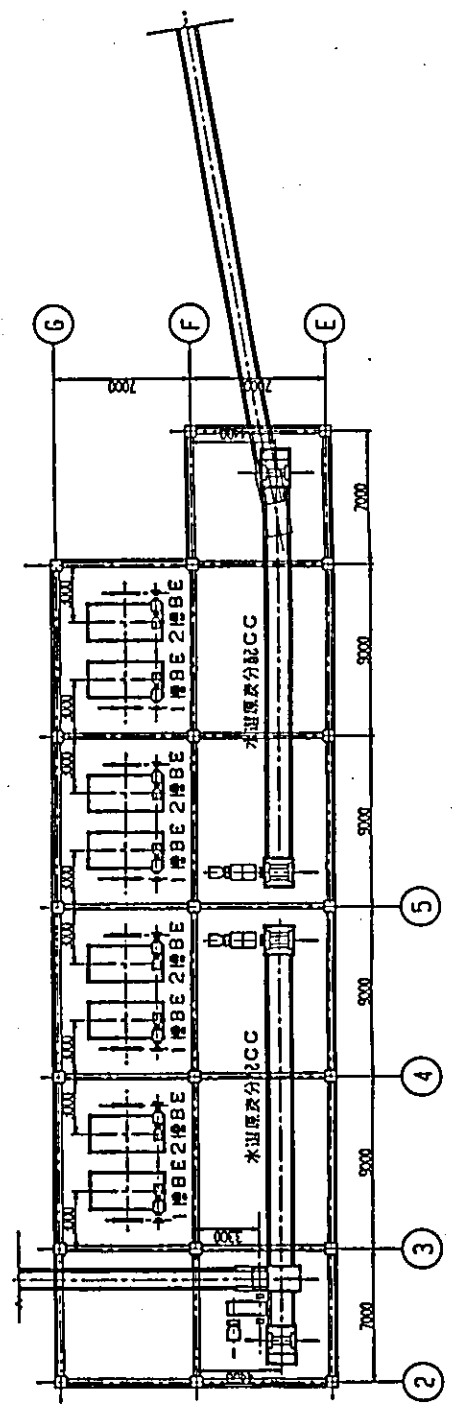
(7.2-10表)

		大 柳 塔			活 鶏 兎			総 合		
		生産量		灰分 (%)	生産量		灰分 (%)	生産量		灰分 (%)
		(千t/年)	(%)		(千t/年)	(%)		(千t/年)	(%)	
精 炭	ジグ精炭	3,117	49.8	5.0	2,534	47.1	5.0	5,651	45.6	5.0
	乾粉炭	2,754	44.0	11.7	2,367	44.0	10.8	5,121	44.0	11.3
	計	5,871	93.8	8.1	4,901	91.1	7.8	10,772	92.6	8.0
	2号炭	238	3.8	51.6	371	6.9	30.3	609	5.2	38.6
	硬	151	2.4	79.5	108	2.0	70.5	259	2.2	75.7
	原炭	6,260	100	11.5	5,380	100	10.6	11,640	100	11.1

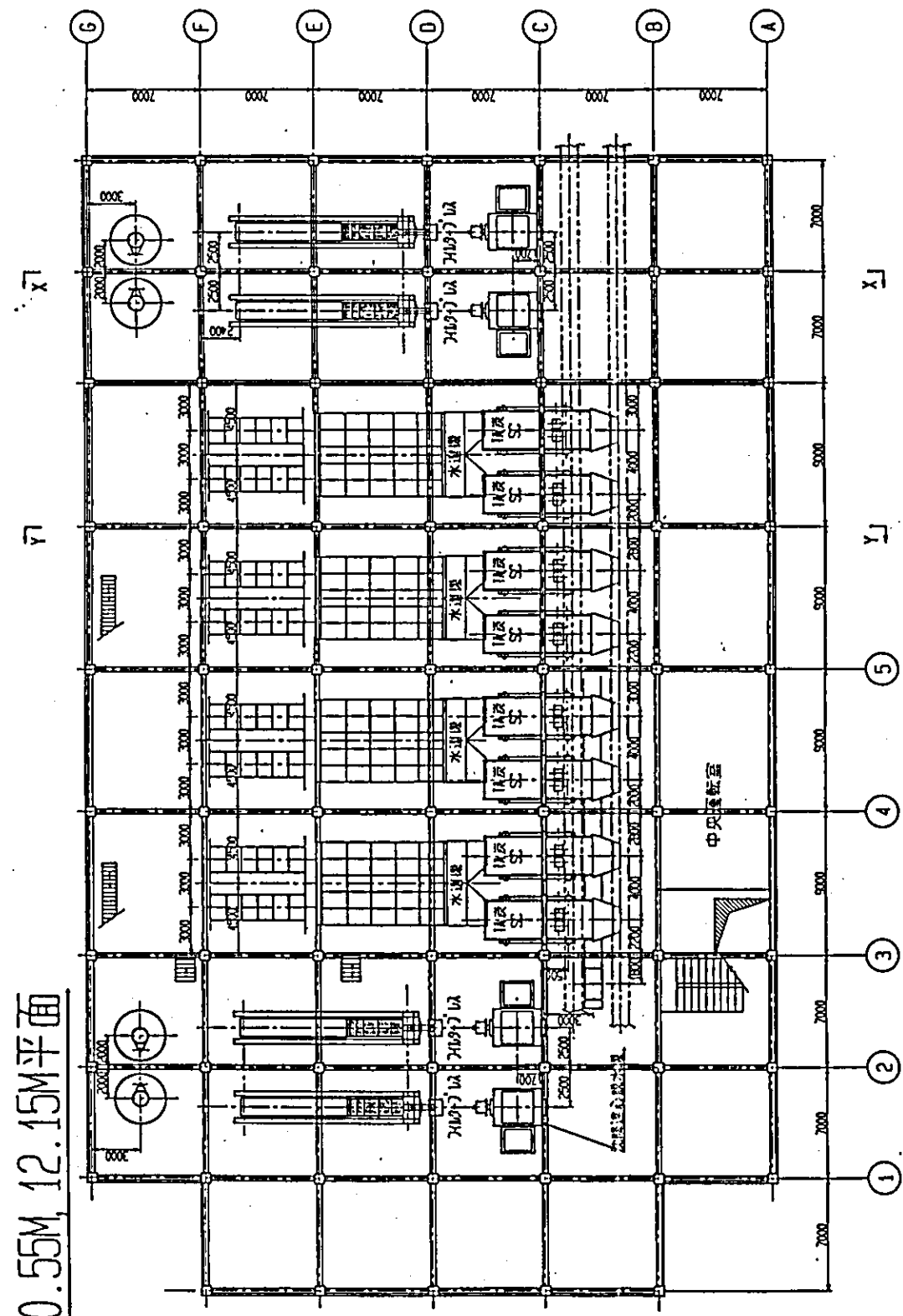
(7.2-3圖)

水選設備平面圖

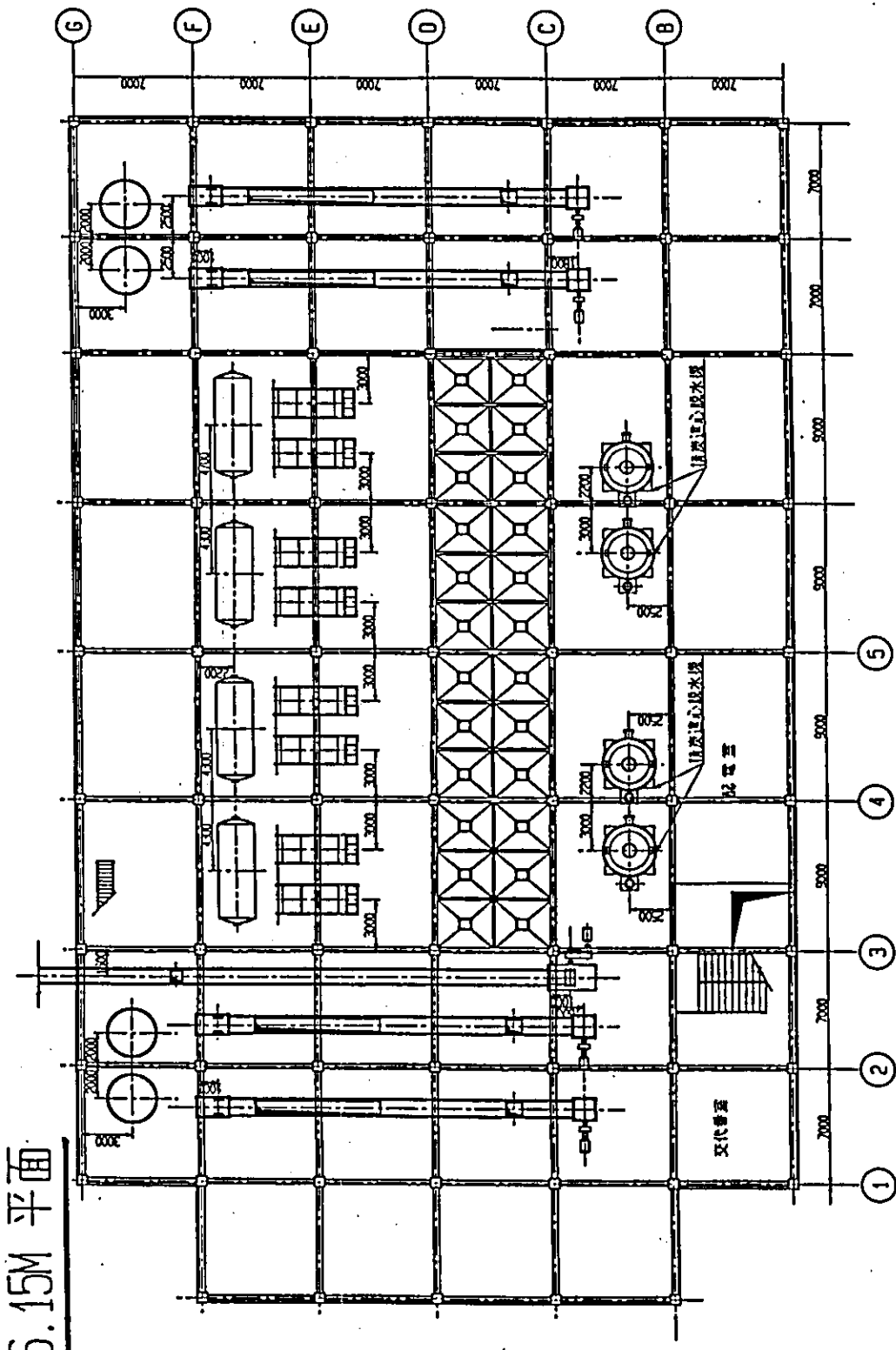
標高26.15M平面



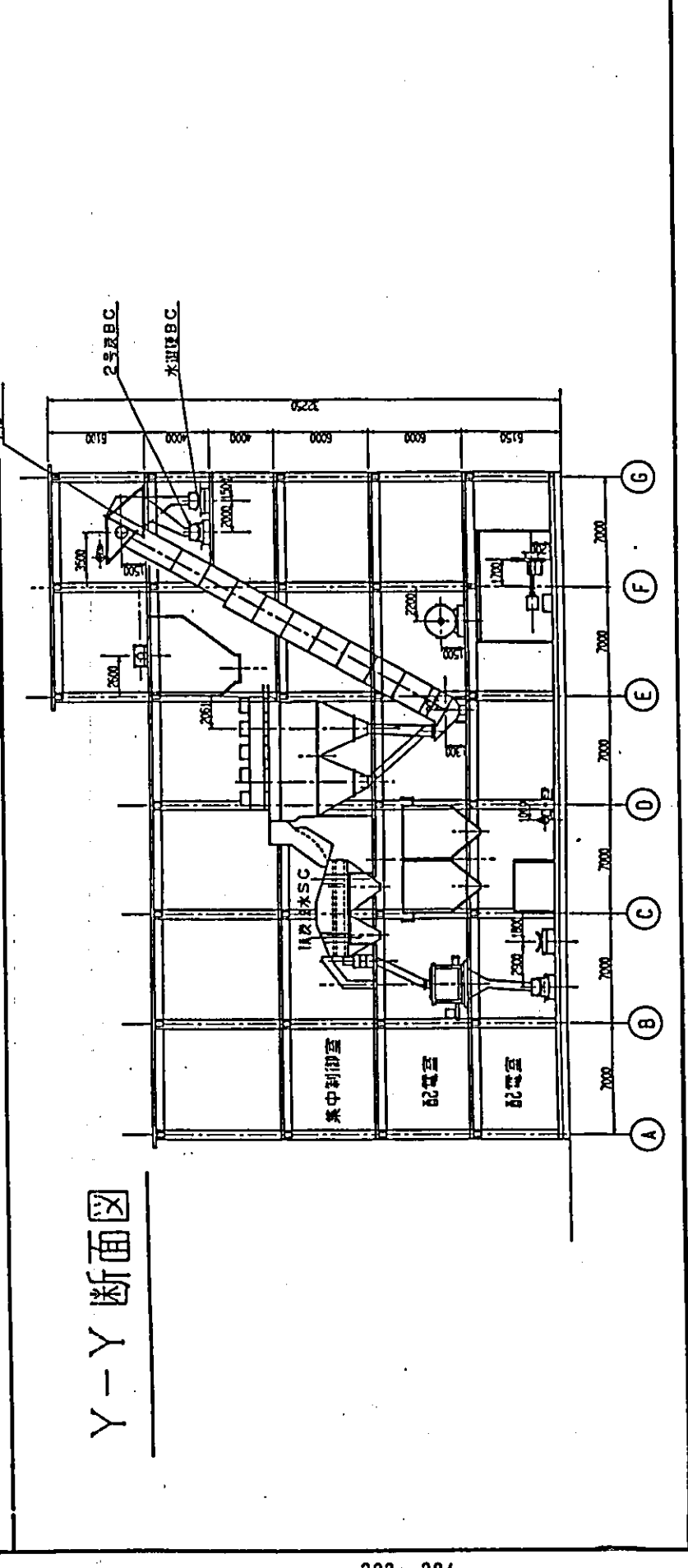
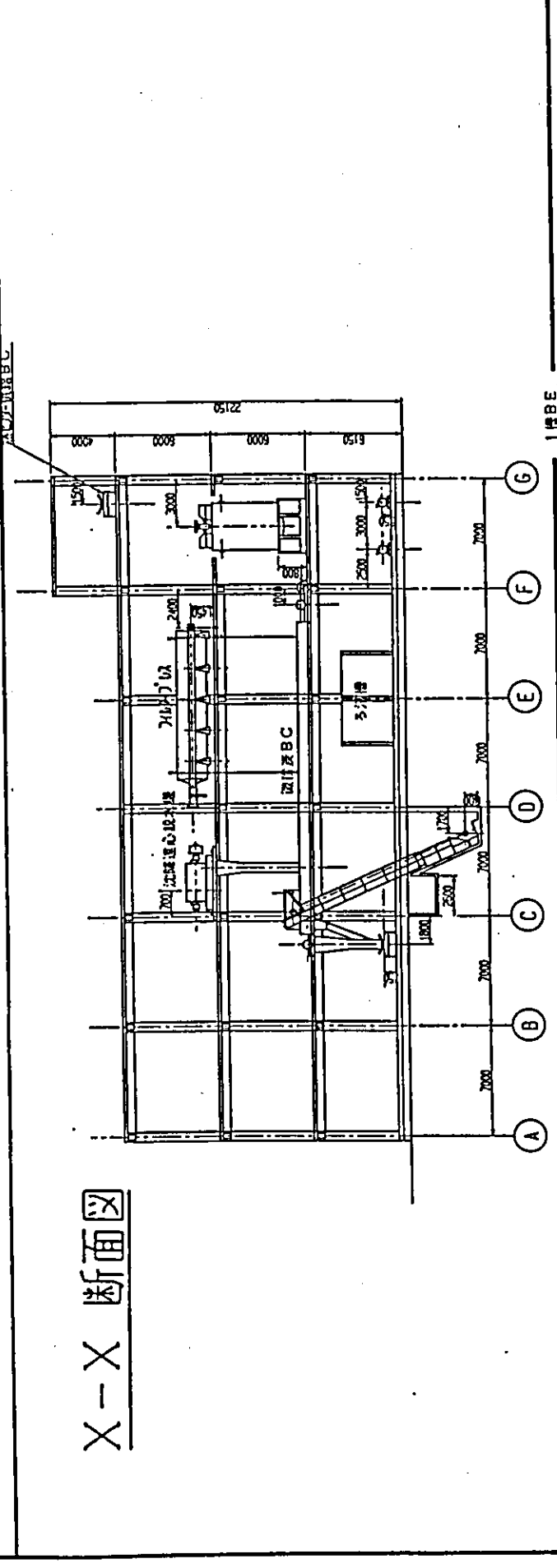
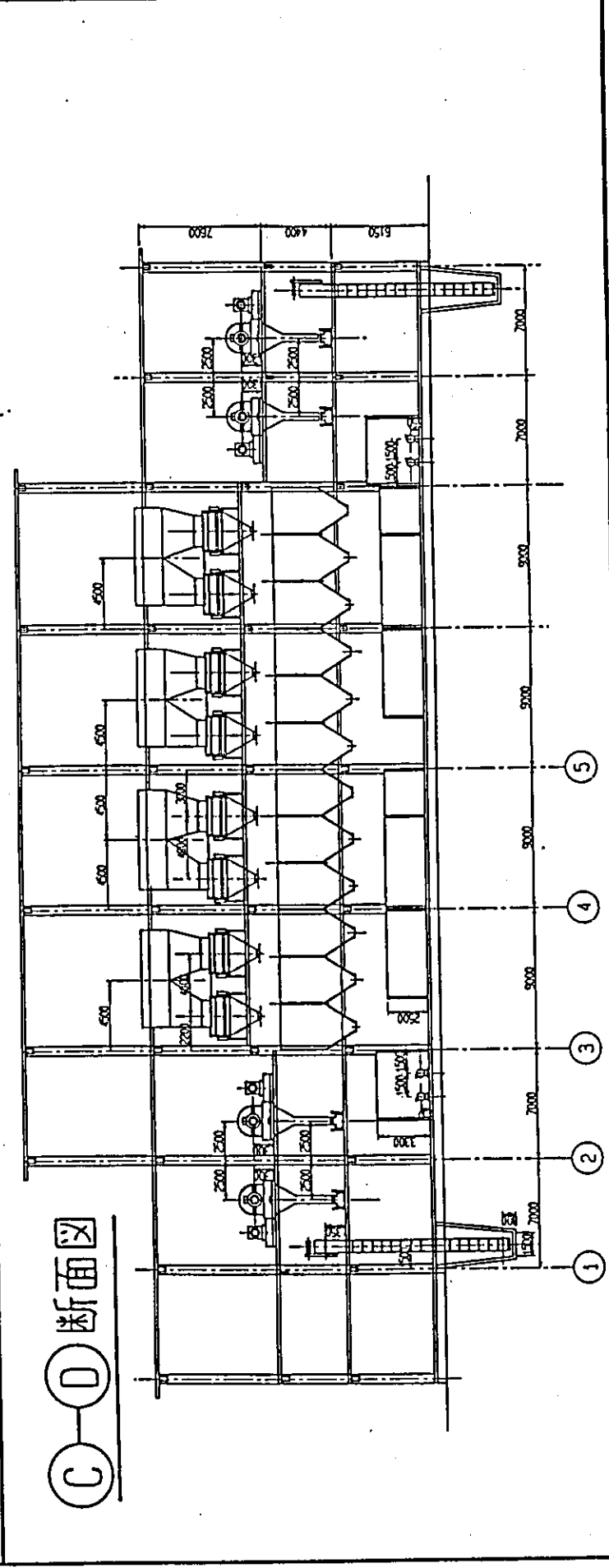
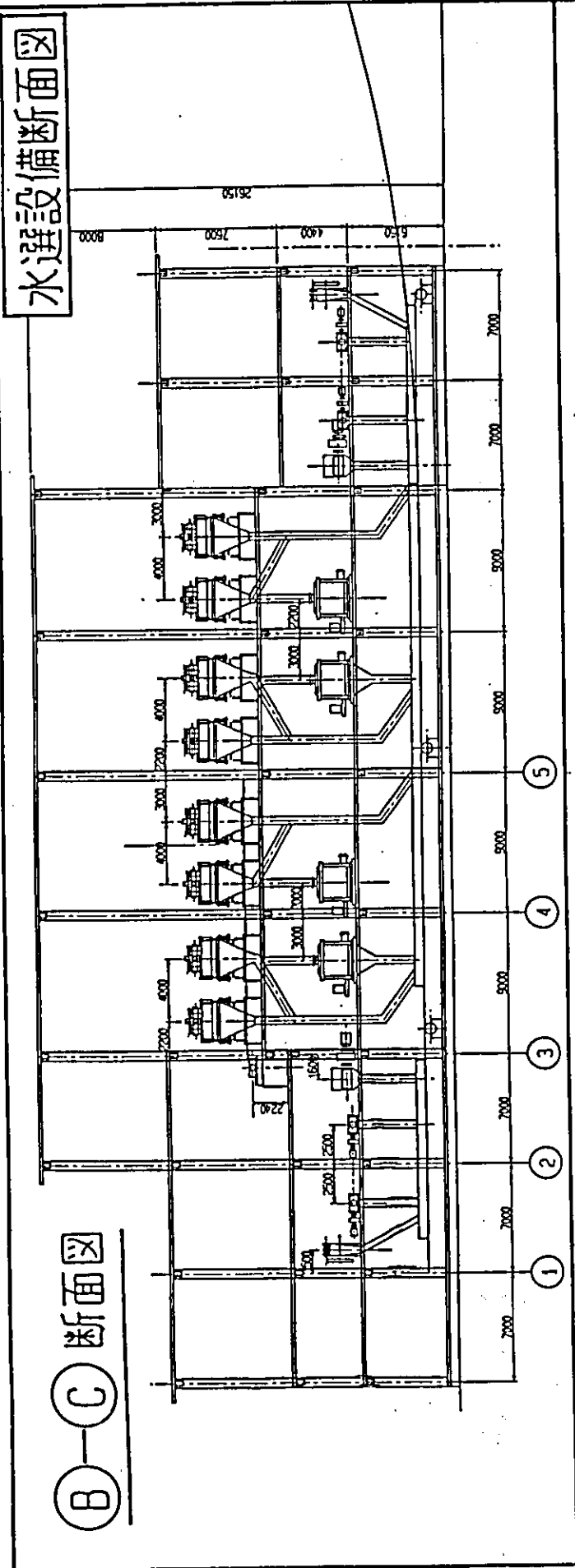
標高10.55M, 12.15M平面



標高6.15M平面



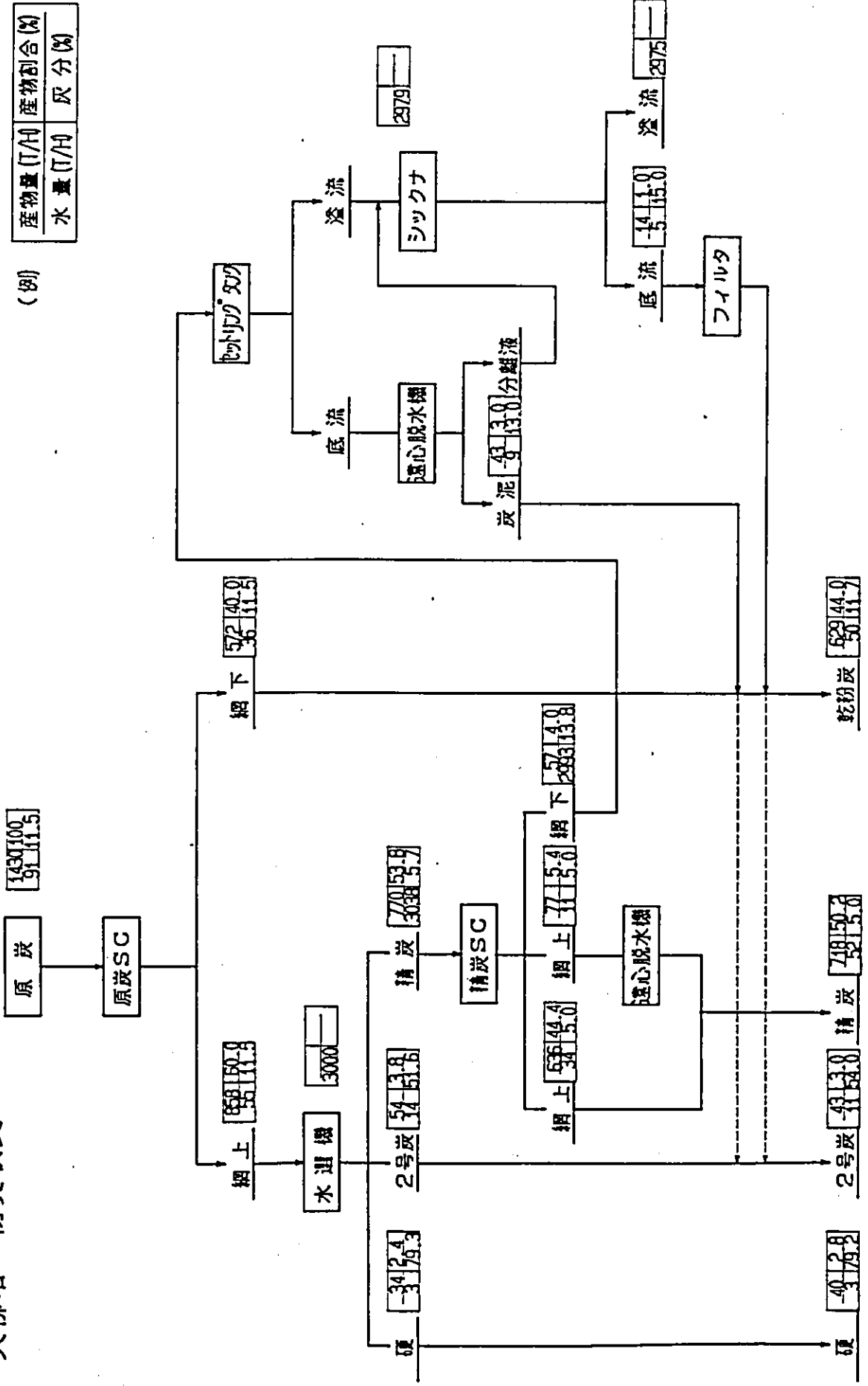
(7.2-4图)





大柳塔 物資収支

(7.2-5 図)



産物量 (T/H)	産物割合 (%)
水量 (T/H)	灰分 (%)

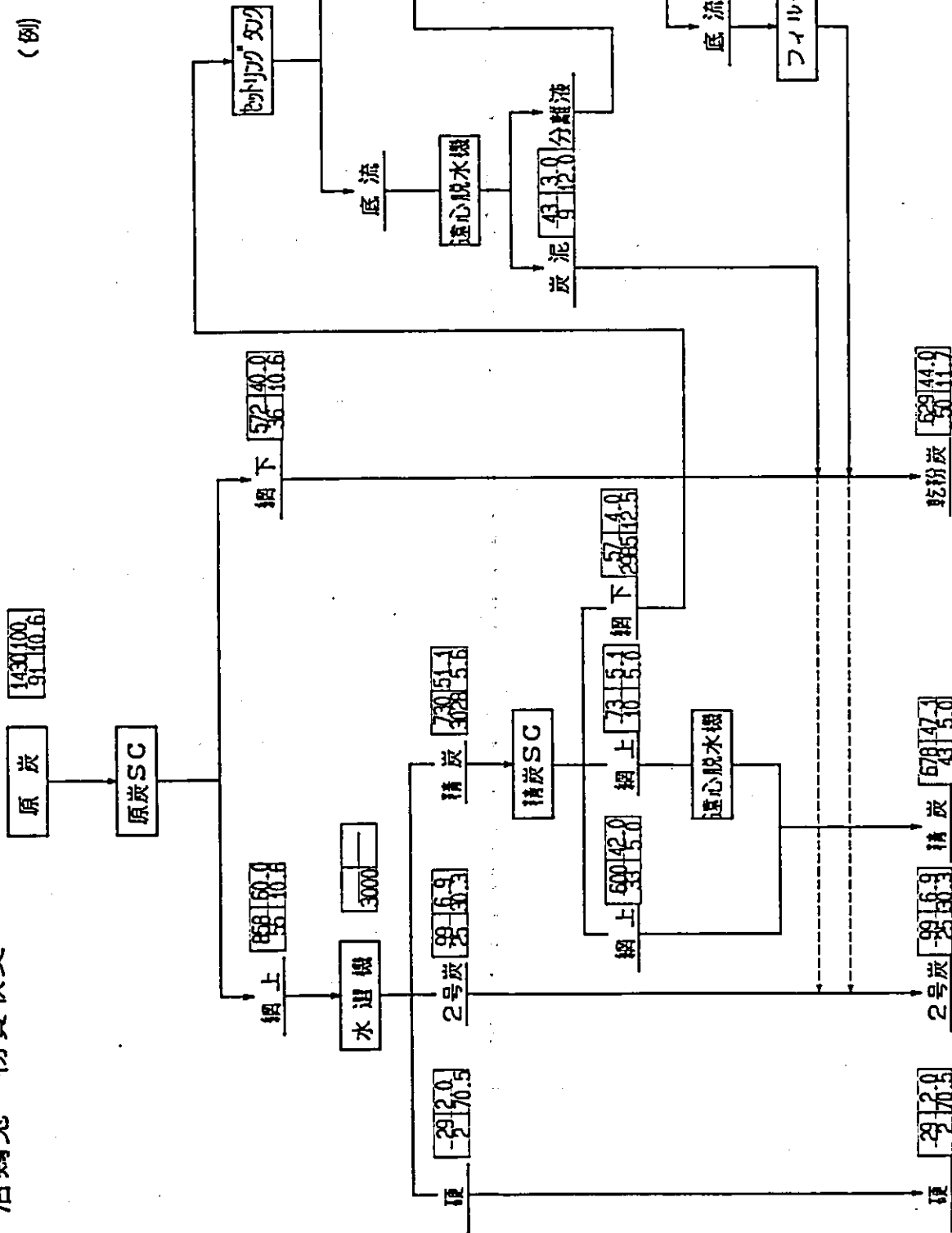
(例)

活鶏兎 物資収支

(7.2-6 図)

産物量 (T/H)	産物割合 (%)
水量 (T/H)	炭分 (%)

(例)





② 選 別

原炭可選性は先の(7.2-7表)と(7.2-8表)の大柳塔炭鉦と活鷄兎炭鉦の可選曲線に見られるように両炭鉦に差異が認められる。選別状況を(7.2-12表)および(7.2-13表)に示す。

大柳塔炭鉦選別表

(7.2-12表)

選別比重	灰 分 (%)	実 歩 留 (%)	理論歩留 (%)	歩留効率 (%)
1.55	4.82	87.8	90.7	96.8
1.60	5.10	89.5	91.4	97.9
1.65	5.44	90.7	92.1	98.5
1.70	5.87	91.6	92.5	99.0

活鷄兎炭鉦選別表

(7.2-13表)

選別比重	灰 分 (%)	実 歩 留 (%)	理論歩留 (%)	歩留効率 (%)
1.50	4.93	83.4	88.3	94.5
1.55	5.29	86.8	90.0	96.4
1.65	5.99	90.8	92.1	98.6
1.75	6.79	93.2	94.4	98.7

(a) 選別比重1.65における精炭灰分は次

大柳塔炭鉱 5.4 (%)

活鶏兎炭鉱 6.0 (%)

(b) 精炭灰分5%を得るための選別比重は次

大柳塔炭鉱 1.61

活鶏兎炭鉱 1.52

(c) 同一歩留効率98.7%を得る選別比重は次

大柳塔炭鉱 1.67

活鶏兎炭鉱 1.75

となる。従って総合経済面から見ればジグ選別の場合の精炭灰分としては

大柳塔炭鉱 5.6 (%)

活鶏兎炭鉱 6.8 (%)

が望ましい。

### ③ 品質管理

(a) 数量計測

- ・大柳塔炭鉱原炭量
- ・活鶏兎炭鉱原炭量
- ・地方炭鉱原炭量
- ・水選原炭量
- ・水選産物量
- ・貯炭場払出炭量
- ・貨車積込量（銘柄別）

(b) 品質検査

i 炭鉱別原炭（大柳塔炭鉱、活鶏兎炭鉱、地方炭鉱）

灰分、粒度、浮沈試験

ii 塊炭

灰分、粒度

iii +13mm水選原炭

灰分、浮沈試験 簡易浮沈試験

iv -13mm原炭

灰分

v 2号炭

灰分 簡易浮沈試験

vi 水選硬

灰分、簡易浮沈試験

vii 貨車積石炭（銘柄別）

水分、灰分、発熱量、工業分析、灰融点等

(c) 単位装置および系統の効率検査

i ジグ

ii 篩

iii 破碎機

iv 脱水機（遠心脱水機 フィルタープレス）

v シックナー

vi その他単位装置

(d) 自動制御

i 空気動ジグ

- 空気量（バルブ調節）
- 硬拔量（ゲート開度調節）
- 給炭量

ii シックナー

- スラッジ面レベル
- 凝集剤注入量

水選機増強設備（1200T/H）一覧表

(7.2-14表)  
(単位 千元)

設備名	仕様	設備費			据付費	総額	
		数量	単価	金額			
1	分配ファンコンベア	1400W × 22mL 1135t/h	1台		120	12	132
2	水選原炭ホッパ	鋼板製150t	2基	20	40	4	44
3	水選原炭給炭機	MZG-220 2200W 284t/h	2台	8	15	2	17
4	水選機	LTX-35 F=32m <sup>2</sup> 568t/h	2台	552	1,044	104	1,148
5	水選硬ベルトコンベア	650W × 16・19mL 100t/h	2台	20	40	4	44
6	2号炭ベルトコンベア	800W × 9・33mL 200t/h	2台	28	57	6	63
7	水選硬ホット	9mφ × 17mH 800t	1基		213		213
8	2号炭ホット	9mφ × 17mH 650t	2基	213	426		426
9	精炭脱水スクリーン	F=14m <sup>2</sup> 上段13mm下段0.5mm	4台	182	729	73	802
10	精炭遠心脱水機	320LL 60~100t/h	4台	71	284	28	312
11	セトリングコン		12	7	79		79
12	スラッジ遠心脱水機	322TCL-1418 50~60t/h	2台	603	1,206	121	1,327
13	高圧脱水機	7m <sup>3</sup> /h	2台	270	540	54	594
14	微粉ベルトコンベア		3台	51	153	15	168
15	シクナー	機械部のみ	2基	115	230	23	253
16	ポンプ設備		1式		143	14	157
17	電気設備		1式		1,296	144	1,440
18	基礎土家工事*	シクナー本体含む	1式		10,841		10,841
19	配管工事他		1式				860
	合計						18,920

(注) 設備費は中国提供値。

※ 基礎土家、シクナー本体工事は中国単価を用い日本側で積算した。

## 7. 2. 8 総合評価

### (1) 空気動ジグの輸入

中国F/Sに於いては空気動ジグ比能力を

初歩設計 1.2 (t/m<sup>2</sup>・h)

初歩設計(改修) 1.6 (t/m<sup>2</sup>・h)

として設計を進めている。通常欧米の場合(7.2-7図)にみられるように原炭粒度6mm以下産物が30%を越える原炭の場合ジグの比能力は20(t/m<sup>2</sup>・h)以上となる。能力、信頼性および経済性から見て海外ジグの輸入を検討する必要がある。

### (2) 廃水処理システムの検討

中国F/Sに於いては粒子沈降速度35mm/minを設計基準としている。現在高速シクナーでは(7.2-8図)に見られるように凝集剤、スラジレベルの検出制御により沈降速度は2倍以上になる。坑内採掘条件の変動によるスラジ量の負荷変動が予想されるため、高速シクナーの採用及びフィルタープレス操業における濾過促進剤使用を検討する必要がある。

また、廃水処理システムには非常用として沈澱池の設置の検討が必要である。

### (3) 炭鉱別ジグ水選処理

今回の調査によれば灰分5%の水選精炭を得るための選別比重は大柳塔原炭1.61、一方活鶏兔原炭は1.52となる。従って、水選に当っては両炭鉱の原炭を別々のジグで処理するのが好ましい。

### (4) 品質管理の確立

品質規格の維持・経済性の向上ならびに納期の達成のため品質管理体制の確立は絶対に必要となる。

#### ① QC (Quality Control)サークルの編成 (小集団活動)

小集団とリーダーの組織化を職場単位に行ない全員の意思と気持ちを反映した活動にするための組織を作ることが大切となる。

管理者クラスは常に職場の問題点を探る努力、姿勢が求められ、小集団活動に於いてはそれ等を念頭に入れた具体的且つ的確な方針を示すと共に適切な援助、激励、評価あるいは他部門小集団との調整が必要である。

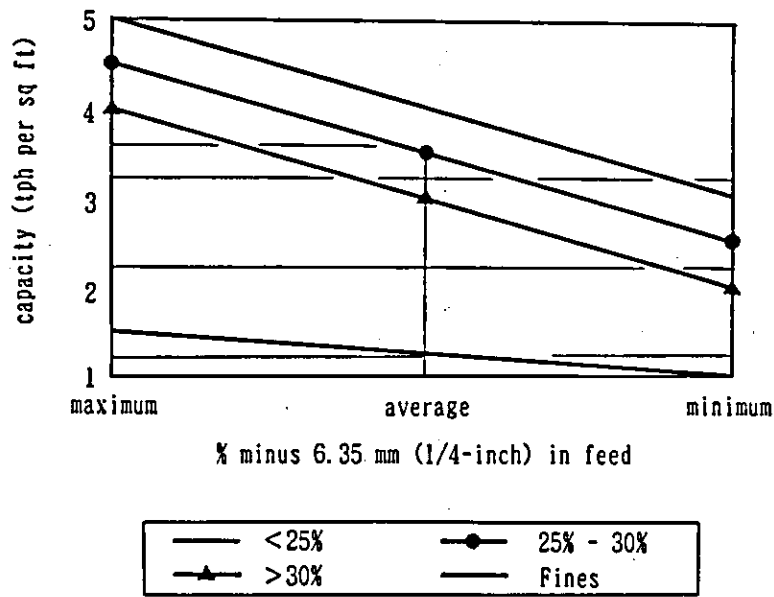
一方事務局は、

(1) 小集団活動の立案。



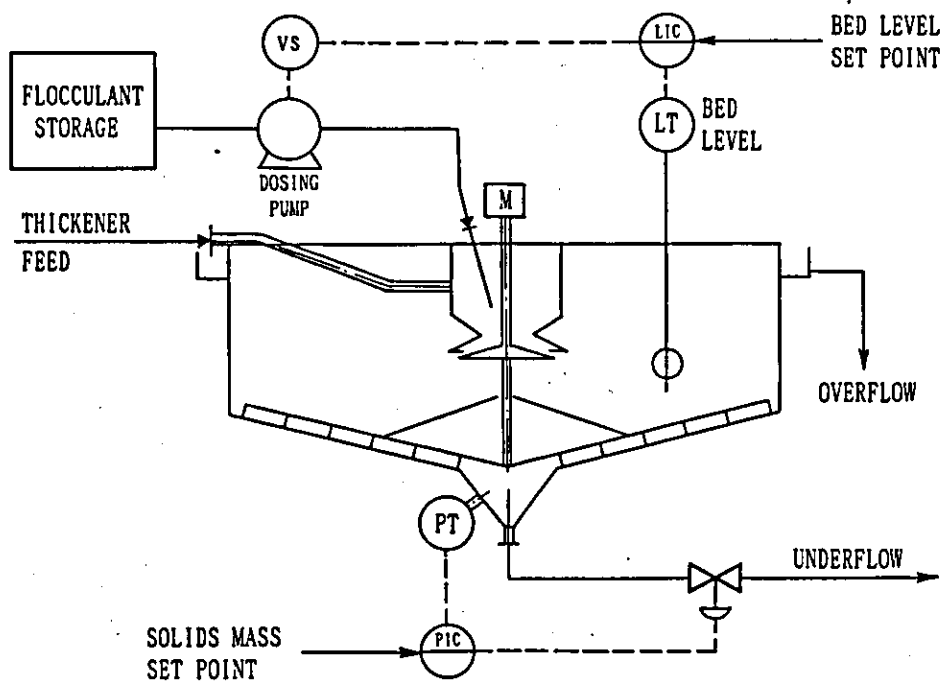
### 空気動ジグ比能力 (tph/ft<sup>2</sup>)

(7.2-7 図)



### 高速シックナー制御

(7.2-8 図)



(ロ) 小集団活動報告のとりまとめ。

(ハ) 自己啓発、相互啓発のための企画。

(ニ) リーダー、メンバーに対して必要な教育計画の策定。

等を推進する必要がある。

② 品質管理技師、プロセス技師の専任

品質管理技師は推計学、OR (Operation Research)、IE (Industrial Engineering) 等の知識、技術を熟知し、実際に状況の診断、問題点解決の実績を持つ技術者から選ばれる。また、プロセス技師は石炭特性と利用分野を熟知し、プロセスの設計、診断と改造の能力のある技術者から選ばれる。

③ 監査員によるQA (Quality Assurance)の定期監査

QAプロセスの最終段階として監査員による監査を実施して問題点を明らかにしてQCの推進を図る。

④ 作業の標準化と品質管理の実施

- i 全従業員の技術レベルの向上を目的として、生産、設備保全、品質管理の各部門は作業の標準化を実施する。
- ii 品質管理手法については、他業種の工場あるいは他国の選炭工場の実例を参考に、他公司等で発表した内容の良い品質管理手法を積極的に取入れる。
- iii 全従業員の原価意識の高揚が重要であり、計画及び目標原価の立案を各職場で行ない自分達で作成した原価目標を必ず達成する体制にする。このため原価削減を小集団活動のテーマとしてとり上げ全員が原価について考えることが大切である。
- iv 設備保全に関し、プラント稼働開始時期には初期故障の頻発が予想されるため、
  - ・稼働初期における保全体制の確立
  - ・運転作業員の技能向上
  - ・故障原因の解析と対策等が必須となる。
- v 職場上司は職場内教育(OJT)を常に実施し、技術、知識の向上を図ると共に、社内的にOJTをバックアップする。

## 7. 3 精炭の混炭計画

### 7. 3. 1 基本計画

#### (1) 基本方針

- i 選炭計画案は、全選炭方式として原炭量 1,200万 t/年を対象とした。また、選炭計画の見直しをベースとした。
- ii 選炭計画では、生産精炭はジグ精炭、乾粉炭、2号炭の3炭種である。
- iii 輸出用炭の生産増と精炭品質の多様な需要に的確に対応する混炭システムを計画した。
- iv 精炭の混炭にあたっては、精炭品位（灰分、水分等）及び重量をリアルタイムで検出し的確な品質制御を実施し、安定した送炭銘柄を生産する。
- v 混炭設備は信頼性のある機種と混炭方式を選択し、自動化を基本に最適制御システムを採用した。
- vi 設備計画にあたっては出炭及び送炭計画に十分適合した経済性のあるものとする。
- vii 中国の選炭工場計画との適合性を基本とした設備配置案とした。

#### (2) 計画諸元

- ① 選炭原炭量 1,200 (万 t/年)
- ② 操業日数 300 (日/年)
- ③ 操業体制 3方 (生産2方、保全1方)
- ④ 操業時間 14 (時間/日)、4,200 (時間/年)
- ⑤ 選炭生産構成 (7.3-1表)
- ⑥ 混炭精炭規格 (7.3-2表)

選炭生産構成

(7.3-1表)

		1993~2000			2001~2010			2011~2020			累計出炭			
		生産量 (千t/年)	比率 (%)	灰分 (%)	生産量 (千t/年)	比率 (%)	灰分 (%)	生産量 (千t/年)	比率 (%)	灰分 (%)	生産量 (千t/年)	比率 (%)	灰分 (%)	
大柳塔炭鉱	精炭	ジグ精炭	17,420	44.8	5.0	30,773	49.5	5.0	30,457	49.8	5.0	78,850	48.4	5.0
		乾粉炭	19,534	50.1	11.8	27,337	44.0	12.1	28,928	44.0	11.8	73,799	45.5	11.9
	小計	36,954	94.7	8.6	58,110	93.5	8.3	57,385	93.8	8.2	152,449	93.9	8.3	
	2号炭	1,260	3.2	52.5	2,448	4.0	52.8	2,303	3.8	52.6	6,009	3.7	52.7	
	硬	828	2.1	80.1	1,574	2.5	80.4	1,512	2.4	79.8	3,912	2.4	80.0	
	原炭	39,040	100	11.5	62,130	100	11.9	61,200	100	11.6	162,370	100	11.7	
活鶴免炭鉱	精炭	ジグ精炭	7,071	36.4	5.0	25,020	47.9	5.0	23,928	46.5	5.0	56,017	45.5	5.0
		乾粉炭	10,582	54.5	15.7	23,004	44.0	9.8	22,639	44.0	10.7	58,225	45.6	11.2
	小計	17,653	90.9	11.4	48,024	91.9	7.2	46,565	90.5	7.8	112,242	91.1	8.1	
	2号炭	1,283	8.5	38.9	3,435	6.6	28.8	3,875	7.5	28.3	8,573	7.0	29.3	
	硬	514	2.8	76.5	821	1.5	64.9	1,010	2.0	68.3	2,345	1.9	68.9	
	原炭	19,430	100	14.9	52,280	100	9.4	51,450	100	10.5	123,160	100	10.7	
合計	精炭	ジグ精炭	24,491	41.9	5.0	55,793	48.8	5.0	54,383	48.3	5.0	134,667	47.2	5.0
		乾粉炭	30,116	51.5	13.2	50,341	44.0	11.0	49,567	44.0	11.3	130,024	45.5	11.6
	小計	54,607	93.4	9.5	106,134	92.8	7.8	103,950	92.3	8.0	264,691	92.7	8.3	
	2号炭	2,523	4.3	45.7	5,881	5.1	37.6	6,178	5.5	37.4	14,582	5.1	38.9	
	硬	1,340	2.3	78.7	2,395	2.1	74.8	2,522	2.2	75.2	6,257	2.2	75.8	
	原炭	58,470	100	12.7	114,410	100	10.8	112,650	100	11.1	285,530	100	11.3	

混炭精炭規格

(7.3-2表)

		品 位				備 考
		灰分 (%)	固有水分 (%)	発熱量 (Kcal/kg)	全硫黄 (%)	
輸出用	5.0A精炭	5.0	8.0	6,700	0.5	
	7.0A精炭	7.0	8.0	6,600	0.5	
	9.0A精炭	9.0	8.0	6,400	0.5	
	10.5A精炭	10.6	6.4	6,400	0.5	91年対日輸出契約品位
※国内用	乾粉炭	11.6	8.0	6,180	0.5	国内電力向
	2号炭	38.9	8.0	4,100	0.5	山元自家消費

※ 累計出炭の平均予想品位 (a. d. ベース)

(3) 混炭精炭の生産

① 選炭精炭の構成

(7.3-3表)

		1993~2000		2001~2010		2011~2020		累計出炭	
		W (%)	A (%)	W (%)	A (%)	W (%)	A (%)	W (%)	A (%)
大柳塔	ジグ精炭	47.1	5.0	52.9	5.0	53.1	5.0	51.6	5.0
	乾粉炭	52.9	11.8	47.1	12.1	46.9	11.8	48.4	11.9
	計	100	8.6	100	8.3	100	8.2	100	8.3
活鶏兎	ジグ精炭	40.1	5.0	52.1	5.0	51.4	5.0	49.9	5.0
	乾粉炭	59.9	15.7	47.9	9.6	48.6	10.7	50.1	11.2
	計	100	11.4	100	7.2	100	7.8	100	8.1
総合	ジグ精炭	44.8	5.0	52.6	5.0	52.3	5.0	50.9	5.0
	乾粉炭	55.2	13.2	47.4	11.0	47.7	11.3	49.1	11.6
	計	100	9.5	100	7.8	100	8.0	100	8.3

② 輸出比率と混炭（累計出炭ベース）

(大柳塔・活鶏兎炭鉱計)

(7.3-4表)

		輸 出 比 率									
		40 (%)		50 (%)		60 (%)		70 (%)		80 (%)	
		W (%)	A (%)	W (%)	A (%)	W (%)	A (%)	W (%)	A (%)	W (%)	A (%)
輸出用	ジグ精炭	39.1	5.0	48.6	5.0	50.9	5.0	50.8	5.0	50.9	5.0
	乾粉炭	0.5	10.6	0.6	10.6	8.8	11.7	18.8	11.6	28.7	11.5
	計	39.6	5.1	49.2	5.1	59.7	6.0	69.6	6.8	79.6	7.4
国内用	ジグ精炭	11.8	5.0	2.3	5.0	-	-	-	-	-	-
	乾粉炭	48.6	11.6	48.5	11.6	40.3	11.6	30.4	11.6	20.4	11.7
	計	60.4	10.3	50.8	11.1	40.3	11.6	30.4	11.6	20.4	11.7
合計		100	8.3	100	8.3	100	8.3	100	8.3	100	8.3

但し、輸出比率 =  $\frac{\text{輸出炭}}{\text{ジグ精炭} + \text{乾粉炭}}$

(a) 輸出比率が60%以上になると、乾粉炭の混炭が必要となる。

(b) 輸出比率が50%以下になると、ジグ精炭が国内用炭に混炭となる。

③ 混炭精炭の生産構成（累計出炭ベース）

（大柳塔・活鶏兎炭鉦計）

（7.3-5表）

		輸 出 比 率									
		40 (%)		50 (%)		60 (%)		70 (%)		80 (%)	
		W (%)	A (%)	W (%)	A (%)	W (%)	A (%)	W (%)	A (%)	W (%)	A (%)
輸 出 用	5.0A精炭	39.1	5.0	48.6	5.0	40.9	5.0	27.5	5.0	23.1	5.0
	7.0A粉炭	—	—	—	—	11.1	7.0	26.9	7.0	23.5	7.0
	9.0A精炭	—	—	—	—	6.1	9.0	12.9	9.0	30.0	9.0
	10.5A精炭	0.5	10.6	0.6	10.6	1.6	12.9	2.3	12.3	2.9	12.2
	計	39.6	5.1	49.2	5.1	59.7	6.0	69.6	6.8	79.6	7.4
	国内用 （乾粉炭）	60.4	10.3	50.8	11.1	40.3	11.6	30.4	11.6	20.4	11.7
	合 計	100	8.3	100	8.3	100	8.3	100	8.3	100	8.3

年度別混炭精炭の生産構成は（7.3-6(1)~(5)表）に示す。

$$\text{但し、輸出比率} = \frac{\text{輸出炭}}{\text{ジグ精炭} + \text{乾粉炭}}$$

- (a) 混炭精炭の生産に於いては、5.0A精炭を主要輸出銘柄とした。  
このため、5.0A精炭の得率を最大維持する銘柄構成とする。
- (b) 輸出比率が60%以上になると、輸出銘柄を増すことは、5.0A精炭の得率維持と輸出比率増に有効である。
- (c) 輸出比率が50%以下の場合は、ジグ精炭が混炭され、国内用となる。

年度別混炭精炭の生産構成表 (1992年~1997年)

(7.3-6(1)表)

		'92		'93		'94		'95		'96		'97	
		生産量 (千t/年)	灰分 (%)	生産量 (千t/年)	灰分 (%)	生産量 (千t/年)	灰分 (%)	生産量 (千t/年)	灰分 (%)	生産量 (千t/年)	灰分 (%)	生産量 (千t/年)	灰分 (%)
(40%)	輸出炭	5.0A精炭						1.863	5.0	2.319	5.0	3.117	5.0
		7.0A精炭											
		9.0A精炭											
		10.5A精炭					1.364	10.6					
		計					1.364	10.6	1.863	5.0	2.319	5.0	3.117
	国内用炭			1.350	19.4	2.046	12.6	2.794	10.1	3.478	11.3	5.856	14.9
	合計			1.350	19.4	3.410	11.8	4.657	8.0	5.797	8.8	8.973	11.5
(50%)	輸出炭	5.0A精炭						2.329	5.0	2.899	5.0	3.117	5.0
		7.0A精炭											
		9.0A精炭											
		10.5A精炭					1.705	10.6					
		計					1.705	10.6	2.329	5.0	2.899	5.0	3.117
	国内用炭			1.350	19.4	1.705	13.0	2.328	11.1	2.898	12.7	5.856	14.9
	合計			1.350	19.4	3.410	11.8	4.657	8.0	5.797	8.8	8.973	11.5
(60%)	輸出炭	5.0A精炭						1.956	5.0	2.435	5.0	3.117	5.0
		7.0A精炭						712	7.0	365	7.0		
		9.0A精炭						126	9.0	678	9.0		
		10.5A精炭					2.046	10.6				2.267	14.9
		計					2.046	10.6	2.794	5.7	3.478	6.0	5.389
	国内用炭			1.350	19.4	1.364	14.6	1.863	11.5	2.319	13.1	3.589	14.9
	合計			1.350	19.4	3.410	11.8	4.657	8.0	5.797	8.8	8.973	11.5
(70%)	輸出炭	5.0A精炭						1.304	5.0	1.623	5.0	2.512	5.0
		7.0A精炭						1.271	7.0	852	7.0		
		9.0A精炭						685	9.0	1.583	9.0		
		10.5A精炭					2.387	10.6				3.769	13.3
		計					2.387	10.6	3.260	6.6	4.058	7.0	6.281
	国内用炭			1.350	19.4	1.023	14.6	1.397	11.5	1.739	13.1	2.892	14.9
	合計			1.350	19.4	3.410	11.8	4.657	8.0	5.797	8.8	8.973	11.5
(80%)	輸出炭	5.0A精炭						1.118	5.0	1.391	5.0	2.153	5.0
		7.0A精炭						1.118	7.0				
		9.0A精炭						1.490	9.0	3.247	7.0		
		10.5A精炭					2.728	10.6				5.025	13.0
		計					2.728	10.6	3.726	7.2	4.638	7.8	7.178
	国内用炭			1.350	19.4	682	16.6	931	11.5	1.159	13.1	1.795	14.9
	合計			1.350	19.4	3.410	11.8	4.657	8.0	5.797	8.8	8.973	11.5

年度別混炭精炭の生産構成表 (1998年~2003年) (7.3-6(2)表)

		'98		'99		2000		'01		'02		'03		
		生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	
		(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	
(40%)	輸出炭	5.0A精炭	3.842	5.0	4.017	5.0	4.309	5.0	4.201	5.0	4.254	5.0	4.247	5.0
		7.0A精炭												
		9.0A精炭												
		10.5A精炭												
		計	3.842	5.0	4.017	5.0	4.309	5.0	4.201	5.0	4.254	5.0	4.247	5.0
	国内用炭	5.763	12.3	6.028	10.8	6.463	10.0	6.302	10.6	6.380	10.4	6.371	9.3	
	合計	9.605	9.4	10.043	8.5	10.772	8.0	10.503	8.4	10.634	8.2	10.618	7.8	
(50%)	輸出炭	5.0A精炭	4.802	5.0	5.022	5.0	5.388	5.0	5.252	5.0	5.317	5.0	5.309	5.0
		7.0A精炭												
		9.0A精炭												
		10.5A精炭												
		計	4.802	5.0	5.022	5.0	5.388	5.0	5.252	5.0	5.317	5.0	5.309	5.0
	国内用炭	4.803	13.8	5.021	12.0	5.388	11.0	5.251	11.8	5.317	11.5	5.309	10.2	
	合計	9.605	9.4	10.043	8.5	10.772	8.0	10.503	5.7	10.634	8.2	10.618	7.8	
(60%)	輸出炭	5.0A精炭	3.881	5.0	4.218	5.0	4.524	5.0	4.412	5.0	4.466	5.0	4.460	5.0
		7.0A精炭	115	7.0	904	7.0	1,260	7.0	945	7.0	957	7.0	1,624	7.0
		9.0A精炭	1,787	9.0	904	9.0	679	9.0	945	9.0	957	9.0	287	9.0
		10.5A精炭												
		計	5,763	6.3	6,026	5.9	6,463	5.8	6,302	5.9	6,302	5.9	6,371	5.7
	国内用炭	3,842	14.1	4,017	12.3	4,309	11.3	4,201	12.1	4,201	12.1	4,247	10.5	
	合計	9,605	9.4	10,043	8.5	10,772	8.0	10,503	8.4	10,634	8.2	10,618	7.8	
(70%)	輸出炭	5.0A精炭	2,890	5.0	2,812	5.0	3,016	5.0	2,940	5.0	2,978	5.0	2,973	5.0
		7.0A精炭			1,687	7.0	3,393	7.0	2,208	7.0	2,680	7.0	3,791	7.0
		9.0A精炭	4,034	9.0	2,531	9.0	1,131	9.0	2,208	9.0	1,788	9.0	669	9.0
		10.5A精炭												
		計	6,724	7.4	7,030	6.9	7,540	6.5	7,352	6.8	7,444	6.7	7,433	6.4
	国内用炭	2,881	14.1	3,013	12.3	3,232	11.3	3,151	12.1	3,190	11.8	3,185	10.5	
	合計	9,605	9.4	10,043	8.5	10,772	8.0	10,503	8.4	10,634	8.2	10,618	7.8	
(80%)	輸出炭	5.0A精炭	1,537	5.0	2,410	5.0	2,585	5.0	2,521	5.0	2,552	5.0	2,548	5.0
		7.0A精炭			1,205	7.0	2,586	7.0	1,260	7.0	1,701	7.0	3,822	7.0
		9.0A精炭	6,147	9.0	4,418	9.0	3,447	9.0	4,621	9.0	4,254	9.0	2,124	9.0
		10.5A精炭												
		計	7,684	8.2	8,034	7.5	8,618	7.2	8,402	7.5	8,507	7.4	8,494	6.9
	国内用炭	1,921	14.1	2,009	12.3	2,154	11.3	2,101	12.1	2,127	11.8	2,124	11.8	
	合計	9,605	9.4	10,043	8.5	10,772	8.0	10,503	8.4	10,634	8.2	10,618	7.8	



年度別混炭精炭の生産構成表 (2004年~2009年)

(7.3-6(3)表)

		'04		'05		2006		'07		'08		'09		
		生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	
		(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	
(40X)	輸出炭	5.0A精炭	4.316	5.0	4.182	5.0	4.257	5.0	4.325	5.0	4.187	5.0	4.248	5.0
		7.0A精炭												
		9.0A精炭												
		10.5A精炭												
	計	4.316	5.0	4.182	5.0	4.257	5.0	4.325	5.0	4.187	5.0	4.248	5.0	
	国内用炭	6.473	8.8	6.272	9.5	6.385	8.9	6.488	9.5	6.281	10.0	6.372	10.3	
	合計	10.789	7.3	10.454	7.7	10.642	7.4	10.813	7.7	10.468	8.0	10.620	8.2	
(50X)	輸出炭	5.0A精炭	5.395	5.0	5.227	5.0	5.321	5.0	5.407	5.0	5.234	5.0	5.310	5.0
		7.0A精炭												
		9.0A精炭												
		10.5A精炭												
	計	5.395	5.0	5.227	5.0	5.321	5.0	5.407	5.0	5.234	5.0	5.310	5.0	
	国内用炭	5.394	9.5	5.227	10.4	5.321	9.7	5.408	10.4	5.234	11.0	5.310	11.4	
	合計	10.789	7.3	10.454	7.7	10.642	7.4	10.813	7.7	10.468	8.0	10.620	8.2	
(60X)	輸出炭	5.0A精炭	4.531	5.0	4.391	5.0	4.470	5.0	4.542	5.0	4.397	5.0	4.460	5.0
		7.0A精炭	1.942	7.0	1.599	7.0	1.915	7.0	1.654	7.0	1.225	7.0	958	7.0
		9.0A精炭			282	9.0			292	9.0	659	9.0	956	9.0
		10.5A精炭												
	計	6.473	5.8	6.272	5.7	6.385	5.6	6.488	5.7	6.281	5.8	6.372	5.9	
	国内用炭	4.316	9.8	4.182	10.7	4.257	10.0	4.325	10.7	4.187	11.3	4.248	11.7	
	合計	10.789	7.3	10.454	7.7	10.642	7.4	10.813	7.7	10.468	8.0	10.620	8.2	
(70X)	輸出炭	5.0A精炭	3.021	5.0	2.927	5.0	2.980	5.0	3.024	5.0	2.931	5.0	2.974	5.0
		7.0A精炭	4.531	7.0	3.732	7.0	4.469	7.0	3.855	7.0	2.858	7.0	2.676	7.0
		9.0A精炭			659	9.0			680	9.0	1.539	9.0	1.784	9.0
		10.5A精炭												
	計	7.552	6.2	7.318	6.4	7.449	6.2	7.559	6.4	7.328	6.6	7.434	6.7	
	国内用炭	3.237	9.8	3.136	10.7	3.193	10.0	3.254	10.7	3.140	11.3	3.186	11.7	
	合計	10.789	7.3	10.454	7.7	10.642	7.4	10.813	7.7	10.468	8.0	10.620	8.2	
(80X)	輸出炭	5.0A精炭	2.589	5.0	2.509	5.0	2.554	5.0	2.595	5.0	2.512	5.0	2.549	5.0
		7.0A精炭	5.179	7.0	3.345	7.0	4.683	7.0	3.460	7.0	2.512	7.0	2.124	7.0
		9.0A精炭	863	9.0	2.509	9.0	1.277	9.0	2.595	9.0	3.350	9.0	3.823	8.0
		10.5A精炭												
	計	8.631	6.6	8.363	7.0	8.514	6.7	8.850	7.0	8.374	7.2	8.496	7.3	
	国内用炭	2.158	9.8	2.091	10.7	2.128	10.0	2.183	10.7	2.094	11.3	2.124	11.7	
	合計	10.789	7.3	8.363	7.7	10.842	7.4	10.813	7.7	10.468	8.0	10.620	8.2	

年度別混炭精炭の生産構成表 (2010年~2015年)

(7.3-6(4)表)

		'10		'11		'12		'13		'14		'15		
		生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	
		(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	
(40%)	輸出炭	5.0A精炭	4,237	5.0	4,190	5.0	4,239	5.0	4,092	5.0	4,115	5.0	4,251	5.0
		7.0A精炭												
		9.0A精炭												
		10.5A精炭												
	計	4,237	5.0	4,190	5.0	4,239	5.0	4,092	5.0	4,115	5.0	4,251	5.0	
	国内用炭	6,356	9.8	6,286	8.9	6,359	9.4	6,139	9.3	6,173	9.2	6,376	9.4	
	合計	10,593	7.9	10,478	7.4	10,598	7.7	10,231	7.8	10,288	7.5	10,627	7.7	
(50%)	輸出炭	5.0A精炭	5,297	5.0	5,238	5.0	5,299	5.0	5,118	5.0	5,144	5.0	5,314	5.0
		7.0A精炭												
		9.0A精炭												
		10.5A精炭												
	計	5,297	5.0	5,238	5.0	5,299	5.0	5,118	5.0	5,144	5.0	5,314	5.0	
	国内用炭	5,296	10.7	5,238	9.7	5,299	10.3	5,115	10.2	5,144	10.0	5,313	10.3	
	合計	10,593	7.9	10,478	7.4	10,598	7.7	10,231	7.8	10,288	7.5	10,627	7.7	
(60%)	輸出炭	5.0A精炭	4,449	5.0	4,400	5.0	4,451	5.0	4,297	5.0	4,321	5.0	4,463	5.0
		7.0A精炭	1,240	7.0	1,886	7.0	1,622	7.0	1,566	7.0	1,852	7.0	1,626	7.0
		9.0A精炭	667	9.0			286	9.0	276	9.0			287	9.0
		10.5A精炭												
	計	6,356	5.8	6,286	5.8	6,359	5.7	6,139	5.7	6,173	5.8	6,376	5.7	
	国内用炭	4,237	11.0	4,190	10.0	4,239	10.6	4,092	10.5	4,115	10.3	4,251	10.6	
	合計	10,593	7.9	10,478	7.4	10,598	7.7	10,231	7.8	10,288	7.5	10,627	7.7	
(70%)	輸出炭	5.0A精炭	2,968	5.0	2,933	5.0	2,967	5.0	2,865	5.0	2,881	5.0	2,976	5.0
		7.0A精炭	3,337	7.0	4,400	7.0	3,784	7.0	3,652	7.0	3,889	7.0	3,794	7.0
		9.0A精炭	1,112	9.0			668	9.0	645	9.0	432	9.0	669	9.0
		10.5A精炭												
	計	7,415	6.5	7,333	6.2	7,419	6.4	7,162	6.4	7,202	6.3	7,439	6.4	
	国内用炭	3,178	11.0	3,143	10.0	3,179	10.6	3,089	10.5	3,086	10.3	3,188	10.6	
	合計	10,593	7.9	10,478	7.4	10,598	7.7	10,231	7.8	10,288	7.5	10,627	7.7	
(80%)	輸出炭	5.0A精炭	2,542	5.0	2,514	5.0	2,543	5.0	2,458	5.0	2,469	5.0	2,551	5.0
		7.0A精炭	2,968	7.0	4,610	7.0	3,815	7.0	3,683	7.0	4,115	7.0	3,826	7.0
		9.0A精炭	2,968	9.0	1,257	9.0	2,120	9.0	2,046	9.0	1,646	9.0	2,125	9.0
		10.5A精炭												
	計	8,474	7.1	8,381	6.7	8,478	6.9	8,185	6.9	8,230	6.8	8,502	6.9	
	国内用炭	2,119	11.0	2,095	10.0	2,120	10.6	2,046	10.5	2,058	10.3	2,125	10.6	
	合計	10,593	7.9	10,478	7.4	10,598	7.7	10,231	7.8	10,288	7.5	10,627	7.7	

年度別混炭精炭の生産構成表 (2016年~2020年)

(7.3-6(5)表)

		'16		'17		'18		'19		'20		合計		
		生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	生産量	灰分	
		(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	(千t/年)	(%)	
(40X)	輸出炭	5.0A精炭	4,198	5.0	4,215	5.0	4,108	5.0	4,056	5.0	4,117	5.0	103,500	5.0
		7.0A精炭												
		9.0A精炭												
		10.5A精炭											1,364	10.6
	計	4,198	5.0	4,215	5.0	4,108	5.0	4,056	5.0	4,117	5.0	104,864	5.1	
	国内用炭	6,293	10.4	6,322	10.1	6,162	11.1	6,085	10.4	6,176	11.7	159,827	10.3	
	合計	10,489	8.3	10,537	8.1	10,270	8.7	10,141	8.3	10,293	9.1	264,691	8.3	
(50X)	輸出炭	5.0A精炭	5,245	5.0	5,269	5.0	5,135	5.0	5,071	5.0	5,147	5.0	128,602	5.0
		7.0A精炭												
		9.0A精炭												
		10.5A精炭											1,705	10.6
	計	5,245	5.0	5,269	5.0	5,135	5.0	5,071	5.0	5,147	5.0	130,307	5.1	
	国内用炭	5,244	11.5	5,268	11.1	5,135	12.3	5,070	11.5	5,146	13.1	134,384	11.1	
	合計	10,489	8.3	10,537	8.1	10,270	8.7	10,141	8.3	10,293	9.1	264,691	8.3	
(60X)	輸出炭	5.0A精炭	4,405	5.0	4,425	5.0	4,314	5.0	4,259	5.0	4,323	5.0	108,347	5.0
		7.0A精炭	944	7.0	1,233	7.0	277	7.0	913	7.0			29,332	7.0
		9.0A精炭	944	9.0	644	9.0	1,571	9.0	913	9.0	1,853	9.0	16,013	9.0
		10.5A精炭											4,313	12.9
	計	6,293	5.9	6,322	5.8	6,162	6.1	6,085	5.9	6,176	6.2	158,005	6.0	
	国内用炭	4,196	11.8	4,215	11.4	4,108	12.6	4,056	11.8	4,117	13.3	108,686	11.6	
	合計	10,489	8.3	10,537	8.1	10,270	8.7	10,141	8.3	10,293	9.1	264,691	8.3	
(70X)	輸出炭	5.0A精炭	2,937	5.0	2,950	5.0	2,875	5.0	2,840	5.0	2,882	5.0	72,777	5.0
		7.0A精炭	2,643	7.0	2,877	7.0	1,510	7.0	2,555	7.0	648	7.0	71,090	7.0
		9.0A精炭	1,762	9.0	1,549	9.0	2,804	9.0	1,704	9.0	3,675	9.0	34,307	9.0
		10.5A精炭											6,156	12.3
	計	7,342	6.7	7,376	6.6	7,189	7.0	7,099	6.7	7,205	7.2	184,330	6.8	
	国内用炭	3,147	11.8	3,161	11.4	3,081	12.6	3,042	11.8	3,088	13.3	80,361	11.6	
	合計	10,489	8.3	10,537	8.1	10,270	8.7	10,141	8.3	10,293	9.1	264,691	8.3	
(80X)	輸出炭	5.0A精炭	2,517	5.0	2,529	5.0	2,465	5.0	2,434	5.0	2,059	5.0	61,201	5.0
		7.0A精炭	1,678	7.0	2,529	7.0	411	7.0	1,623	7.0			62,251	7.0
		9.0A精炭	4,198	9.0	3,372	9.0	5,340	9.0	4,056	9.0	6,175	9.0	79,465	9.0
		10.5A精炭											7,753	12.2
	計	8,391	7.4	8,430	7.2	8,218	7.7	8,113	7.4	8,234	8.0	210,671	7.4	
	国内用炭	2,098	11.8	2,107	11.4	2,054	12.6	2,028	11.8	2,059	13.3	54,020	11.7	
	合計	10,489	8.3	10,537	8.1	10,270	8.7	10,141	8.3	10,293	9.1	264,691	8.3	

## (4) 生産計画 (累計出炭ベース)

(大柳塔・活鶏兎炭鉱計)

(7.3-7表)

		輸 出 比 率 (%)									
		40 (%)		50 (%)		60 (%)		70 (%)		80 (%)	
		年度量 (千t/年)	灰分 (%)	年度量 (千t/年)	灰分 (%)	年度量 (千t/年)	灰分 (%)	年度量 (千t/年)	灰分 (%)	年度量 (千t/年)	灰分 (%)
輸出用炭	5.0A精炭	103,500	5.0	128,602	5.0	108,347	5.0	72,777	5.0	61,201	5.0
	7.0A粉炭	—	—	—	—	29,332	7.0	71,090	7.0	62,251	7.0
	9.0A精炭	—	—	—	—	16,013	9.0	34,307	9.0	79,465	9.0
	10.5A精炭	1,364	10.8	1,705	10.8	4,313	12.9	6,156	12.3	7,753	12.2
	小計	104,864	5.1	130,307	5.1	158,005	6.0	184,330	6.8	210,671	7.4
国内用炭	国内向	159,827	10.3	134,384	11.1	108,688	11.6	80,361	11.6	54,020	11.7
	山元用炭 (2号炭)	14,582	38.9	14,582	38.0	14,582	38.9	14,582	38.9	14,582	38.9
	小計	174,409	12.7	148,966	13.8	121,268	14.9	94,943	15.8	68,602	17.5
	硬	6,257	75.8	6,257	75.8	6,257	75.8	6,257	75.8	6,257	75.8
	原炭	285,530	11.3	285,530	11.3	285,530	11.3	285,530	11.3	285,500	11.3

## (5) 価 格 (山元価格)

## ① 輸出価格

(7.3-8表)

	価 格 (元/t)	備 考
5.0A精炭	95.8	※1 ※2 (36 US\$×5.25) -93.2 (元/t)
7.0A精炭	93.0	※3 (6,600(Kcal/kg)×0.02821(元/Kcal)) -93.2 (元/t)
9.0A精炭	87.3	(6,400(Kcal/kg)×0.02821(元/Kcal)) -93.2 (元/t)
10.5A精炭	84.5	※4 (6,300(Kcal/kg)×0.02821(元/Kcal)) -93.2 (元/t)

※1 秦皇島港 FOB 36.0(US\$/t) (中国高産高効F/S値)

※2 鉄道運賃、港湾、販売手数料等の諸経費 (1992年 7月訪中時、中国の提供値)

$$\text{※3 } \frac{36.0(\text{US\$}) \times 5.25}{6,700(\text{Kcal/kg})} = 0.02821(\text{元/Kcal})$$

※4 水分補正 (6.4%→8%)

② 国内価格

(7.3-9表)

	価 格 (元/t)	備 考
乾粉炭 (灰分 10.0A)	※2 86.5	※1 (1992年 7月訪中時、 中国提供値)
” (灰分 11.0A)	※3 85.4	
” (灰分 12.0A)	※4 84.3	

※1 1992年 7月 1日発令の石炭出荷価格改正

(基 準)

$$\frac{92 \text{ (元/t)}}{6700 \text{ (Kcal/kg)}} = 0.013731 \text{ (元/Kcal)}$$

※2 灰分10.0 (%)、水分8 (%)、発熱量 6,300(Kcal/kg)

$$6,300 \text{ (Kcal/kg)} \times 0.013731 \text{ (元/Kcal)} = 86.5 \text{ (元/t)}$$

※3 灰分11.0 (%)、水分8 (%)、発熱量 6,220(Kcal/kg)

$$6,220 \text{ (Kcal/kg)} \times 0.013731 \text{ (元/Kcal)} = 85.4 \text{ (元/t)}$$

※4 灰分12.0 (%)、水分8 (%)、発熱量 6,140(Kcal/kg)

$$6,140 \text{ (Kcal/kg)} \times 0.013731 \text{ (元/Kcal)} = 84.3 \text{ (元/t)}$$

## 7. 3. 2 混炭プロセス設計

### (1) 混炭方法

混炭方法としては、現在多くの方法が採用されているが、原理的には次の3方法に大別される。

#### ① ベルト上混炭方法

異なる炭種をベルト上で混炭する方法であり、その方法は次の通りである。

- i 混合する炭種の石炭をそれぞれ分離貯炭あるいはバッファストレージしておく。
- ii 払出時に各炭種同時に払出しを行い、共通コンベア上にて混炭を行う。
- iii 最終目的地までの搬送過程で、混合の均質化をはかる。

ベルト上混炭の特徴は(7.3-10表)に示す。

#### ② ベットブレンディング方法

異なる炭種を交互に層状に積付ける方式であり、積付パターンは各種の方式がある。

- i 混合する炭種の石炭をそれぞれ分離貯炭あるいはバッファストレージしておく。
- ii サージホッパーを介し炭種毎に交互に定量的かつ層状にパイルを構成し、一旦ストレージする。
- iii 払出時にパイル長手方向に直角なパイル端面をリクレーミング機械により切出し、混合し均質化をはかる。

#### ③ 混炭機による方法

- |              |                   |
|--------------|-------------------|
| i ドラム式       | } 実績能力は 1,000 t/h |
| ii プレート形     |                   |
| iii ダブルウォーム形 |                   |

今回の場合設置場所、設備投資、現状設備の有効利用等を総合的に考慮して①のベルト上混炭方法が最も適応した方法と考えられ、この方法を採用した。

各サイロから精炭、乾粉炭を一定量ベルト上に積載し、貨車上に積み込まれる。

実際の混合はシュート及びベルト交差部で行われる。

ベルト上混炭の特徴

(7.3-10表)

	特 徴
1. 所要スペース	混合のための設備スペースを余り必要としない。 (ブレンディングヤードと比べて)
2. 設備費	炭種数による設備費への影響が大きい。 (少品種混炭に適する)
3. 混炭性能	払出機械の台数、混炭ホッパの基数で混炭銘柄数に制約がある。  混炭精度は払出機（フィーダ）の払出制御精度と銘柄の品質変動による。
4. 運用性	配合単位がベルト上積載断面が小さく、貨車積設備までの搬送過程で混合し合うので部分的な均質性は良い。  簡単かつ即座に炭種および混炭比率を変えることが可能。  払出機（フィーダ）の精度を維持する為常時メンテナンスが必要。
5. 環境	混炭設備からの発じんが無い。  降雨の影響が少ない。（サイロ貯炭方式）
6. 実績	石炭火力発電所での実績あり。

(2) 混炭プロセスフロー

混炭プロセスの1期工事600万t/年の基本フローは(7.3-1図)に示し、

2期工事1,200万t/年の基本フローは(7.3-2図)に示した。

選炭工場のジグ水洗機で選別されたジグ精炭と破碎分級された乾粉炭は各々貯炭サイロに貯炭される。

混炭は各貯炭サイロからの払出量を適切な比率制御により調整し、ベルト上及びベルト乗継部で目標銘柄を生産する。

混合比率は自動サンプリング装置で採取され自動灰分分析データにもとずき比率設定する。

また同時に定常分析を実施して自動灰分分析データのチェックを行う。

(3) 混炭主要設備の検討

① 精炭サイロ及び乾粉炭サイロ設備

中国の計画では、選炭工場の受入原炭量 1,200万 t/年に達した時、貯炭サイロ容量は、

現状建設中	10,000 t/基 × 4 基 = 40,000 t
増設予定	10,000 t/基 × 2 基 = 20,000 t
計	6 基 60,000 t

としている。

ベルト混炭を実施する場合は、サイロの貯炭容量が重要となる。この為下記条件で貯炭状況のシュミレーションを実施し、貯炭容量の検討を行った。

(a) 設定条件

- ・選炭工場生産量 (2000年)

(7.3-11表)

		生産 (万 t/年)	処理量 (t/h)
精炭	ジグ精炭	565.1	1,345
	乾粉炭	512.1	1,219
	小計	1077.2	2,564
2号炭		60.9	166
硬		25.9	62
原炭		1164.0	2,772

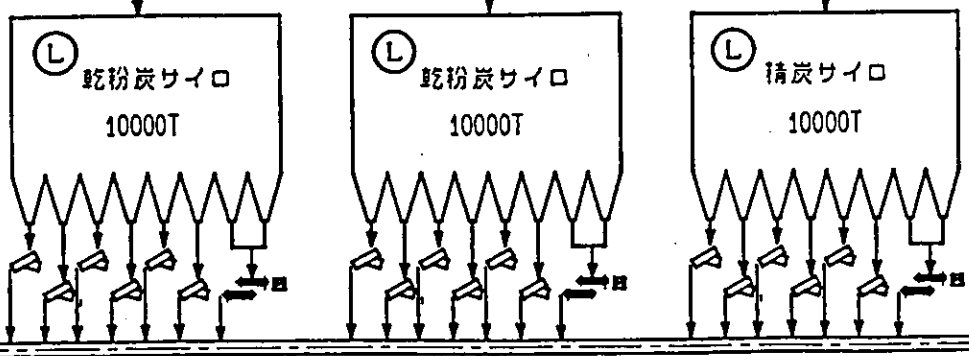
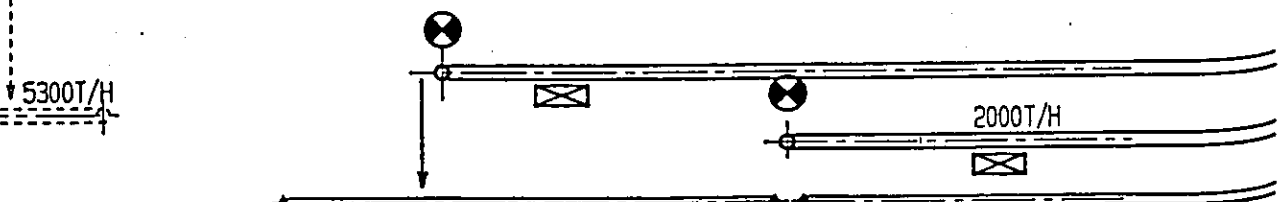
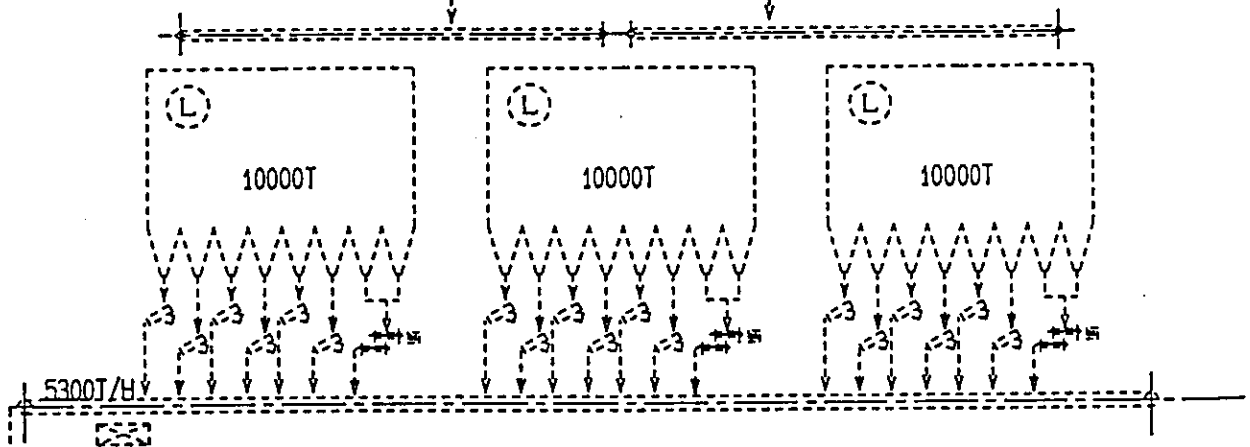
- ・2000年の輸出割合 (60%、70%、80%)

(7.3-12表)

銘柄・輸出割合		60%	70%	80%
輸出用	5.0 A精炭	4,524 (42)	3,016 (28)	2,585 (24)
	7.0 A精炭	1,260 (12)	3,339 (31)	2,586 (24)
	9.0 A精炭	679 (6)	1,131 (11)	3,447 (32)
小計		6,463 (60)	7,540 (70)	8,618 (80)
国内用		4,309 (40)	3,232 (30)	2,154 (20)
合計		10,772 (100)	10,772 (100)	10,772 (100)



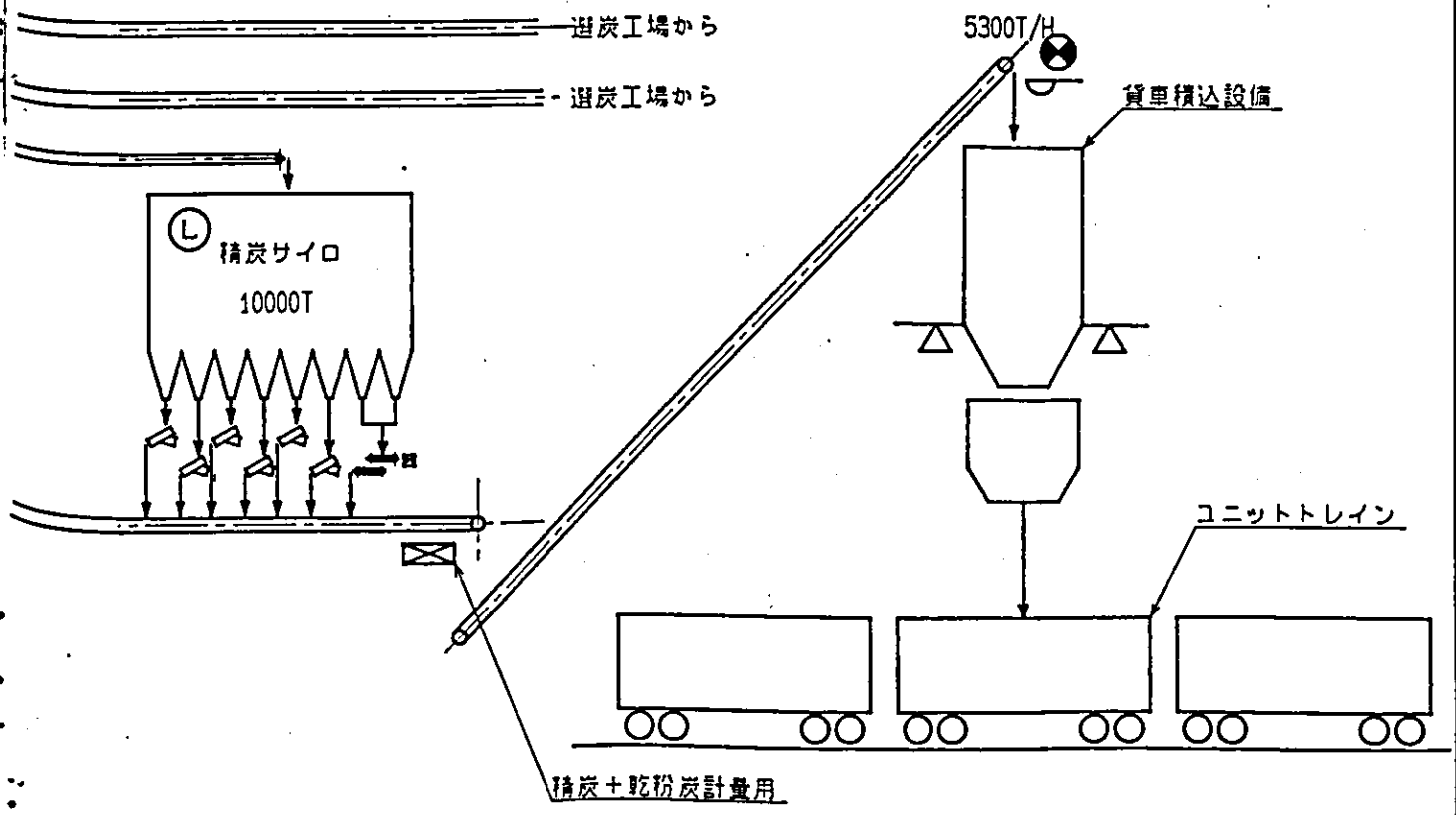
分級工場から 1000T/H 選炭工場から 1000T/H

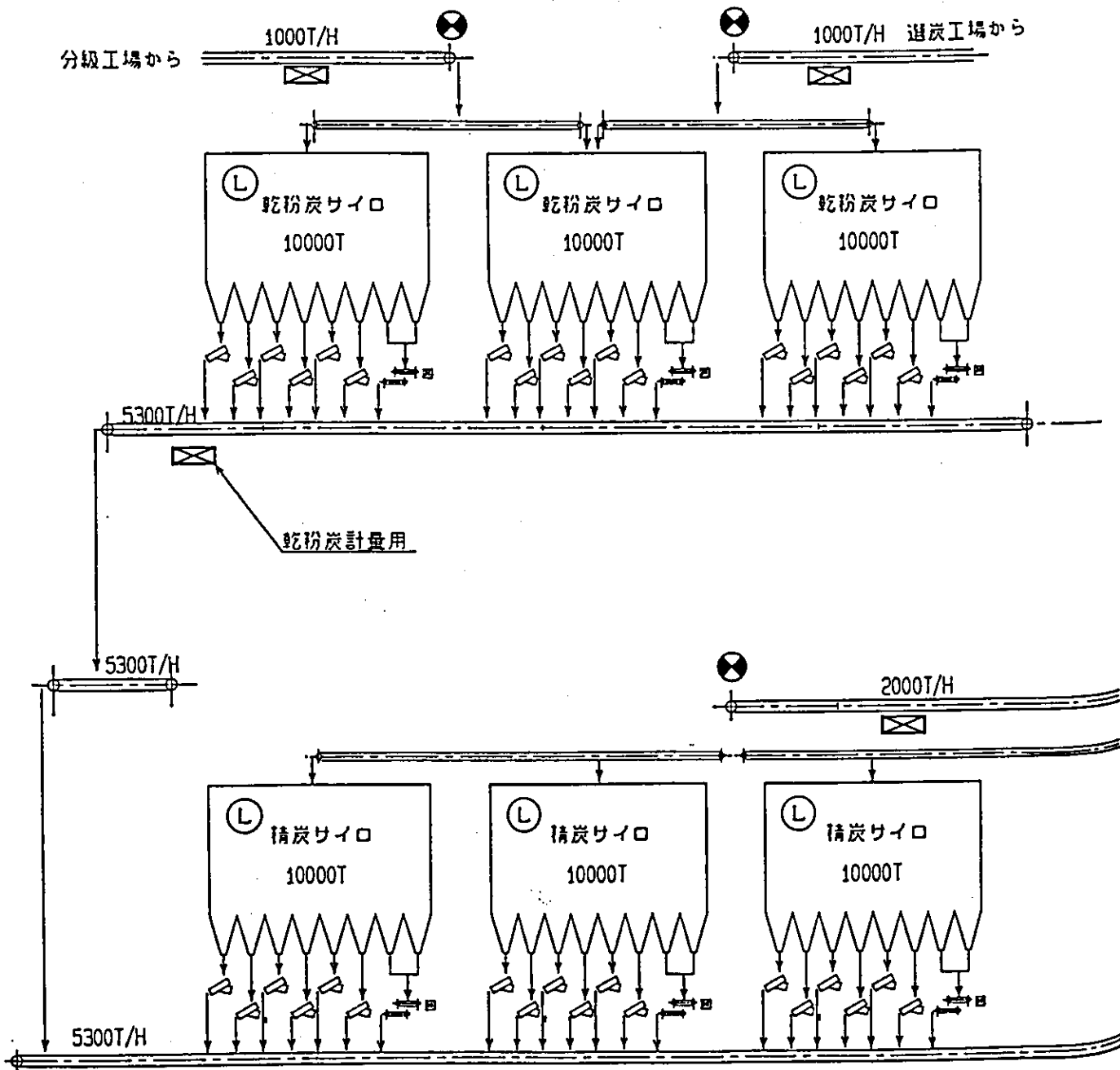


未選粉計量用

### 混炭設備マテリアルフロー図 (第1期600万T/年)

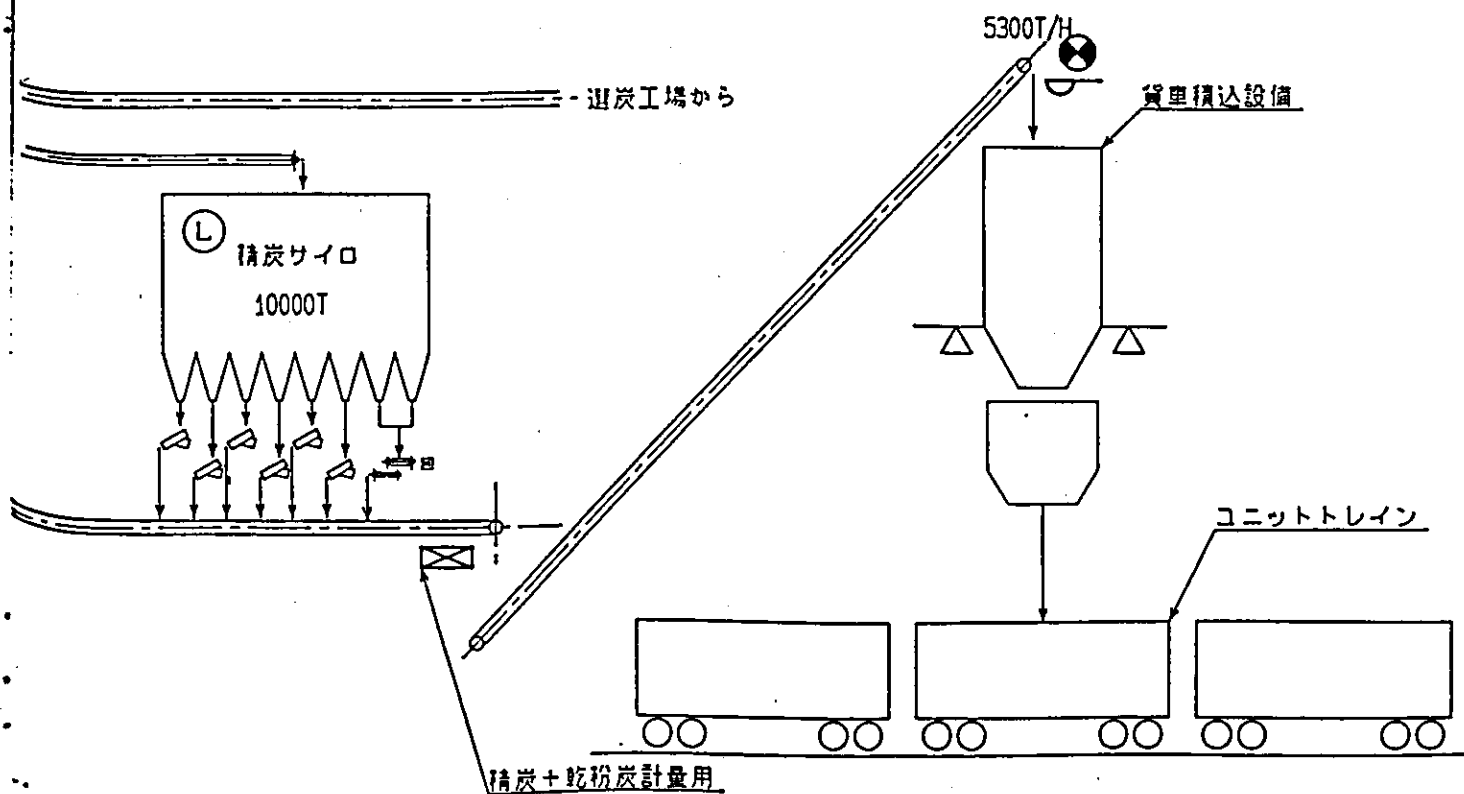
記号	
P	パブリック設備
☒	計量器
▽	振動フィーダ
↑	計量フィーダ (ハットフィーダ付)
⊗	自動灰分計
⊙	超音波レベル計





### 混炭設備マテリアルフロー図 (第2期1200万T/年)

記号	説明
P	カップリング設備
⊠	計量器
▽	振動フィーダ
↑↑	計量フィーダ (ハットフィーダ付)
⊗	自動灰分計
⊙	超音波レベル計



・貯炭サイロ付着炭

精炭 3,000 t × 4 基 = 12,000 t

乾粉炭 3,000 t × 3 基 = 9,000 t

21,000 t

・列車積込能力と送炭モデル

積込時間 14時間

輸送計画 列車能力 7,400 t / 列車 70両 / 列車

運行回数 6 列車 / 日 (均等 4 時間間隔)

送炭モデル

(7.3-13表)

	6 列車 / 日 (均等 4 時間間隔) 1 列車積載量 7,400t					
	1 列車	2 列車	3 列車	4 列車	5 列車	6 列車
60% 輸出	5.0A精炭 7,400t	乾粉炭 7,400t	5.0A精炭 7,400t	乾粉炭 7,400t	5.0A精炭 740t 7.0A精炭 4,440t 9.0A精炭 2,200t	—
70% 輸出	5.0A精炭 7,400t	乾粉炭 7,400t	7.0A精炭 7,400t	乾粉炭 7,400t (1日毎)	5.0A精炭 2,960t 7.0A精炭 4,440t	9.0A精炭 7,400t (1日毎)
80% 輸出	5.0A精炭 7,400t	乾粉炭 7,400t	7.0A精炭 7,400t	9.0A精炭 7,400t	5.0A精炭 1,480t 7.0A精炭 1,480t 9.0A精炭 4,440t	—

(b) シュミレーション

シュミレーションの結果を (7.3-3 図) に示す。

以上の検討によって所要サイロ容量は

精炭サイロ (最大貯炭量 28,150t) 10,000 × 4 基 = 40,000

乾粉炭サイロ (最大貯炭量 26,150t) 10,000 × 3 基 = 30,000

計 10,000 × 7 基 = 70,000

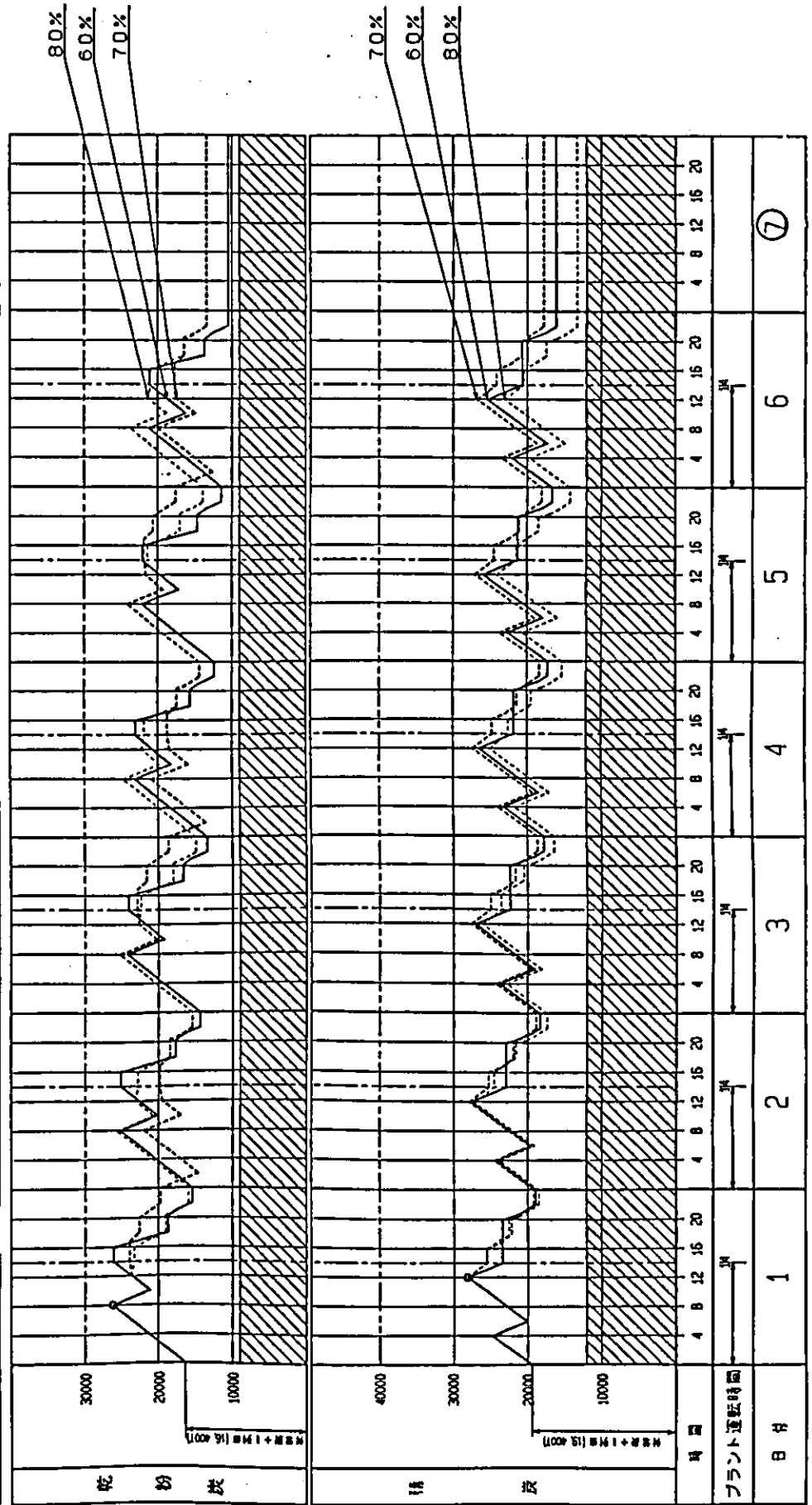
(7.3 - 3 図)

製品サイロ貯炭推移状況 (2000年輸出割合60%、70%、80%)

注	凡例	凡例
輸	60%	---
出	70%	-----
用	80%	.....
付帯炭		▨
貯炭限界		----
運送時間		-----

注	輸出割合	60%	70%	80%
輸	5.0A 11炭	4,524	3,016	2,595
出	7.0A 11炭	1,260	3,339	2,596
用	9.0A 11炭	679	1,131	3,447
小計		6,463	7,540	8,638
国内用炭		4,309	3,232	2,155
総計		10,772	10,772	10,772

注	生産量(千T/年)
シロ用炭	5,651
系炭炭	5,121
小計	10,772
2号炭	609
現	259
原炭	11,640



時間	1	2	3	4	5	6	⑦
プラント運転時間							
日付							

となり、中国の計画に対し乾粉炭サイロ10,000 t 1基の増設が必要となる。

サイロ方式の問題として付着が増大する可能性があるが、サイロの形状変更は不可能であり各種付着防止装置の取付又はサイロ増設の検討も必要となる。

## ② サイロ下抜き設備

- i 現状の石炭払出しは1基のサイロに8台の電動フィーダーを使用している。
- ii 混炭をする場合には混炭比率を自由にコントロールするためにこのうち2台の振動フィーダーを取り外し計量フィーダー1台（計量器を組み込んで払出量を可変制御できるフィーダー）を設置した。
- iii 振動フィーダーは制御性が悪い（払出し精度±10%、制御可能範囲は定格能力の50～100%）ので払出量に応じてON-OFF制御し、一方計量フィーダーの設定値を調整することによりサイロからの全体払出量をコントロールする。
- iv 混炭比率はサイロ前のサンプリングデータに基づき、銘柄によって決定する。混炭比率の概略値を（7.3-14表）に示す。
- v サイロ払出しにおいて振動フィーダーの稼働台数にアンバランスがあり、しかも振動フィーダーと計量フィーダーの払出量が異なるため、サイロ内の石炭が偏在する可能性がある。このため振動フィーダーの稼働を一定時間毎にローテーションする必要がある。

混炭比率の概略値

（7.3-14表）

	ジグ精炭 (%)	乾粉炭 (%)
5.0 A 精炭	100	0
7.0 A 精炭	約71	約29
9.0 A 精炭	約41	約59

- vi サイロ下計量フィーダーの形状と据付け方法を（7.3-4図）に示す。

## ③ 自動サンプリング設備

混炭後の製品灰分を計測するために貨車積み装置に自動サンプリング装置を設置する。BCヘッド部から石炭の一部を採取して、サンプルを縮分し、灰分または湿分を分析室で計測する。

(a) 設置場所	乾粉炭サイロ貯炭ベルトコンベア頭部	1台
	精炭サイロ貯炭ベルトコンベア頭部	1台
	貨車積み込み装置上部	1台
	計	3台

(b) 設備フローとサンプリング条件

自動サンプリング設備のフローを(7.3-5図)に示す。

サンプリング条件を(7.3-15表)に示す。

(7.3-15表)

設置場所	ベルトコンベア仕様 W(mm) (t/h)(m/min)	最終サンプリング条件				
		採取量 (kg)	個数	縮分比	試料量 (kg)	粒度 (mm)
乾粉炭サイロ貯炭	1,200×1,000×150	60	32	1/288	10	-3
精炭サイロ貯炭	1,400×2,000×150	60	〃	〃	〃	〃
積込設備前	2,000×5,300×240	180	〃	〃	〃	〃

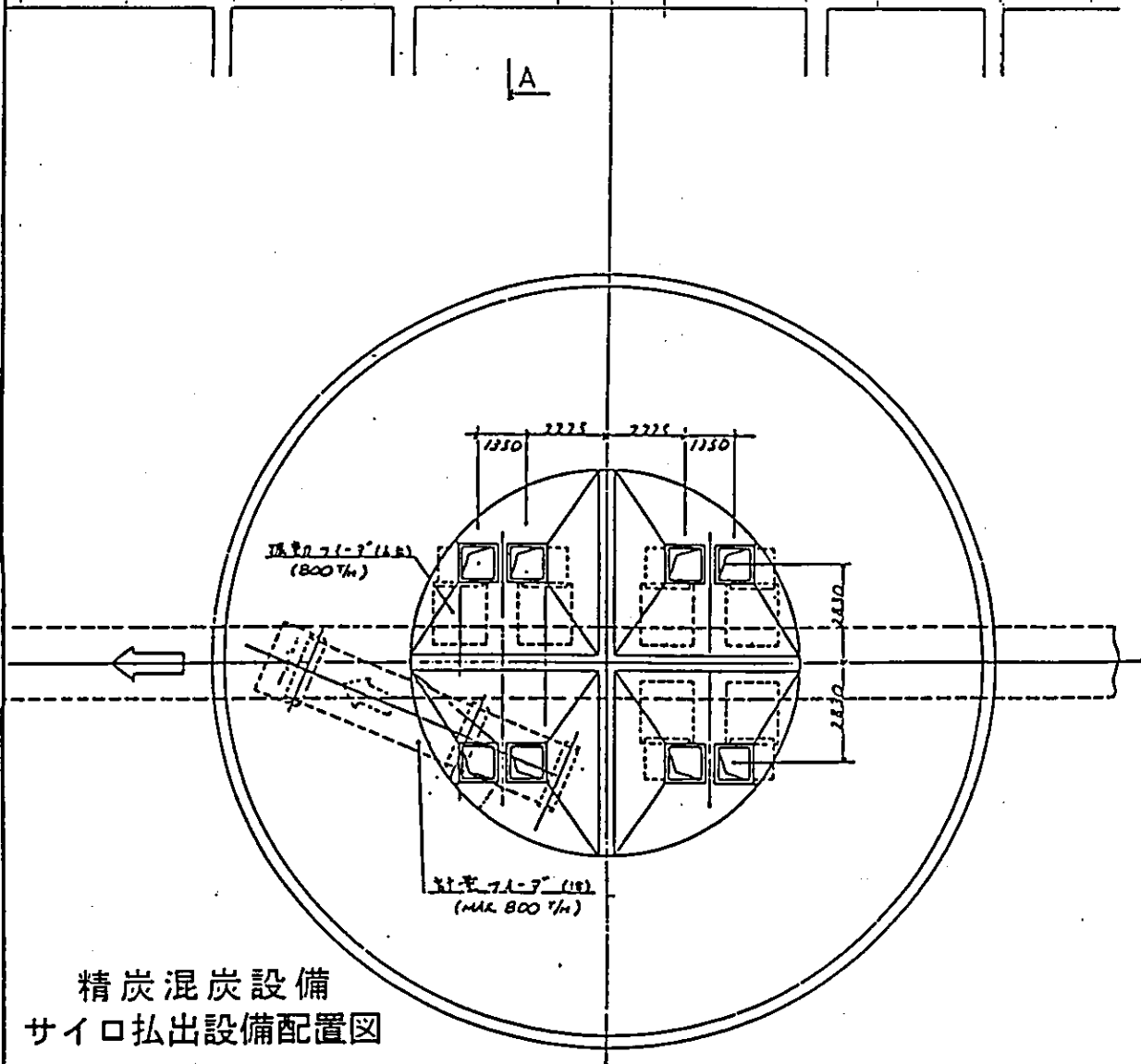
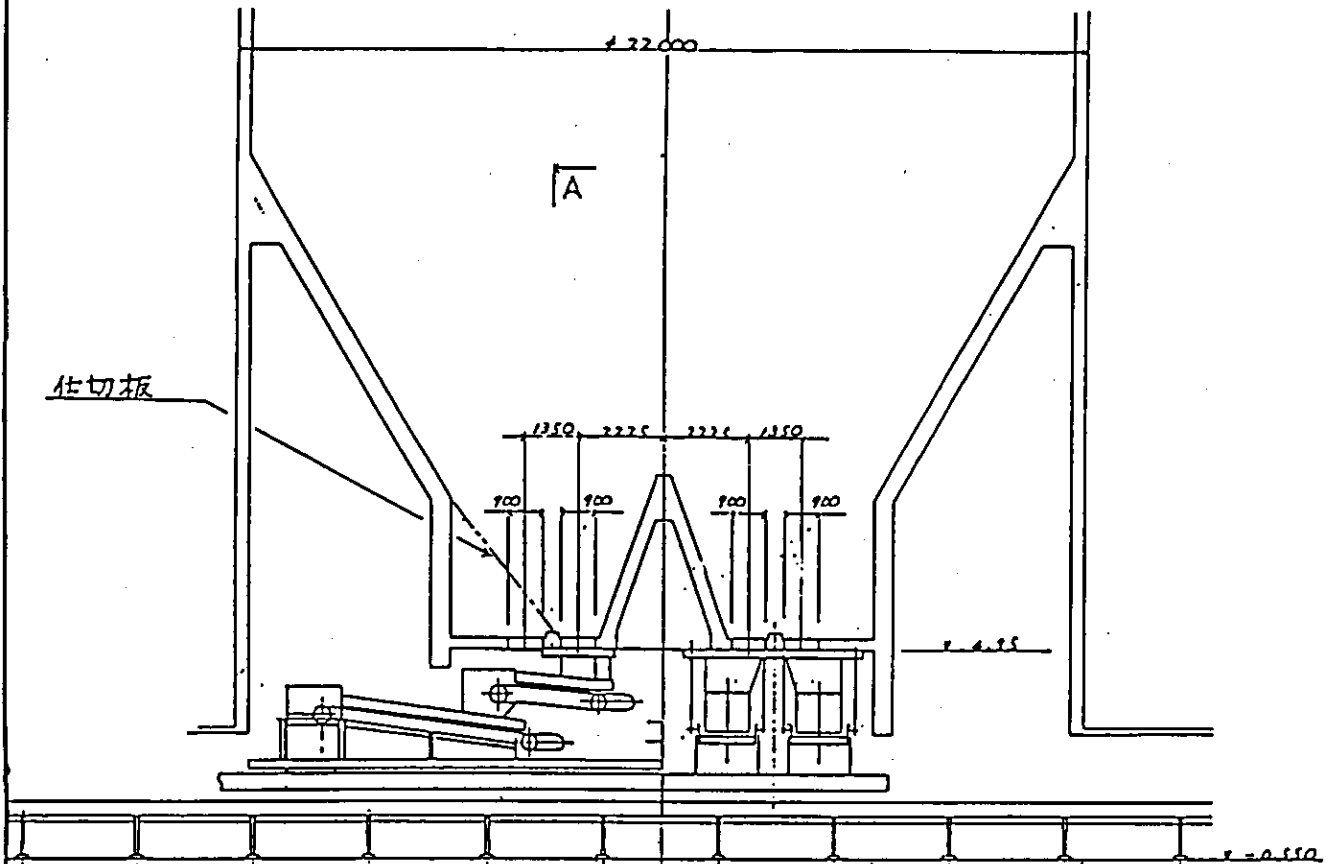
(c) 試料調整装置 (試験室)

- i 石炭自動サンプリング装置で採取した試料を最終分析試料に調整するための装置である。
- ii 採取した試料はエレベータ、ベルトコンベアで乾燥機に搬送され、予備乾燥する。
- iii 乾燥した試料は破碎縮分機で1mm以下に破碎の後600gに縮分し、更に微粉碎機で0.2mm以下に粉碎し、試料缶に収納する。
- iv 設備フローを(7.3-6図)に示す。

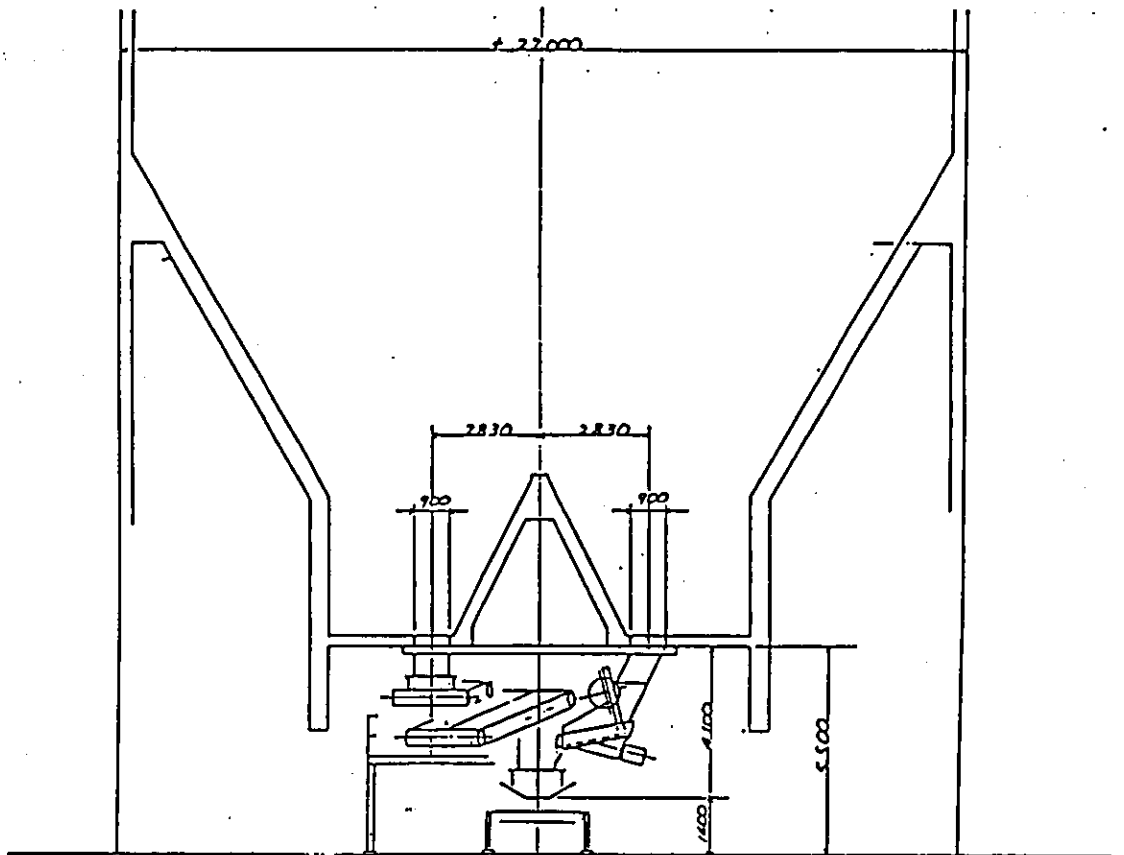
試料調整条件

- ・ 調整試料量 : 10 Kg/回
- ・ 調整試料粒度 : 3 mm以下
- ・ 総縮分比 : 1/16.7
- ・ 最終試料量 : 600 g/回
- ・ 最終試料粒度 : 0.2 mm以下
- ・ 調整時間 : 約2時間/回

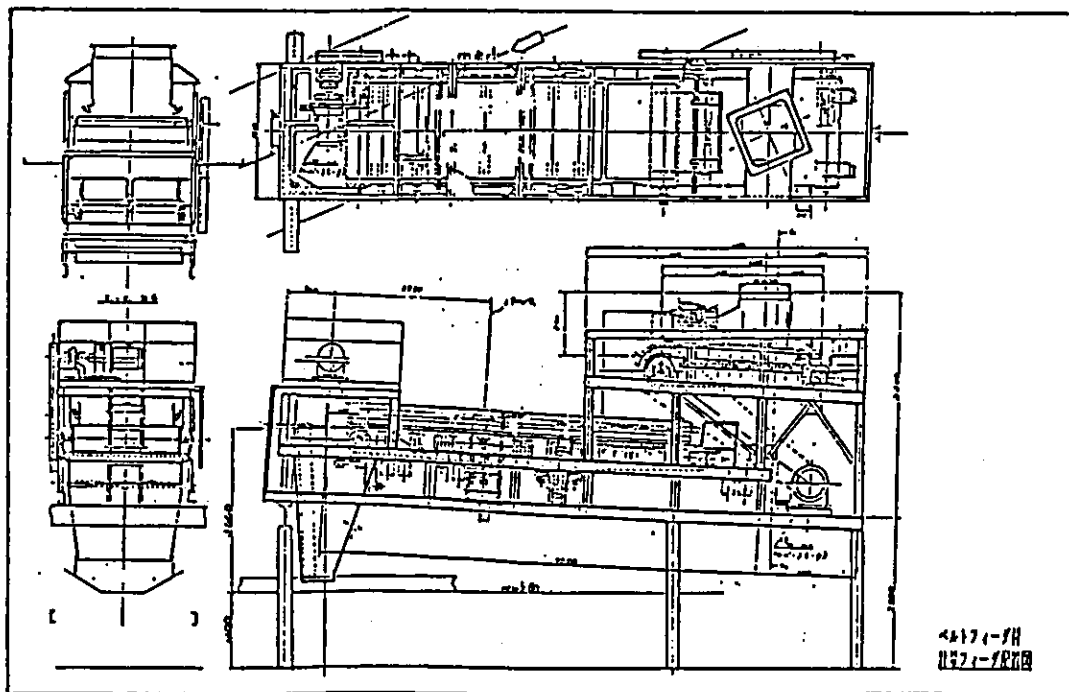




精炭混炭設備  
 サイロ払出設備配置図



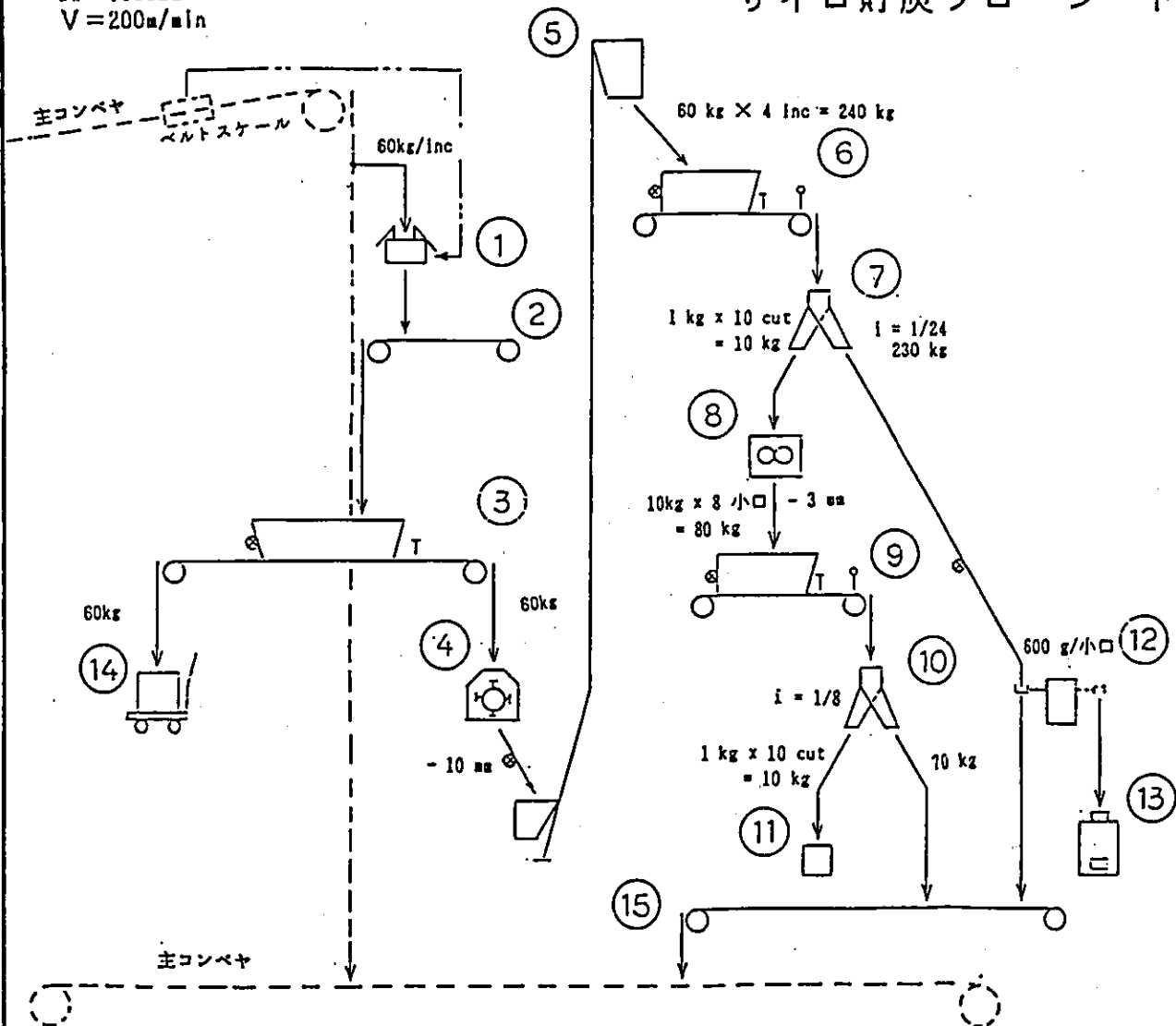
A - A



神府東勝鉦区品質管理センタ  
精炭混炭設備  
サイロ払出設備配置図

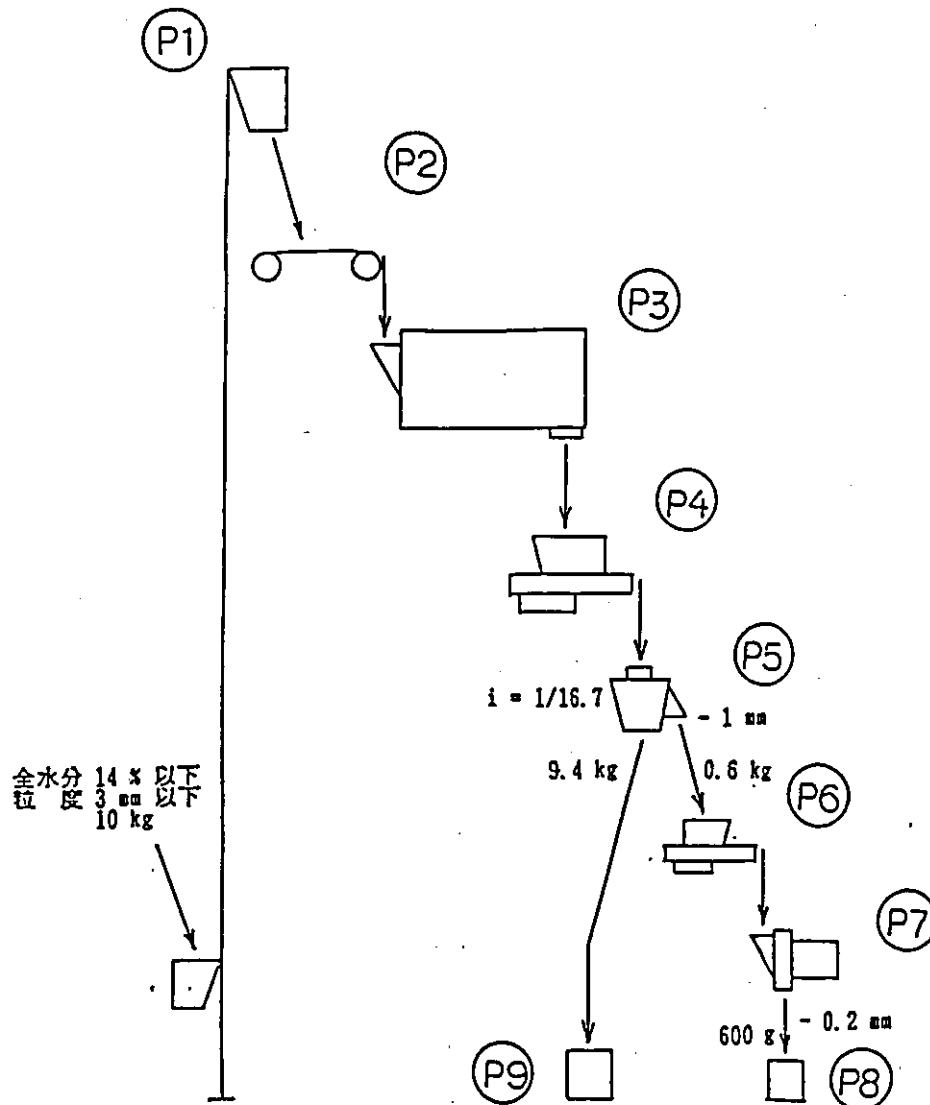
神府東勝鉱区品質管理センタ サンプルング設備  
石炭自動サンプルング装置  
サイロ貯炭フローシート

Q = 1000T/H  
BW = 1000mm  
V = 200m/min



番号	機器名称	数量	備 考
1	1次サンブラ	1台	
2	No.1ベルトコンベヤ	1台	
3	No.2Rベルトフィーダ	1台	
4	1次クラッシャ	1台	
5	エレベータ	1台	
6	No.3ベルトフィーダ	1台	
7	2次サンブラ	1台	
8	2次クラッシャ	1台	
9	No.4ベルトフィーダ	1台	
10	3次サンブラ	1台	
11	成分分析試料缶	2缶	
12	水分試料サンブラ	1台	
13	オートパッカ	1台	
14	粒度分析試料缶	2缶	
15	No.5ベルトコンベヤ	1台	

神府東勝鉱区品質管理センタ サンプルング設備  
試料調整装置フローシート



番号	機器名称	数量	備考
P1	エレベータ	1台	
P2	ベルトコンベヤ	1台	
P3	乾燥機	1台	
P4	1次振動フィーダ	1台	
P5	破碎縮分機	1台	
P6	2次振動フィーダ	1台	
P7	釜粉碎機	1台	
P8	試料缶	2缶	
P9	排炭缶	2缶	

#### ④ 灰分測定

灰分測定は通常試験室において燃焼灰化測定する場合、測定結果は1日後でなければ判らない。混炭精度を上げるためには出来るだけ早い結果を混炭設備に反映させたほうがよい。現在自動灰分測定装置が開発実用化されており、この装置を採用することによって混炭精度の向上を図った。

##### (a) 自動灰分測定装置

測定はコンベアベルト上の石炭の灰分を直接計測する方法と、一部取り出してバッチ処理して計測する方法と2方法ある。

基本的な原理は2つの放射線（ガンマ線）を利用して測定物質の透化度の減衰を測定することにより灰分を測定する。この時水分変動、層の厚さの補正が重要な要素となる

##### (b) メーカー

現在使用されている自動灰分測定装置のメーカーは次の通りである。

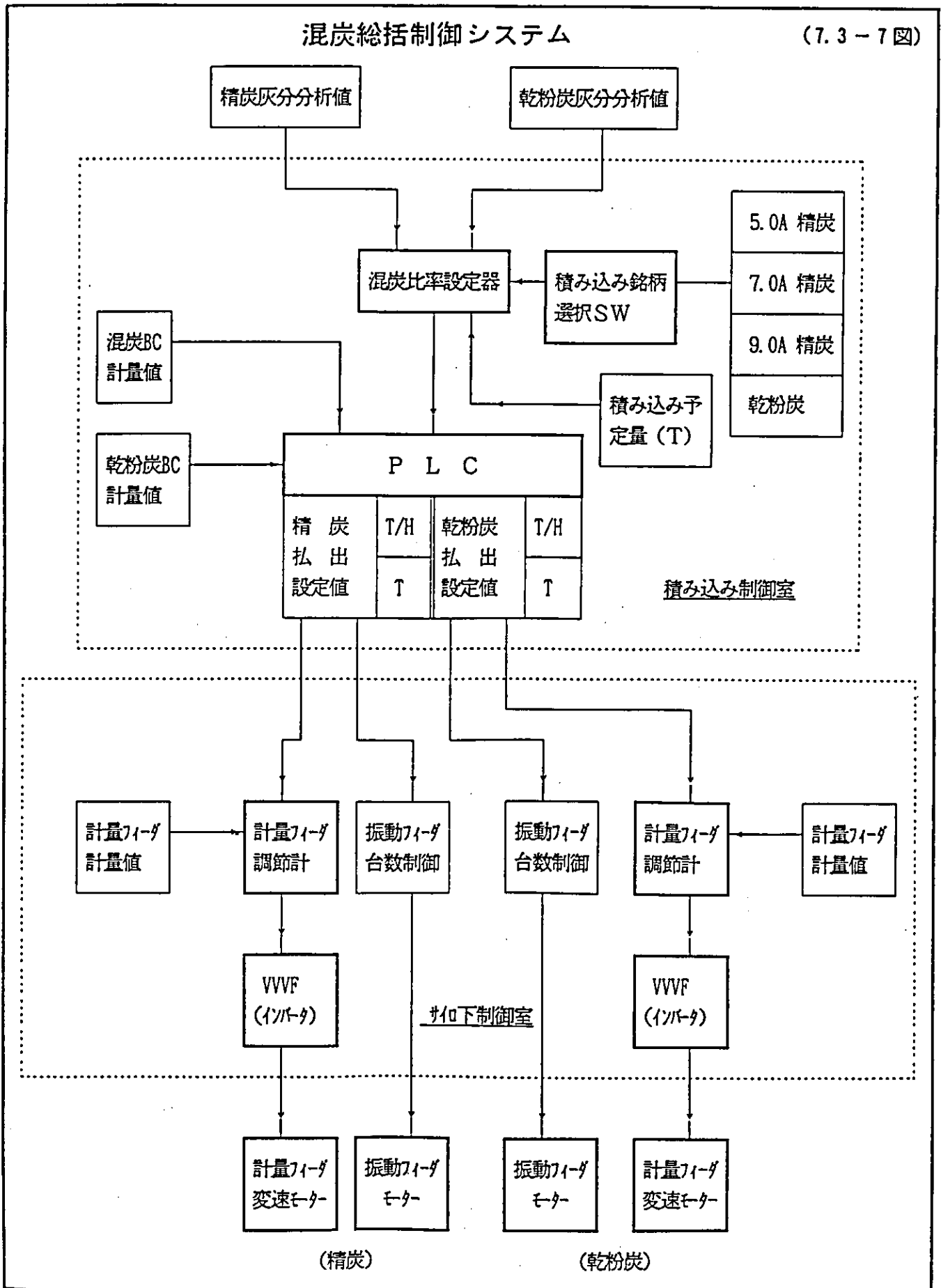
- MDH-Motherwell, Inc
- Coalscan
- Gamma-Metrics
- Science Applications, Inc
- Tema, Inc
- Harrison R. Cooper Systems, Inc
- Berthold Systems, Inc (今回計画)

### 7. 3. 3 混炭総括制御システム

- i 積込み制御室に、混炭制御操作盤を配置し、精炭サイロ、乾粉炭サイロ下には計量フィーダー制御盤、振動フィーダー制御盤を配置する。
- ii 精炭サイロ、乾粉炭サイロ上と積込み所に石炭サンプリング設備を配置する。  
(7.3-7図)
- iii 混炭制御操作盤の混炭比率設定器に、精炭サイロ貯炭BC、乾粉炭サイロ貯炭BCよりサンプリングして得た灰分分析値と積込銘柄選択スイッチで選択した銘柄灰分値及び必要流量を入力する。

# 混炭総括制御システム

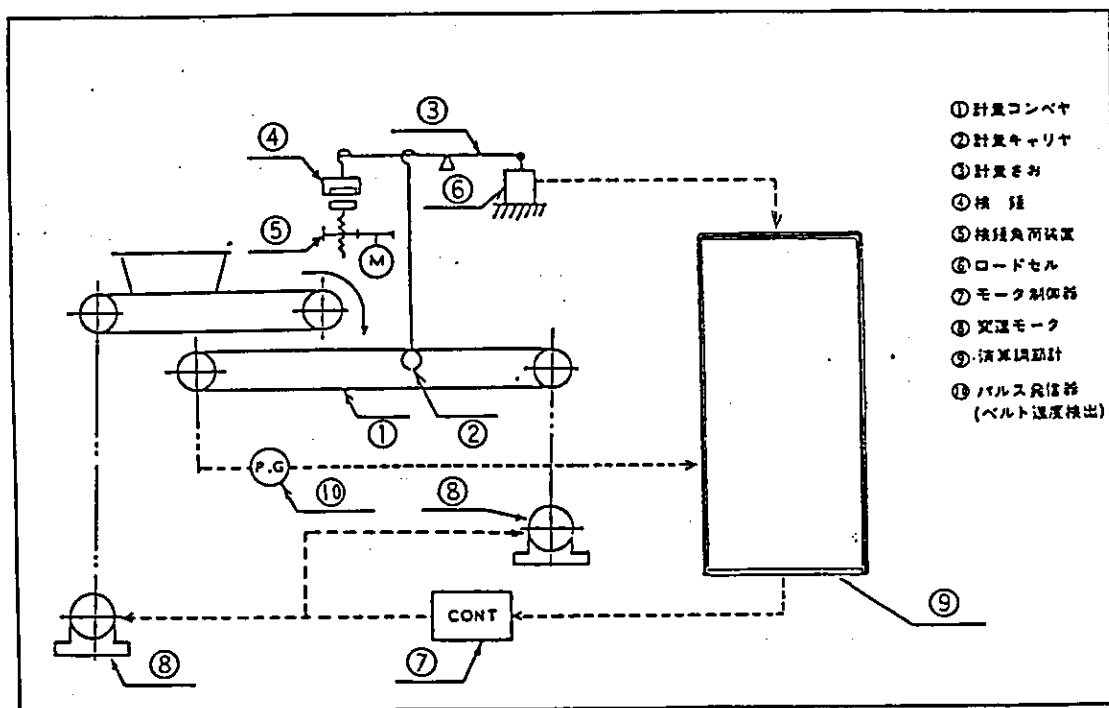
(7.3-7図)



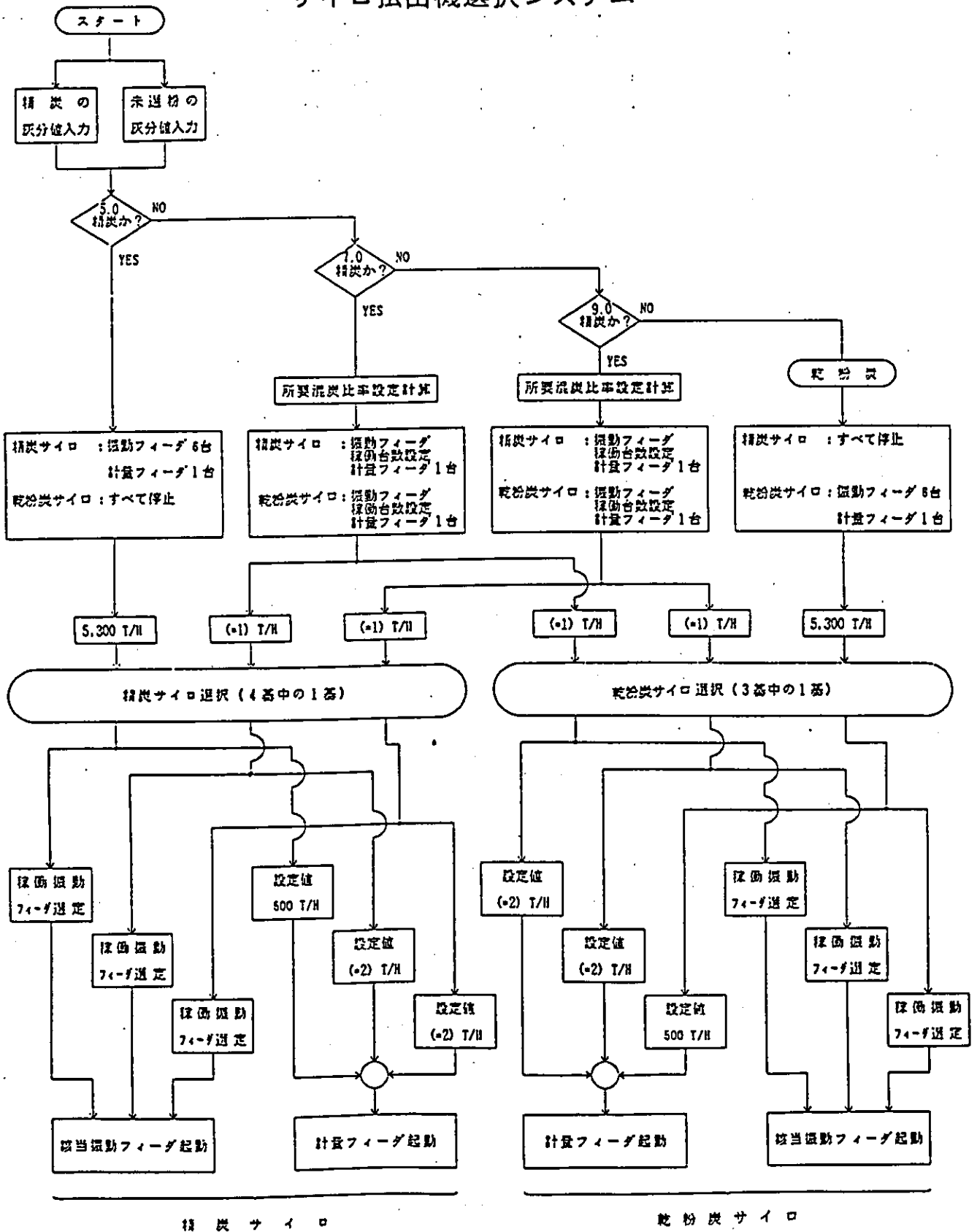
- iv これにより混炭比率を自動的に計算し、また精炭、乾粉炭それぞれの払出し量 (t/h) や払出し総量 (t) の設定値を表示、または電気信号出力を出す。
- v 上記出力は現場制御盤に組込まれた計量フィーダー調節計に入力され、VVVFインバータ(Variable Voltage Variable Frequency Inverter)を介して計量フィーダー変速モーターの速度を変え、払出し量を調節する。
- vi この計量フィーダーは各サイロ下に1台ずつ配置し、他に6台の振動フィーダーを配置する。振動フィーダーは払出し量を一定とし、必要に応じて台数制御し、微調整は計量フィーダーで行う。
- vii 振動フィーダーは、一定量払出し運転とするが、実払出し量はかなり変動するので、精炭積込みベルトスケールや乾粉炭積込みベルトスケールの計量値と払出し設定値との偏差を計量フィーダー調節計にフィードバックし、常に目標流量で払い出すようにする。
- viii 精炭、乾粉炭の各サイロに貯炭される石炭の灰分の測定に自動灰分測定装置を導入することにより、数時間間隔での灰分測定値を混炭比率設定に反映することで混炭精度の向上を図った。混炭システムの精度は±0.5%である。
- ix 計量フィーダー、サイロ払出機制御システムの基本概念はそれぞれ(7.3-8図)、(7.3-9図)、(7.3-10図)及び(7.3-11図)に示す通りである。

計量フィーダー制御機能図

(7.3-8図)

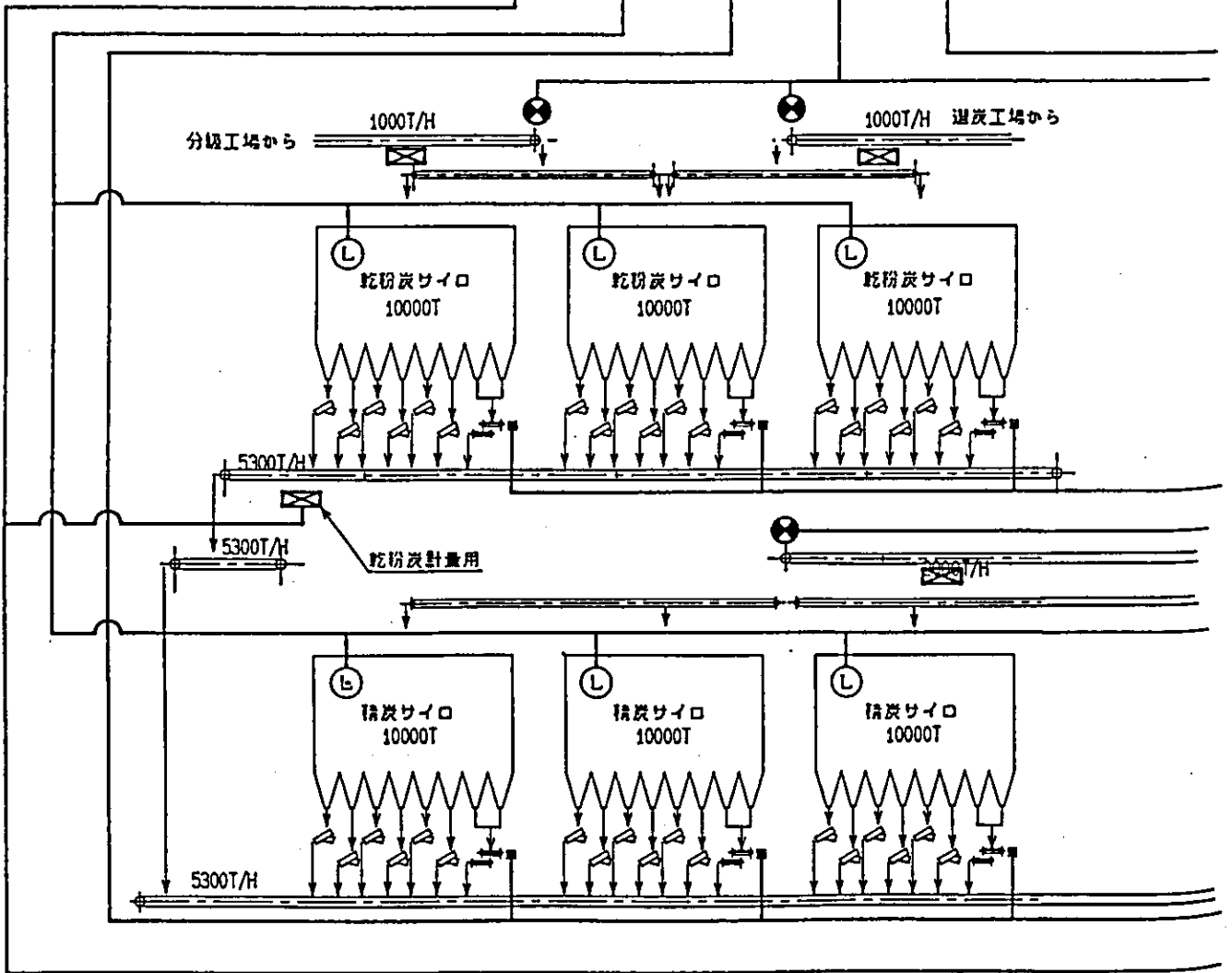
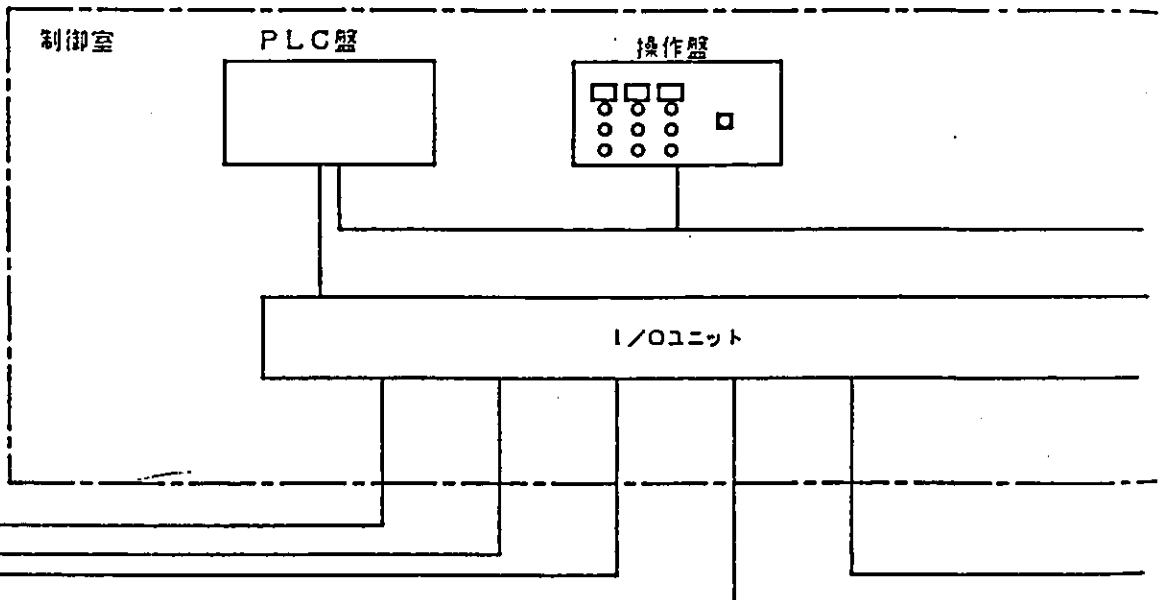


### サイロ払出機選択システム

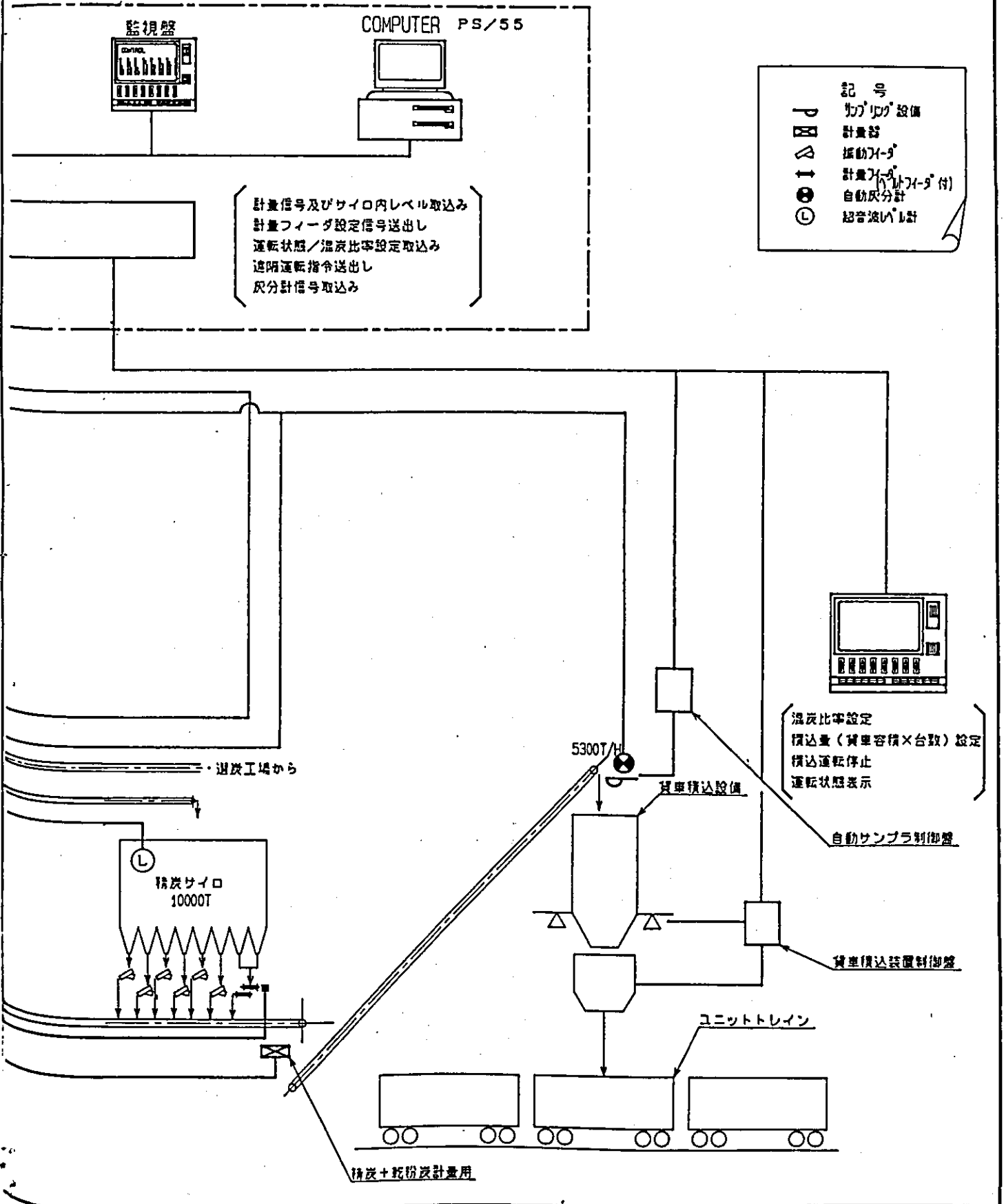


備考1. 計量フィーダは目標泥炭比率を達成するために、 $(5300 \times \text{泥炭比率}) - 800 \times (\text{振動フィーダ稼働台数})$  T/Hで計算される初期設定値で起動する。  
 備考2. 振動フィーダは初期調整時に 800 T/H に設定しておく。(調整後の払出量に、800 T/Hの±5%以内とする。)  
 備考3. (-1), (-2)は灰分に基づく泥炭比率に従って自動的に設定される。



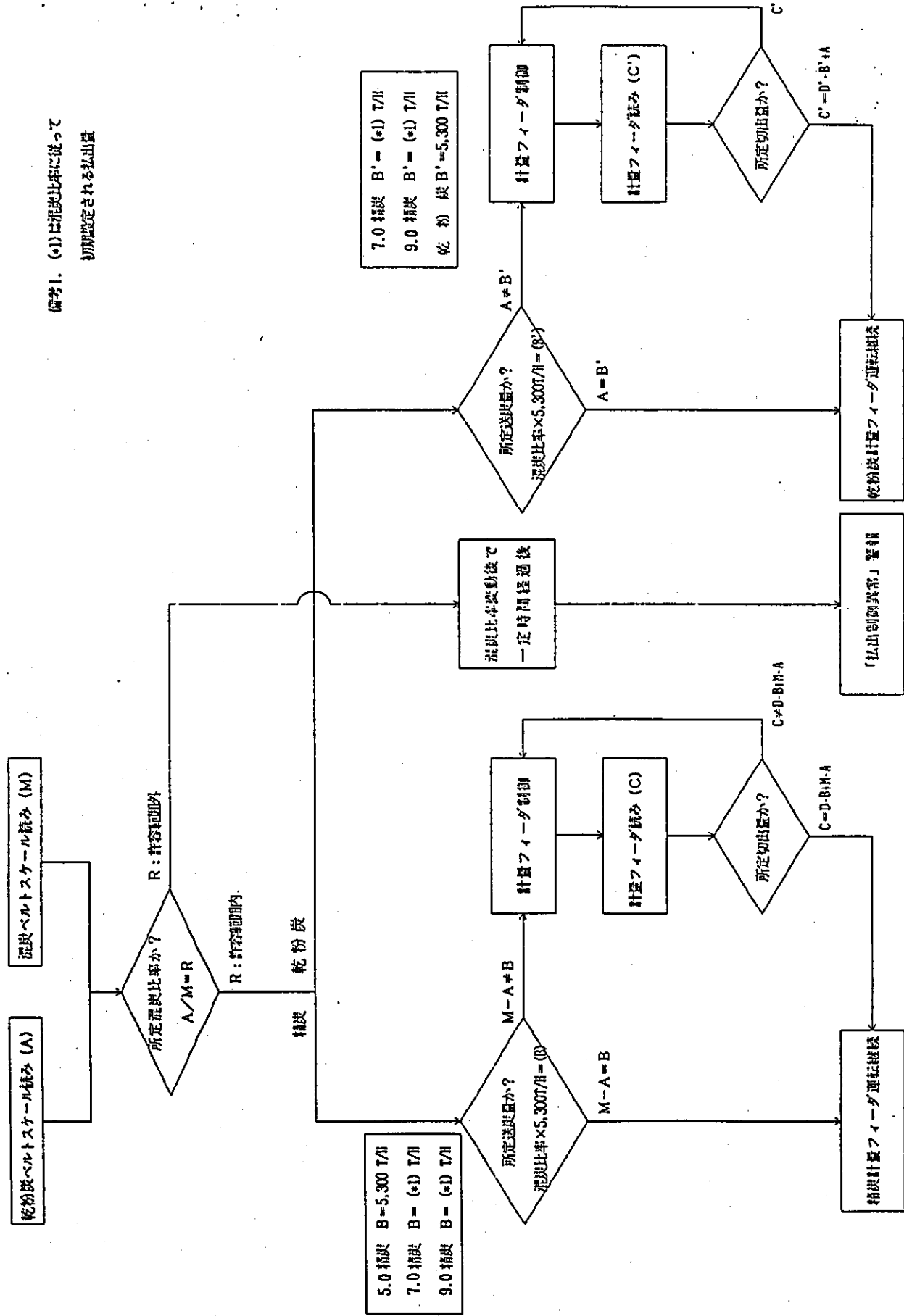


### 混炭設備制御システムブロックダイアグラム (第2期1200万T/年)



# 計量フィーダ切出制御システム

(7.3-11図)

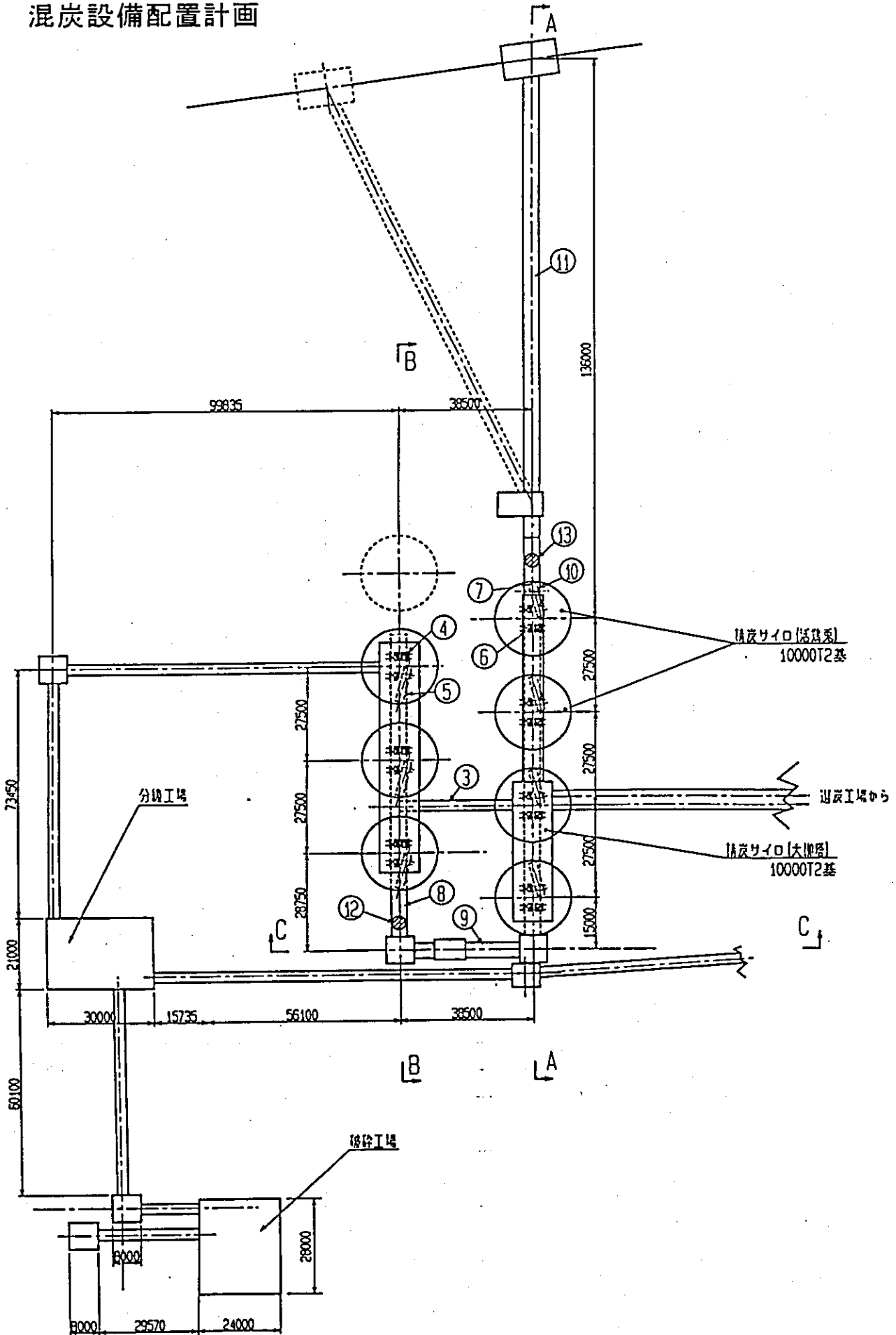


(7.3-11図)

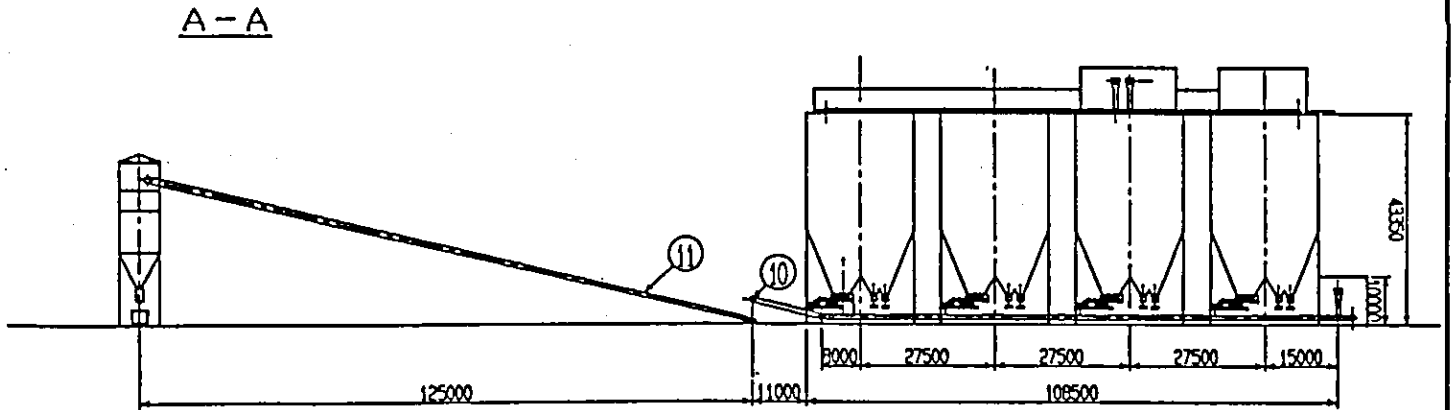
#### 7. 3. 4 混炭設備配置計画

- i 中国計画に於いては第1期1万tサイロ4基中、2基を精炭サイロとし、残り2基を乾粉炭サイロとしている。
- ii 第2期工事でその横に1万tサイロを2基計画中である。
- iii 混炭設備計画を合理的に行う為に1基増設し、精炭サイロ4基と乾粉炭サイロ3基を配置する。
- iv 精炭BCは600万t/年体制時1,200mm幅、能力950t/hである。
- v 1,200万t/年体制時は輸送能力が不足するのでベルト幅を1,400mmとし、更にベルト速度を150m/minから190m/minに増速する必要がある。
- vi 活鶏兎乾粉炭は新規に建設されるサイロへBCで運搬され、また大柳塔乾粉炭は大柳塔分級工場から直接乾粉炭サイロへ運搬される。
- vii 乾粉炭サイロから所定の混炭比率によって払い出された乾粉炭はBCで精炭サイロまで輸送され、混炭積込BCで精炭フィーダーから払い出された精炭と合流して貨車積込設備に搬出される。
- viii 当初設備のシステム計画に当たっては、2案を検討したが中国側と協議し、積込設備の位置に制約があり(7.3-12図)に示す案を計画することにした。

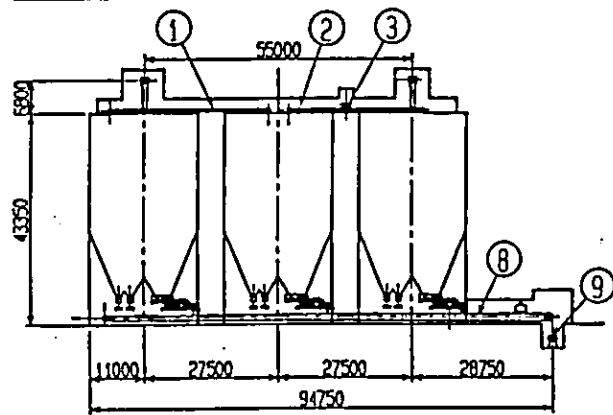
# 混炭設備配置計画



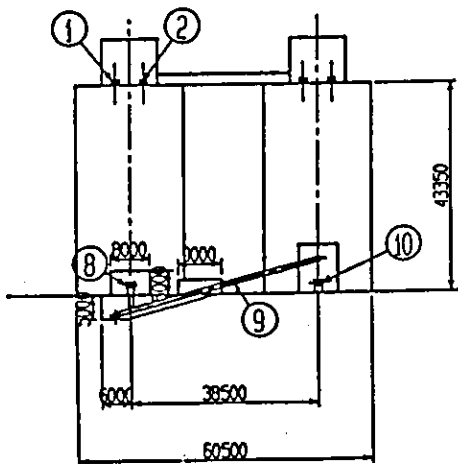
混炭設備配置計画



B-B



C-C



①	機器名称	仕様	動力	台数
①	乾研炭子伝送機N01CC	1400W×32mL 1000T/H		1
②	乾研炭子伝送機N02CC	1400W×32mL 1000T/H		1
③	乾研炭子伝送機N03CC	1400W×32mL 1000T/H		1
④	乾研炭伝送機N01C	800T/H		18
⑤	計量機	MAX800T/H		3
⑥	乾研炭伝送機N02C	800T/H		24
⑦	計量機	MAX800T/H		4
⑧	乾研炭伝送機N01BC	2000W×93mL 5300T/H		1
⑨	乾研炭伝送機N02BC	2000W×40mL 5300T/H		1
⑩	混炭伝送機N01BC	2000W×120mL 5300T/H		1
⑪	混炭伝送機N02BC	2000W×110mL 5300T/H		1
⑫	乾研炭伝送機N01C	2000W 5300T/H		1
⑬	混炭伝送機N01C	2000W 5300T/H		1

### 7. 3. 5 混炭設備機器

主要機器を(7.3-16表)に示す。

主要機器一覧表

(7.3-16表)

番号	機器名称	仕様	動力 (KW)	台数
1	乾粉炭サイロ貯炭No.1チェーンコンベア	1000W × 1,000t/h	75	1
2	乾粉炭サイロ貯炭No.2チェーンコンベア	1000W × 1,000t/h	75	1
3	乾粉炭サイロ貯炭No.3チェーンコンベア	1000W × 1,000t/h	75	1
4	乾粉炭積込No.1～9振動フィーダー	800t/h	11	21
5	乾粉炭積込No.10～12計量フィーダー	50～800t/h	37+11	3
6	精炭混炭No.1～12振動フィーダー	800t/h	11	28
7	精炭積込No.13～16計量フィーダー	50～800t/h	37+11	4
8	乾粉炭積込No.1ベルトコンベア	2000W × 5,300t/h	100	1
9	乾粉炭積込No.2ベルトコンベア	2000W × 5,300t/h	75	1
10	混炭輸送ベルトコンベア	2000W × 5,300t/h	900	1
11	乾粉炭サイロ	10000t	—	1
12	ベルトスケール	2000W 6,000t/h	—	2
13	自動サンプリング装置	3段サンプリング	50	1
14	自動灰分計		—	4

### 7. 3. 6 混炭設備建設費用

#### (1) 前提条件

- i 第1期工事年産 600万 t 体制 (1995年完成) 混炭設備と第2期工事年産 1,200万 t 体制 (1997年完成) と分けて積算した。
- ii 基本的に中国国内で調達可能な設備は中国側で積算した。輸入品は日本単価で積算した。
- iii 輸入品は下記の通り。
  - ・定量フィーダー
  - ・マグネットキャッチャー

- ・自動サンプリング装置
- ・自動灰分計
- ・計装関係

- iv 据付費については国内調達品は調達価格の10%、また輸入品は調達価格の5%とした。
- v 輸入品の関税と国内輸送費は調達価格の5%とした。
- vi 電気設備は電源関係は国内調達とし、その他は輸入品で積算した。
- vii 輸入品の為替レートは25円/元とした。

(2) 積算結果

以上の条件で積算した結果を(7.3-17表)(7.3-18表)に示す。

混炭設備費(第1期600万t/年)

(7.3-17表)  
(単位 千元)

	設備名	設備費			据付費	その他輸送税金	総額
		数量	単価	金額			
中国製	1 振動フィーダー	28台	16	448	45	—	493
	2 電気設備	1式	—	86	10	—	96
	3 改造工事	—	—	—	40	—	40
	小計			534	95	—	629
輸入品	4 定量フィーダー	4台	1,440	5,760	288	288	6,336
	5 マグネットキャッチャ	3台	600	1,200	60	60	1,320
	6 ベルトスケール	台	220	440	22	22	484
	7 自動サンプリング装置	3台	—	19,112	956	956	21,024
	8 自動灰分計	3台	1,012	3,036	152	152	3,340
	9 電気計装設備	1式	—	6,120	120	304	6,544
小計			35,668	1,598	1,782	39,048	
合計			36,202	1,693	1,782	39,677	



混炭設備費 (第2期 1,200万t/年)

(7.3-18表)  
(単位 千元)

	設備名	設備費			据付費	その他 輸送 税金	総額
		数量	単価	金額			
中国製	1 振動フィーダー	21台	16	336	34	—	370
	2 運搬設備	6式	—	2,055	206	—	2,261
	3 電気設備	1式	—	792	63	—	855
	4 土建設備	1式	—	2,784	—	—	2,784
	5 改造工事	1式	—	—	300	—	300
小計				5,967	603	—	6,570
輸入品	6 定量フィーダー	3台	1,440	4,320	216	216	4,752
	7 マグネットキャッチャ	1台	—	600	30	30	660
	8 自動サンプリング装置	1台	—	5,940	297	297	6,534
	9 自動灰分計	1台	—	1,012	51	51	1,114
	10 電気計装設備	1式	—	3,880	78	194	4,152
小計				15,752	672	788	17,212
合計				21,719	1,275	788	23,782

## 8. 炭質管理システム計画

## 8. 炭質管理システム計画

### 8. 1 基本計画

- i 炭質管理システムは大柳塔炭鉱、活鶏兎炭鉱及び地方炭鉱より、原炭を受入れ、選炭により品位向上した精炭と乾粉炭を銘柄に合わせ混炭して、国内及び海外のニーズに合った安定した品質の製品炭を出荷する全工程を総括的に運用、管理するシステムである。
- ii この中心となる炭質管理センターは選炭工場、混炭設備、積み込み設備等の生産加工部門と石炭分析センター、コンピュータ室等の管理部門の総合機能を有する。
- iii 炭質管理センターではコンピュータ導入により、炭鉱、選炭工場、港湾、鉄道、華能精煤公司等から、各種情報を収集し、データ蓄積、情報分析し、必要な情報を必要に応じてOUTPUTして選炭計画、販売計画、品質管理等に利用する。
- iv 炭質管理センターで生産する製品精炭の一部は輸出に向けられる。特に輸出にあたっては、品質の安定と納期の厳守が必須条件となるので、品質管理の徹底と安定生産や混炭精度の向上及び輸送力の確保が必要となり、コンピュータ導入によるシステム管理が不可欠である。

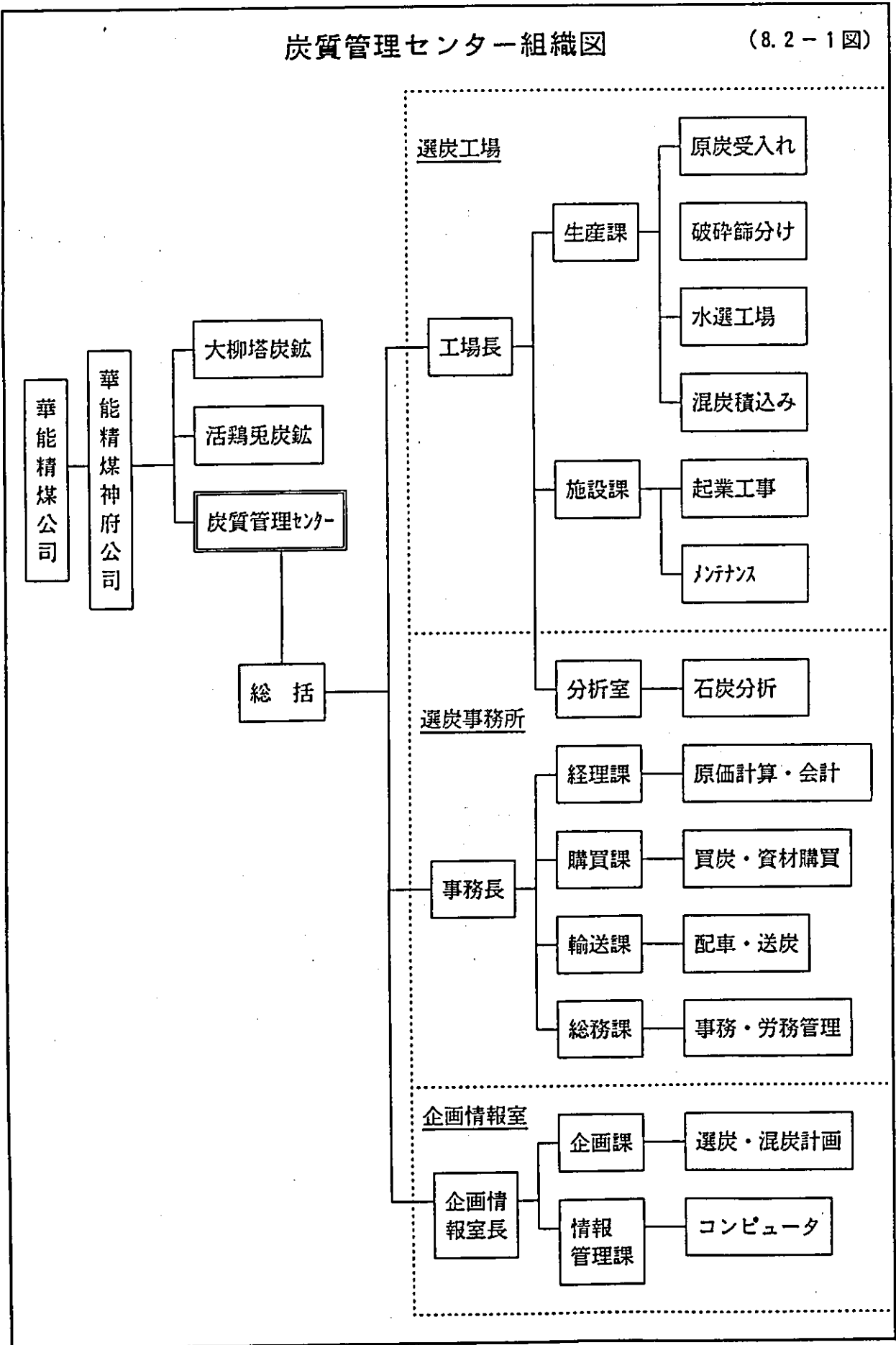
炭質管理センターを中心とする「炭質管理システム総合関連図」を描くと（8.1-1図）になる。

### 8. 2 組織、運営形態

- i 華能精煤神府会社の系統に所属する。
  - ii 大柳塔炭鉱、活鶏兎炭鉱とは独立の組織とし、原炭の受入れから選炭、混炭、貯炭、送炭、分析等までの運転操業及び計画業務を総合的に実施する。
  - iii 精炭の販売業務は華能精煤会社の指示に従って実施するが、市場調査及び販売計画の立案と販売促進等の業務を行う。
  - iv 地方炭鉱からの原炭受入れ業務を行う。
  - v 設備の保全及び起業計画を行う。
  - vi 管理センターの製造原価計算や損益計算等経理業務を行う。
- 管理センターの組織図は（8.2-1図）の通り。

# 炭質管理センター組織図

(8.2-1図)



# 炭質管理システム総合関連図

凡 例

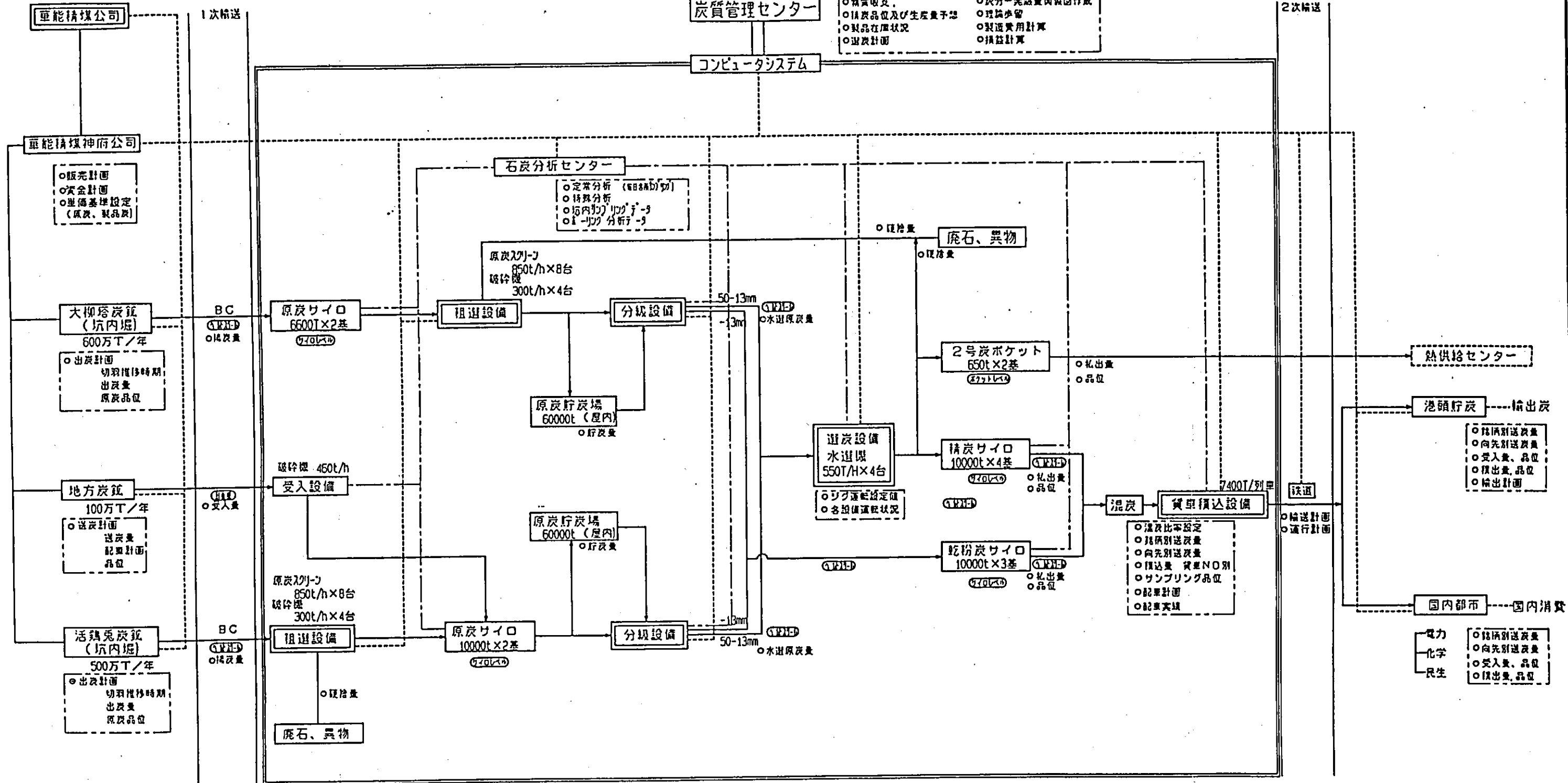
- 石炭のフロー
- - - 石炭のサンプリング場所
- · - · - コンピュータ入力情報フロー
- · - · - コンピュータ出力情報

- 主要機器運転状況
- 各ポケット、サイロレベル
- 溜炭比率設定
- 物質収支
- 積炭品位及び生産量予想
- 製品在庫状況
- 溜炭計画
- 溜炭計画
- 各種分析データベース
- 個別可遡性確保
- 灰分-発熱量関係図作成
- 理論歩留
- 製造費用計算
- 損益計算

炭質管理センター  
コンピュータシステム

石炭分析センター

- 定常分析 (GB&M)等
- 特殊分析
- 5分以内リターン分析
- 1-2分リターン分析



軍能精煤公司

軍能精煤神府公司

大柳塔炭鉱 (坑内産)  
600万T/年

地方炭鉱  
100万T/年

活鶏免炭鉱 (坑内産)  
500万T/年

熱供給センター

港頭貯炭

国内都市

- 電力
- 化学
- 民生

## 8. 3 コンピュータ管理システムの概要

### 8. 3. 1 コンピュータ管理システムの概要

炭質管理システム総合関連図にみられるように、炭質管理コンピュータ室を現在の事務所近くに建設し、ホストコンピュータ、データベース、プリンタ、ワークステーション、通信制御装置、モデム等を配置、炭鉱及び工場、港湾等各所からの情報を入力し、データベースに収納する。また必要に応じて、必要な情報をアウトプット出来るシステムとする。炭鉱のコンピュータや選炭工場のコンピュータとも接続し、国内通信網拡充に合わせ、港湾や北京の華能精煤公司本社とも通信可能とする。コンピュータシステム総合関連図及び基本概念図は(8.3-1図)及び(8.3-2図)の通りである。

### 8. 3. 2 コンピュータ管理システム導入の目的

#### (1) 情報の高速処理と需要対応の迅速化

炭質管理システムは、大柳塔、活鶏兎炭鉱及び地方炭鉱から受入れた石炭を国内及び海外の石炭ユーザの動向及びニーズに合わせた品質の精炭に加工し、必要時期に送り届けるために炭質管理センターを効率よく運用するシステムである。

このためには、炭鉱からの生産、品質に関する情報、選炭、混炭積み込み工場からの運転、輸送、品質に関する情報、さらには遠隔地からの鉄道、港湾等に関する情報、ユーザからの需要動向に関する情報等膨大なデータを収集し、出来るだけ早く情報を整理、解析し、必要データを引き出し、様々な要望に対応する必要がある。

これらに対応するために、コンピュータを導入し、高速情報処理する事が不可欠である。

#### (2) 分散集中制御方式の一元管理

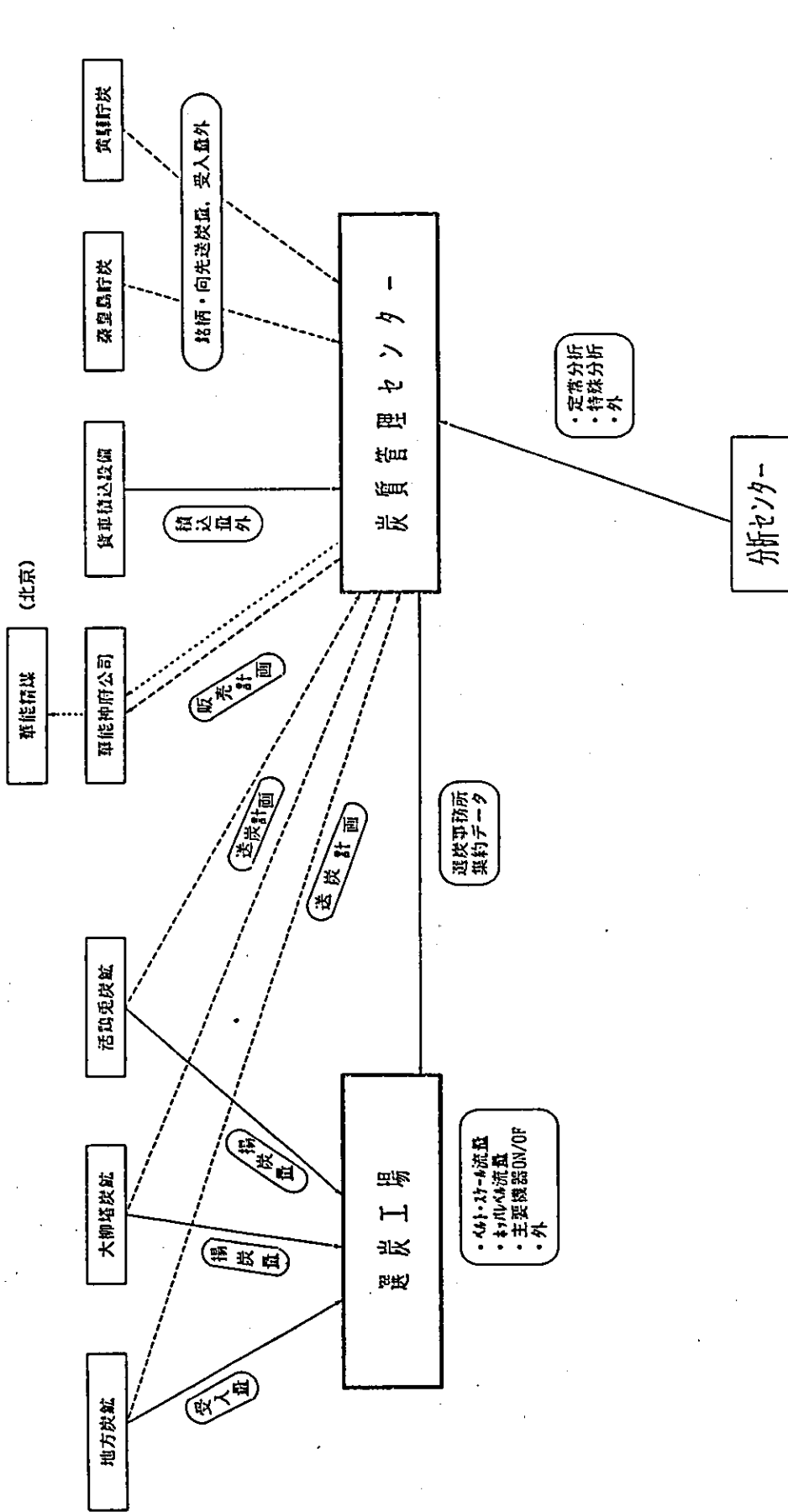
選炭工場生産システムの集中制御は、現中国案では、受入れ系統、破碎ふるい分け系統、水選系統、混炭積み込み系統と大きくは4つの系統に分かれて制御するので、情報が分散し、全体を把握管理しにくいシステムとなっている。運転状況の変化に迅速に対応し、品質のばらつきを少なくするため、1ヶ所で各系統の運転情報を把握する必要がある。

#### (3) 選炭計画、送炭計画の効率化

炭鉱の長期出炭計画、ならびにボーリングデータ等による原炭品位分析に基づき選炭シミュレーションを行い、精炭、乾粉炭の品位及び生産量を予測出来るシス

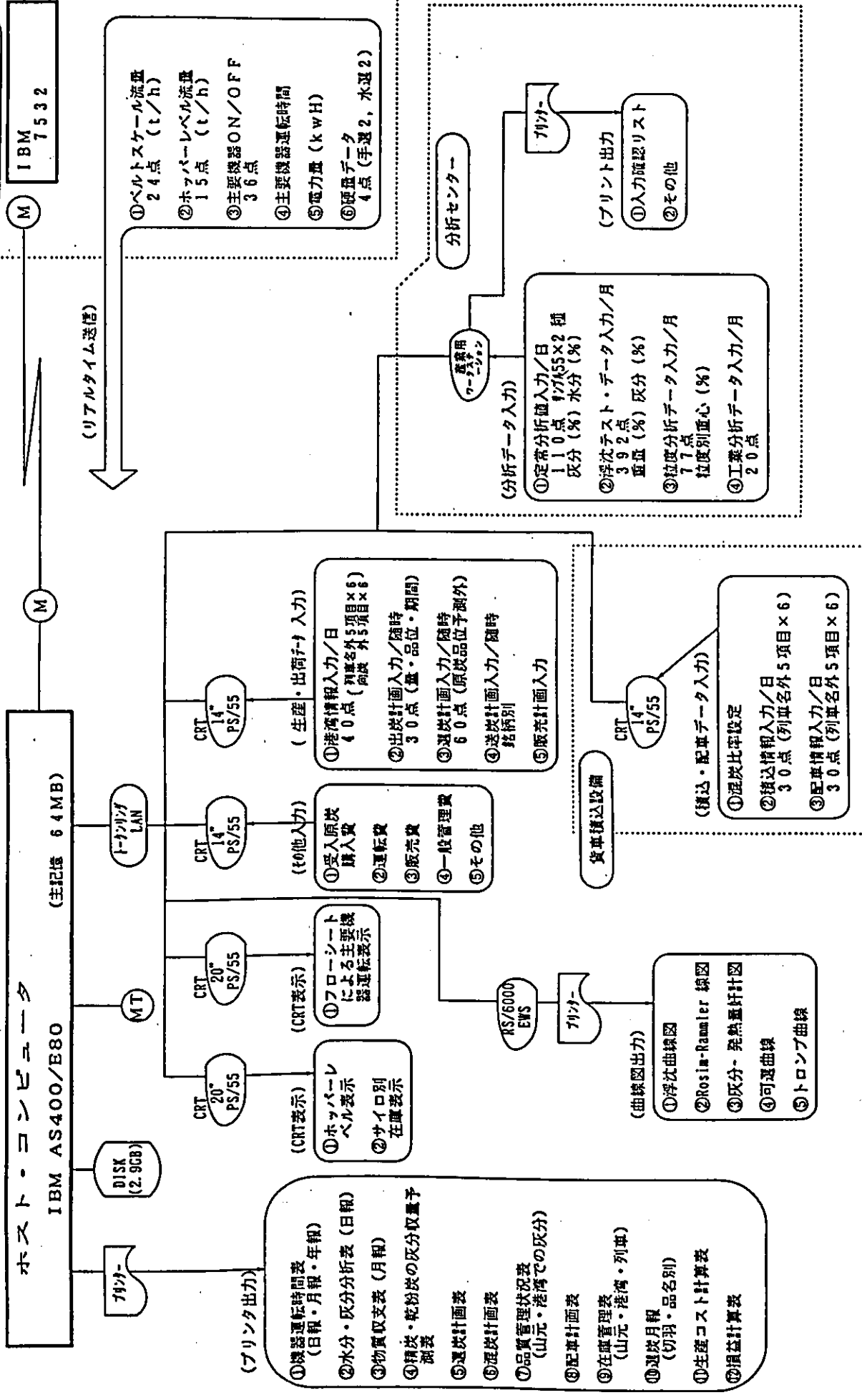
# 神木炭質管理コンピュータシステム総合関連図

凡例 {  
 ——— データ通信  
 ..... 電話/FAX



# 神木炭質管理コンピュータシステム基本概念図

(8.3-2 図)





テムとし、華能精煤会社の販売計画や市場動向に合わせた、効率のよい、より経済効果の上がる選炭及び送炭計画に役立てる。

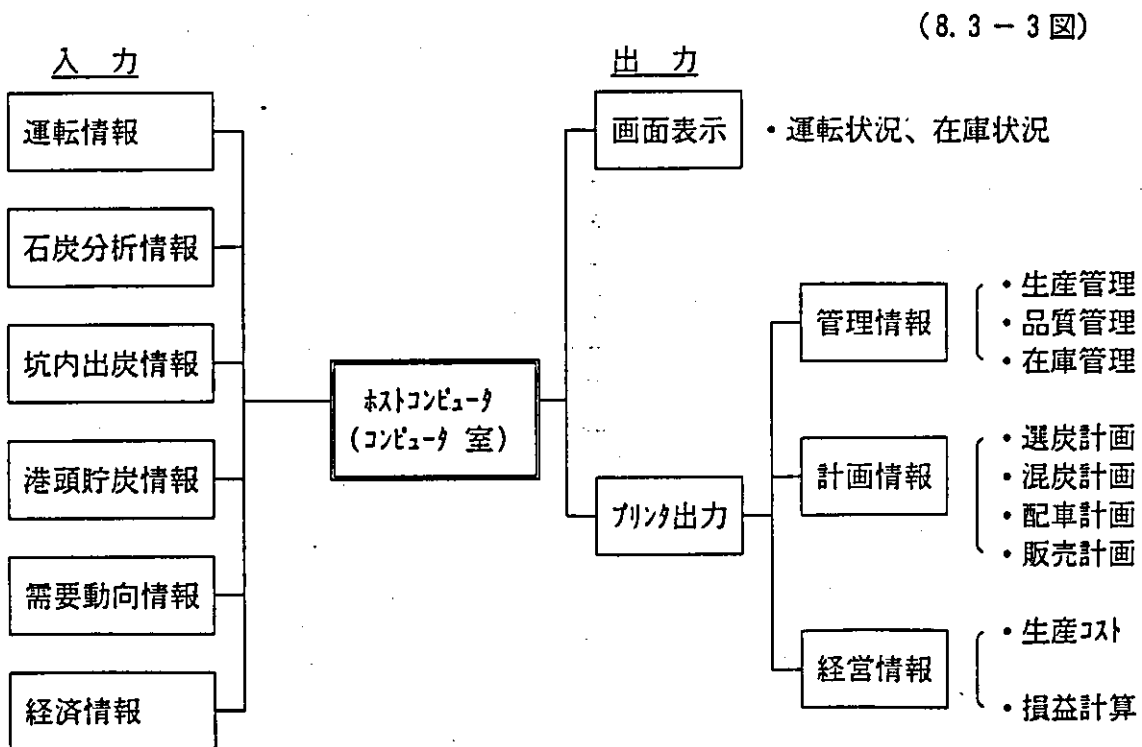
#### (4) 品質管理

輸出向け石炭の拡販のためには、炭質の安定化が必須条件となるが、このシステム採用により、工場出荷時サンプリングデータ、港湾貯炭場でのサンプリングデータ、船積時のサンプリングデータを常時チェックし、品質を許容範囲に入れるべく、混炭及び積み込み計画にフィードバックさせ、迅速に計画修正出来るシステムとする。その他、選炭工場の各所サンプリング分析データの蓄積により、物質収支、品位変動をチェックし、ロスのないより効率的な運転が出来るシステムとする。

### 8. 3. 3 コンピュータシステムの機能

#### (1) 入出力情報

(8.3-1表) にみられるような情報をコンピュータに入力し、データを蓄積し、必要に応じて情報を出力する事が出来る。基本的な入出力情報フローは(8.3-3図)の通り。



神木炭質管理センター入出力情報

A. 入力情報 (8.3-1表)

・定期 (D1)

(8.3-1表)

項目	入力点数	摘	要
1. ベルトスケール	24	バルス 12、7ナロゲ 12	
2. ホッパレベル	15	原炭サイロ 4、精炭サイロ 4、乾粉炭サイロ 4、水選受入ホッパ 27ナロゲ	
3. 主要機器 ON-OFF	36	搬送ベルト 10、原炭SC 4、破碎機 3、71-ダ- 13 BE 2、精炭SC、精炭遠心脱水機、沈降遠心脱水機 其他	
4. 硬 量	4	手選硬 2、水選硬 2	数値入力
5. 積込情報	30	列車名、銘柄、積込量、灰分、水分各6	数値入力
6. 港湾情報	40	列車名、銘柄、受入量、灰分、水分各6 向先、銘柄、積出量、灰分、水分 各2	数値入力
7. 定常分析	110	サンプル箇所55、水分、灰分	
8. 配車情報	30	列車名、列車台数、時刻、予定、実績各6	

・不定期 (M1、Y2)

1. 浮沈テストデータ	392	比重、灰分、重量比、粒度別、切羽別	
2. 工業分析	20	水分、灰分、揮発分、固定炭素、製品炭別	
3. 粒度分析	77	自然級、粉碎級、切羽別	
4. 出炭計画	30	切羽推移時期、断層位置、石炭品位、出炭量等	
5. 選炭計画	60	原炭品位予測、銘柄別需要予測、販売計画	
その他	632		
計	1500		

## B. 出力情報

### i. CRT表示

- ・フローシート画面上に主要機器運転表示
- ・ホッパーレベル表示
- ・在庫状況

### ii. プリントアウト表示

- ・物質収支
- ・品質管理状況表
- ・可選性曲線
- ・灰分-発熱量関係図
- ・Rosin-Rammler 線図
- ・在庫状況表
- ・選炭計画
- ・配車計画
- ・混炭計画
- ・混炭比率設定
- ・主要機器運転経歴（運転時間、故障履歴、定期修理時期等）
- ・生産コスト計算表
- ・損益計算表
- ・その他

### iii. 出力情報の詳細を（8.3-2表）に示す。

コンピュータ出力項目

(8.3-2表)

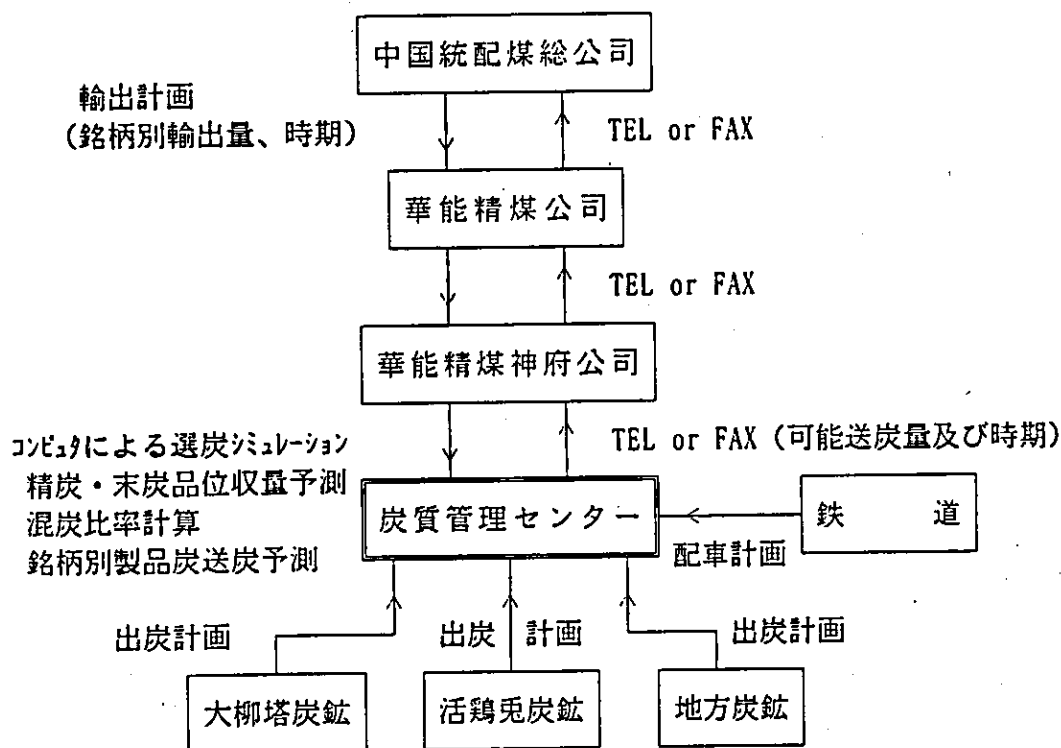
	出力項目	プリントアウト表	入 力
1	物質収支	物質収支表 (M1)	定常分析各サプル箇所の流量 (T/H)、水分、灰分の月平均値
2	精炭品位予測	精炭、乾粉炭の灰分収量予測表 (M1)	坑内炭サンプリング品位及び浮沈テストデータ
3	選炭計画	選炭計画表 (Y2) ジグ自動制御値、給炭量等設定 精炭乾粉炭収量	炭鉱の出炭計画 (量、品位、期間) 及び浮沈テストデータ
4	混炭計画	混炭計画表 (Y2) 銘柄別混炭生産計画	需要予測、在庫状況、精炭・末炭品位予測
5	混炭比率設定	混炭比率設定表 (D7)	精炭・乾粉炭 ネット上サプリア データ 銘柄別送炭計画
6	品質管理状況	品質管理状況表 (D1) 山元・港湾での灰分	積み込み情報、港湾情報
7	配車計画	配車計画表 (D1)	送炭計画、鉄道配車計画
8	在庫管理	在庫管理表 (D1) (山元・港湾・列車)	製品炭在庫量
9	生産コスト計算	生産コスト計算表 (M1)	受入原炭購入費 (月平均品位による単価、受入量) 運転費 (物品費、労務費、電力費、水費 その他経費、設備金利等)
10	損益計算	損益計算表 (M1)	生産コスト、販売コスト及び量、一般管理費、税金等

注) M1 : 1回/月  
Y2 : 2回/年  
D7 : 7回/日  
D1 : 1回/日

(2) システム応用例

① 輸出向け需要に対応する送炭計画の迅速化 (8.3-4 図)

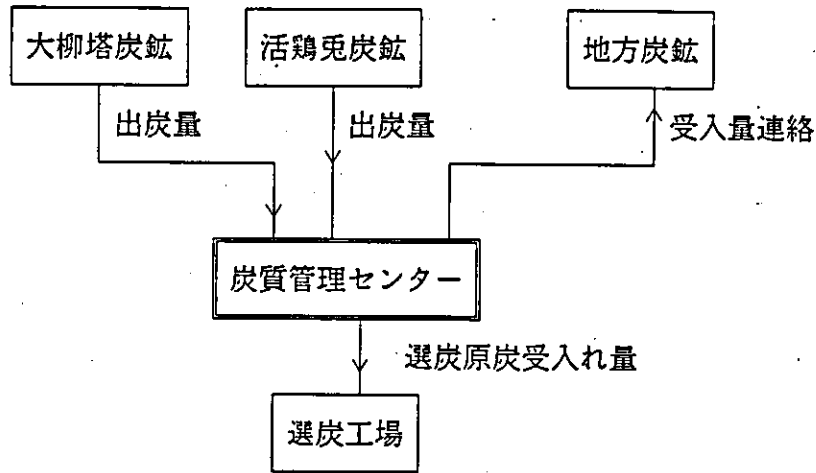
(8.3-4 図)



- i 中国統配煤総公司（中煤公司）から輸出向け送炭依頼（銘柄別石炭量、出荷時期）を受け、華能精煤公司が炭質管理センターに送炭可能かどうか打診する。
- ii これを受けた炭質管理センターでは、各炭鉱からの出炭計画に基づく選炭・乾粉炭の品位及び収量予測を行い、混炭比率計算により、必要銘柄の送炭可能量と鉄道の配車計画を考慮して送炭可能時期を設定する。
- iii この情報を華能精煤神府公司経由で中煤公司に回答する。
- iv 炭質管理センターは、コンピュータに各炭鉱の出炭計画や鉄道からの配車計画等をデータベース化すると共に、選炭シミュレーションによって精炭、乾粉炭の生産を予測する事により、迅速に需要に対応出来るシステムにする。

② 選炭工場稼働率の向上 (8.3-5 図)

大柳塔、活鷄兔炭鉱の出炭計画情報を日々受入れ、出炭の増減を事前に把握し、地方炭の受入量を調節する。選炭量を一定にする事により、選炭工場の稼働率を上げ、原価低減等経済性が高まる。

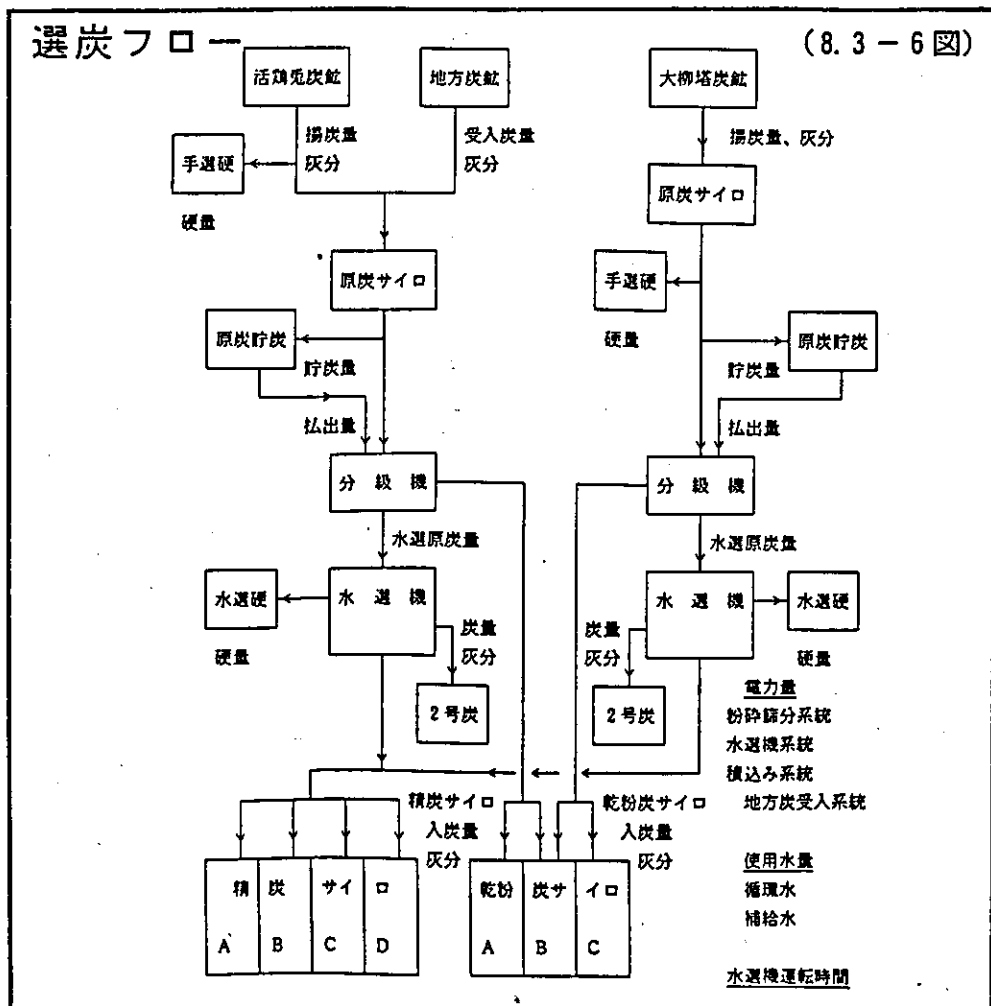


③ 日常管理 (在庫管理及び品質管理)

(a) 選炭管理

下記選炭フロー (8.3-6図) の流炭量、貯炭量、払出し量と灰分を日々コンピュータに入力し、その結果に基づき、日報、月報、年報を作成する。

管理日報及び月報の参考例を (8.3-3表) 及び (8.3-4表) に示す。



# 選炭管理日報

(8.3-3表)

年 月 日

	精炭量	原炭 サイロ 在庫量	原炭 サイロ 払出量	手選 硬炭量	非常 貯炭量	非常 貯炭 払出量	入選 原炭量	水選 硬炭量	選炭生産量							歩留	摘要		
									2号 炭量	精炭量				乾粉炭量				計	
										A	B	C	D	A	B				C
大郡場	炭量 t																		
	灰分%																		
活潑炭	炭量 t																		
	灰分%																		
地方炭	炭量 t																		
	灰分%																		
計																			

電力量 (KWh)	粉砕精分系統 (大郡場側)			溜取水	(記事)
	(活潑炭側)			溜取水	
	水選機系統		選炭使用水量 (t/d)	計	
	選炭系統		水選機運転時間 (H)		
	地方炭受入系統				
	計				

# 製品炭管理日報

年 月 日

貨車運送所

選炭所受入

	精炭A	精炭B	精炭C	精炭D	混炭用サイロ			製品炭選出				計	
					乾粉A	乾粉B	乾粉C	5.0 A	7.0 A	9.0 A	末炭		
在庫量	炭量 t												
	灰分%												
列車NO	炭量 t												
	灰分%												
1001	炭量 t												
	灰分%												
1002	炭量 t												
	灰分%												
1003	炭量 t												
	灰分%												
1004	炭量 t												
	灰分%												
1005	炭量 t												
	灰分%												
1006	炭量 t												
	灰分%												
払出計	炭量 t												
	灰分%												
受入計	炭量 t												
	灰分%												
在庫量	炭量 t												
	灰分%												

列車NO	受 入		積 出				
	銘柄	受入量 t	灰分 %	向先	銘柄	積出量 t	灰分 %
993							
994							
995							
996							
997							
998							

銘柄別在庫

銘柄	前日在庫	本日受入	本日積出	本日在庫	摘要
5.0 A					
7.0 A					
9.0 A					
計					

国内向石炭集荷所

列車NO	受 入		積 出				
	銘柄	受入量 t	灰分 %	向先	銘柄	積出量 t	灰分 %
990							
991							
992							

銘柄別在庫

銘柄	前日在庫	本日受入	本日積出	本日在庫	摘要

(1) 品位、出炭、送炭、山元消費、貯炭

(8.3-4表)

	品 位						数 量						備 考	
	保証		作業標準		実 績		出 炭			送炭	山元消費	貯炭(t)		
	灰分	30%-	%	灰分	%	灰分	30%-	t	%	%	t	t		当月末
製 品 炭	5.0A													
	7.0A													
	9.0A													
	乾粉炭													
	2号炭													
計														
使 用 炭	手運便													
	水運便													
	計													
原炭合計														

(2) 水 量

補給水(m³/月)	

(3) 切羽別出炭量

	切 羽	数 量				歩留 (%)	原炭品位	
		原 炭		精 炭			灰分	30%-
		t	%	t	%		(%)	(%)
大 郡 炭 坑	水平一・二							
	二・六							
	隆道							
	斜坑五・一							
	五・三							
	隆道							
計								
冠 鳥 炭 坑	二							
	四・一 <sup>上</sup>							
	四・一 <sup>下</sup>							
	隆道							
計								
坑内炭計								
地方炭計								
合 計								

(5) 送 炭

機 別	台 数	仕 様	処 理 原 炭				使 用 水		
			t		対原炭	品 位	m³/t	温度 (%)	
			1/日	1/月	(%)	灰分 30%-			
大 郡 炭 主 選			原炭1次スクリーン						
			原炭2次スクリーン						
冠 鳥 炭 主 選			原炭1次スクリーン						
			原炭2次スクリーン						

(6) 微物回収

	仕 様	台 数	処 理 原 炭				産 物			
			1/日	1/月	A%	温度	A%	1/月	W%	
脱 水	フィルタープレス									
	精炭磁心脱水機									
	沈降磁石磁心脱水機									
凝 集 剤										

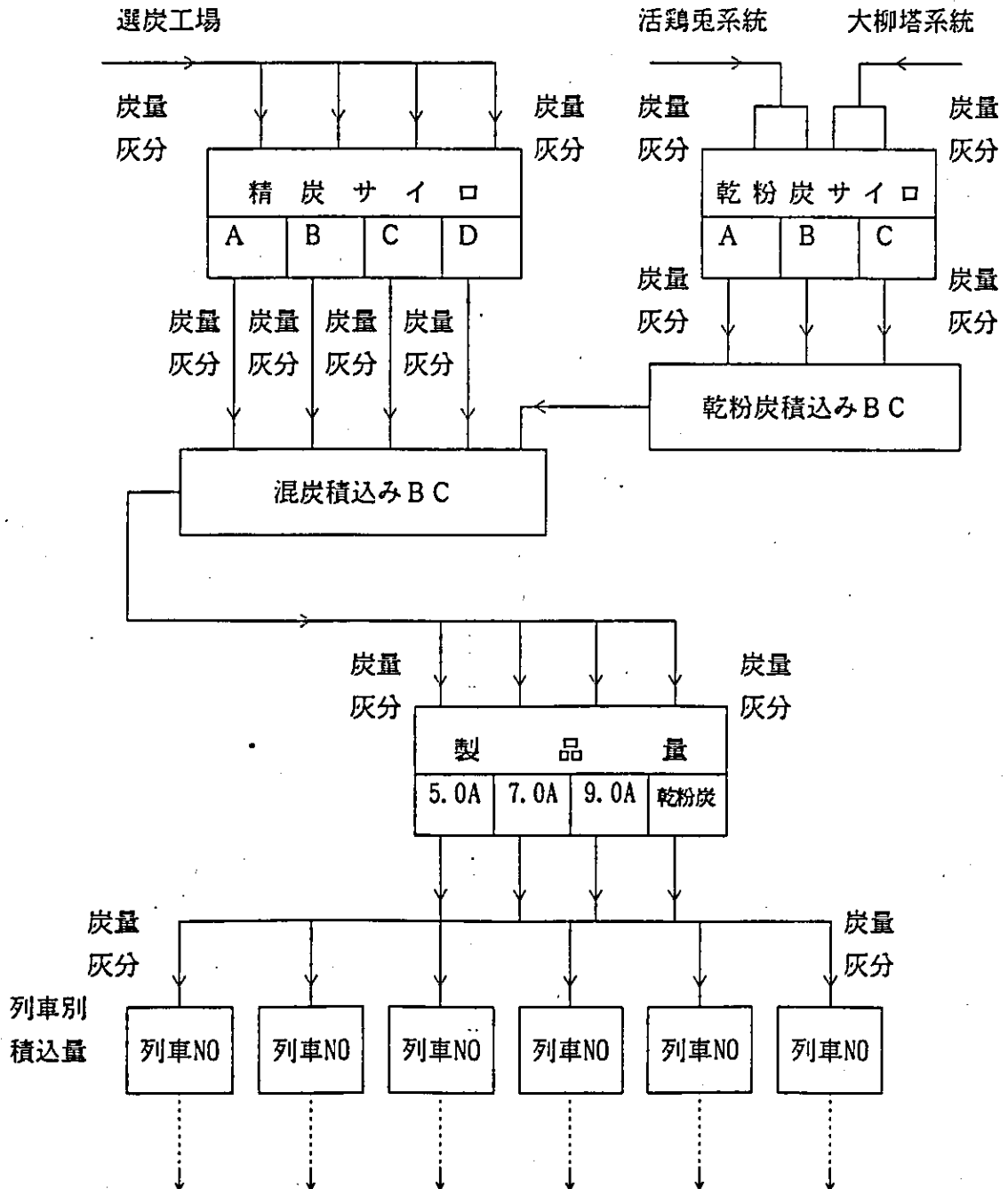


(b) 製品炭管理

下記製品系統の石炭輸送量、貯炭量及び灰分を日々コンピュータに入力し、これらに基づいて日報、月報、年報を作成し、在庫管理及び品質管理等に利用する。

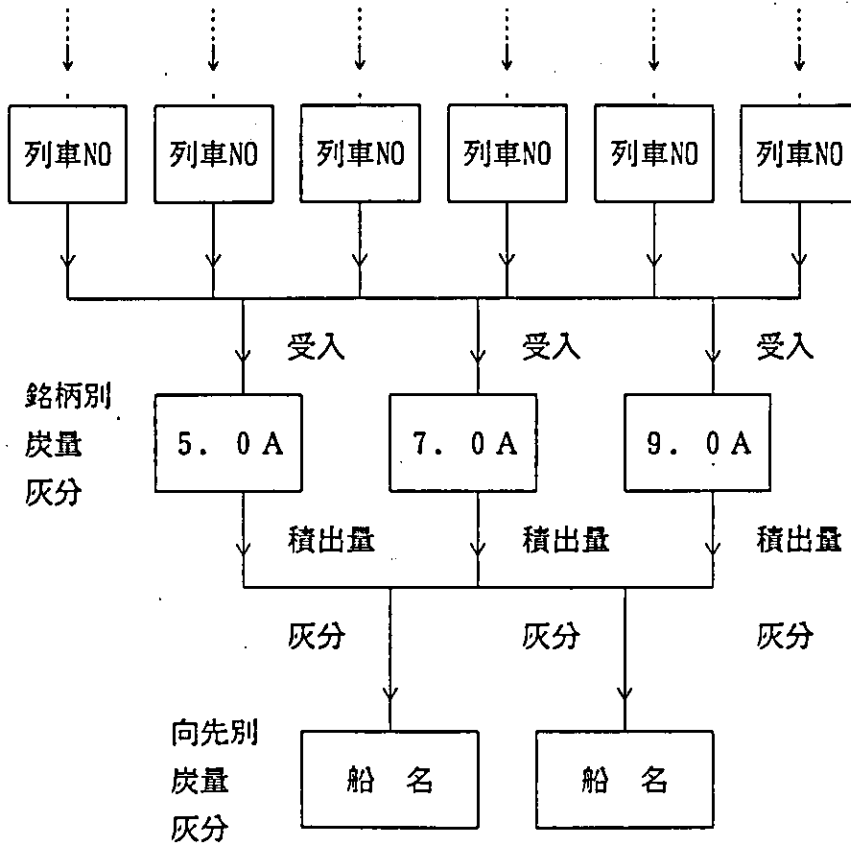
(8.3-7図)

山元



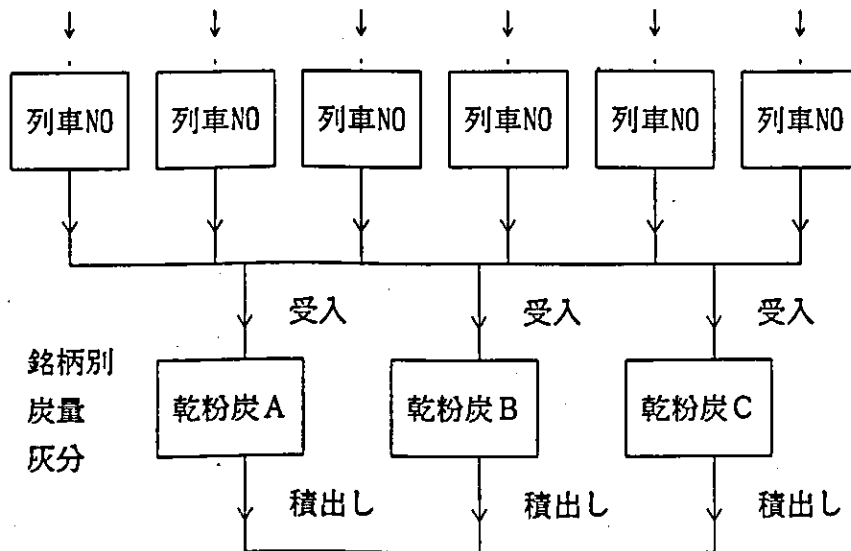
港湾

列車別  
受入量  
灰分



国内向石炭集荷所

列車別  
受入量  
灰分



④ 運転管理

主要機器ON-OFF情報を入力し、CRTでの運転状況把握、運転時間記録及び故障履歴等を入力する事により、機器の修理時期や更新時期を的確に指示すると共に、予防保全を行い、故障による停止を無くする。(8.3-8図)

⑤ 在庫管理

各炭鉱からの揚炭量、選炭工場の各ホッパ在庫量、貯炭量、積込み所での製品炭払出し量、鉄道貨車積量、港湾での貯炭量及び船積量等を入力しデータを蓄積しておき、常時銘柄別在庫量を把握し、混炭計画及び送炭計画に速やかに反映させ効率化を図る。

⑥ 品質管理

生産ラインでの各所サンプリング分析データを入力整理する事により運転上の異常や品質の変化を早期発見し、運転条件を速やかに変更し、精炭品質変化のばらつきを少なくする。サンプリング場所は(8.3-5表)及び(8.3-9図)の通り。また、製品炭の品位のばらつきを少なくするため、積込み所、港湾貯炭場所や船積場所でのサンプリング分析データの時系列的チェックを行ない混炭比率設定へフィードバックすることが必須条件となる。

⑦ 精炭品位予測

コンピュータに選炭シミュレーション機能を持たせ、坑内サンプリング炭の品位及び浮沈テストデータを入力する事により、精炭や乾粉炭の品位や収量を予測し、選炭機運転計画に利用する。(8.3-10図)

⑧ 送炭計画

需要動向や精炭・乾粉炭ポケットの在庫状況を捉え、効率の良い送炭計画をたてる。

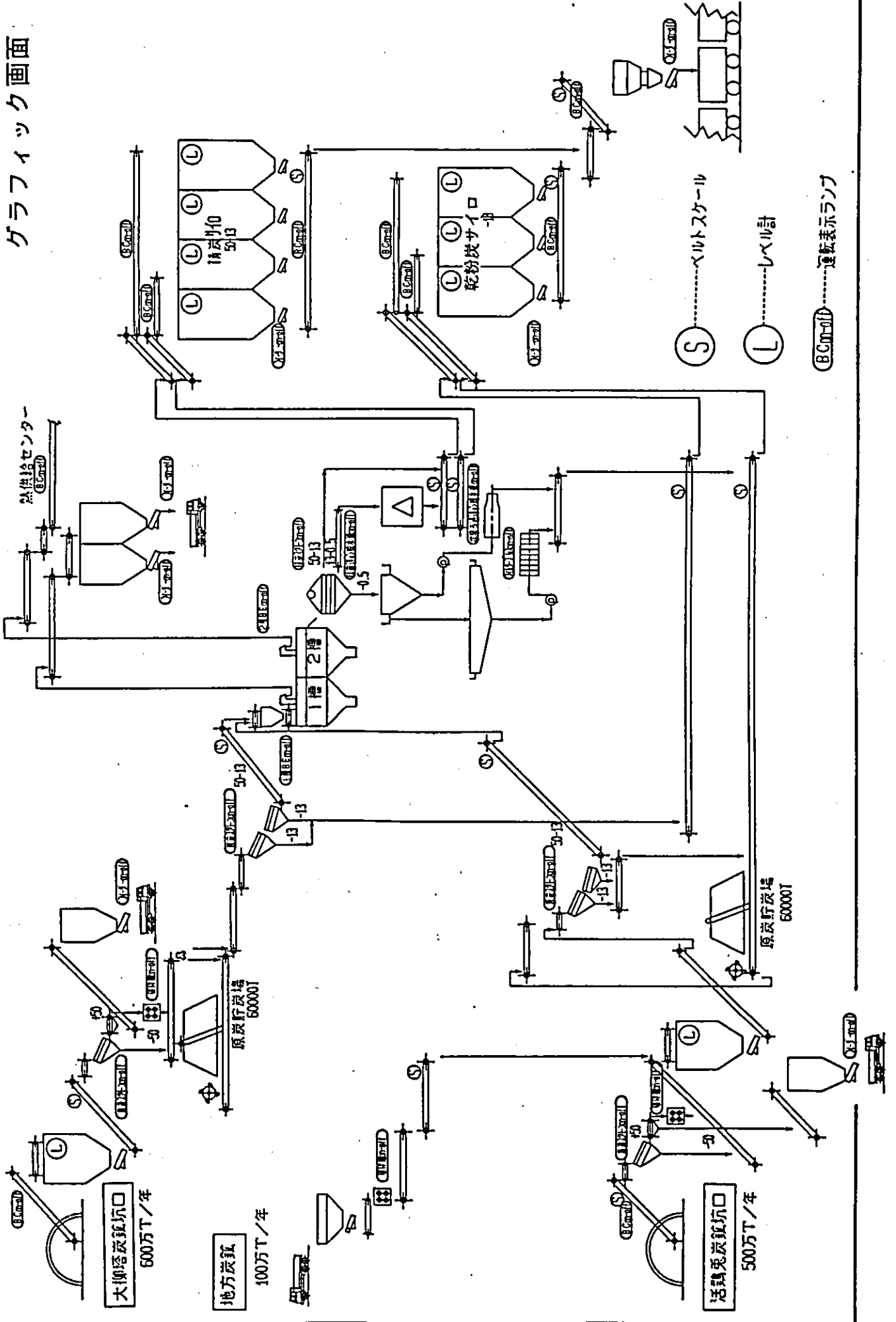
⑨ 経済計算

原炭購入費、物品費、労務費、光熱費、修繕費、設備金利、一般管理費、税金等を入力し、生産コスト計算や損益計算表を作成する。

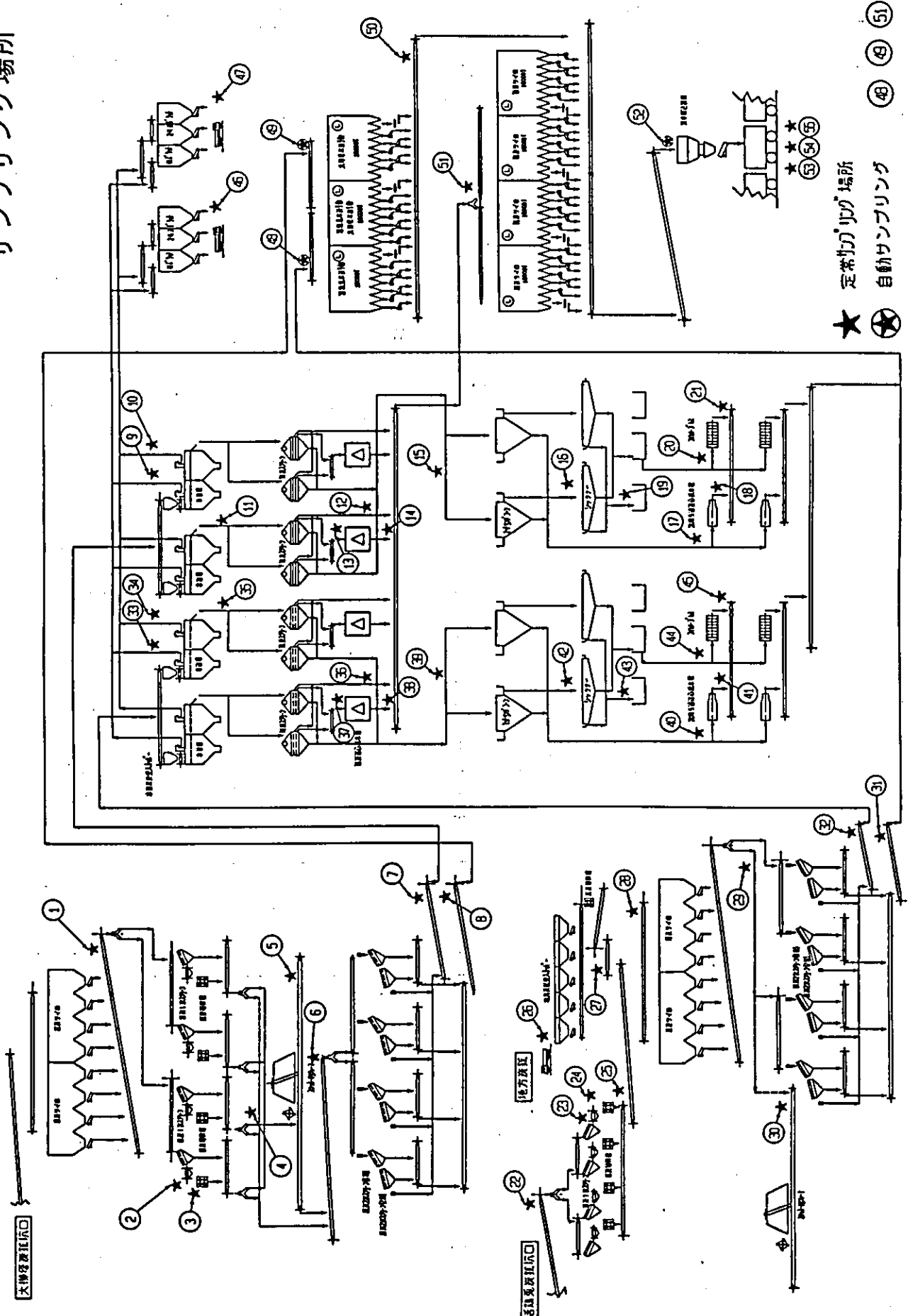
⑩ その他

生産工程の物質収支(8.3-11図)、可線性曲線(浮沈曲線)、灰分-発熱量関係図、Rosin-Rammer 線図作成や技術計算の機能も持たせる。

グラフィック画面



サンプリング場所



★ 定常サンプリング場所  
 ☆ 自動サンプリング

サンプリング場所

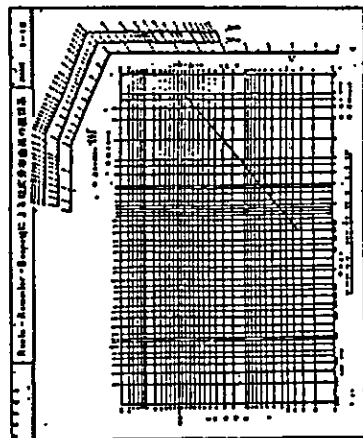
(8. 3 - 5 表)

炭 鉈	サンプリング場所	サンプリング回数, 頻度
大柳塔炭鉈	1 坑口原炭	1 方30分毎に採取、縮分し、サンプリング
	2 手選硬	"
	3 破碎前原炭	"
	4 1次原炭 S C 網上	"
	5 貯炭原炭	"
	6 2次原炭 S C 原炭	"
	7 乾粉炭	"
	8 水選原炭	"
	9 1槽硬	"
	10 2号炭	"
	11 精炭 (S C 前)	"
	12 精炭 S C 網上	"
	13 精炭 (遠心脱水機前)	"
	14 精炭 (遠心脱水機後)	"
	15 精炭 S C 網下	"
	16 セツリングコン 溢流	"
	17 セツリングコン 底流	"
	18 微粉炭 (遠心脱水機後)	"
	19 シクナー 溢流	"
	20 シクナー 底流	"
	21 微粉炭 (フィルタープレス)	"
活鶏兎炭鉈 (地方炭鉈含)	22 坑口原炭	"
	23 手選硬	"
	24 1次原炭 S C 網上	"
	25 破碎後原炭	"
	26 地方原炭	"
	27 地方炭破碎後原炭	"
	28 原炭サイロ前原炭	"
	29 2次原炭 S C 原炭	"
	30 貯炭原炭	"
	31 乾粉炭	"
	32 水選原炭	"
	33 1槽硬	"
	34 2号炭	"
	35 精炭 (S C 前)	"
	36 精炭 S C 網上	"
	37 精炭 (遠心脱水機前)	"
	38 精炭 (遠心脱水機後)	"
	39 精炭 S C 網下	"
	40 セツリングコン 溢流	"
	41 セツリングコン 底流	"
	42 微粉炭 (遠心脱水機後)	"
	43 シクナー 溢流	"
	44 シクナー 底流	"
	45 微粉炭 (フィルタープレス)	"
積込設備	46 大柳塔 2号炭トラック積	トラック毎に採取、縮分し、サンプリング
	47 活鶏兎 2号炭トラック積	"
	48 大柳塔乾粉炭	自動灰分計, 自動サンプリング
	49 活鶏兎乾粉炭	自動灰分計, 自動サンプリング
	50 積込乾粉炭	1 方30分毎に採取、縮分し、サンプリング
	51 精炭	自動灰分計, 自動サンプリング
	52 製品炭	自動サンプリング
	53 貨車 上 (5.0A精炭)	代表貨車毎に採取、縮分し、サンプリング
	54 貨車 上 (7.0A精炭)	"
	55 貨車 上 (9.0A精炭)	"

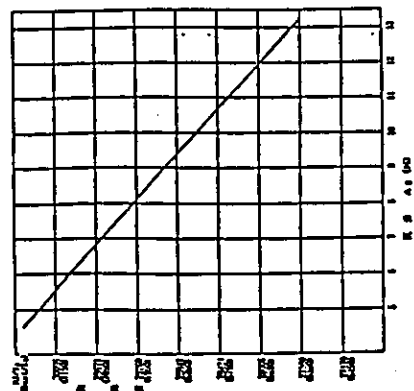
粒徑分布測定試験

試料名 (ID)	測定方法	測定結果
1	1-5	...
2	10-15	...
3	15-20	...
4	20-25	...
5	25-30	...
6	30-35	...
7	35-40	...
8	40-45	...
9	45-50	...
10	50-55	...
11	55-60	...
12	60-65	...
13	65-70	...
14	70-75	...
15	75-80	...
16	80-85	...
17	85-90	...
18	90-95	...
19	95-100	...

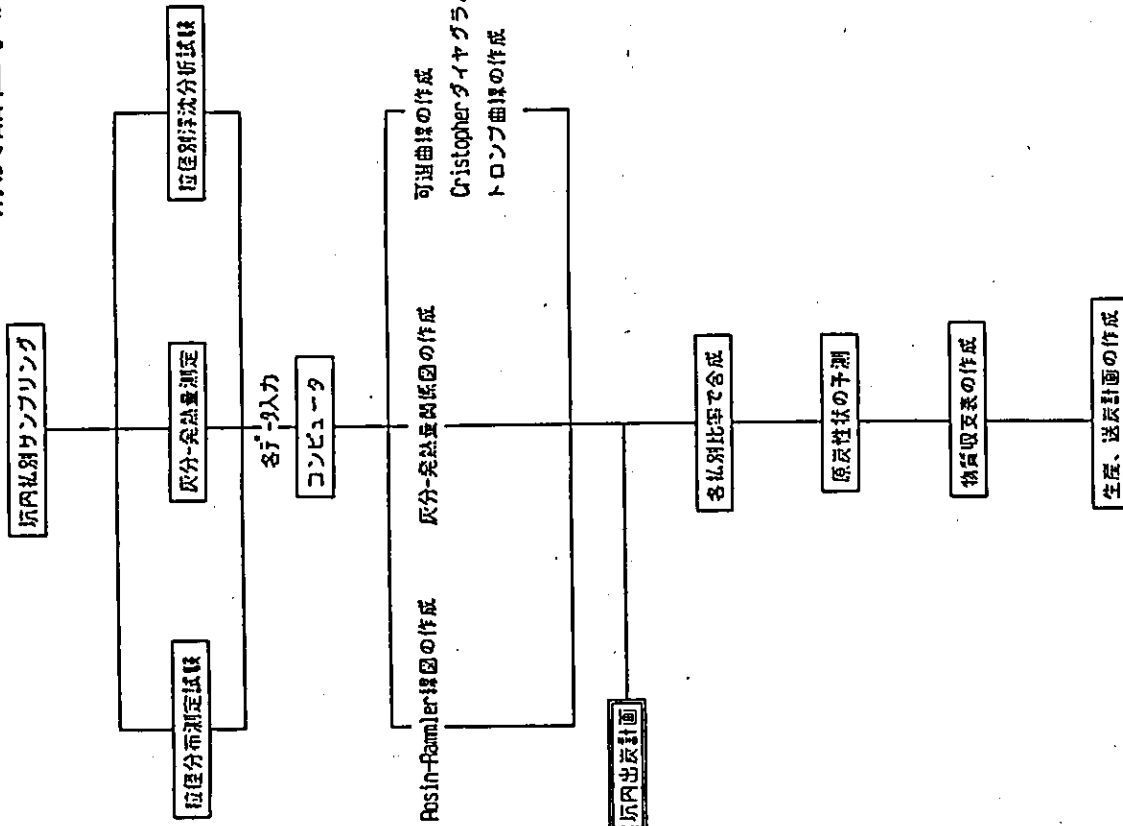
Posin-Rammer 線図の作成



灰分-発熱量関係図の作成



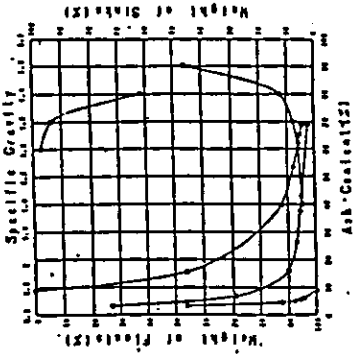
精炭品位予測



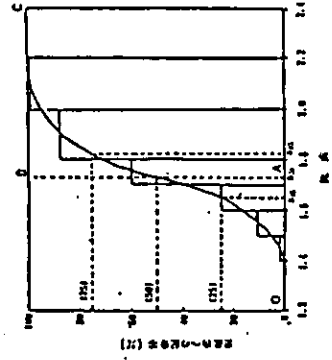
浮沈分析試験

試料名 (ID)	測定方法	測定結果
1	1-10	...
2	10-20	...
3	20-30	...
4	30-40	...
5	40-50	...
6	50-60	...
7	60-70	...
8	70-80	...
9	80-90	...
10	90-100	...

可選曲線の作成



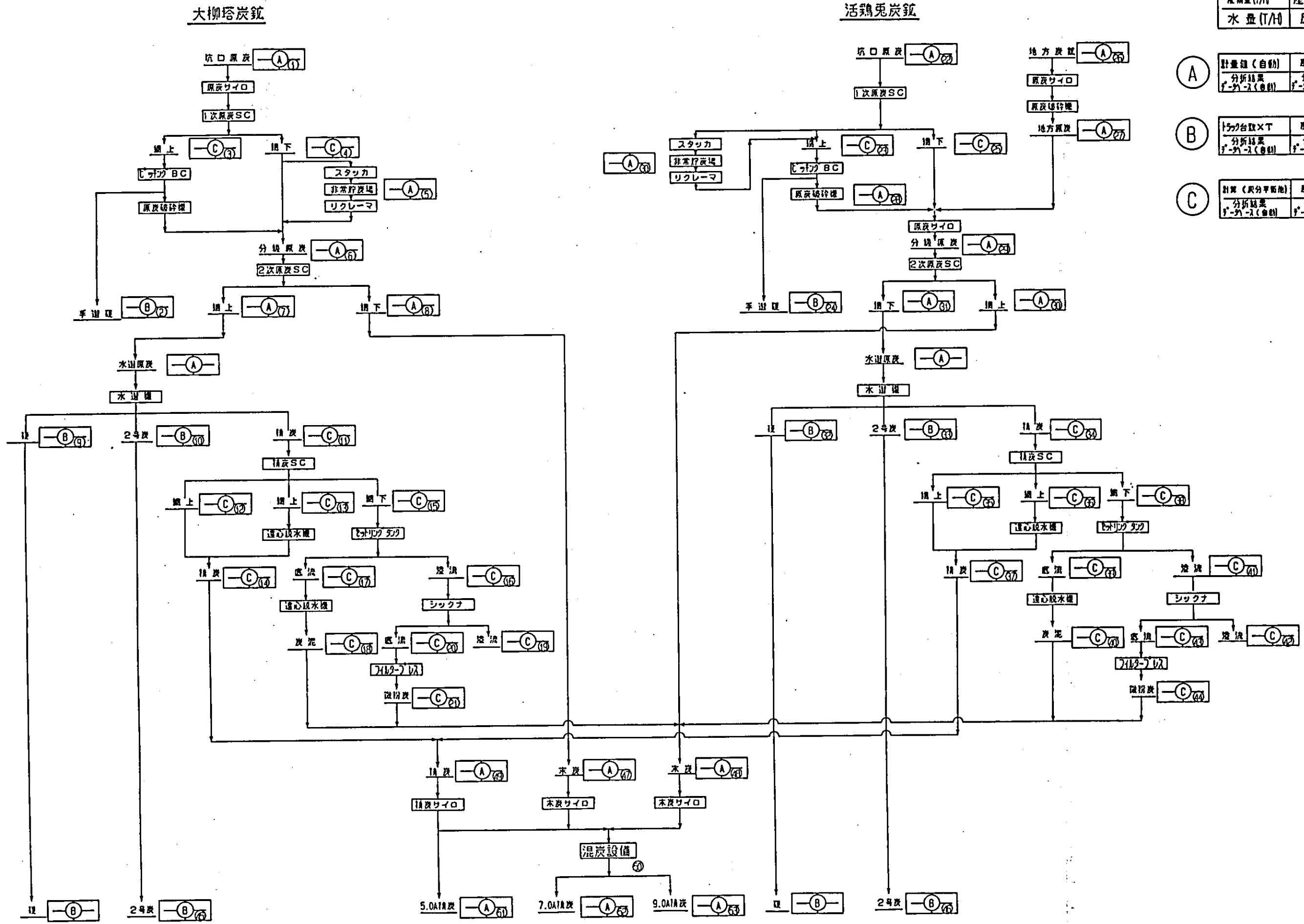
トロンプ曲線の作成



物質収支

産物量(T/H)	産物割合(%)
水量(T/H)	灰分(%)

- |   |                    |                    |
|---|--------------------|--------------------|
| A | 計量値(自動)            | 産物割合(%)            |
|   | 分析結果<br>F-21-1(自動) | 分析結果<br>F-21-2(自動) |
- |   |                    |                    |
|---|--------------------|--------------------|
| B | トラック台数×T           | 産物割合(%)            |
|   | 分析結果<br>F-21-1(自動) | 分析結果<br>F-21-2(自動) |
- |   |                    |                    |
|---|--------------------|--------------------|
| C | 計算(灰分平衡他)          | 産物割合(%)            |
|   | 分析結果<br>F-21-1(自動) | 分析結果<br>F-21-2(自動) |





#### 8. 3. 4 炭質管理センター企画情報室及び人員配置

コンピュータ室を含む企画情報室の建屋は(8.3-12図)程度の規模で、選炭事務所近くに配置する。また人員は室長1名、システムエンジニア2名、オペレータ6名(管理1、分析品質2、業務担当2、事務処理担当1)、企画技師2名程度を配置する。

#### 8. 3. 5 コンピュータ機器の機能及び仕様

コンピュータシステムの機器構成図は(8.3-13図)のようになる。

近距離通信では、ホストコンピュータと各ワークステーションをトークンリングLANで接続し、コンピュータとの接続はモデムで行う。電話網の拡充された時点では各炭鉱や遠方の港湾や華能精煤会社のコンピュータとのデータ通信は(8.3-14図)の通り。

炭質管理センター周辺のコンピュータシステムフローは(8.3-15図)に示す。

機器仕様  
(ホストコンピュータ関係)

(8.3-6(1)表)

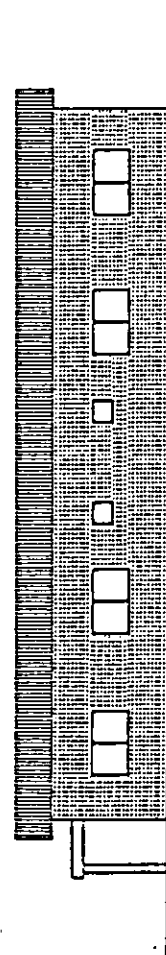
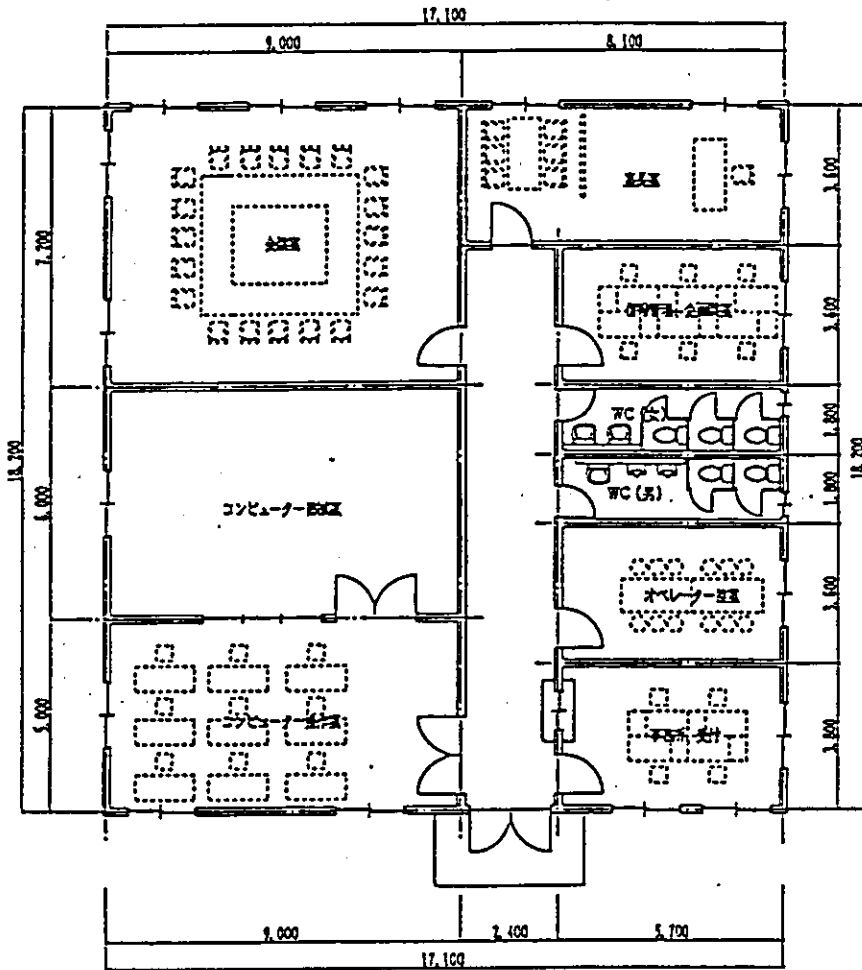
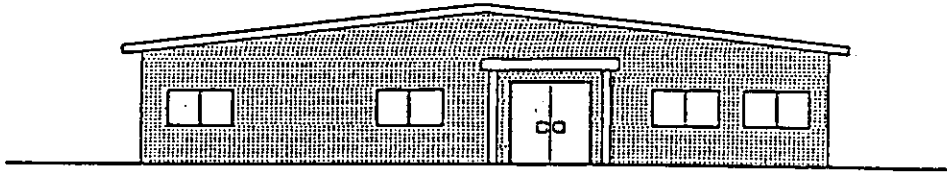
機種	名称	数量	摘要
9406-E80	システム装置	1	内磁気ディスク 1,280MB AC200V (W)650×(D)920×(H)1600mm
	(2623)6回線通信制御装置	1	
	(2626)16/4MBS トークンリング アダプター	1	
	(2644)3490磁気テープ サブシステムアタッチメント	1	
	(2658)EIA232/V24 2回線アダプター	1	
	(3104)64MB 主記憶拡張機能	1	
	(5042)システム装置拡張機構	1	
	(6112)磁気記憶装置制御機能	1	
(6140)平衡型ワークステーション 制御機能	1		
3490-D42	磁気テープ 装置	1	1/2インチカートリッジテープ 転送速度 3MB/SEC, 記録密度77,000BPI 記憶容量400MB (W)750×(D)950×(H)1600mm
	(2512)カートリッジ自動装填装置		
9336-020	磁気ディスク装置	1	1,714MB 転送速度 3MB/SEC (W)490×(D)730×(H)230mm

機種	名称	数量	摘要
7012-32H	POWERステーション処理装置  (2560)400MB-SCSI磁気ディスク (4034)32MB選択記録機構 (2781)3次元カラーグラフィックプロセッサ (2782)Zバッファオプション (6030)キーボード (6041)マウス (2970)トーンリングアダプター	1  1 1 1 1 1 1	主記憶装置 32MB 内蔵磁気ディスク 400MB (W)460×(D)530×(H)170mm
6091-019	表示装置	1	19インチ カラー 1,280 × 1,024ドット (W)410×(D)450×(H)420mm
7207-001	カートリッジテープ 機構	1	外付テープ 装置 1 カートリッジ当たり 525MB (W)410×(D)450×(H)420mm
101Xシリーズ	カルコンパ-ベンプロック(A0版)	1	(W)410×(D)450×(H)420mm

## (端末機器関係)

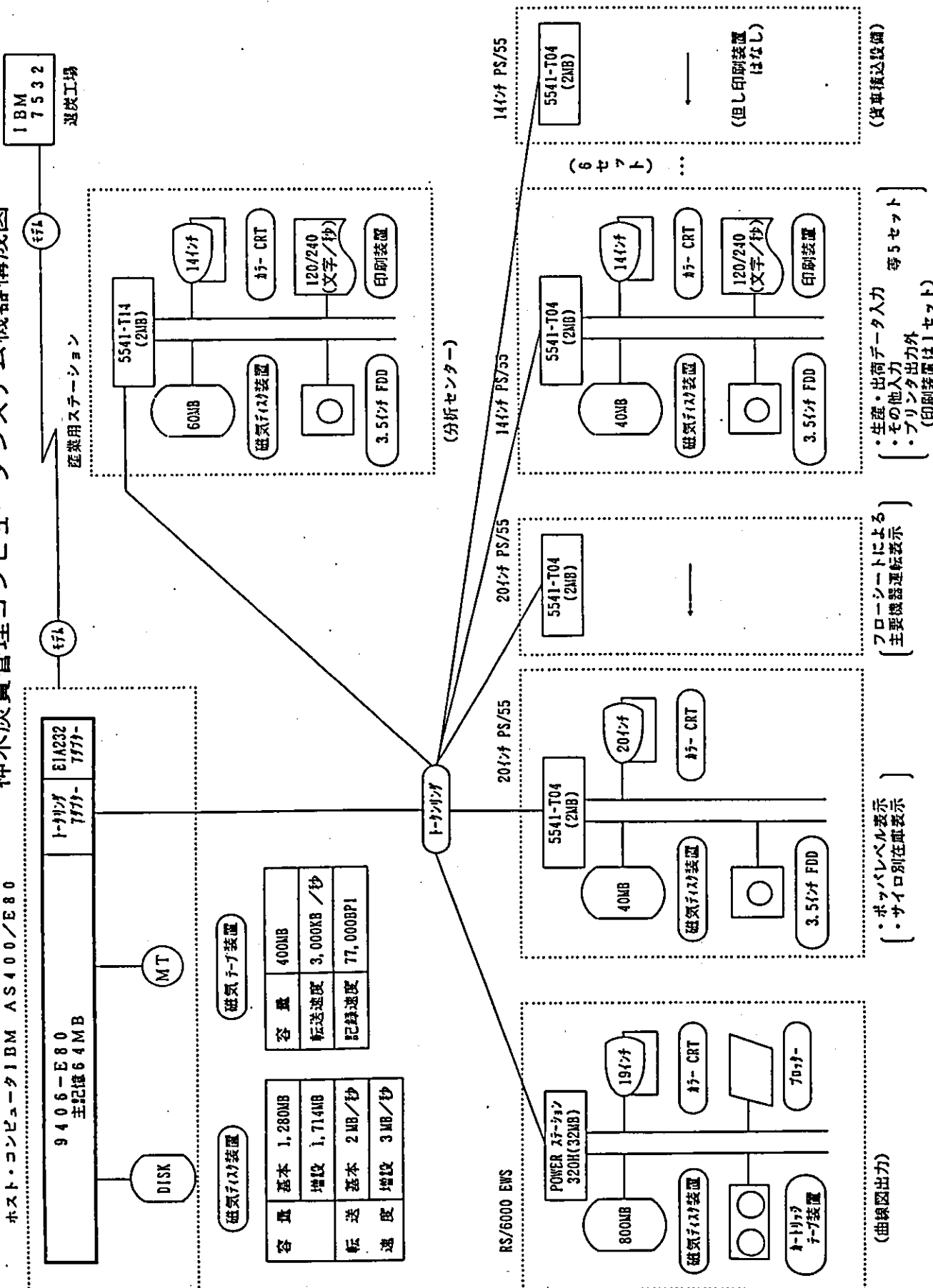
(8.3 - 6(3)表)

機種	名称	数量	摘要
5541-T04	システム装置	2	主記憶装置 2MB  (W)360×(D)400×(H)100mm
	トークリングアダプター	2	
5576-001	キーボード	2	
5574-C19	表示装置(20 インチ)	2	(W)450×(D)480×(H)400mm
5541-T04	システム装置	6	主記装置 2MB  内蔵磁気ディスク 40MB
	トークリングアダプター	6	
5576-001	キーボード	6	
5574-C06	表示装置(14 インチ)	6	(W)410×(D)420×(H)320mm
5502-T1A	産業用WSシステム装置	1	主記装置 2MB  内蔵磁気ディスク 40MB
	トークリングアダプター		
5574-001	キーボード	1	
5574-C06	表示装置(14 インチ)	1	(W)410×(D)420×(H)320mm
5577-H02	印刷装置	2	漢字240/120 字/SEC



図面No.	8.3-12
工事名称	神戸東灘区東区役所管理システム・印刷調査
図面名称	東区役所管理システム・印刷調査
年月日	
作成者	
校核者	
承認者	

# 神木炭質管理コンピュータシステム機器構成図



・生産・出荷データ入力 等 5セット  
 ・その他入力  
 ・プリンタ出力外 (印刷装置は1セット)

フロッピーによる  
 主要機器運転表示

・ポップアップ表示  
 ・サイロ別在庫表示

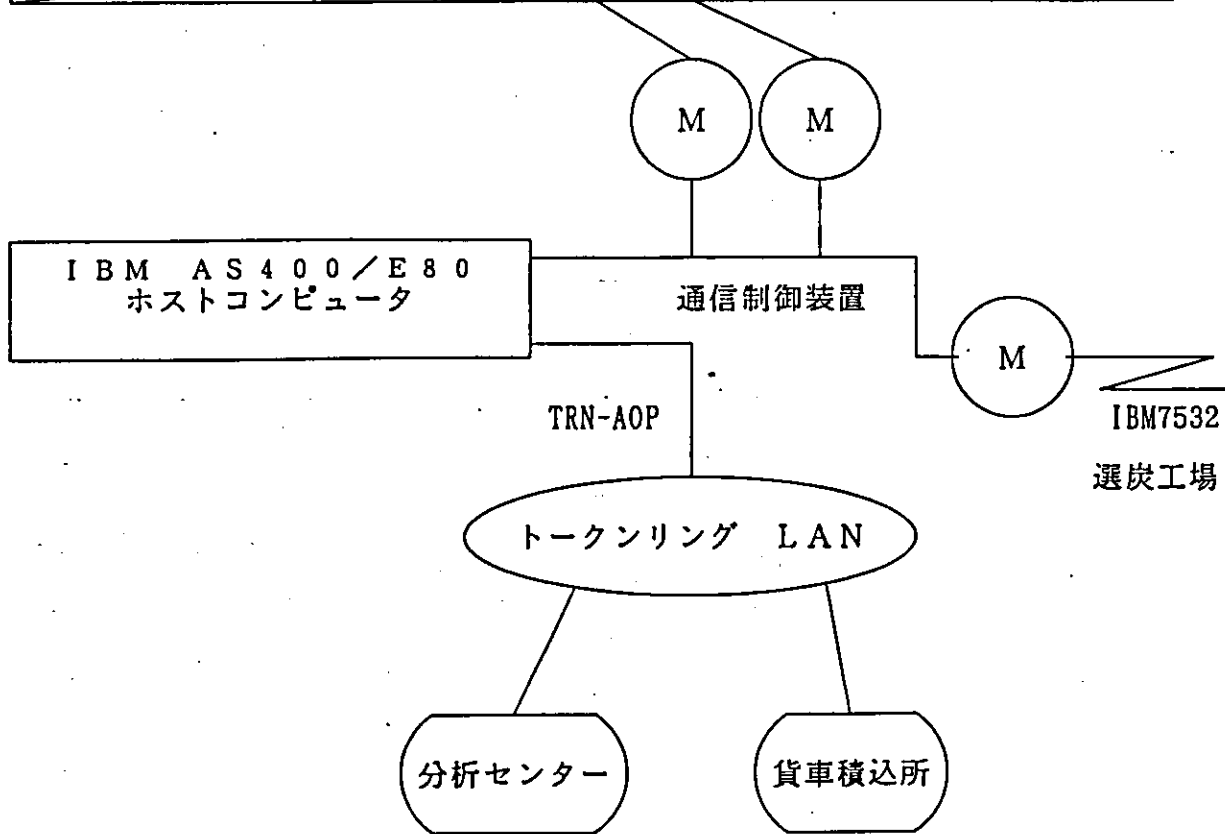
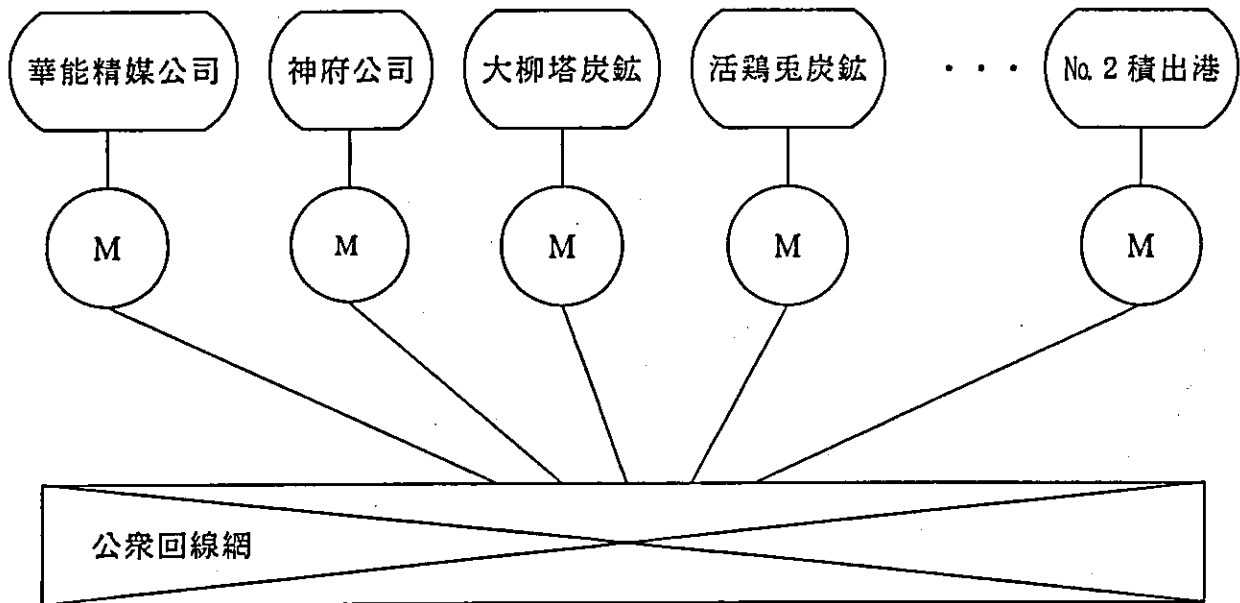
(曲線図出力)

# データ通信システム

(8.3-14図)

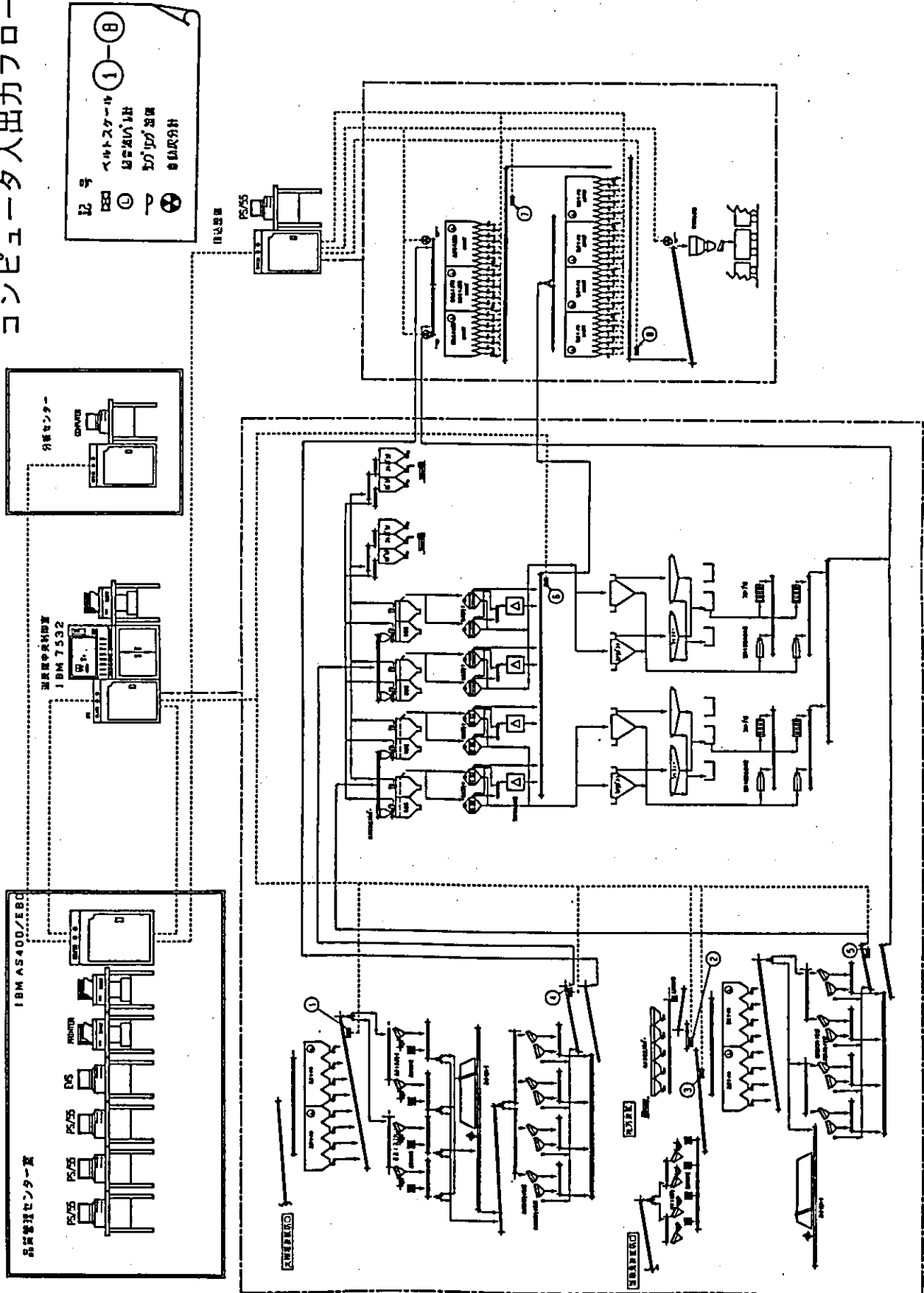
凡例 M: モデム

9箇所 (敷地外遠隔地)



2箇所 (敷地内遠隔端末)

# コンピュータ入出力フロー



### 8. 3. 6 コンピュータシステム導入計画

今回の計画では、中国の選炭工場で導入計画のあるコンピュータ機種に合わせ、IBM社製のものの中から最適の機種を検討したが、実際に導入する時点では、国情に適合した機種の選定が望ましい。導入時期は出炭規模 1,200万 t/年体制が達成する 1998年頃としたが、ソフト設計に 3年近く日時を要するので、発注は1995年頃にする必要がある。

導入初期段階では、通信網が整備されていないと想定されるので、データはオペレータによる手動入力が多くなるが、通信網の拡充に従って、モデムを介した遠距離データ通信が可能となり、情報処理の高速化や省力化が可能となる。

これらコンピュータシステムを有効に活用するためには、システムエンジニアの育成と光通信技術や情報処理技術等コンピュータ取扱技術のレベルアップを図る必要がある。

### 8. 3. 7 コンピュータ設備投資

#### 工事費算定的前提条件

- i 事務所建屋建設費は中国側実績 700～800元/m<sup>2</sup>平均 750元/m<sup>2</sup>を採用した。
- ii 照明設備は40W2灯用/4m<sup>2</sup>で計算75台設置、付属器具電線込みで 160元/台とした。
- iii 分電盤は照明関係とコンピュータ関係の 2面とした。
- iv 空調設備は中国製クーラー (10,000Kcal/h) を採用、コンピュータ設置場所 3箇所を設置する。
- v 国内調達機器の据付費は設備費の20%とした。
- vi ホストコンピュータ及び端末機等は全て日本での価格を採用、据付費はS/V費込みで機器価格の1%にし、輸送費は機器価格の2%とした。なお為替レートは 25円/元とした。
- vii 通信機器として近距離用 2箇所 120元、遠距離用 9箇所 電話回線用モデムで 132元程度となり、他に通信ケーブル及び工事費等を必要とするが、距離その他不明なので取りあえず 1,200元計上した。
- viii ソフトウェア費用

設計費	4,000	千元
プログラム作成費	4,800	千元
テスト費	480	千元
諸経費	400	千元

計 9,680 千元

尚詳細については (8.3-7表) に示す通りである。



## 炭質管理システム設備費

(8.3-7表)

(単位 千元)

	設備名	設備費			据付費	その他 輸送 税金	総額	備考
		数量	単価	金額				
中 国 製	1 事務所建屋 311.2㎡				233		233	
	2 蛍光灯 40W×2	75台	0.16	12	2		14	
	3 分電盤	2面	7	14	3		17	
	4 空調機(エアコン)	3式	15	45	9		54	
	小計			71	247		318	
輸 入 品	1 対パソコン (ワカ込) IBM AS400/E80	1式		15,960	160	316	16,436	ワカ費 9,680
	2 EWS (ワカ含む)	1式		331			331	
	3 20" CRT付WS	2式	55	110			110	
	4 標準CRT 付WS PS/55	6式	44	264			264	
	5 産業用 WS	1式		60			60	
	6 シリアルプリンタ	2式	20	40			40	
	7 通信機器他(含ケーブル)	1式		1,200			1,200	
小計			17,965	160	316	18,441		
合計			18,036	407	316	18,759		



## 9. 炭質管理センターの経済性の検討

## 9. 炭質管理センターの経済性の検討

炭質管理センターの経済性の評価に当たっては、石炭の供給源である大柳塔炭鉱・活鶏兎炭鉱の採算性についても合わせて検討した。

検討は損益計算書、資金流動表、貸借対照表の3表に基づいた財務分析により行った。

### 9.1 資金

#### (1) 投資額

(9.1-1表)

			金額(万元)	備考* (万元)
炭 鉱 開 発	大柳塔	平 硯	56,439	( 17,750)
		斜 坑	59,055	( 28,431)
	活 鶏 兎		104,657	(104,657)
	計		220,151	(150,838)
炭 質 管 理 セ ン タ ー	選炭工場	第1期	14,125	
		第2期	1,892	
	混炭設備	第1期	3,968	( 3,905)
		第2期	2,378	( 1,721)
	炭質管理システム		1,880	( 1,844)
	計		24,243	( 7,470)

※ ( )内は輸入設備で内数

年度別投資額は(9.1-2表)に示す。

(2) 資金の調達と返済計画

(9.1-3表)

資金	調達先	融資条件
国内ローン	政府貸付	・融資期限 5年間 ・利率 2.4(%/年) (中国提供値)
国外ローン	日本第3次 エネルギー借款	・融資期限 18年間 (最初7年間元金猶予、利子のみ返済) ・利率 3.0(%/6ヶ月) 実質 6.09(%/年)

- ・大柳塔炭鉱の資金の借入と返済計画は(9.1-4表)に示す。
- ・活鶏兎炭鉱の資金の借入と返済計画は(9.1-5表)に示す。
- ・炭質管理センターの資金の借入と返済計画は(9.1-6(1)表) (9.1-6(2)表)に示す。

9.2 生産原価

(1) 炭鉱の生産原価

大柳塔炭鉱と活鶏兎炭鉱の生産原価

(9.2-1表)

原価構成	大柳塔炭鉱		活鶏兎炭鉱 (元/t)
	水平坑 (元/t)	斜坑 (元/t)	
材料費	10.28	10.45	10.50
労務費	1.58	1.67	3.49
福利厚生費	0.13	0.15	0.28
電力費	4.00	3.50	3.50
繰延費	0.59	-	-
坑道工事費	2.50	2.50	2.50
修理費	3.99	6.74	7.14
地上陥没費	0.10	0.10	0.10
その他	1.44	1.45	1.50
計 <sup>(注)</sup>	24.61	26.56	29.01

注) 減価償却費と短期借入金利は別途計上のため原価計に含まれていない。

## (2) 炭質管理センターの生産原価

炭質管理センターの生産原価 (9.2-2表)

(単位 元/t)

原価構成	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
材料費	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
電力費	0.70	0.70	0.93	0.93	0.70	0.64	0.64	0.64
人件費	0.47	0.18	0.22	0.17	0.11	0.11	0.11	0.10
福利費	0.05	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
大修理費	2.47	0.98	0.91	0.72	0.48	0.57	0.56	0.52
管理費	0.33	0.13	0.15	0.12	0.08	0.08	0.08	0.07
計 <sup>注)</sup>	4.64	2.62	2.85	2.58	2.00	2.03	2.02	1.96

注) 減価償却費と短期借入金利は別途計上のため原価計に含まれていない。

・炭質管理センターの生産原価(2000年)を(9.2-3表)に示す。

炭質管理センターの生産原価(2000年)

(9.2-3表)

項目	金額	単位	計算根拠
設備投資額	242,385	(千元)	選炭設備 133,168+8,079+18,920=160,167 混炭設備 39,677+23,782= 63,459 管理システム 18,759
変動費	材料費	7,217	(千元/年) 0.62元/t×1,164万t/年
	電力費	7,487	" 4.02KWH/t ×1,164万t/年×0.16元/KWH
	計	14,704	"
固定費	人件費	1,178	" 2028元/人・年×581人
	福利基金	130	" 人件費 1,178千元/年×0.11=130
	減価償却	22,209	" 選炭設備(1期) 混炭設備(2期) 16,289 水選設備(2期) 1,351 混炭設備(2期) 2,681 管理システム 1,888
	大修理基金	6,060	" 242,385千元×0.025=6,060
	管理費	825	" 人件費 1,178千元/年×0.70=825
	流動資産利息	997	" 22,664千元/年×0.5×0.8×0.11=997
計	31,399	"	
合計	46,043	"	
原単位	3.96	(元/t)	46,043千元/年÷11640千t=3.96

### 9. 3 石炭価格

#### (1) 炭鉱の石炭販売価格

- i 大柳塔・活鷄兎炭鉱で生産される石炭の販売価格は、両炭鉱の原炭品位に基づき公定販売価格（中国提供値）を適用し決定した。
- ii 公定販売価格での炭価のもとでは両炭鉱は採算がとれない。
- iii 炭質管理センターに販売する価格は、公定販売価格に炭鉱開発基金として25元/tを価格に上乗せし炭鉱経営の改善を図る。

#### (2) 炭質管理センターの石炭販売価格

##### ① 輸出価格（山元価格）

(9.3-1表)

	価格 (元/t)
5.0A 精炭	95.8
7.0A 精炭	93.0
9.0A 精炭	87.3
10.5A 精炭	84.5

(7.3-8表)を参照

##### ② 国内用炭価格（山元価格）

国内の石炭価格は、92年7月に炭価改正が実施され、自由市場価格に移行された。

(9.3-2表)

	価格 (元/t)
乾粉炭 (10.0A)	86.5
" (11.0A)	85.4
" (12.0A)	84.3

(7.3-9表)を参照

## 9. 4 財務評価

### 9. 4. 1 財務分析の目的

- i プロジェクトの採算性を明確にする。
- ii プロジェクトの投資に対する妥当性を分析する。
- iii 損益計算書、資金流動表、貸借対照表の財務3表により評価する。

### 9. 4. 2 財務評価指標

(9. 4 - 1 表) の指標で経営状況の検討を行った。

(9. 4 - 1 表)

内部収益率 (IRR)	事業主体の収入と支出を用いて、プロジェクト純現在価値をゼロにする割引率で、この率以上の金利がかかる資金を導入してはプロジェクトは採算が取れないことを示している。 内部収益率にはROI (RETURN OF INVESTMENT) とROE (RETURN OF EQUITY) があるが、ここでは建設費の回収を対象とするため、前者の値である。
営業収支比率	減価償却を除いた営業費用を営業利益で除したもので、資金運用の難易を示す。1以下のできるだけ小さい値が望まれる。
経常収支比率	上記の値を計算するときに営業外収支をも考慮して計算されたもので、やはり資金運用の難易がわかる指標である。
回収期間	投資額を収益として回収するまでの期間である。上記の内部収益率を求める式において割引率を先決しておき、期間について解くことにより求まる。ここでは割引率として7%が採用されている。
単年度収支黒字転換年	単年度として利益が出るまでの期間を云う。
累積収支黒字化年	損益の収支累積が黒字に転換するまでの期間を云う。
債務返済能力比率	各期の利益に対する返済金と支払金利の比率で、返済能力を見る指標である。一般的には1.5以上が財務的に健全であると云われている。
投資利益率	利益を総投資コストで除した値である。
営業利益率	営業利益と営業収入で除した比率。
経常利益率	経常利益を営業収入で除した比率。
当期利益率	当期利益を営業収入で除した比率。



### 9. 4. 3 財務分析

既述の前提条件の基で炭鉱および炭質管理センターの財務諸表（損益計算書、資金流動表、貸借対照表）を作成し分析した。

#### (1) 財務諸表作成の前提

財務諸表は以下の前提条件のもとで作成した。

##### i 借款条件

長期の国内及び国外ローンの条件は（9. 1 - 3 表）とした。

短期借入の利息は9. 36%/年とした。

##### ii 為替レート 1 US \$ = 5. 25 元

##### iii 税金

販売税 販売収入の3. 21%

資源税 生産量 1 t 当り 0. 2元

利潤税 経常利益の55%

但し販売税、資源税は輸出炭には免除となる。

#### (2) 財務諸表の作成

##### ① 炭鉱の財務諸表

- i 公定販売価格のみでは2020年以降でも累積赤字が消えず、経営は困難である。
- ii 開発基金（25元/t）を販売価格に上乘せすれば経営改善される。
- iii 炭鉱は開発基金の導入により利益を生ずることになるが、この利益は純利益とは見なされないため、全ての税金を対象外とし、賦課していない。
- iv 大柳塔炭鉱の財務総括表を（9. 4 - 1 (2) 表）に示す。
- v 活鶏兎炭鉱の財務総括表を（9. 4 - 1 (2) 表）に示す。

##### ② 炭質管理センターの財務諸表

- i 炭質管理センターの財務状況は輸出比率の違いによる変化は少ない。
- ii 原炭を公定販売価格で購入すると、輸出比率40%でもIRRは42. 3%となる。
- iii 原炭購入価格に開発基金25（元/t）を上乘せしても十分採算は可能である。  
又、輸出比率が60%のとき、最も採算性が高い。
- iv 現実的な輸出量を考慮すると輸出比率50%が基本となる。
- v 炭質管理センターの財務総括表を（9. 4 - 1 (1) 表）に示す。

(3) 財務指標の値

① 炭質管理センター

(9.4-4表)

	輸出 40%	輸出 50%	輸出 60%	輸出 70%
内部収益率 (%) (IRR)	16.0	16.5	18.6	16.5
営業収支比率*	0.857	0.853	0.825	0.851
経常収支比率*	0.896	0.892	0.864	0.890
回収期間	11.4	11.9	9.7	11.3
単年度収支黒字転換年	2	2	2	2
累積収支黒字化年	3	3	2	3
債務返済能力比率*	2.5	2.6	3.5	2.7
投資利益率*	14.2	14.9	19.8	15.4
営業利益率*	12.2	12.5	15.3	12.7
経常利益率*	8.3	8.7	11.5	8.9
当期利益率*	3.7	3.9	5.2	4.0
損益分岐点生産量(1000t/年)	9,830	9,786	9,464	9,757
損益分岐点生産能力利用率	0.913	0.908	0.879	0.906

注) 指標は2000年点の値である。

② 炭 鉱

(9.4-5表)

評価指標	大柳塔炭鉱	活鶏兎炭鉱
内部収益率 (IRR)	13.3	7.6
営業収支比率*	0.369	0.416
経常収支比率*	0.425	0.616
回収期間	15.6	24.5
単年度収支黒字転換年	4	7
累積収支黒字化年	5	13
債務返済能力比率*	1.4	0.7
投資利益率*	10.7	4.0
営業利益率*	40.2	33.1
経常利益率*	31.8	13.1
当期利益率*	31.8	13.1

注1) 大柳塔炭鉱と活鶏兎炭鉱の原炭販売価格はトン当たり25元/t  
を上乘せする。

注2) \*を付した指標は2000年時点の値である。

#### 9. 4. 4 損益バランスの分析

収支バランスの需要レベルを求めるのが損益バランス分析である。

- i 大柳塔・活鶏兎炭鉱は各約 350万 t/年と 420万 t/年に達すると損益バランスがとれ、この時点での稼働率は55.3%、78.2%である。
- ii 炭質管理センターでは生産量が約 980万 t/年に達すると損益バランスがとれ、この時点での稼働率は90.8%である。(輸出比率50%)

#### 損益バランス点での生産量と生産能力

(9.4-6表)

	炭質管理センター	大柳塔炭鉱	活鶏兎炭鉱
生産量 (1,000 t)	9,786	3,462	4,206
生産能力 (稼働率)(%)	90.8	55.3	78.2

#### 9. 4. 5 感度分析

##### (1) 輸出比率の変化

- i 92年7月の国内石炭価格改正により、国内販売価格が大幅に高くなったので、輸出比率は炭質管理センターの経営に大きな影響は与えない。
- ii 輸出比率を40%、50%、60%、70%、の4ケースについて分析を行った。
- iii 輸出比率が60%のとき経営は非常に改善されIRRは18.6%に達し、回収期間9.7年となる。
- iv 各ケースの財務指標を(9.4-4表)に示す。

##### (2) インフレの影響

中国のここ最近の物価上昇率をみると年10%以上から若干低下してきている。ここでは将来の物価上昇率が5%と10%の両ケースを想定し、収益性の検討を行った。

この際、一般的には国内のインフレが進むと、その国の為替レートも低下する傾向があるため、物価上昇率と同率で為替レートが低下するものとして財務計算を行った。

この結果のIRR値は(9.4-7表)の通りである。

(9.4-7表)

	炭質管理センター				炭 鉱	
	輸 出	輸 出	輸 出	輸 出	大 柳 塔	活 鷄 兎
	40%	50%	60%	70%		
インフレ5%上昇 (為替5%低下)	26.0	27.5	28.5	29.0	7.4	13.9
インフレ10%上昇 (為替10%低下)	36.3	37.6	38.4	38.9	9.1	15.1

この結果から、

- i インフレ時には諸費用とともに販売価格も上昇するために事業体の経営を悪化させない。

しかし、現実には販売価格は費用の上昇に遅れて上昇する傾向があるため、経営は上記IRR値より低下するものと推定される。

- ii 炭質管理センターに於いては、輸出価格と国内販売価格に差があるため、インフレは炭質管理センターの経営を良くし、この傾向は輸出比率が高まるにつれ顕著となる。

このため輸出指向の炭質管理センターにとってはインフレは中国元安となり輸出が有利となり、経営にプラスの影響となるが、国民経済的観点からみると、輸入品の価格上昇等を通して経済を悪化させることに留意を要す。

## 9.5 総合評価

### (1) 財務分析

- i 大柳塔炭鉱および活鷄兎炭鉱の財務分析から、両炭鉱は公定販売価格のもとでは2020年以降になっても累積赤字が帳消しとならないため、経営を続けて行くことが困難である。
- ii 炭鉱の販売価格に25元/tを開発基金として上乘せすることによりIRRは大柳塔炭鉱は13.3%、活鷄兎炭鉱は7.6%となり経営が可能となる。
- iii 炭質管理センターの財務状況は輸出比率により異なる。25元/tを上乘せしない場合は輸出比率が40%の時でもIRRは42.3%と採算性は非常に良好となる。

- iv 税金の取扱に関しては、炭鉱は開発基金の導入により利益を生むことになるが、純利益と見なされないため全ての税金を対象外とした。一方、炭質管理センターは通常の経営が見込まれるため資源税、販売税、利潤税を課税した。
- v 上記条件のもとでの各事業体のIRRは、中国の資本の機会費用7%を超えている。
- vi 経営安定のためにはインフレに応じた石炭価格の調整が望まれる。特に炭鉱経営にあたってはインフレ率に応じた価格の調整が必要となる。

## (2) 経済分析

- i 現在の中国の経済体制に市場原理に基づく理論をそのまま適用することは困難である。しかし、価格の歪みがそんなに大きくないとすると、以下の点を考慮すれば経済的IRRは財務的IRRよりも高くなると推測される。
  - ・ 経済的IRRでは税金は移転項目であるためその計算から除かれるが、ここでの財務的IRRの計算では費用項目に税金（特に利潤税）が含まれているため、経済的IRRは更に高くなる。
  - ・ 2号炭は山元電力等に利用されるためエネルギー費用の節約となり経済的IRRは高くなる。
  - ・ 炭鉱では多数の労働者が雇用されるが、彼らの得る所得の波及効果はかなり大きいと予想される。これは便益を増やす要因であるため経済的IRRは高まる。
- ii 以上述べた以外中国政府は本プロジェクトから多くの税収を期待できる。この税収は中国の多くの分野において役立つであろう。
- iii 中国では大気汚染が著しくなっているが、これは劣悪な品質の石炭を使用する工業活動にも起因するといわれており、本プロジェクトによる品質の良い石炭の生産・販売は環境面に好影響を与える。

年度別投資額

(9. 1-2表)  
(単位: 万元)

1. 年度別投資

			'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	合計	
炭 鉞 開 発	大柳	水平坑 総額	4.757	5.960	8.126	14.960	16.500	6.136					56.439	
		内外貨貨	4.757	5.960	8.126	9.636 5.324	5.609 10.891	4.601 1.535						38.689 17.750
	塔	斜坑 総額					7.591	17.941	19.616	8.422	5.486			59.056
		内外貨貨					6.615 976	8.423 9.518	4.090 15.526	6.921 1.501	4.576 909			30.624 28.431
	活鶏兎	総額					11.546	22.446	34.479	24.111	11.605			104.657
		内外貨貨					11.546	22.446	34.479	24.111	11.605			104.657
炭 質 管 理 シ ス テ ム 設 備	選炭設備	総額				6.658	6.658	404	404	631	631	631	16,017	
		内外貨貨				6.658	6.658	404	404	631	631	631	16,017	
	混炭設備	総額						1.984	1.984		1.189	1.189	6,346	
		内外貨貨						32 1.952	32 1.952		329 860	329 860	722 5,624	
	炭質管理システム設備	総額									940	940	1,880	
		内外貨貨									13 927	13 927	26 1,854	

2. 建中金利

			'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	合計	
炭 鉞 開 発	大柳	水平坑 総額	114.1	257.2	452.2	1,007.7	1,805.6	2,009.5					5,646.4	
		内外貨貨	114.1	257.2	452.2	683.5 324.2	818.1 987.5	928.6 1,080.9						3,253.8 2,392.6
	塔	斜坑 総額					218.2	1,000.0	2,043.7	2,301.2	2,466.4			8,029.5
		内外貨貨					158.8 59.4	360.9 639.1	459.0 1,584.7	625.2 1,676.0	735.0 1,731.4			2,338.9 5,690.6
	活鶏兎	総額					703.2	2,070.1	4,200.3	5,668.7	6,375.4			19,017.7
		内外貨貨					703.2	2,070.1	4,200.3	5,668.7	6,375.4			19,017.7
炭 質 管 理 シ ス テ ム 設 備	選炭設備	総額				159.7	319.6	9.7	19.4	15.1	30.3	45.5	599.2	
		内外貨貨				159.7	319.6	9.7	19.4	15.1	30.3	45.5	599.3	
	混炭設備	総額						131.3	179.0		65.5	131.0	506.8	
		内外貨貨						0.7 130.6	1.5 177.5		7.8 57.7	15.8 115.2	25.8 481.0	
	炭質管理システム設備	総額									62.3	124.7	187.0	
		内外貨貨									0.4 61.9	0.7 124.0	1.1 185.9	









大柳塔炭鉱財務諸表

(9.1-4表)

(単位千円)

損益計算書

損益計算書表 (1988-2020) with columns for year and various financial items like sales, expenses, and profit.

損益計算書

(単位千円)

損益計算書表 (1988-2020) with columns for year and various financial items like sales, expenses, and profit.

元金と利子の返済

(単位千円)

元金と利子の返済表 (1988-2020) with columns for year and various financial items related to principal and interest payments.

損益計算書

損益計算書 (単位千円) table with columns for years 1988-2019 and rows for revenue, expenses, and profit.

資金流動表

資金流動表 (単位千円) table with columns for years 1988-2020 and rows for cash flow items like interest, dividends, and loans.

元金と利子の返済

元金と利子の返済 (単位千円) table with columns for years 1988-2014 and rows for principal and interest payments.



財務分析総括表〔I〕  
炭質管理センター（輸出40%、50%、60%）

(9.4-1(1)表)

(単位百万円)

(輸出40%)

項目	年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
投資		68.2	69.8	25.2	26.5	6.5	29.1	30.4	0.0	0.0	0.0	56.9	0.0	38.4	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	56.9	0.0	38.4	0.0	0.0	43.1	0.0	0.0	56.9	0.0	38.4	0.0	
精炭販売量(百万トン)				1.4	3.4	4.7	5.8	9.0	9.6	10.0	10.8	10.5	10.6	10.6	10.8	10.5	10.6	10.8	10.5	10.6	10.6	10.5	10.6	10.2	10.3	10.6	10.5	10.3	10.1	10.3		
輸出用炭(百万トン)					1.4	1.9	2.3	3.1	3.8	4.0	4.3	4.2	4.3	4.2	4.3	4.2	4.3	4.3	4.2	4.2	4.2	4.2	4.1	4.1	4.1	4.3	4.2	4.2	4.1	4.1		
国内用炭(百万トン)				1.4	2.0	2.8	3.5	5.9	5.8	6.0	6.5	6.3	6.4	6.4	6.5	6.3	6.4	6.5	6.3	6.4	6.4	6.3	6.4	6.1	6.2	6.4	6.3	6.3	6.2	6.1		
営業収入			103.4	284.8	419.9	518.1	774.7	852.2	900.1	971.9	941.3	956.9	962.4	981.2	945.7	967.1	978.1	944.4	955.6	956.3	952.1	960.0	927.3	945.5	962.6	943.8	950.0	919.2	912.5	917.5		
輸出				113.3	178.5	222.2	298.6	368.1	384.8	412.8	402.5	407.5	406.9	413.5	400.6	407.8	414.3	401.1	407.0	405.9	401.4	406.1	392.0	394.2	407.2	402.0	403.8	393.5	388.6	394.4		
国内			103.4	171.5	241.4	296.0	476.1	484.1	515.2	559.0	538.8	549.3	555.6	587.7	545.0	559.3	563.8	543.3	548.6	550.4	550.7	553.9	535.3	551.2	555.3	541.8	546.2	525.6	523.9	523.1		
営業費用			104.3	254.5	372.8	461.0	674.8	763.6	795.8	853.6	830.4	841.7	839.7	853.6	829.7	844.1	858.0	830.9	840.9	842.1	831.1	841.0	812.4	816.7	842.2	833.8	836.4	818.3	808.7	825.1		
営業利益			-0.9	30.3	47.1	57.1	99.9	88.5	104.3	118.2	110.8	115.2	122.7	127.6	115.9	123.0	120.1	113.5	114.7	114.3	121.0	118.9	115.0	128.8	120.4	110.0	113.7	100.8	103.8	92.4		
経常利益			-7.8	15.7	24.8	31.9	66.7	52.0	68.7	80.4	74.4	78.6	86.3	91.0	81.0	87.8	85.0	80.0	81.2	81.2	88.5	86.4	83.8	97.2	88.3	78.5	81.9	70.1	73.3	61.7		
販売税・資源税			3.6	9.6	14.0	17.3	26.0	28.5	30.1	32.5	31.5	32.0	32.2	32.8	31.6	32.3	32.7	31.6	31.9	32.0	31.8	32.1	31.0	31.6	32.2	31.6	31.8	30.7	30.5	30.7		
利潤税				8.6	13.6	17.6	36.7	28.6	37.8	44.2	40.9	43.2	47.5	50.0	44.5	48.3	46.7	44.0	44.7	44.7	48.7	47.5	46.1	53.5	48.5	43.1	45.0	38.6	40.3	34.0		
当期利益			-7.8	7.0	11.2	14.4	30.0	23.4	30.9	36.2	33.5	35.4	38.8	40.9	36.4	39.5	38.2	36.0	36.6	36.5	39.8	38.9	37.7	43.7	39.7	35.3	36.9	31.5	33.0	27.8		
減価償却			9.7	9.7	14.8	14.8	14.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	
資金流動(ROI)		-68.2	-69.8	-20.0	-4.7	27.7	7.9	21.5	52.2	57.2	62.3	2.4	60.8	25.5	65.5	60.6	61.2	61.5	58.8	2.0	58.4	22.9	60.1	58.7	21.4	60.5	56.1	0.0	0.0	0.0		
元金返済			27.6	53.3	66.0	69.5	69.8	32.2	7.2	9.3	9.3	9.3	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	
元金返済			3.3	5.1	8.2	7.8	7.2	8.0	5.5	5.4	5.0	4.6	4.3	3.8	3.4	2.9	2.5	2.0	1.6	1.1	0.6	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
利息払い																																
純資金流動(ROE)		-68.2	-69.8	-50.9	-63.1	-46.6	-69.4	-55.4	12.0	44.5	47.7	-11.9	46.9	13.8	54.3	49.8	50.8	51.6	49.3	-7.0	49.9	18.7	56.1	54.9	21.4	60.5	56.1	0.8	52.3	15.4	48.5	

(単位百万円)

(輸出50%)

項目	年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
投資		68.2	69.8	25.2	26.5	6.5	29.1	30.4	0.0	0.0	0.0	56.9	0.0	38.4	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	56.9	0.0	38.4	0.0	0.0	43.1	0.0	0.0	56.9	0.0	38.4	0.0	
精炭販売量(百万トン)				1.4	3.4	4.7	5.8	9.0	9.6	10.0	10.8	10.5	10.6	10.6	10.8	10.5	10.6	10.8	10.5	10.6	10.6	10.5	10.6	10.2	10.3	10.6	10.5	10.3	10.1	10.3		
輸出用炭(百万トン)					1.7	2.3	2.9	3.1	4.8	5.0	5.4	5.3	5.3	5.3	5.4	5.2	5.3	5.4	5.2	5.3	5.3	5.2	5.3	5.1	5.1	5.3	5.2	5.3	5.1	5.7	5.1	
国内用炭(百万トン)			1.4	1.7	2.3	2.9	5.9	4.8	5.0	5.4	5.3	5.3	5.3	5.4	5.2	5.3	5.3	5.4	5.2	5.3	5.3	5.2	5.3	5.1	5.1	5.3	5.2	5.3	5.1	5.7	5.1	
営業収入			103.4	283.7	421.7	520.0	774.7	856.3	904.4	975.9	947.4	960.8	966.2	985.8	950.8	971.6	983.4	948.4	960.0	961.3	956.5	963.9	931.0	937.8	966.5	947.7	954.1	923.3	1030.7	921.2		
輸出			0.0	141.7	223.1	277.7	298.6	460.0	481.1	516.0	503.1	509.4	508.6	516.8	500.7	509.8	518.0	501.4	508.7	507.5	501.8	507.6	490.1	492.8	509.1	502.5	504.8	491.9	546.2	493.1		
国内			103.4	142.0	198.6	242.3	476.1	396.2	423.3	460.0	444.2	451.4	457.6	469.0	450.0	461.9	465.5	447.0	451.4	453.9	454.7	456.2	440.9	445.0	457.4	445.2	449.4	431.3	484.5	428.1		
営業費用			104.3	254.5	372.8	461.0	674.8	763.6	795.8	853.6	830.4	841.7	839.7	853.6	829.7	844.1	858.0	830.9	840.9	842.1	831.1	841.0	812.4	816.7	842.2	833.8	836.4	818.3	808.7	825.1		
営業利益			-0.9	29.2	48.9	59.0	99.9	92.7	108.6	122.3	116.9	119.1	126.6	132.3	121.1	127.5	125.5	117.5	119.2	119.3	125.4	122.9	118.7	121.1	124.4	113.9	117.8	105.0	222.0	96.1		
経常利益			-7.8	14.7	26.6	33.9	66.8	56.3	73.1	84.6	80.5	82.6	90.2	95.7	86.1	92.3	90.3	84.0	85.8	86.2	93.0	90.4	87.5	89.9	92.3	82.4	86.1	74.3	187.8	65.5		
販売税・資源税			3.6	9.4	14.0	17.3	26.0	28.4	30.0	32.4	31.5	31.9	32.1	32.7	31.6	32.3	32.6	31.5	31.9	31.9	31.7	32.0	30.9	31.1	32.1	31.5	31.7	30.7	34.2	30.6		
利潤税			0.0	8.1	14.6	18.6	36.7	31.0	40.2	46.5	44.3	45.4	49.6	52.7	47.4	50.8	49.7	46.2	47.2	47.4	51.1	49.7	48.1	49.5	50.8	45.3	47.3	40.9	103.3	36.0		
当期利益			-7.8	6.6	12.0	15.2	30.1	25.3	32.9	38.0	36.2	37.2	40.6	43.1	38.8	41.6	40.7	37.8	38.6	38.8	41.8	40.7	39.4	40.5	41.5	37.1	38.7	33.4	84.5	29.5		
減価償却			9.7	9.7	14.8	14.8	14.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	
資金流動(ROI)		-68.2	-69.8	-20.0	-5.2	28.6	8.7	21.5	54.0	59.2	64.2	5.1	62.6	27.3	67.7	62.9	63.2	63.9	60.6	4.0	60.7	24.9	61.9	60.4	18.1	62.3	57.9	2.6	54.2	66.9	50.3	
元金返済			27.6	53.3	66.5	69.1	68.5	30.9	7.2	9.3	9.3	9.3	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	
元金返済			3.3	5.1	8.3	7.8	7.0	7.9	5.5	5.4	5.0	4.6	4.3	3.8	3.4	2.9	2.5	2.0	1.6	1.1	0.6	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
利息払い																																
純資金流動(ROE)		-68.2	-69.8	-50.9	-63.5	-46.2	-68.2	-54.1	15.2	46.4	49.6	-9.1	48.7	15.6	56.4	52.1	52.9	54.0	51.2	-4.9	52.2	20.7	57.9	56.6	18.1	62.3	57.9	2.6	54.2	66.9	50.3	

(単位百万円)

(輸出60%)

項目	年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
投資		68.2	69.8	25.2	26.5	6.5	29.1	30.4	0.0	0.0	0.0	56.9	0.0	38.4	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	56.9	0.0	38.4	0.0	0.0	43.1	0.0	0.0	56.9	0.0	38.4	0.0
精炭販売量(百万トン)				1.4	3.4	4.7	5.8	9.0	9.6	10.0	10.8	10.5	10.6	10.6	10.8	10.5	10.6	10.8	10.5	10.6	10.6	10.5	10.6	10.2	10.3	10.6	10.5	10.3	10.1	10.3	
輸出用炭(百万トン)					2.0	2.8	3.5	5.4	5.8	6.0	6.5	6.3	6.4	6.4	6.5	6.3	6.4	6.5	6.3	6.4	6.4	6.3	6.4	6.1	6.2	6.4	6.3	6.3	6.2	6.1	6.2
国内用炭(百万トン)			1.4																												

財務分析総括表〔Ⅱ〕  
炭質管理センター（輸出70%）、大柳塔・活鶏兎炭鉱

(9.4-1(2)表)

(輸出70%)

(単位百万元)

項目	年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
投資		68.2	69.8	25.2	26.5	6.5	29.1	30.4	0.0	0.0	0.0	56.9	0.0	38.4	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	56.9	0.0	38.4	0.0	43.1	0.0	0.0	56.9	0.0	38.4	0.0			
精炭販売量(百万トン)				1.4	3.4	4.7	5.8	9.0	9.6	10.0	10.8	10.5	10.6	10.6	10.8	10.5	10.6	10.8	10.5	10.6	10.6	10.5	10.6	10.2	11.0	10.6	10.5	10.5	10.3	10.1	10.3		
輸出用炭(百万トン)				0.0	2.4	3.3	4.1	6.3	6.7	7.0	7.5	7.4	7.4	7.4	7.6	7.3	7.4	7.6	7.3	7.4	7.4	7.3	7.4	7.2	7.2	7.4	7.3	7.4	7.2	7.1	7.2		
国内用炭(百万トン)				1.4	1.0	1.4	1.7	2.7	2.9	3.0	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.8	3.2	3.1	3.2	3.1	3.0	3.1		
営業収入				103.4	281.9	421.5	517.6	779.9	846.4	900.3	978.3	945.0	960.3	969.7	991.1	953.8	977.3	986.4	948.2	959.4	963.0	962.1	967.2	934.3	1003.1	969.9	947.2	954.1	917.3	915.8	913.2		
輸出				0.0	198.4	302.9	372.9	561.0	609.9	647.2	703.2	679.4	690.5	695.8	710.8	685.0	701.1	707.6	680.9	689.5	691.6	690.2	694.5	670.4	675.4	696.3	681.0	685.4	660.6	658.4	657.2		
国内				103.4	83.6	118.6	144.7	218.9	236.5	253.1	275.0	265.6	269.9	273.9	280.3	268.8	276.2	278.9	267.2	269.9	271.4	271.9	272.8	263.9	327.7	273.5	266.2	268.7	256.6	257.4	256.0		
営業費用				104.3	254.5	372.8	461.0	674.8	763.6	795.8	853.6	830.4	841.7	839.7	853.6	829.7	844.1	858.0	830.9	840.9	842.1	831.1	841.0	812.4	816.7	842.2	833.8	836.4	818.3	808.7	825.1		
営業利益				-0.9	27.4	48.7	56.6	105.1	82.8	104.6	124.6	114.6	118.7	130.0	137.6	124.0	133.2	128.5	117.3	118.5	120.9	131.0	126.2	122.0	186.4	127.7	113.4	117.7	99.0	107.1	88.1		
経常利益				-7.8	13.1	26.6	31.7	72.3	47.2	69.5	87.2	78.6	82.6	94.0	101.3	89.4	98.3	93.7	84.2	85.5	88.3	98.8	94.1	91.2	153.4	95.9	82.4	86.5	68.9	77.1	58.2		
販売税・資源税				3.6	9.3	13.8	17.0	25.6	27.7	29.5	32.0	31.0	31.5	31.8	32.5	31.2	32.0	32.3	31.1	31.4	31.5	31.5	31.7	30.6	33.0	31.8	31.0	31.3	30.1	30.0	29.9		
利酒税				0.0	7.2	14.6	17.4	39.8	25.9	38.2	48.0	43.2	45.4	51.7	55.7	49.2	54.0	51.5	46.3	47.0	48.5	54.3	51.7	50.1	84.4	52.8	45.3	47.6	37.9	42.4	32.0		
当期利益				-7.8	5.9	12.0	14.3	32.5	21.2	31.3	39.3	35.4	37.2	42.3	45.6	40.2	44.2	42.2	37.9	38.5	39.7	44.5	42.3	41.0	69.1	43.2	37.1	38.9	31.0	34.7	26.2		
減価償却				9.7	9.7	14.8	14.8	14.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	
資金流動(ROI)				-68.2	-69.8	-20.0	-5.9	28.6	7.8	24.1	49.8	57.6	65.4	4.3	62.6	-29.0	70.1	64.4	65.9	65.4	60.7	3.9	61.6	27.5	63.5	62.0	46.7	63.9	57.8	2.8	51.8	17.1	46.9
元金返済				27.6	53.3	67.2	69.9	70.2	30.1	7.2	9.3	9.3	9.3	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	5.4	3.5	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
元金返済				3.3	5.1	8.3	7.9	7.2	7.8	5.5	5.4	5.0	4.6	4.3	3.8	3.4	2.9	2.5	2.0	1.6	1.1	0.6	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
利子払い				3.3	5.1	8.3	7.9	7.2	7.8	5.5	5.4	5.0	4.6	4.3	3.8	3.4	2.9	2.5	2.0	1.6	1.1	0.6	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
純資金流動(ROE)				-68.2	-69.8	-50.9	-64.3	-46.9	-69.9	-53.3	11.9	44.9	50.8	-10.0	48.7	17.3	58.9	53.6	55.6	55.5	51.2	-5.0	53.1	21.4	59.6	58.2	46.7	63.9	57.8	2.8	51.8	17.1	46.9

(大柳塔炭鉱)

(単位百万元)

項目	年	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020			
投資		48.7	62.2	85.8	159.7	261.1	270.9	216.6	107.2	105.7	32.8	44.8	82.4	132.9	133.1	108.6	56.6	69.1	49.9	76.2	132.3	181.7	172.4	125.5	57.6	56.6	32.8	44.8	82.4	132.9	133.1	130.0	73.4	93.1			
営業収入					11.3	28.5	76.1	213.6	311.5	363.0	436.0	430.3	443.4	434.4	435.2	430.5	436.4	431.4	427.3	424.6	438.2	422.4	430.7	421.3	425.3	433.3	430.5	425.8	430.4	436.5	425.3	407.8	409.5	415.8			
原炭販売量(百万トン)					0.2	0.4	1.2	3.1	4.5	5.2	6.3	6.2	6.4	6.3	6.2	6.2	6.3	6.2	6.1	6.1	6.4	6.1	6.3	6.2	6.1	6.2	6.1	6.1	6.1	6.3	6.1	6.0	6.0	6.2			
原炭販売価格ト/元					66.2	66.2	66.2	69.8	70.0	69.4	69.1	69.4	69.5	69.4	69.3	69.1	69.6	69.7	69.7	69.5	68.9	68.8	68.7	68.5	69.5	70.0	70.0	69.8	70.1	69.5	69.5	68.2	68.7	67.5			
営業費用					33.6	54.4	99.5	163.7	205.2	231.6	261.1	258.4	262.8	259.9	260.5	259.2	260.3	258.2	256.7	256.2	262.4	257.0	260.3	257.2	256.5	258.2	257.2	255.9	256.9	260.8	256.4	253.0	252.5	257.4			
営業利益					-22.4	-26.0	-23.3	49.9	106.3	131.4	174.9	171.9	180.6	174.6	174.7	171.3	176.1	173.3	170.6	168.5	175.8	165.4	170.4	164.1	168.9	175.1	173.3	169.8	173.5	175.7	168.9	154.8	156.9	158.4			
経常利益					-22.4	-26.0	-23.3	27.6	86.0	113.0	129.9	130.5	142.8	138.4	140.1	139.4	145.3	143.6	143.9	144.8	155.1	147.7	155.7	152.4	160.2	169.5	169.6	167.9	173.5	175.7	168.9	154.8	156.9	158.4			
販売税・資源税																																					
利酒税																																					
当期利益					-22.4	-26.0	-23.3	27.6	86.0	113.0	129.9	130.5	142.8	138.4	140.1	139.4	145.3	143.6	143.9	144.8	155.1	147.7	155.7	152.4	160.2	169.5	169.6	167.9	173.5	175.7	168.9	154.8	156.9	158.4			
減価償却					29.5	43.8	71.0	87.8	94.8	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7			
資金流動(ROI)					-48.7	-62.2	-85.8	-182.1	-287.1	-294.2	-166.7	-0.9	25.6	142.0	127.1	98.1	41.6	41.6	62.7	119.5	104.2	92.3	43.5	-16.3	-2.0	38.6	111.3	118.6	140.5	125.1	91.1	42.8	35.8	24.9	83.5	65.3	
元金返済					83.9	83.9	83.9	149.8	149.8	149.8	65.9	65.9	84.2	18.3	18.3	49.3	49.3	49.3	49.3	49.3	49.3	49.3	49.3	49.3	49.3	31.0	31.0	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
元金返済					3.3	5.1	8.3	7.9	7.2	7.8	5.5	5.4	5.0	4.6	4.3	3.8	3.4	2.9	2.5	2.0	1.6	1.1	0.6	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
利子払い					22.3	20.3	18.3	45.0	41.4	37.8	36.2	34.6	31.9	30.8	29.7	26.7	26.7	26.7	23.7	20.7	17.7	14.7	11.7	8.7	5.7	3.8	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
純資金流動(ROE)					-48.7	-62.2	-85.8	-182.1	-287.1	-294.2	-272.9	-105.1	-76.6	-52.8	-64.1	-5.6	-60.5	-77.3	12.5	70.3	25.1	44.6	19.3	-26.5	-83.3	-66.0	-22.4	53.3	81.9	105.7	92.2	91.1	42.8	35.8	24.9	83.5	65.3

(活鶏兎炭鉱)

(単位百万元)

項目	年	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
投資						122.5	245.2	391.8	297.8	179.8	0.0	0.0	0.0	67.7	131.7	205.2	141.4	68.1	0.0	0.0	24.1	114.6	204.8	255.6	165.7	68.1	0.0	0.0	0.0	67.7	131.7	205.2	141.4	68.1
営業収入							12.3	22.3	32.4	67.2	205.1	291.0	309.6	375.5	351.9	367.7	359.9	378.6	359.3	376.1	376.1	365.2	366.6	377.4	362.6	364.4	339.0	348.0	368.4	354.0	367.7	367.3	356.3	365.9
原炭販売量(百万トン)							0.2	0.4	0.5	1.0	3.1	4.4	4.5	5.4	5.1	5.3	5.1	5.3	5.1	5.3	5.2	5.2	5.3	5.1	5.2									

## 10. 添 付 資 料

資料 1 特殊分析試験結果

資料 2 神府東勝炭田、大柳塔・活鶏兎鉦区の  
地質概要と堆積環境

# 目 次

## 資料 1 特殊分析試験結果

1. 要 旨 .....	資-1
2. 特殊分析試験項目 .....	資-2
3. 各種分析試験 .....	資-3
3. 1 石炭一般分析 .....	資-3
3. 2 基礎燃焼特性試験 .....	資-5
3. 2. 1 着火性試験 .....	資-5
3. 2. 2 燃焼速度試験 .....	資-6
3. 3 自然発火性試験 .....	資-7
3. 4 ガス化性試験 .....	資-8
3. 4. 1 噴流床ガス化試験 .....	資-8
3. 4. 2 溶融灰粘度特性 .....	資-9
3. 4. 3 流動床ガス化試験 .....	資-10
3. 5 CWM化性試験 .....	資-11
3. 5. 1 石炭性状からの推定 .....	資-11
3. 5. 2 スラリ化性試験 .....	資-11
3. 5. 3 貯蔵安定性試験 .....	資-12

## 資料 2 神府東勝炭田、大柳塔・活鷄兎鉦区 の地質概要と堆積環境

1. 地質の概要	
1. 1 地形概況 .....	資-45
1. 2 地質概況 .....	資-46
1. 3 地質層序と地層分布 .....	資-48

1. 4	地質構造 .....	資-51
2.	延安層と炭層の堆積環境	
2. 1	堆積環境の解析法 .....	資-53
2. 2	延安層の堆積環境 .....	資-60
2. 3	堆積環境と炭質 .....	資-70



## 資料 1 特殊分析試験結果

### 1. 要 旨

大柳塔鉦区の 1<sup>-1</sup>層及び 2<sup>-2</sup>層から採取したバルクサンプル炭について、発電用燃料としての利用性を考慮し、石炭一般分析と基礎燃焼特性試験ならびにガス化、CWM化性及び自然発火性試験を実施した。

試験結果の要旨を以下に示す。

- (1) 本石炭は、燃料比 1.5～ 2.1程度で、亜瀝青炭クラスの比較的若い炭である。
- (2) 灰分、硫黄分が少なく、良質の炭である。
- (3) 微粉炭としての着火温度は低く、燃焼速度も大きいことから微粉炭燃焼での問題は無い。ただ一般分析結果から、若干のスラッキング、ファウリングが懸念される。
- (4) ホッパ貯留時の自然発火については、発生し易い石炭である。
- (5) ガス化性については、微粉炭での噴流床ガス化性はガス化反応の面から問題無いが、熔融灰の粘度特性、灰分量からガス化炉コンバスタでのスラグ層形成の面において若干懸念される。  
流動床ガス化性については、反応及びクリンカトラブルの両面から流動床ガス化にはあまり適していない石炭である。
- (6) CWM化については、固有水分量が多く、高濃度化が困難であり、また灰分が少ないことから、CWMのレオロジが悪く、静置貯蔵安定性に劣る。

これらの結果は、各々要素試験の結果であり、実際に実機適用する場合はさらに詳細なパイロット試験、実機検討等が必要となる。

## 2. 特殊分析試験項目

表2-1に、今回実施した特殊分析試験項目及び使用供試炭種を示す。

### (1) 石炭一般分析

工業分析

元素分析

原炭物性

灰物性

灰組成分析

### (2) 基礎燃焼特性試験

着火性試験

燃焼速度試験

### (3) 自然発火性試験

### (4) ガス化性試験

噴流床ガス化試験

熔融灰粘度特性

流動床ガス化試験

### (5) CWM化性試験

石炭性状からの推定

スラリ化性試験

貯蔵安定性試験

### 3. 各種分析試験

#### 3.1 石炭一般分析

##### (1) 分析項目及び手法

表3.1-1に、石炭一般分析項目及び手法を示す。分析項目は、工業分析、元素分析、原炭物性、灰分物性及び灰分組成分析を実施し、分析手法はJ I S規格に準拠した。

##### (2) 一般分析結果及び考察

表3.1-2及び表3.1-3に、大柳塔鉦区1<sup>-2</sup>層炭及び2<sup>-2</sup>層炭の一般分析結果を、各々3サンプルについて示す。

なお、表中軟化性を表す記号は次、

##### <D I N法>

EP …… 軟化点 (Erweichungs punkt)

SP …… 融点 (Schmelz punkt)

FP …… 流動点 (Fließ punkt)

##### <A S T M法>

IDT … 変成開始温度 (Initial deformation temperature)

ST …… 球軟化温度 (Softening temperature, spherical)

HT …… 半球軟化温度 (Softening temperature, hemispherical)

FT …… 流動温度 (Fluid temperature)

次の特徴をもつ石炭であることが判る。

- ① 燃料比については、1<sup>-2</sup>層炭、2<sup>-2</sup>層炭が、各々約 2.1、1.5程度であり、亜瀝青炭クラスの比較的若い炭である。
- ② 灰分量が少なく良質である。特に、2<sup>-2</sup>層炭は 2.1～2.2%と一般的な石炭（約 10%灰分）の 1/5である。1<sup>-2</sup>層炭は、5.2～5.4%であり少ない。
- ③ 全硫黄分が0.28～0.36%と低く、一般的な石炭（約 0.6～0.7%硫黄分）の約 1/2 で良質である。
- ④ 固有水分量が 9.6～10.1%と多く、一般的な石炭（約 3～5%固有水分）の約 2～3倍で劣質である。

- ⑤ 原炭の膨張性が、ポタン指数で0～0.5、流動度で0となり、バーナ燃焼上凝集が無く良質である。
- ⑥ 灰の溶融点が1240～1360℃と、一般的な石炭（約1400～1500℃溶融点）より100～200℃低く、微粉炭或はスラリ焚きの場合炉内スラッキングが発生し易い。しかし、灰溶融燃焼においては溶融灰の流動が良好である。
- ⑦ 灰分組成のFeは少なくCaが多いことから、スラッキングでのハードな付着灰はでき難い。

表3.1-16に、これらの石炭一般分析結果を総合して検討した発電用燃料としての適合性検討結果を示す。

NOX発生特性を含め燃焼性については良好であると推定できるが、ボイラのスラッキング、ファウリング性については若干の悪影響が懸念される。ボイラの具体的計画時には再度十分な検討を行う必要があると判断される。

表3.1-16 発電用燃料としての適合性

No.	項目	大柳塔 1- <sup>2</sup> 層炭	大柳塔 2- <sup>2</sup> 層炭
1	燃 焼 性	◎	◎
2	Slagging性	△	△
3	Fouling 性	△	△
4	NOX発生特性	◎	◎
5	粉 碎 性	□	□
6	磨 耗 性	□	□
7	SOX発生特性	◎	◎
8	集 塵 性	□	□

(備考)

評価	良 い	やや良い	可	やや悪い	要 注 意
記号	◎	○	□	△	▲

### 3. 2 基礎燃焼特性試験

本石炭のボイラでの燃焼特性を推定する為に、着火性及び燃焼速度についての基礎試験を実施した。

#### 3. 2. 1 着火性試験

##### (1) 試験装置及び方法

図3. 2 - 1に、着火性試験に用いたふく射着火温度測定装置を示す。装置は、高さ約 370mmの電気炉に34mmφの炉芯管を装着し、温度測定用の熱電対及び試料供給装置を備えている。試験は電気炉内の炉芯管内雰囲気温度を徐々に昇温しながら適宜試料を供給管より少量圧送し、炉芯管内における試料の着火状況を上部視窓より観察しつつ試料の着火可能温度領域を求める。

炉芯管内に投入された微粉炭は、炉芯管内の温度が高温になると共に、まず管壁近傍で暗赤色の火花の発生があり、ついで火花の発生が増加し、そのうち管内全面にわたって火花が発生する状態になる。

さらに温度を上げると、投入された微粉炭が赤熱して火炎を発生し、それがゆるやかに伝播する。このときの温度をふく射着火温度と定義する。

粒度分布は、200メッシュ(74μm)パス公称70、80、90%の3種類を試験の条件とした。

##### (2) 試験結果及び考察

表3. 2 - 1に、ふく噴着火温度試験の結果を示す。

また、図3. 2 - 2は、ここで求めたふく射着火温度を恒湿ベースの揮発分で整理したものである。これまで実施した数多くの石炭の結果を同図にプロットし、今回の大柳塔鉦区1<sup>-2</sup>層炭、2<sup>-2</sup>層炭の全体に対する位置付けを見た。

これらの結果から次のことが判る。

- ① 揮発分が増大する程粒子表面での反応熱量が大きく、ふく射着火温度は低下する傾向にある。この中で今回の大柳塔鉦区1<sup>-2</sup>層炭、2<sup>-2</sup>層炭は着火温度の低い石炭に属し、着火性については良好であると推定できる。
- ② 実缶で実績のある大同炭と比べても、着火温度は同等或は若干低いので、実用上着火性についての問題は無い。

### 3. 2. 2 燃焼速度試験

#### (1) 試験装置及び方法

図3.2-3に、試験に用いた燃焼速度計測装置を示す。粒子径3mmの石炭粒子を3~4個白金線で懸架し、その燃焼減量特性をマイクロ天秤により計測する。

表3.2-2に、試験条件を示す。試験にあたっては炉内温度及び酸素濃度を変化させた。

図3.2-4~図3.2-6は、燃焼時間に対する石炭粒子残存量の試験結果を示す。石炭粒子は燃焼初期に揮発分の燃焼で急激に重量が減少し、その後チャーの燃焼に移行し緩やかに重量が減少する。ここでは、揮発分の燃焼時間及びチャーの燃焼時間を含めて、次式にて燃焼速度係数Kを定義した。

$$K = \frac{(W_0 - W_E)}{\pi D^2 T}$$

ここで、

K : 燃焼速度係数 (g/cm<sup>2</sup>・s)

W : 粒子重量 (g)

D : 粒子径 (cm)

T : 燃焼時間 (sec)

添字

O : 燃焼前

E : 燃焼後

#### (2) 試験結果及び考察

表3.2-3に、燃焼速度係数の計測結果を示す。また、図3.2-7~図3.2-9に、ここで求めた燃焼速度係数を石炭性状の燃料比、揮発分及び固定炭素で整理したものを示す。前述の着火温度同様、これまで実施した数多くの石炭の結果を同図に示し、今回の石炭の全体に対する位置付けを見た。

図3.2-10~図3.2-15に、実缶で実績のある大同炭と比較しながら燃焼速度係数に及ぼす酸素濃度及び炉内温度の影響を示した。

これらの結果から次のことが判る。

- ① 燃焼速度は石炭の性状によって大きく異なり、燃料化、固定炭素は少ない程、また揮発分は多い程、燃焼速度係数は大きい傾向にある。

- ② このうち、今回の大柳塔鉦区1<sup>-2</sup>層炭、2<sup>-2</sup>層炭は、ほぼ中間的な部類に位置し、燃焼性に関しては良好と推定される。
- ③ 燃焼速度は、2<sup>-2</sup>層炭 > 1<sup>-2</sup>層炭の順に高く、また若干燃焼速度の遅い1<sup>-2</sup>層炭でも実缶で実績のある大同炭とほぼ同等であり、両炭種共燃焼性に問題は無い。

### 3. 3 自然発火性試験

本石炭を微粉炭でホッパ貯留する時の自然発火性について調査した。

#### (1) 試験装置及び方法

図3.3-1に、自然発火性試験装置を示す。断熱条件下の容器の中に、200メッシュパス100%に粉碎した微粉炭試料を入れ、O<sub>2</sub>濃度が調整されたガスを微量通風し、試料の濃度上昇から自然発火性を評価した。

試験にあたっては、大柳塔鉦区1<sup>-2</sup>層炭及び2<sup>-2</sup>層炭について、O<sub>2</sub>濃度及び試料の初期温度を変化させた。

#### (2) 試験結果及び考察

図3.3-2～図3.3-4に、各々試料の初期温度が120℃、80℃、40℃のときの経時に対する試料の昇温特性を、O<sub>2</sub>濃度をパラメータにとって示す。

図3.3-5、図3.3-6に、各温度における昇温速度特性を示し、図3.3-7に、昇温速度のO<sub>2</sub>濃度による変化特性を示す。

これらの図から次のことが判る。

- ① O<sub>2</sub>濃度が15%程度であれば、大柳塔鉦区1<sup>-2</sup>層炭、2<sup>-2</sup>層炭共、初期温度が80℃では10時間以内に燃焼に至る。通常、原炭を微粉炭にする粉碎温度が80℃であることから本石炭は自然発火し易い石炭であり、ホッパ貯留には十分な注意が必要となる。
- ② 1<sup>-2</sup>層炭より2<sup>-2</sup>層炭の方が若干自然発火し易い石炭である。これは、石炭一般分析結果での揮発分量、燃料比等から見ても理解できる(2<sup>-2</sup>層炭の方が揮発分が多く、燃料比は小さい)。
- ③ 温度或はO<sub>2</sub>濃度に対する昇温速度は、日本国内石炭のうちでも自然発火し易い太平洋炭と比べて、同等或はそれ以上となり、自然発火については発生し易い部類の石炭と言える。

### 3. 4 ガス化性試験

本石炭をガス化利用する場合のガス化特性について、噴流床方式と流動床方式による特性把握試験を実施した。また、噴流床ガス化方式において重要なスラグの安定排出特性を把握する為に、熔融灰の粘度特性を計測した。

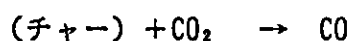
#### 3. 4. 1 噴流床ガス化試験

##### (1) 試験装置及び方法

噴流床方式のガス化炉の設計には、使用石炭から生成するチャーのガス化反応特性の把握が必要である。ここでは供試炭（大柳塔鉦区2<sup>-2</sup>層炭）より作製した200～250メッシュのチャーの常圧、1000～1550℃でのガス化特性を反応要素試験によって調査した。

図3.4-1に、ガス化反応試験装置の概略を示す。供試チャーは次の方法で準備した。

- a) 200～250メッシュに粉碎、ふるい分けした供試炭をN<sub>2</sub>をキャリアガスとして図3.4-1の試験装置で乾留し（1450℃、滞留時間0.9sec）、また乾留後のチャーを装置最下部のフィルタにより捕捉した。
  - b) 乾留したチャーをふるい分けして200～400メッシュの範囲の粒子を採取した。400メッシュ以下の粒子は除外し、200メッシュ以上を再粉碎し、そのうちの200～400メッシュの部分を加えガス化反応試験の供試チャーとした。
- ガス化反応剤としてはCO<sub>2</sub>を用いた。ガス化の反応は下式で示される。



計測は、ガス化反応での生成ガス中のCO濃度（電気炉(1)出口）および燃焼排ガス中の残留O<sub>2</sub>濃度（電気炉(2)出口）について、それぞれNDIR（非分散型赤外）方式、ジルコニア電池方式の分析計を用いて実施した。チャーの供給量は、残留O<sub>2</sub>濃度の計測値から求めた。

##### (2) 試験結果及び考察

図3.4-2及び図3.4-3に、チャーのガス化反応試験結果を示す。図3.4-2中に同一条件で準備したチャー及び同一反応条件での他炭種のガス化特性試験結果を併せて示す。国内炭Aは実際のパイロットプラント試験でもガス化がかなり容易な石炭であり、本供試チャーはこの国内炭Aとほぼ同等のガス化反応特性を示すことが判る。



また揮発分の含有量が多いことも考慮すると、ガス化反応の面から本石炭は噴流床方式のガス化炉での使用に問題がない石炭と判断される。

### 3. 4. 2 熔融灰粘度特性

#### (1) 試験装置及び方法

スラグの安定排出のために必要な噴流床ガス化炉の運転条件を把握するため、スラグ粘度計により粘度の測定を行った。噴流床ガス化炉のコンバスタはスラグを熔融させるため、またディフューザ、リダクタでのガス化反応を円滑ならしめるため、1600～1750℃程度の高温度が計画されるので、このような高温度でのスラグ粘度の計測が必要となる。

電気炉と回転粘度計を組み合わせた計測装置により、温度のスラグ粘性に対する影響について調査した。

図3.4-4に、粘度測定に使用する高温粘度計の概要を示す。本装置は電気炉（最高1800℃）および、ガス雰囲気を保持するための磁製管、磁製るつぼ、回転粘度計、スピンドル等から構成されている。

試験は、スラグをるつぼに入れ、電気炉により融点付近の温度で熔融・保持し、その中で回転粘度計に装着したスピンドルを回転させ、その回転に要するトルクから粘度を測定した。測定は、約50℃間隔で温度を上昇させ、設定温度で約20分間保持した後、粘度を測定する。

#### (2) 試験結果及び考察

表3.4-1に、大柳塔鉦区2<sup>nd</sup>層炭について実施した温度に対する粘度測定結果を示す。また、ずり速度及び温度に対する粘度の変化をプロットしたものを、図3.4-5及び図3.4-6に示す。図3.4-6には参考の為、国内炭Aの測定結果も併せて示す。

これらの結果から、本炭のスラグは温度が約1450℃より低下すると粘度が急激に上昇することが判り、この温度以上での取扱いが必要であることが判る。本炭の灰分熔融点は、還元雰囲気（ASTM法）で約1250℃であったが、ガス温度とスラグ温度の差異（約150～200℃）を考慮すると1600～1650℃以上のガス温度でガス化炉コンバスタを計画する必要があることになる。また、本石炭の一般工業分析結果から灰分含有量が約2.2%と非常に少ないことから、炉壁でのスラグ層形成の悪化が懸念され、実機計画時には十分な注意が必要となる。

### 3. 4. 3 流動床ガス化試験

#### (1) 試験装置及び方法

流動床方式のガス化炉の設計には、石炭のガス化反応速度の把握が必要である。ガス化炉供給用石炭（大柳塔鉱区 2<sup>-2</sup>層炭）の粒径は 0.5～2 mm に調整した。図 3. 4 - 7 に、その粒径分布を示す。

図 3. 4 - 8 に、流動床ガス化試験装置を示す。以下の手順で試験を実施した。

- a) 予熱ヒータでガス化炉反応器を加熱。
- b) 反応器の加熱終了後、圧縮空気により昇圧。
- c) 20atm になったら、供給用石炭を空気搬送により炉底から供給開始する。
- d) ガス化温度が設定値を越えないように空気量、窒素量、蒸気量を制御しながら流動床高さを高くした。
- e) ガス化温度、流動床ガス流速が設定値となるよう、空気量、窒素量、石炭量を制御する。
- f) 流動床から発生するガス中の H<sub>2</sub>、CO、CH<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、N<sub>2</sub> 濃度は、ガスクロマトグラフィー分析装置により分析する。
- g) 流動床から発生ガスに随判されて飛散するチャーはサイクロンで回収する。  
また、流動床の層高はオーバフロー管により制御する。

以上の手順で、ガス化温度を 900°C、950°C、1,000°C の 3 条件変化させ試験を実施した。

#### (2) 試験結果及び考察

図 3. 4 - 9 に、流動床ガス化試験結果を示す。

流動床内の炭素量  $W_c$  [mol] で発生ガス中の水素 (H<sub>2</sub>)、一酸化炭素 (CO) の発生速度  $N_p$  [mol/h] を除した単位炭素量当たりの H<sub>2</sub>、CO 発生速度  $N_p/W_c$  [1/h] と、発生ガス中の生成物である H<sub>2</sub> と CO の濃度の和  $C_{H_2+CO}$  [mol/cm<sup>3</sup>] で、発生ガス中のガス化剤である水蒸気と二酸化炭素の濃度の和  $C_{H_2O+CO_2}$  [mol/cm<sup>3</sup>] を除した、ガス化剤分圧項  $C_{H_2O+CO_2}/C_{H_2+CO}$  は、図 3. 4 - 9 のような関係となる。単位炭素量当たりの H<sub>2</sub>、CO 発生速度  $N_p/W_c$  が 20 h<sup>-1</sup> 以上の値となり、かつその場合の  $C_{H_2O+CO_2}/C_{H_2+CO}$  が 2 以下であれば、従来の経験から実用的な流動床ガス化条件が設定できると考えられる。今回の試験では、 $C_{H_2O+CO_2}/C_{H_2+CO}$  が 2 以下では、 $N_p/W_c$  が 20 h<sup>-1</sup> より若干小さい値を示した。また、本供試炭の灰の軟化点が約

1220℃と低いことから、1000℃以上で運転すると、流動床のグリーンカトラブルの恐れが大きくなり、1000℃より高い温度での運転は難しいと考えられる。以上のことから、本供試炭は流動床ガス化にはあまり適していない石炭であると判断される。

### 3. 5 CWM化試験

本石炭をCWM（高濃度石炭水スラリー）化利用する場合のCWM化特性について調査した。調査は、石炭一般性状からのCWM化性推定とラボ調合及び貯蔵安定性試験を実施した。

#### 3. 5. 1 石炭性状からの推定

図3.5-1及び図3.5-2に、大柳塔鉦区1<sup>-2</sup>層炭及び2<sup>-2</sup>層のCWMの製造性（CWM化性）、燃焼性に関する評価の目安を得る指標として、石炭一般分析結果に基づく六角形評価図を示す。

図から次のことが推定される。

- ① 1<sup>-2</sup>層炭、2<sup>-2</sup>層炭両炭種共HGIがやや小さく、また灰分が少ないことから、CWMの製造性が若干困難である。
- ② 固有水分が多く、C/O原子数比が小さいことからCWMの到達粘度が低い。
- ③ 燃料比、高位発熱量、灰分等から判断しCWMの燃焼性には大きな問題は無い。

これら2炭種共、固有水分が多く灰分が少ないという大きな特徴がある。これまでの経験から、この種の石炭はCWMの到達濃度（1000cp、at100S<sup>-1</sup>、down）は約60%程度であり、また貯蔵安定性に劣ることが懸念される。

これらのCWM化性及び貯蔵安定性について、大柳塔鉦区2-2煤を用いてラボ調合試験を実施した。

#### 3. 5. 2 スラリー化性試験

##### (1) 試験装置及び方法

図3.5-3に、スラリー化性試験の方法を示す。まず、原炭をラボミルで所定の粒度まで粉碎し、次にこの微粉と水及び添加剤をダブルヘリカル翼を用いてゆっくりとなじませる。そして最後にホモミキサを用いた高せん断力のもとで攪拌を行い、添加剤の分散、CWM化を行う。この方法で作製したスラリーについて物性

(粘度、レオロジ等)を調べ、CWM化性を評価する。

## (2) 試験結果及び考察

図3.5-4に、標準粒度(1 $\mu$ mパス7.2%、200メッシュパス約80%)、標準添加剤条件でのスラリ化性試験結果を濃度と粘度の関係で示す。図3.5-5は、固有水分とCWM到達濃度(100S<sup>-1</sup>downでの粘度が1000cp時の濃度)の関係をプロットしたものである。

また、表3.5-1及び図3.5-6、図3.5-7に、粒度変化によるCWMレオロジの改善を狙った粒度変化試験結果一覧及び粒度分布とレオロジを示す。

これらの結果から次のことが判る。

- ① 大柳塔鉦区2<sup>-2</sup>層炭のCWM到達濃度は、100S<sup>-1</sup>down 1000cpで、62.3%である。
- ② 従来の結果と一緒に固有水分とCWM到達濃度の関係を見ると、2<sup>-2</sup>層炭は従来の傾向と離れた点に位置する。すなわち、CWM到達濃度が若干高い。しかし、これは灰分が少なくCWMのレオロジがニュートニアンに近い(低ずり速度で粘度が低い)為、高濃度化ができたもので、貯蔵安定性が懸念される。
- ③ CWMの粒度変化試験の結果、微粒の増加と共にずり速度up時、down時のヒステリシスは減少するが、全体のレオロジ特性に大差は無い。やはり、低ずり速度での粘度が低いことから静置貯蔵安定性が懸念される。

### 3.5.3 貯蔵安定性試験

#### (1) 試験装置及び方法

表3.5-2に、貯蔵安定性試験の方法を示す。試験は大柳塔鉦区2<sup>-2</sup>層炭の粒度変化CWMについて250mlポリ瓶中に一定時間(7、14、30日間)静置した後、流出物及び残存物についての定量計算により、安定性を評価する。

#### (2) 試験結果及び考察

表3.5-3及び図3.5-8、図3.5-9に、貯蔵安定性試験結果の一覧及び凝集物、圧密高さの経時変化を示す。これらの結果から次のことが判る。

- ① 各粒度のCWM共7日間程度の静置貯蔵で、90°傾斜でも流出しない凝集物が60~80%でき、安定性に若干の問題が懸念される。
- ② 粒度分布が細くなると(1 $\mu$ mパス量の増加)、凝集物及び圧密高さの経時変化に若干の改善がみられるが、根本的にはやはり良好な静置貯蔵安定性を示さな

い。

この種の貯蔵安定性に劣るCWMを実際に利用する場合は、さらに安定性向上の検討（例えば粒度構成の改善、添加剤の検討等）を行うか、或は実機運用面からの方策を施す必要がある。

表2-1 特殊分析試験項目

No.	特殊分析試験項目		炭種	
			大柳塔1-2煤	大柳塔2-2煤
(1)	石炭 一般分析	a. 工業分析	(3サンプル)	(3サンプル)
		b. 元素分析		
		c. 原炭物性		
		d. 灰物性		
		e. 灰組織分析		
		f. 灰賦存状況		
(2)	基礎燃焼 特性試験	a. 着火性試験	(1サンプル)	(1サンプル)
		b. 燃焼速度試験		
(3)	自然発火性試験		(1サンプル)	(1サンプル)
(4)	ガス化性 試験	a. 噴流床ガス化試験	-	(1サンプル)
		b. 熔融灰粘度特性		
		c. 流動床ガス化試験		
(5)	CWM化性 試験	a. 石炭性状からの推定	○	○
		b. スラリ化性試験	-	(1サンプル)
		c. 貯蔵安定性試験		

備考) ○ : 分析試験実施, - : 実施せず

表3.1-1 分析項目及び手法

項 目	単 位	準 拠 規 格	手 法		
全 水 分	%	J I S M 8 8 1 2	加熱乾燥法		
表 面 水 分	%	J I S M 8 8 1 1	乾燥法		
工業分析(恒湿)	水 分	%	J I S M 8 8 1 2	加熱乾燥法	
	固 定 炭 素	%	J I S M 8 8 1 2	算 出	
	揮 発 分	%	J I S M 8 8 1 2	加熱減量法	
	灰 分	%	J I S M 8 8 1 2	加熱灰化法	
	高 位 発 熱 量	Kcal/kg	J I S M 8 8 1 4	断熱式熱量計法	
	全 硫 黄	%	J I S M 8 8 1 3	燃烧容量法	
元素分析(無水)	C	%	—	HCコーダ計法	
	H	%	—	HCコーダ計法	
	S	燃 燒 性	%	J I S M 8 8 1 3	算 出
		不 燃 性	%	J I S M 8 8 1 3	燃烧容量法
	O	%	J I S M 8 8 1 3	算 出	
	N	%	—	ケルダール窒素計法	
	Cl	mg/kg	—	比色法	
	F	mg/kg	J I S K 0 1 0 2	ランタンアリザリンコンプレキソン法	
	Na	mg/kg	—	原子吸光法	
K	mg/kg	—	原子吸光法		
原炭物性	膨 張 性	ポタン指数	J I S M 8 8 0 1	ポタン法	
		流動度		ギーセラープラストメータ法	
	粉 碎 性	HGI	J I S M 8 8 0 1	ハードグローブ法	
	真 比 重	—	J I S K 2 1 5 1	水置換法	
	比 熱	Kcal/kg°C	—	示差走査熱量計法	
灰分物性	軟 化 性	軟 化 点	D I N / A S T M	酸化雰囲気/還元雰囲気 (CO/CO <sub>2</sub> = 60/40)	
		溶 融 点			°C
		流 動 点			°C
	真 比 重	—	J I S K 2 1 5 1	水置換法	
比 熱	Kcal/kg°C	—	示差走査熱量計法		
灰 分 組 成	SiO <sub>2</sub>	%	—	I C P 法 (プラズマ発光分光分析法)	
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	—		
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	—		
	CaO	%	—		
	TiO <sub>2</sub>	%	—		
	MgO	%	—		
	SO <sub>3</sub>	%	—		
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	—		
	Na <sub>2</sub> O	%	—		
	K <sub>2</sub> O	%	—		
	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/kg	—		
	MnO	mg/kg	—		
	Li <sub>2</sub> O	mg/kg	—		
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	mg/kg	—		
	Cl	mg/kg	—		比色法
F	mg/kg	J I S K 0 1 0 2	ランタンアリザリンコンプレキソン法		
Free SiO <sub>2</sub>	%	—	X線回折法		

表3.1-2 石炭一般分析結果 (1-2煤)

項目	銘柄		大柳塔	大柳塔	大柳塔	試験法注記		
	單位		1-2煤 サンプル①	1-2煤 サンプル②	1-2煤 サンプル③			
全水分	%		12.7	13.1	13.0			
表面水分	%		2.8	3.2	2.9			
工業分析(恒湿)	水分	%	9.7	9.6	10.1			
	固定炭素	%	57.9	57.9	57.6			
	揮発分	%	27.2	27.1	27.1			
	灰分	%	5.2	5.4	5.2			
	高位発熱量	Kcal/kg	6420	6390	6400			
	全硫黄	%	0.33	0.28	0.31			
元素分析(無水)	C	%	75.8	75.9	75.8			
	H	%	4.0	4.0	4.0			
	S	燃焼性	%	0.20	0.14	0.16		
		不燃性	%	0.17	0.17	0.18		
	O	%	13.4	13.2	13.5			
	N	%	0.77	0.72	0.73			
	Cl	mg/kg	1580	1540	1520			
	F	mg/kg	427	322	396			
	Na	mg/kg	198	210	237			
	K	mg/kg	442	500	572			
原炭物性	膨張性	秒/指数	0	0	0			
		流動度	0	0	0			
	粉碎性	HGI	61	62	62			
	真比重	—	1.480	1.484	1.485			
	比熱	Kcal/kg°C	0.288	0.294	0.281			
Free SiO <sub>2</sub>	%	0.9	0.8	0.8				
灰分物性	軟化性	軟化点	1330	1300	1330	1300	DIN法/ASTM法	
				1345		1340		1350
		溶融点	1350	1347	1350	1343		1360
	流動点	1415	1355	1405	1350	1405	1360	
	真比重	—	2.922	3.003	3.045			
比熱	Kcal/kg°C	0.199	0.216	0.210				
灰分組成	SiO <sub>2</sub>	%	36.8	35.3	35.4			
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	18.9	18.5	18.3			
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	5.0	5.0	5.4			
	CaO	%	25.4	28.3	26.1			
	TiO <sub>2</sub>	%	0.7	0.6	0.6			
	HgO	%	1.6	1.5	1.6			
	SO <sub>3</sub>	%	9.0	8.1	9.4			
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0.9	0.9	1.0			
	Na <sub>2</sub> O	%	0.5	0.5	0.6			
	K <sub>2</sub> O	%	1.0	1.1	1.3			
	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/kg	212	181	199			
	MnO	mg/kg	2157	2507	2214			
	Li <sub>2</sub> O	mg/kg	96	93	104			
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	mg/kg	135	91	125			
	Cl	mg/kg	188	687	235			
	F	mg/kg	125	86	45			
Free SiO <sub>2</sub>	%	16.5	15.5	16.6				



表3.1-3 石炭一般分析結果(2-2煤)

項目		銘柄	大柳塔	大柳塔	大柳塔	試験法注記	
		単位	2-2煤 サンプル①	2-2煤 サンプル②	2-2煤 サンプル③		
全水分		%	11.2	11.3	11.4		
表面水分		%	1.4	1.5	1.5		
工業分析(恒湿)	水分	%	9.7	9.7	9.6		
	固定炭素	%	53.0	52.9	53.2		
	揮発分	%	35.1	35.2	35.1		
	灰分	%	2.2	2.2	2.1		
	高位発熱量	Kcal/kg	6860	6860	6860		
全硫黄		%	0.36	0.35	0.34		
元素分析(無水)	C		%	79.8	80.0	80.0	
	H		%	5.0	5.1	5.1	
	S	燃焼性	%	0.28	0.26	0.25	
		不燃性	%	0.12	0.13	0.13	
	O		%	11.5	11.2	11.4	
	N		%	1.01	1.00	0.98	
	Cl		mg/kg	544	473	557	
	F		mg/kg	35	21	27	
	Na		mg/kg	246	231	236	
K		mg/kg	188	187	164		
原炭物性	膨張性	粉指数	1/2	1/2	1/2		
		流動度	0	0	0		
	粉碎性	HGI	55	55	56		
	真比重	—	1.483	1.467	1.471		
	比熱	Kcal/kg°C	0.283	0.301	0.288		
Free SiO <sub>2</sub>		%	0.4	0.5	0.4		
灰分物性	軟化性	軟化点	℃	1210 1220	1225 1200	1235 1210	DIN法/ASTM法
				1253	1230	1240	
		溶融点	℃	1275 1255	1238 1240	1255 1240	
		流動点	℃	1380 1265	1310 1240	1330 1255	
	真比重	—	2.927	2.988	2.956		
比熱		Kcal/kg°C	0.213	0.198	0.224		
灰組成	SiO <sub>2</sub>		%	38.4	37.7	37.2	
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		%	22.2	22.0	21.7	
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		%	8.7	8.9	8.9	
	CaO		%	11.4	11.6	12.0	
	TiO <sub>2</sub>		%	0.7	0.7	0.7	
	MgO		%	1.4	1.4	1.4	
	SO <sub>3</sub>		%	13.7	14.2	14.6	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		%	0.9	0.9	0.9	
	Na <sub>2</sub> O		%	1.5	1.4	1.5	
	K <sub>2</sub> O		%	1.0	1.0	0.9	
	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		mg/kg	260	279	226	
	MnO		mg/kg	792	745	710	
	Li <sub>2</sub> O		mg/kg	93	93	93	
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		mg/kg	114	130	104	
	Cl		mg/kg	44	11	17	
F		mg/kg	<5	<5	<5		
Free SiO <sub>2</sub>		%	18.1	17.6	18.4		

表3.2-1 ふく射着火温度試験結果

(単位：℃)

着火状況	大柳塔鉈区・1-2煤			大柳塔鉈区・2-2煤			大同炭(参考)
	70%	80%	90%	70%	80%	90%	
変化なし	480 以下	489 以下	489 以下	480 以下	471 以下	487 以下	471 以下
炉側面で僅かに火花発生	480 540	489 540	489 532	480 540	471 523	487 510	471 523
火花増加	540 580	540 590	532 590	540 580	523 590	510 580	523 600
炉内全面に火花発生	580 660	590 650	590 640	580 620	590 620	580 620	600 680
緩慢着火燃焼 (ふく射着火温度)	660 700	650 690	640 680	620 680	620 680	620 670	680 710
爆発燃焼	700 以上	690 以上	680 以上	680 以上	680 以上	670 以上	710 以上

表 3.2 - 2 燃烧速度試驗条件

炭 種	大柳塔鉾区 1-2煤, 2-2煤
炉内温度	800, 1000, 1200℃
酸素濃度	21, 10, 4 vol%

表 3.2 - 3 燃烧速度係数計測結果

(单位: g/cm<sup>2</sup> sec)

炭種	炉内温度 [°C]	酸素濃度 [%]		
		4	10	21
大柳塔鉾区 1-2煤	800	$6.57 \times 10^{-5}$	$15.8 \times 10^{-5}$	$40.7 \times 10^{-5}$
	1000	$8.69 \times 10^{-5}$	$20.7 \times 10^{-5}$	$37.8 \times 10^{-5}$
	1200	$11.1 \times 10^{-5}$	$27.1 \times 10^{-5}$	$52.3 \times 10^{-5}$
大柳塔鉾区 2-2煤	800	$8.54 \times 10^{-5}$	$19.2 \times 10^{-5}$	$39.9 \times 10^{-5}$
	1000	$11.7 \times 10^{-5}$	$28.5 \times 10^{-5}$	$53.5 \times 10^{-5}$
	1200	$15.7 \times 10^{-5}$	$40.4 \times 10^{-5}$	$70.8 \times 10^{-5}$

表3.4-1 粘度測定結果（大柳塔鉦区 2-2煤）

（単位：poise）

温度	ずり速度 ( $S^{-1}$ )						
	0.105	0.21	0.52	1.05	2.1	4.1	10.5
1425℃	—	455	290	230	211	—	—
1450℃	—	—	—	57.6	48.4	41.9	38.7
1500℃	—	—	—	—	30.5	26.7	24.5
1550℃	—	—	—	—	—	17.0	14.8
1600℃	—	—	—	—	—	14.4	12.2
1650℃	—	—	—	—	—	—	8.8
1700℃	—	—	—	—	—	—	7.2

表3.5-1 CWM粒度変化試験結果

粒径 1 $\mu$ mパス [%]	湿度 [%]	粘度 [cP]				pH
		7 $S^{-1}$ up	20 $S^{-1}$ up	100 $S^{-1}$ up	100 $S^{-1}$ down	
4.4	60.0	216	424	1230	491	6.8
7.2	62.1	476	697	1463	870	6.9
9.7	62.6	216	485	982	697	6.8

表3.5-2 貯蔵安定性試験方法

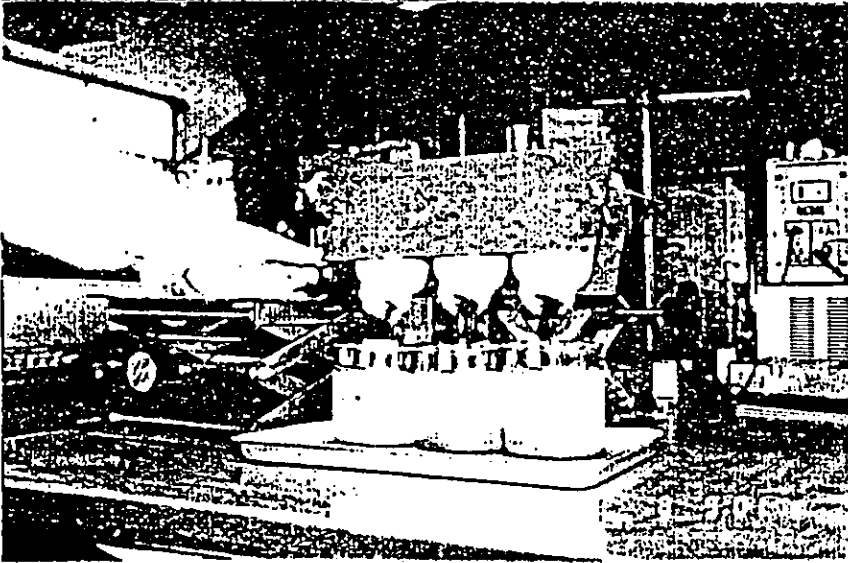
<p>試験要領</p>	<p>製造後のCWMを250mlのポリ瓶に約150g密封保管(25℃)後、流出物と残存物に分類し定量する。更に、残存物について3φのガラス棒を落下させ、容器底部の圧密層を計る。</p> <p>流出物……60°傾斜での流出物</p> <p>凝集物1……更に90°傾斜での流出物と60°傾斜でのふるい6#上量</p> <p>凝集物2……90°傾斜での残存物</p> <p>圧密高さ……ガラス棒が貫入しないCWM厚み</p>
<p>試験状況</p>	

表3.5-3 貯蔵安定性試験結果一覧

CWM粒度 (1 $\mu$ mパス)	静置日数 (日)	割合 [%]				濃度 [%]				圧密高さ [mm]
		流出物	凝集物1	凝集物2	流出物	凝集物1	凝集物2	流出物	凝集物1	
4.4%	7	16.7	2.9	80.4	15.9	64.5	67.4			7.1
	14	13.5	1.1	85.4	6.9	50.1	68.0			7.1
	30	14.6	0	85.4	6.2	—	69.0			7.9
7.2%	7	16.4	1.3	82.3	15.7	66.5	70.8			2.7
	14	15.0	2.4	82.6	12.9	60.5	70.0			5.3
	30	14.6	0.4	85.0	12.7	65.1	70.7			7.1
9.7%	7	33.5	9.1	57.4	47.0	70.2	70.4			1.0
	14	19.4	7.1	73.5	30.3	67.5	70.7			2.8
	30	14.5	0	85.5	13.4	—	71.4			5.1

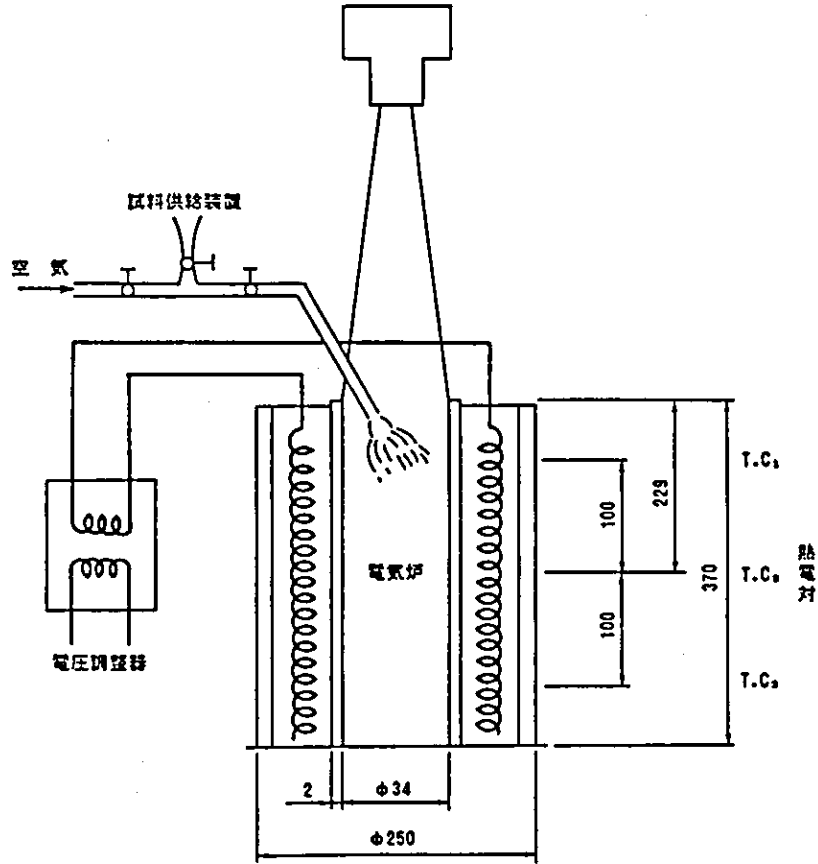


図3.2-1 ふく射着火温度測定装置

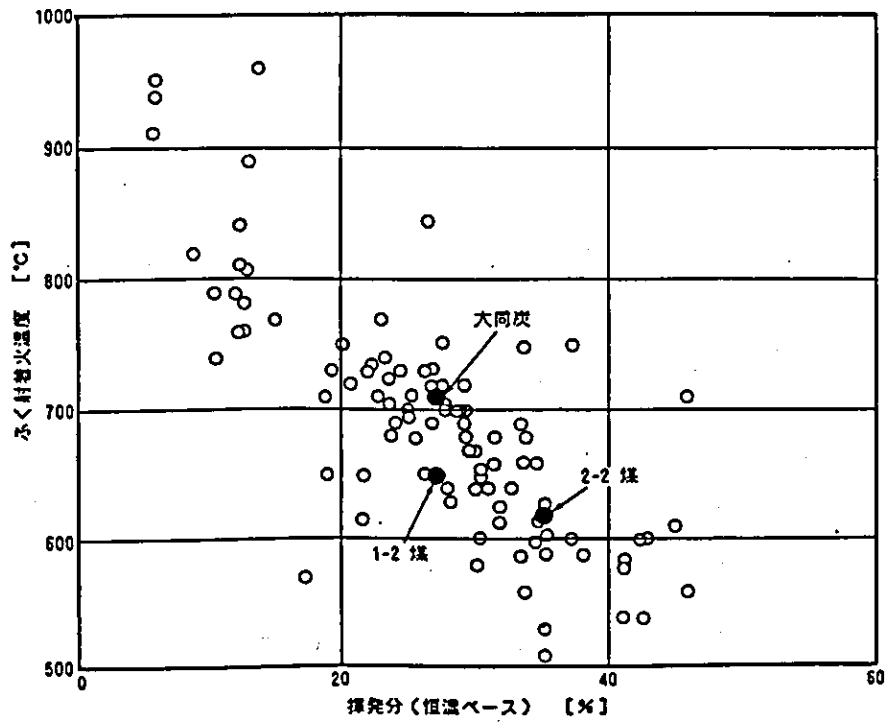


図3.2-2 ふく射着火温度と揮発分の関係

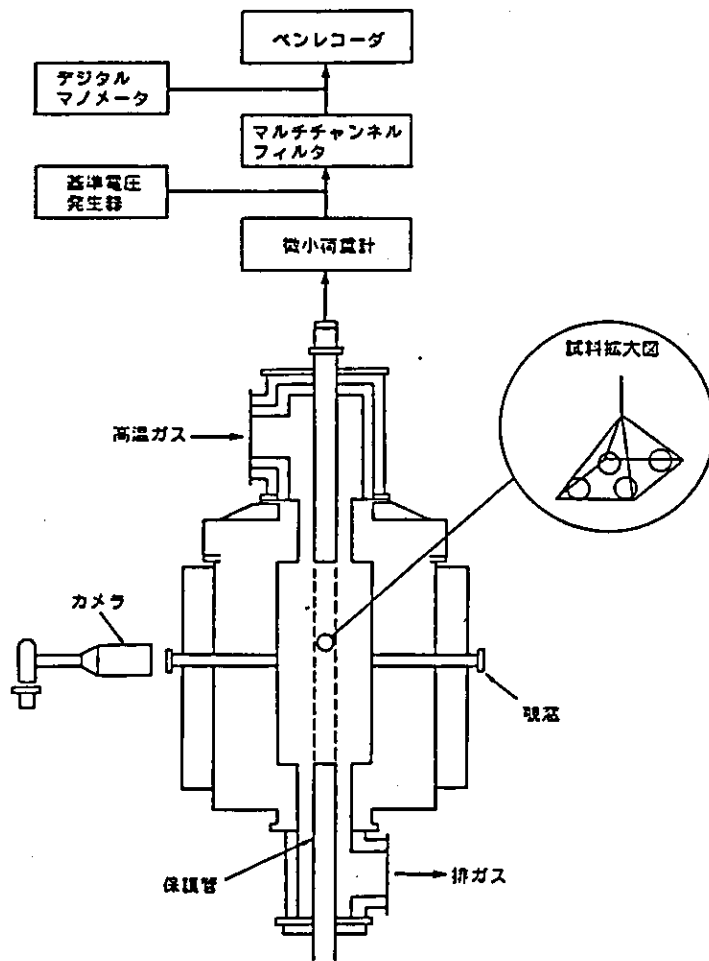


図 3.2 - 3 燃焼速度計測装置

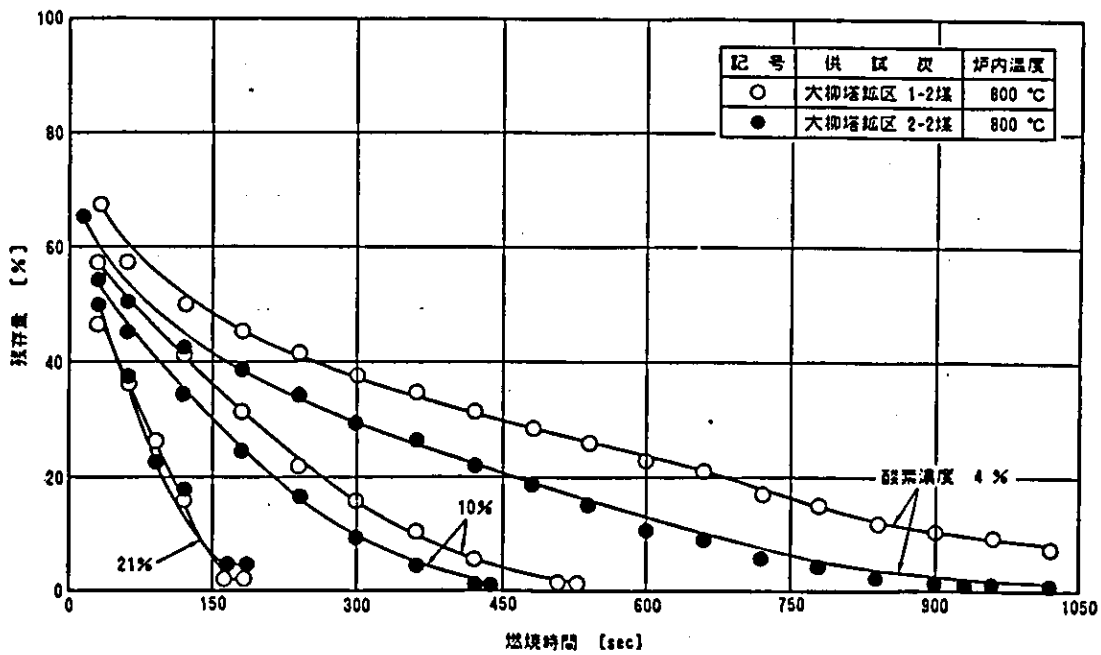


図 3.2 - 4 残存量と燃焼時間の関係



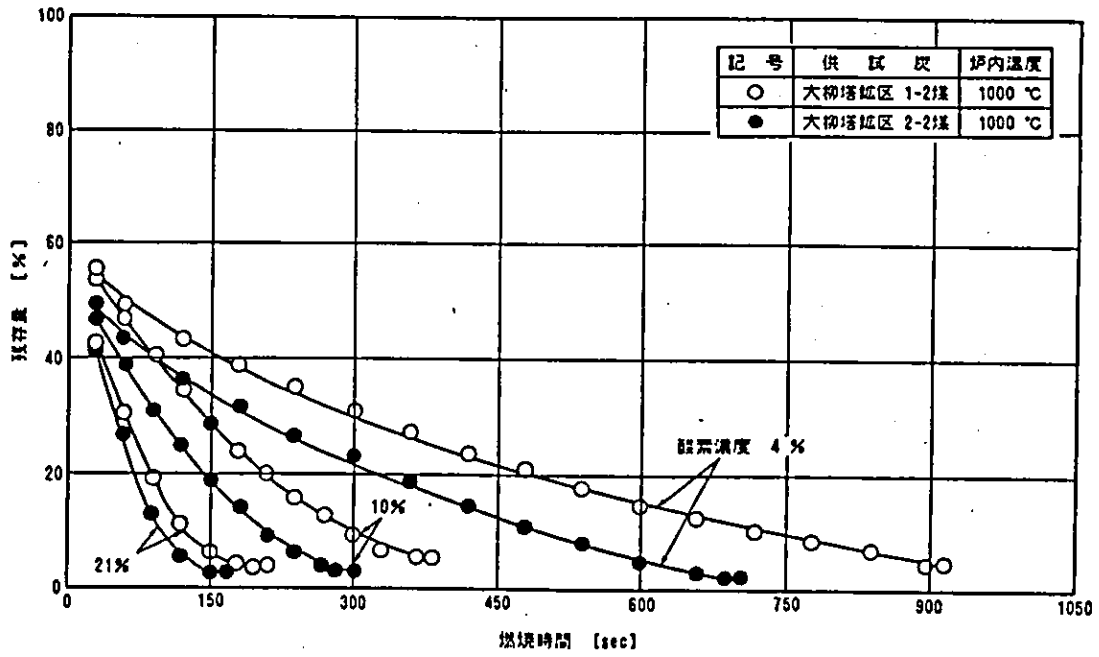


図3.2-5 残存量と燃焼時間の関係

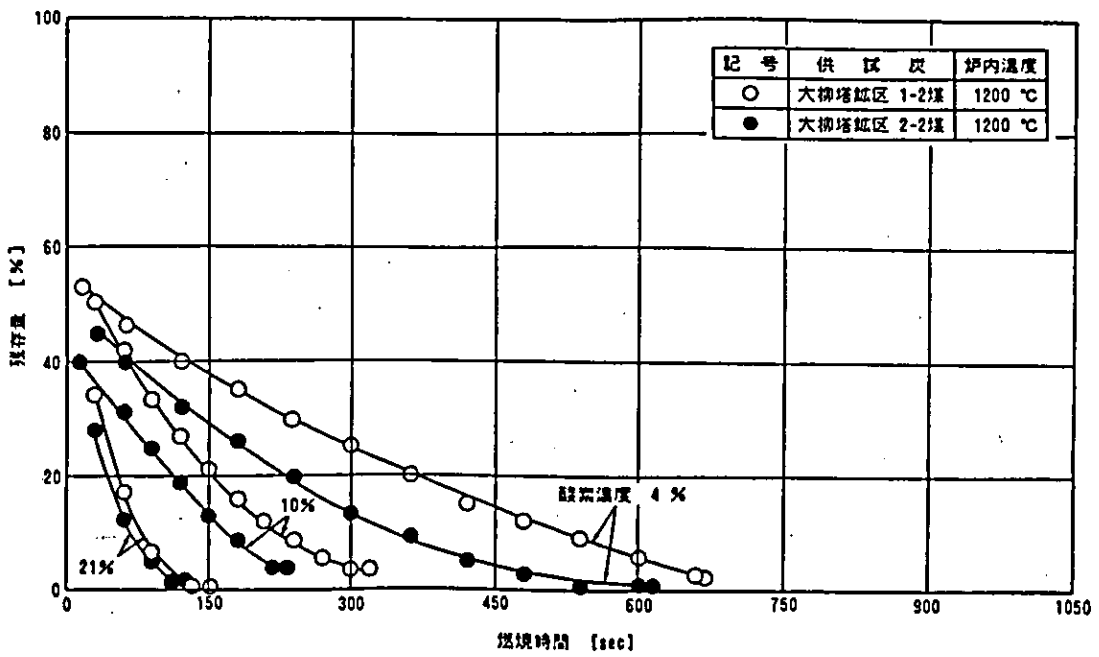


図3.2-6 残存量と燃焼時間の関係

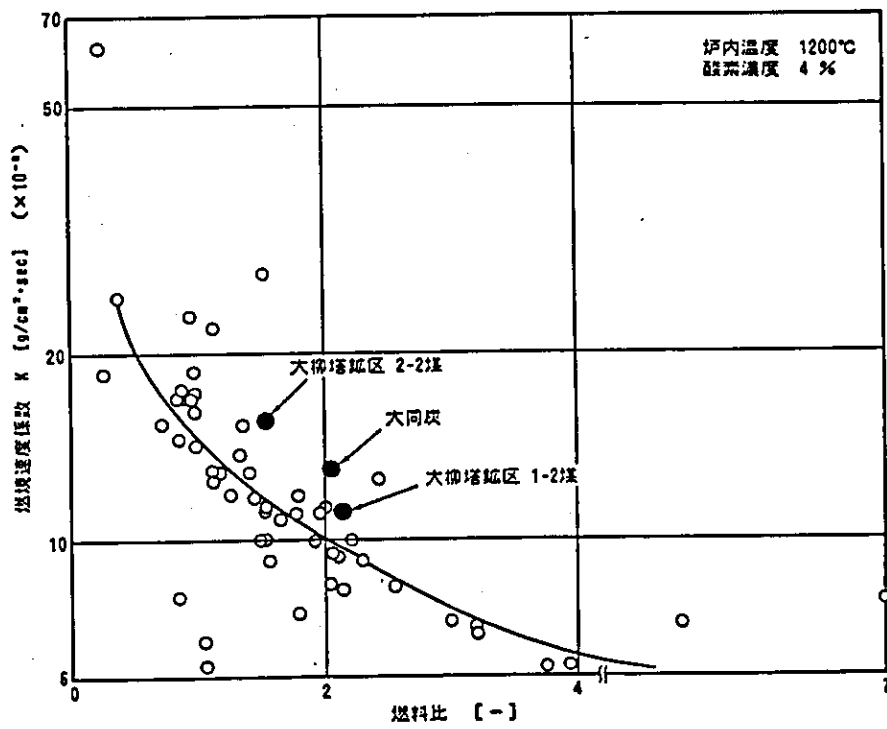


図3.2-7 燃焼速度係数と燃料比の関係

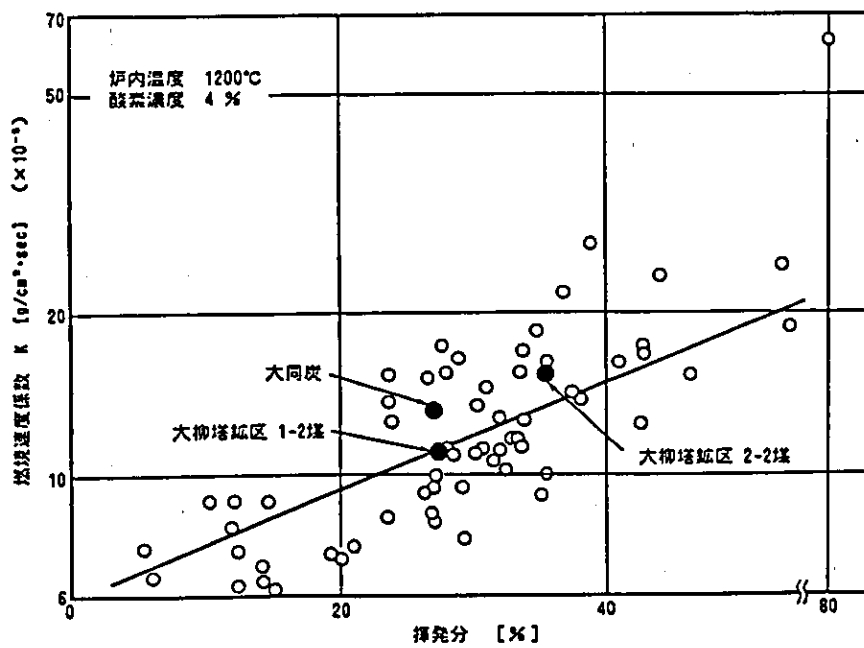


図3.2-8 燃焼速度係数と揮発分の関係

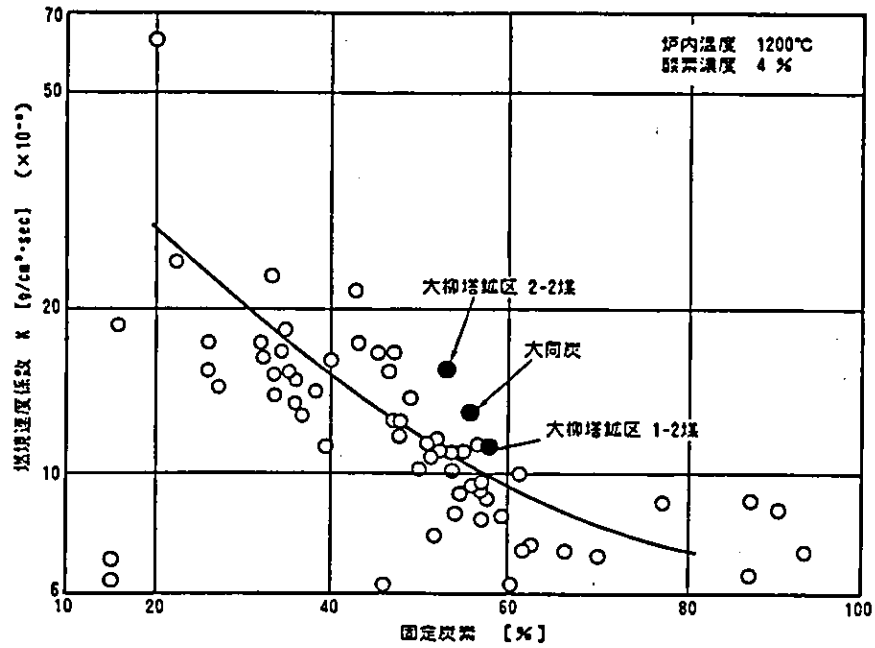


図3.2-9 燃燒速度係数と固定炭素の関係

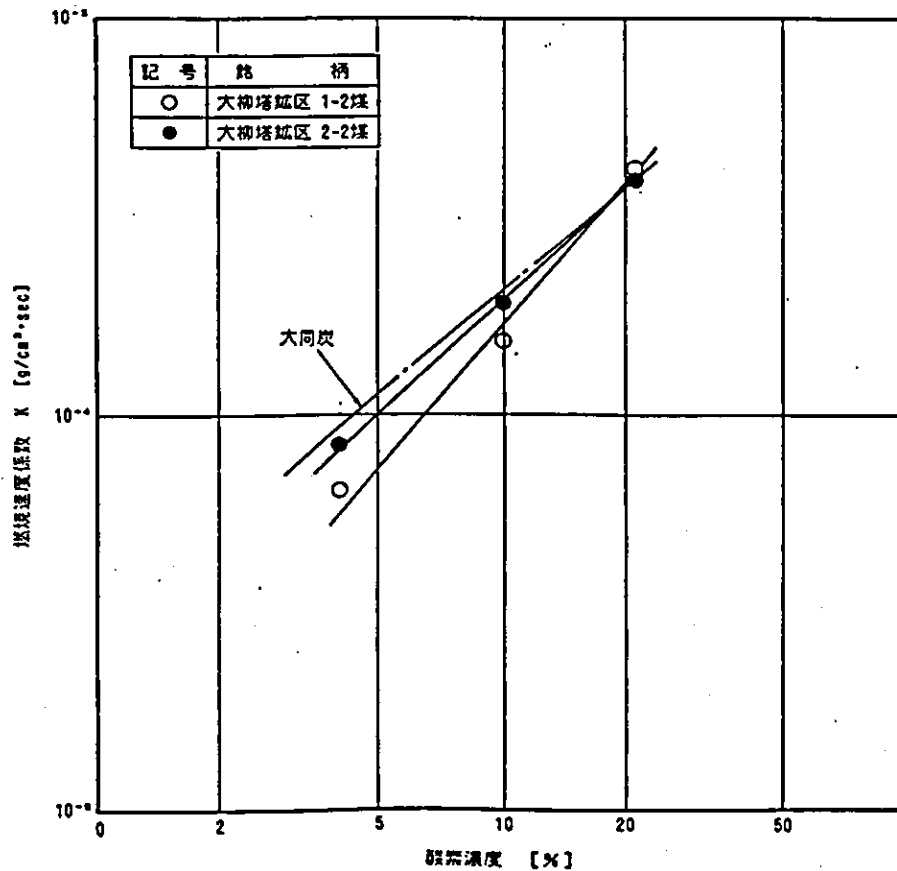


図3.2-10 燃燒速度係数と酸素濃度の関係 (炉内温度 800°C)

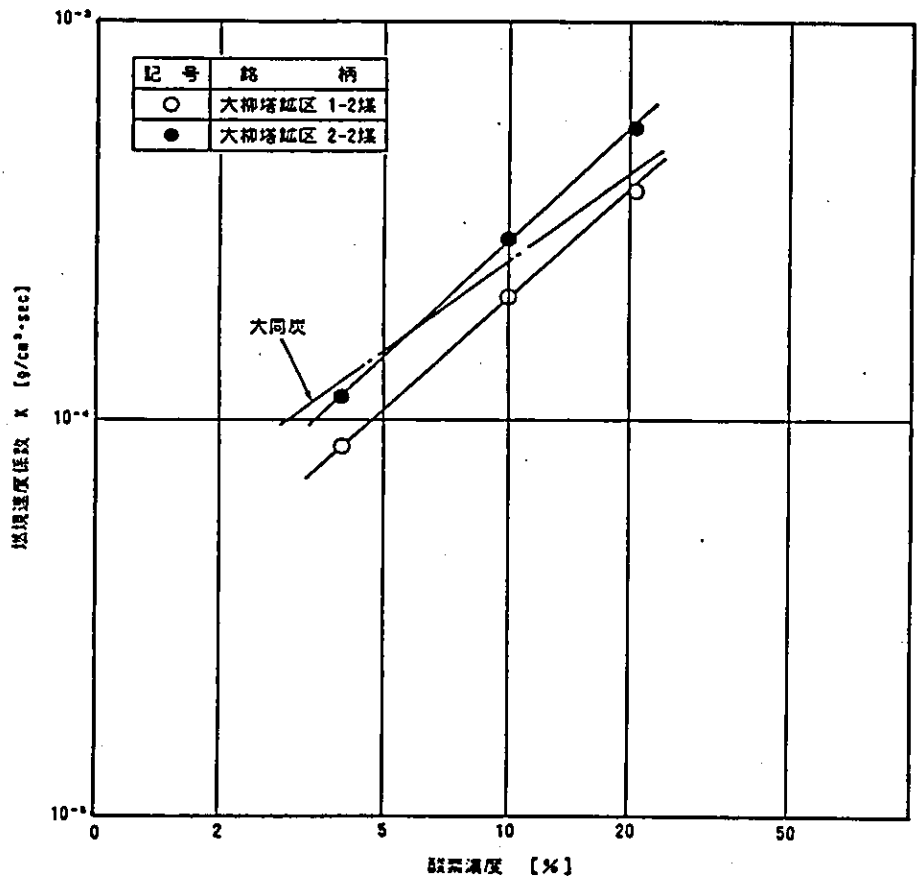


図3.2-11 燃烧速度係数と酸素濃度の関係 (炉内温度1000°C)

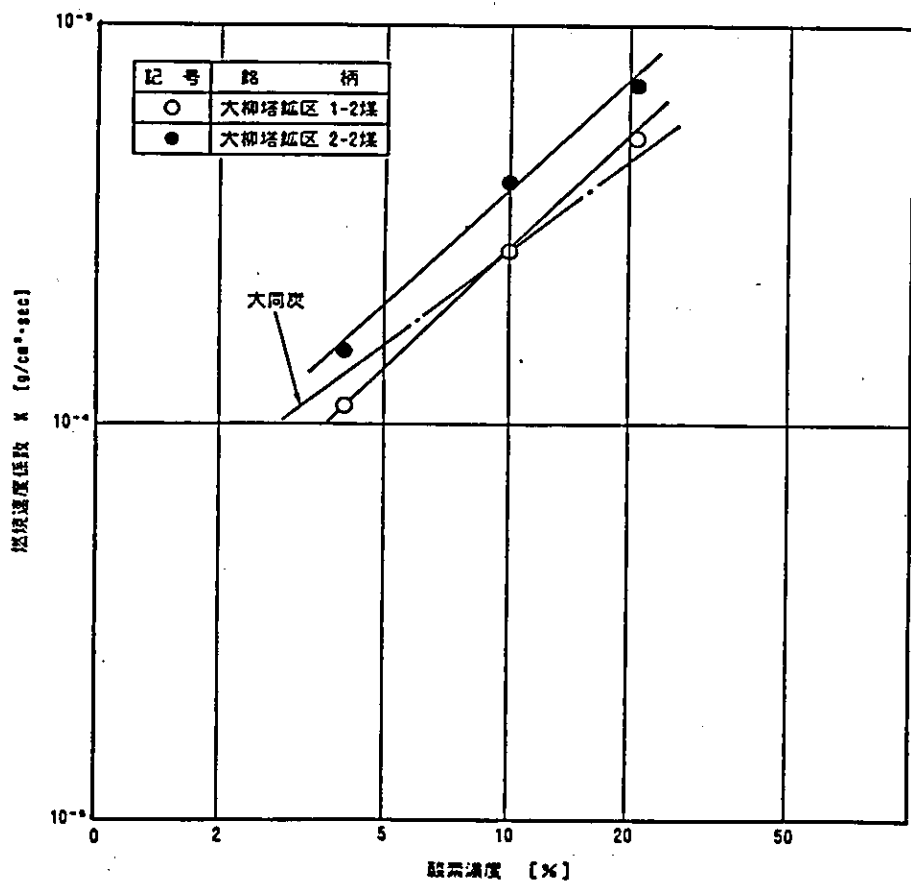


図3.2-12 燃烧速度係数と酸素濃度の関係 (炉内温度1200°C)

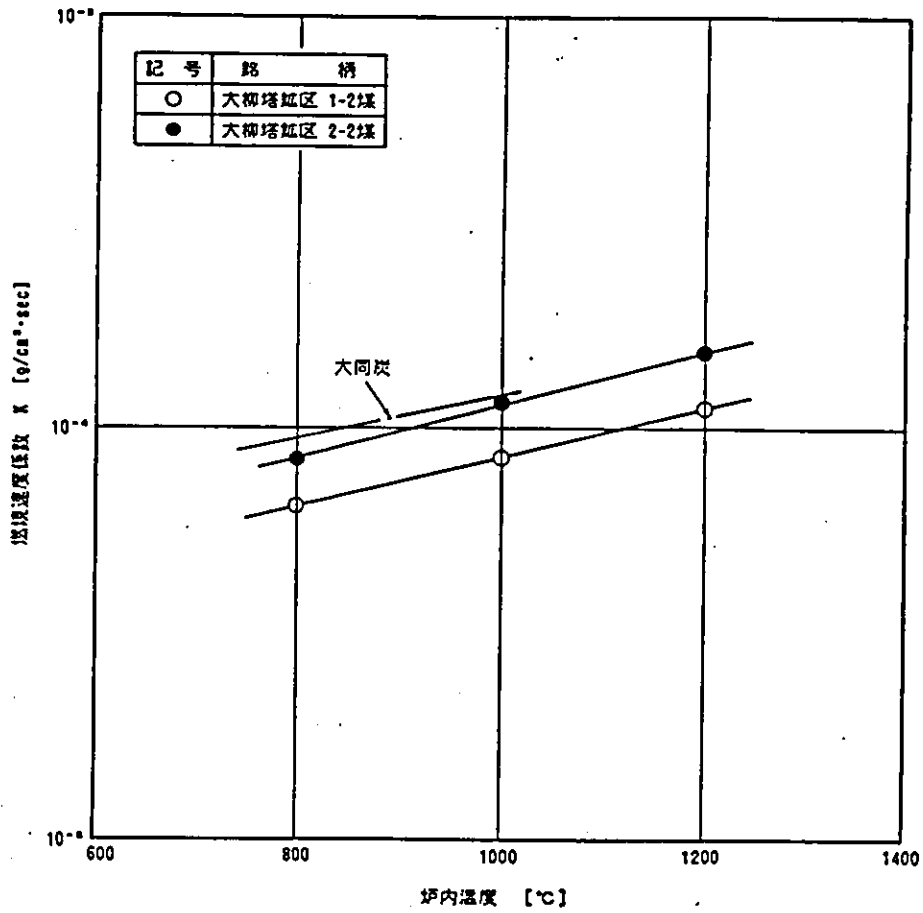


図3.2-13 燃燒速度係数と炉内温度の関係（酸素濃度4%）

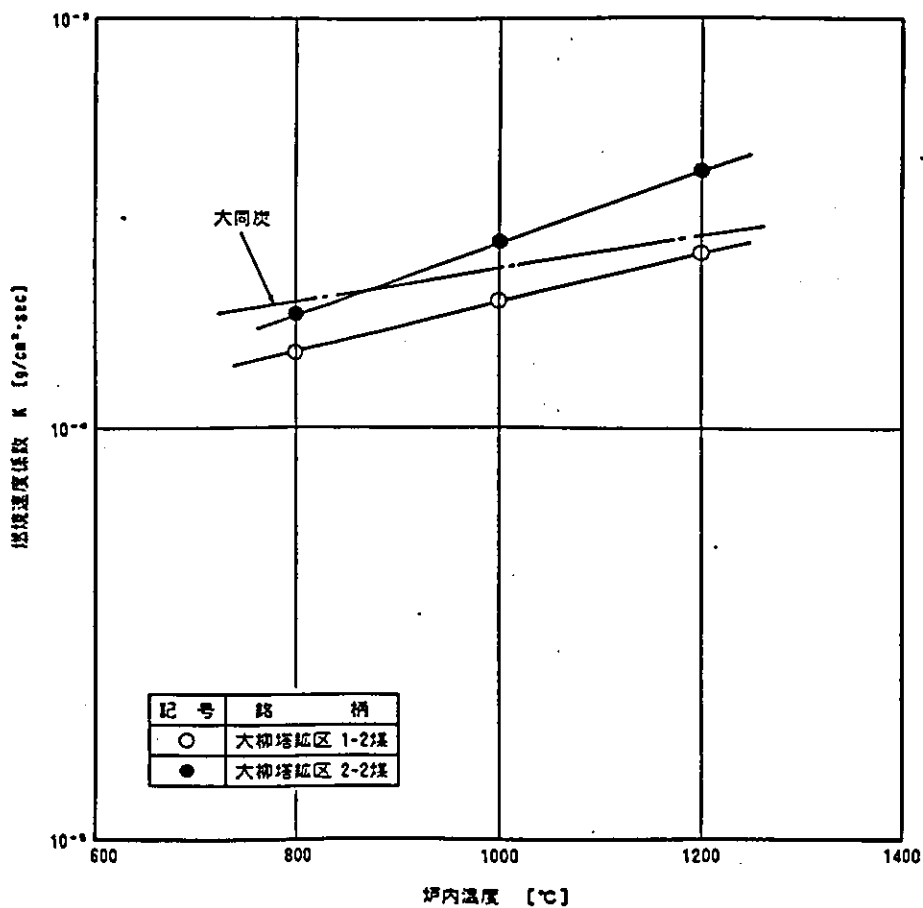


図3.2-14 燃燒速度係数と炉内温度の関係（酸素濃度10%）

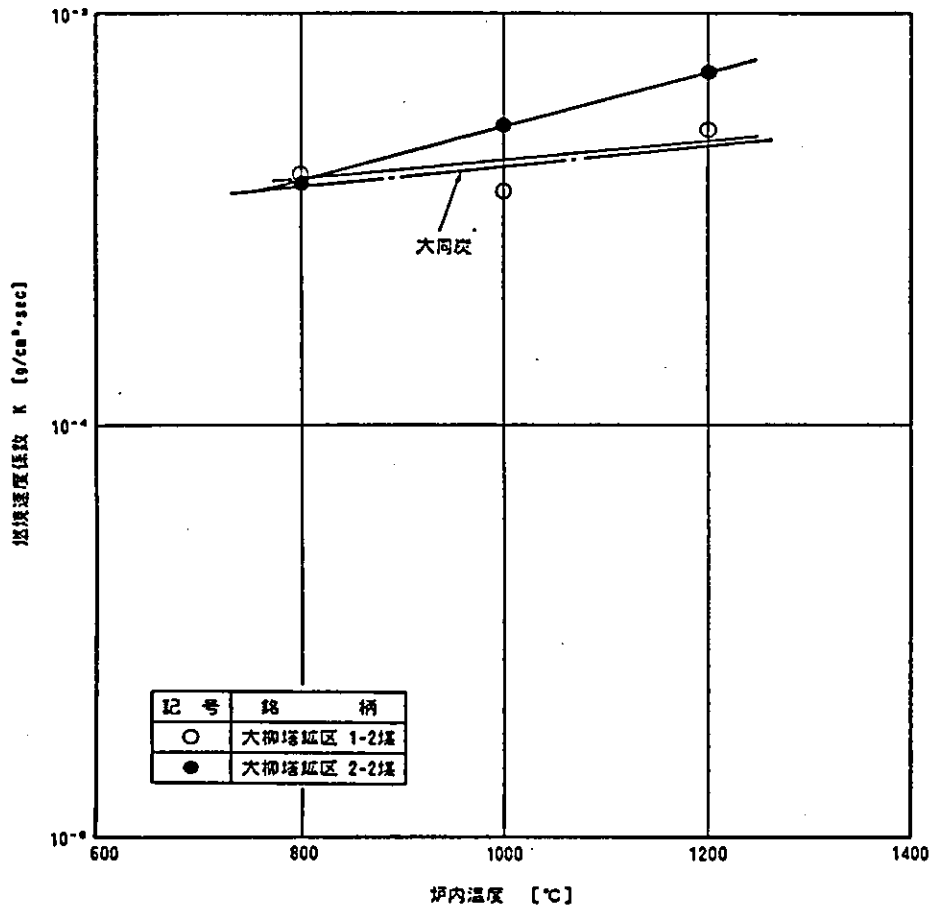


図3.2-15 燃烧速度係数と炉内温度の関係（酸素濃度21%）

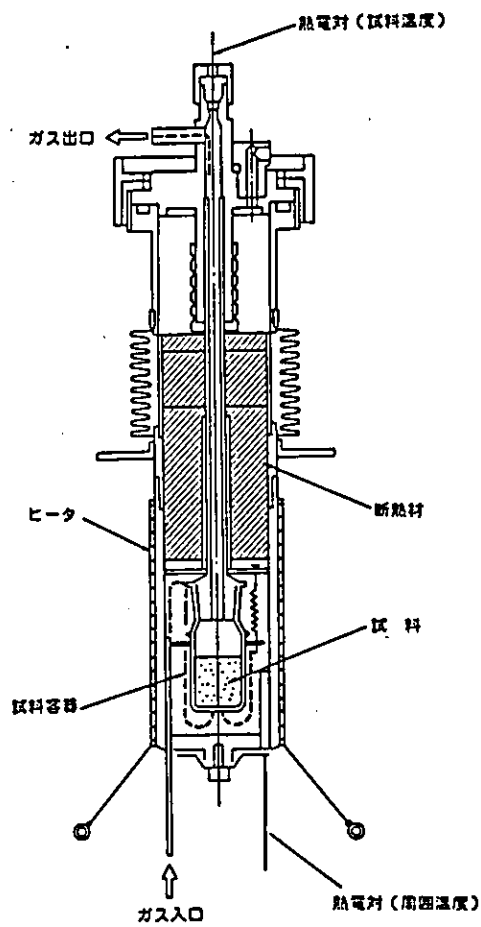


図3.3-1 自然発火性試験装置

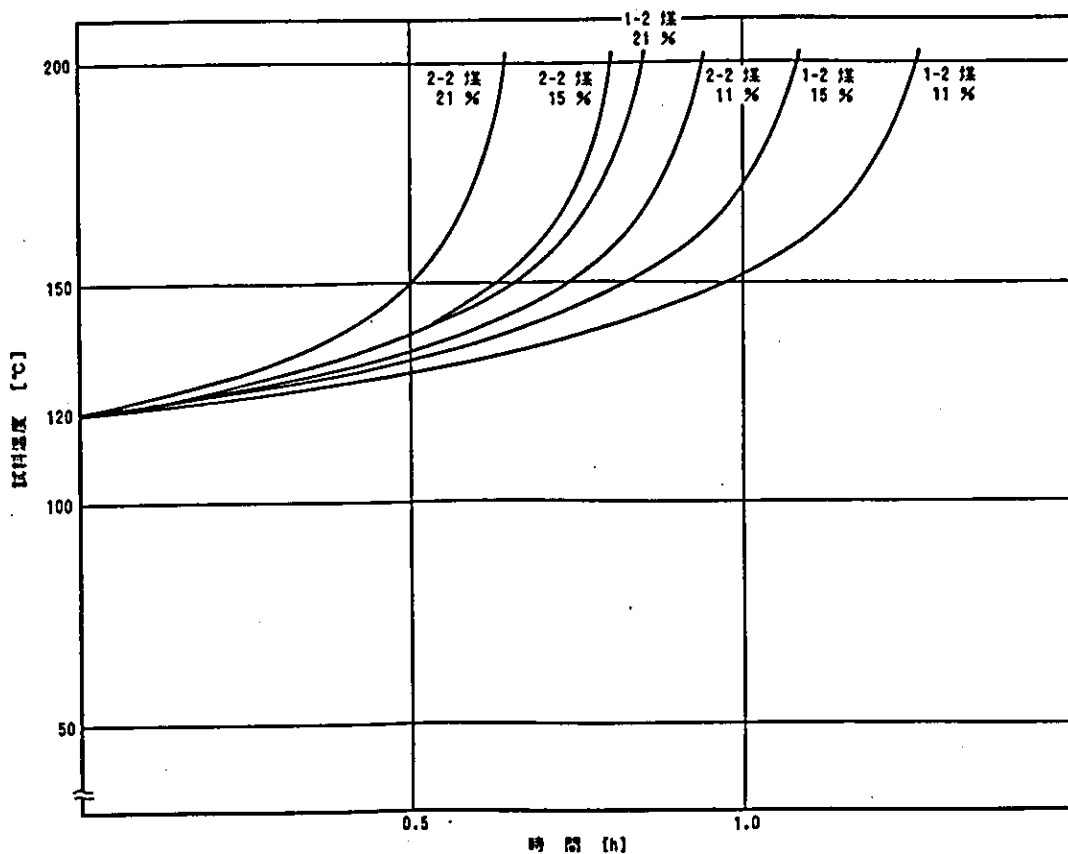


図3.3-2 昇温変化 (初期温度 120°C)

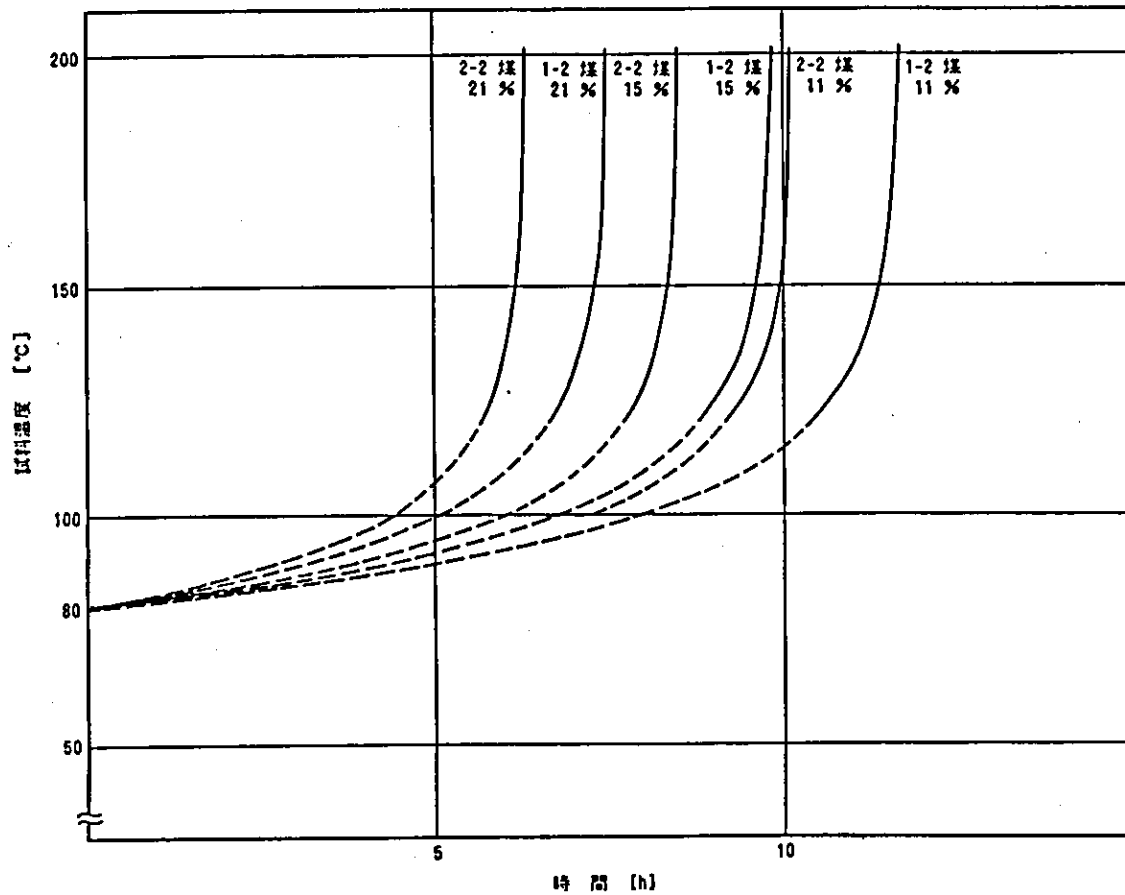


圖 3.3 - 3 昇温變化 (初期温度80°C)

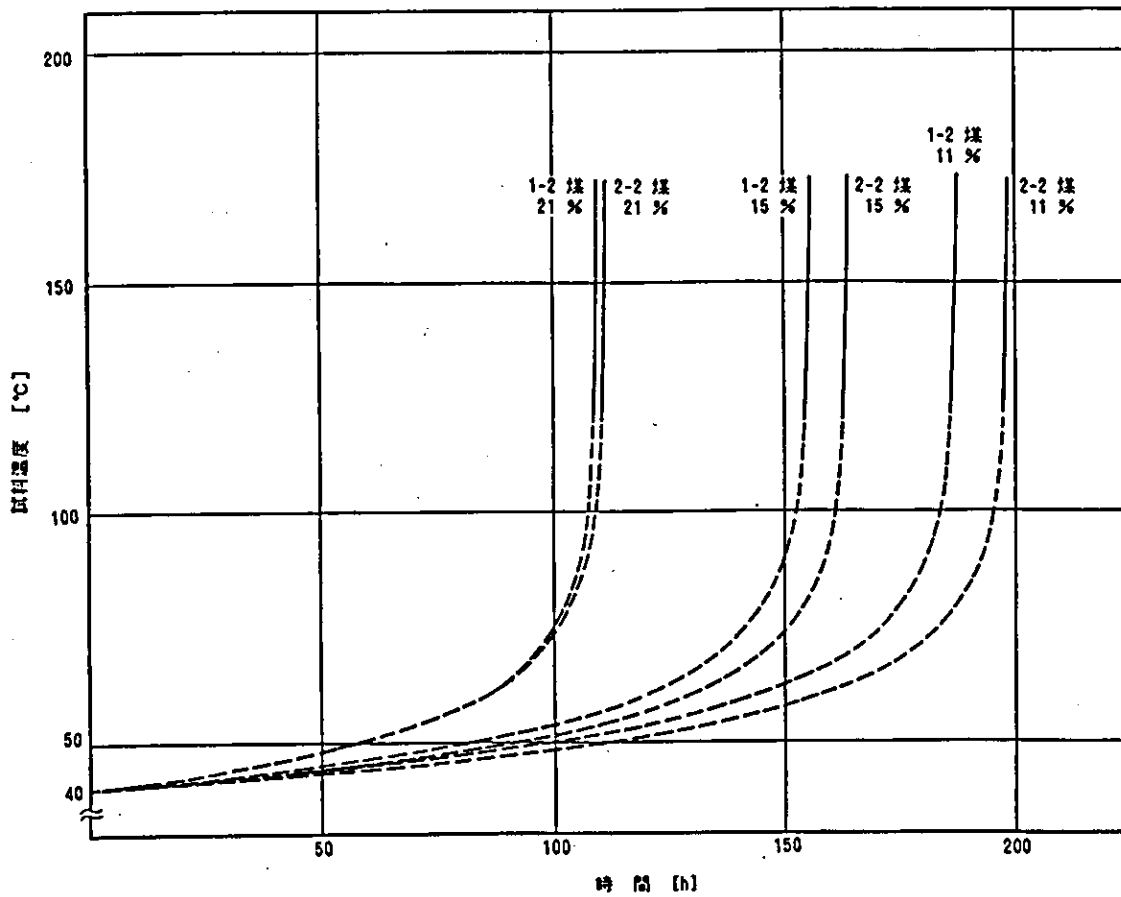


圖 3.3 - 4 昇温變化 (初期温度40°C)



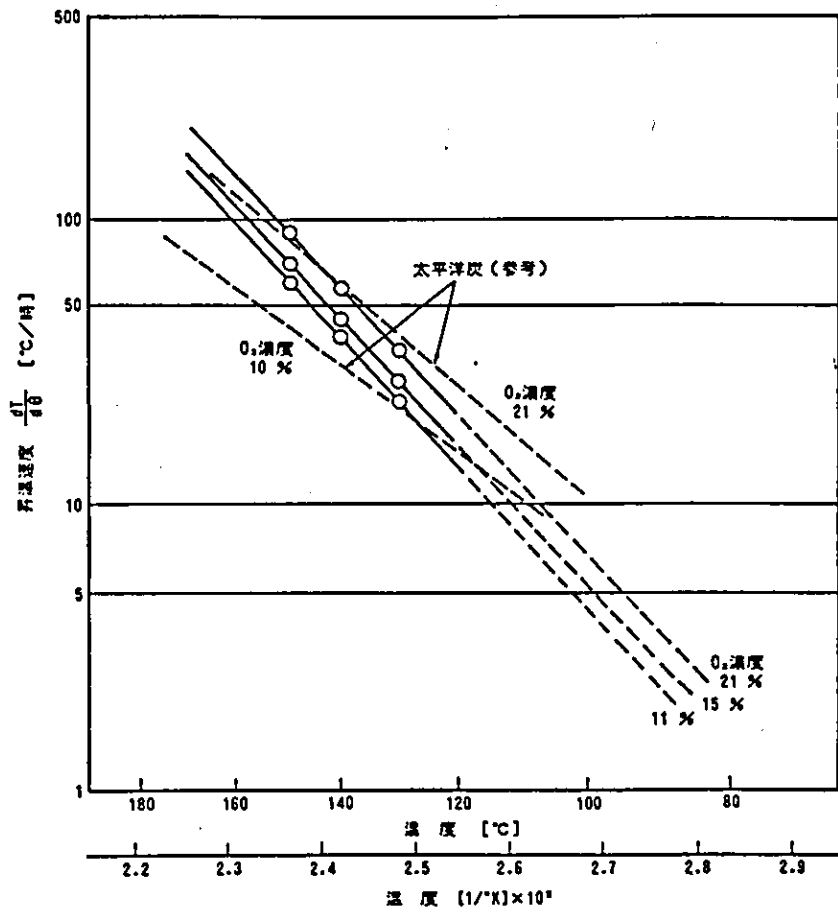


図3.3-5 各温度における昇温速度 (大柳塔1-2煤)

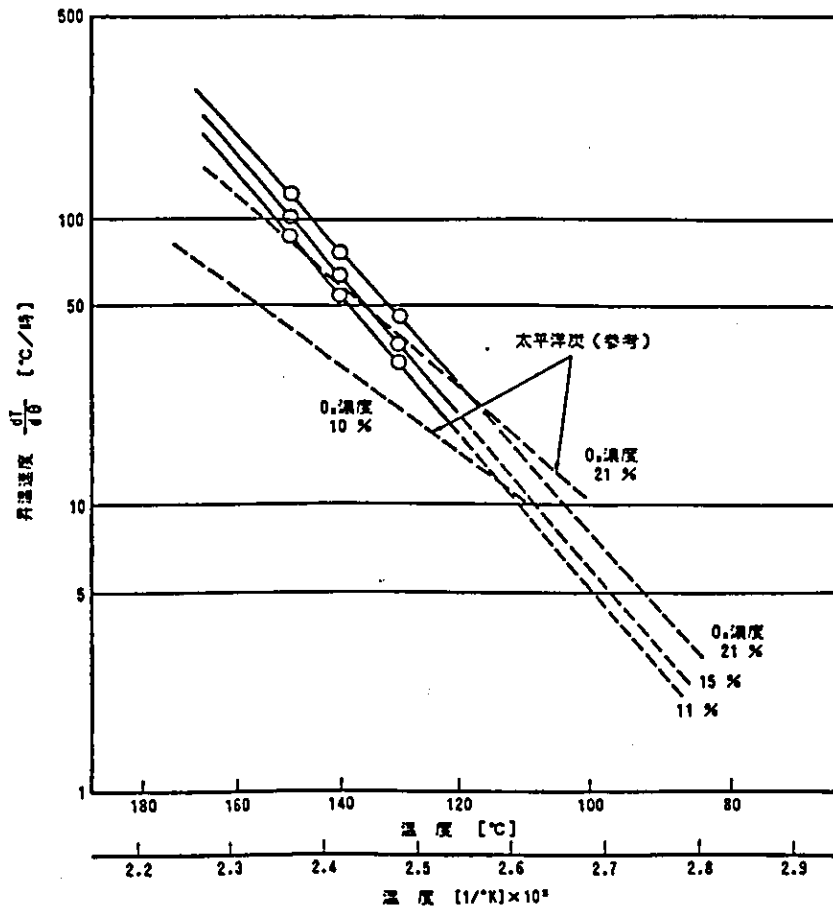


図3.3-6 各温度における昇温速度 (大柳塔2-2煤)

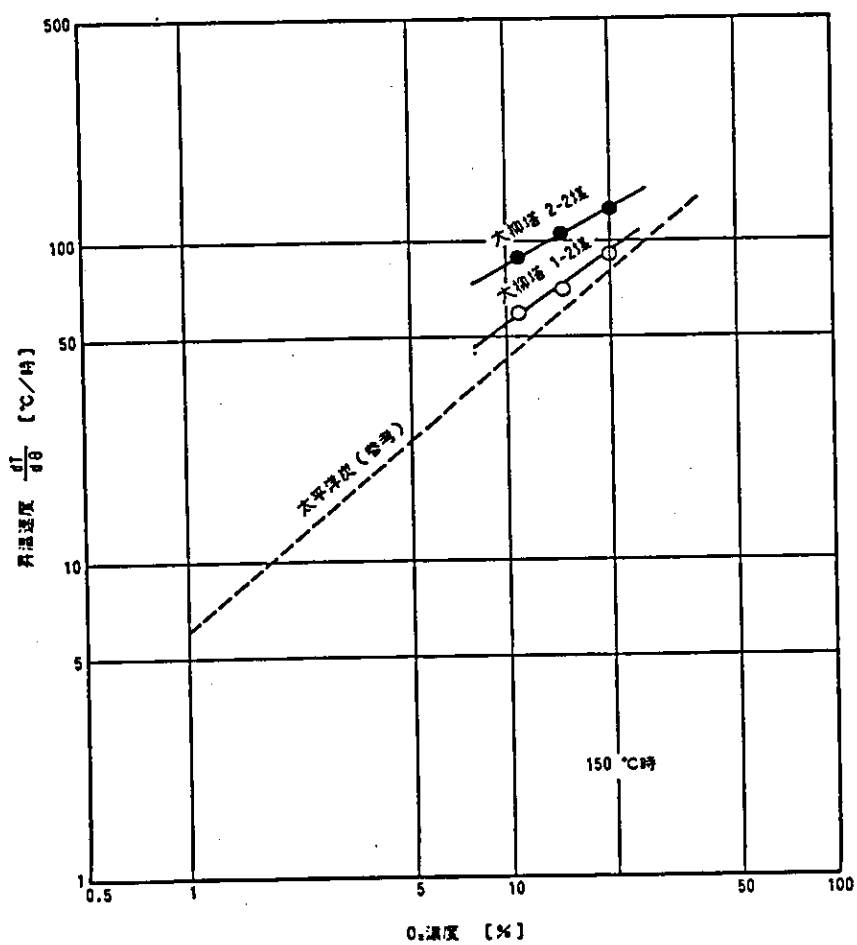


図3.3-7  $O_2$  濃度と昇温速度の関係

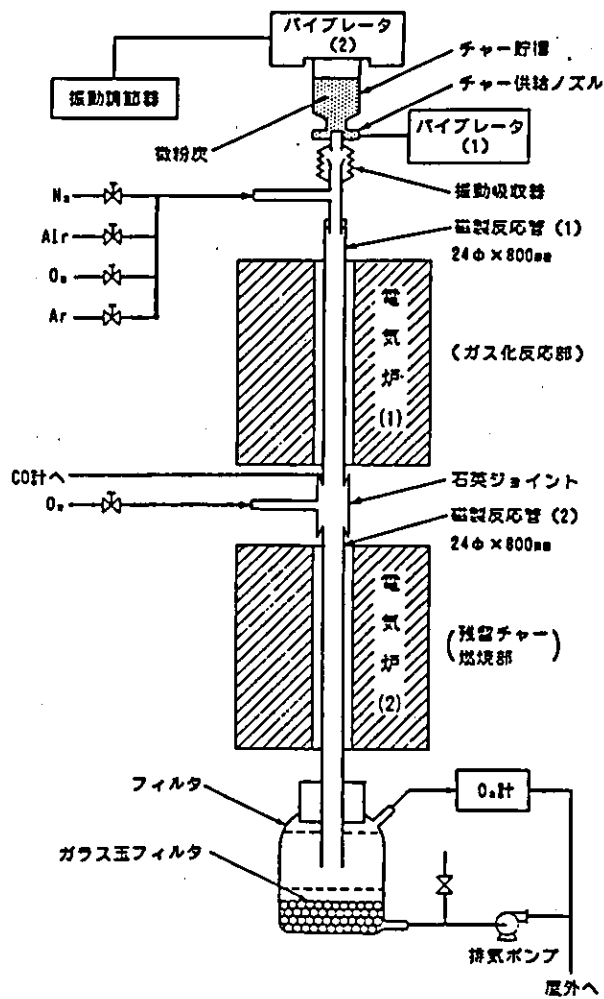


図3.4-1 ガス化反応試験装置

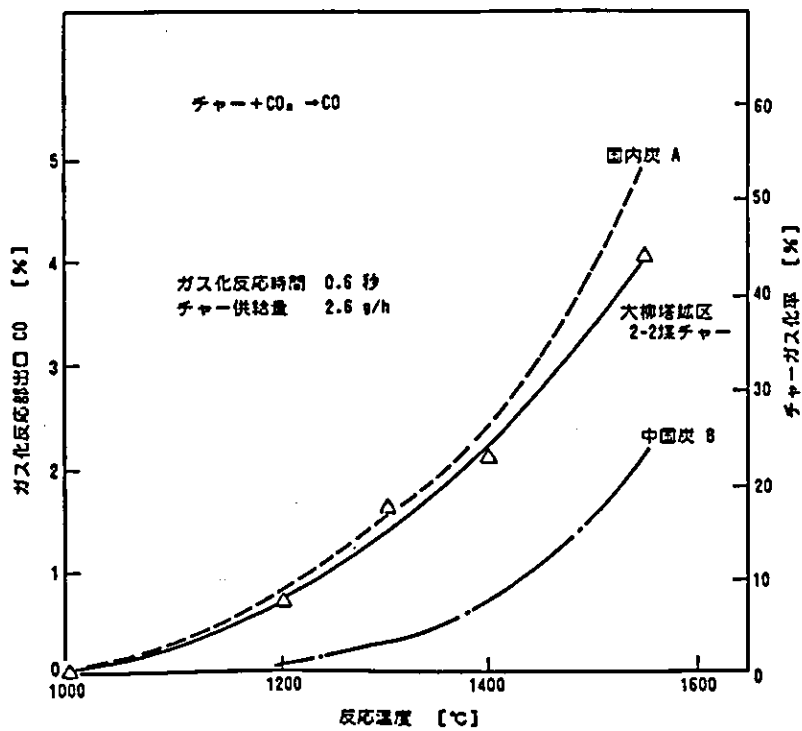


図3.4-2 チャーのガス化特性 (ガス化剤CO<sub>2</sub> 30%)

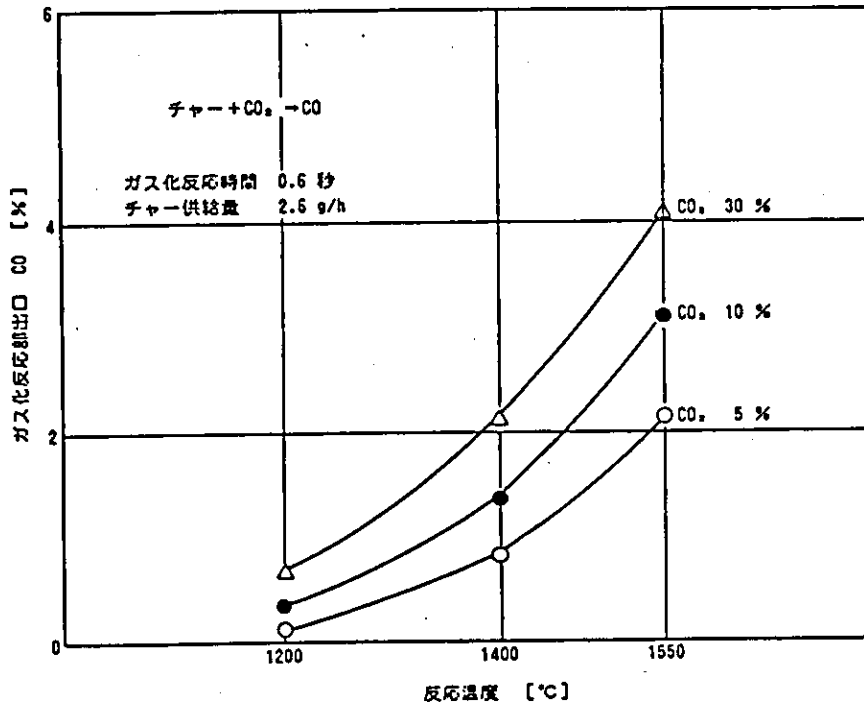


図3.4-3 チャーのガス化特性 (ガス化剤CO<sub>2</sub>濃度の影響)

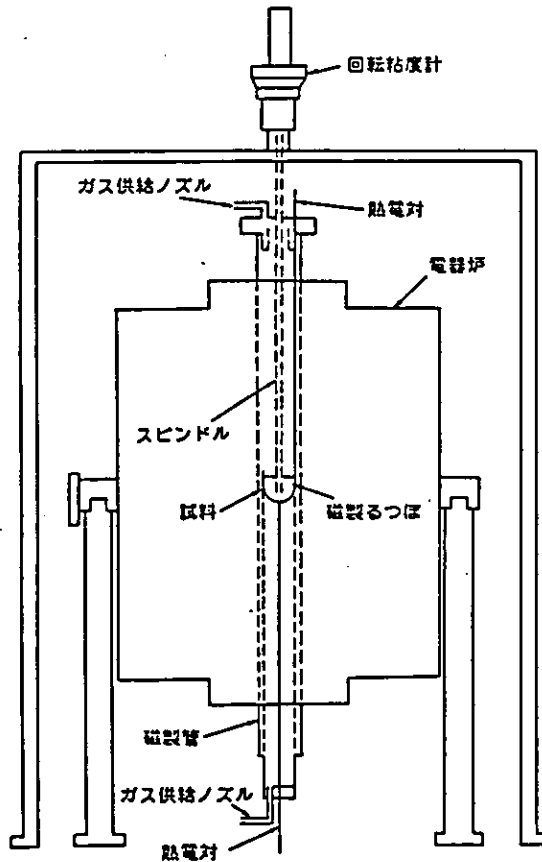


図3.4-4 高温粘度計

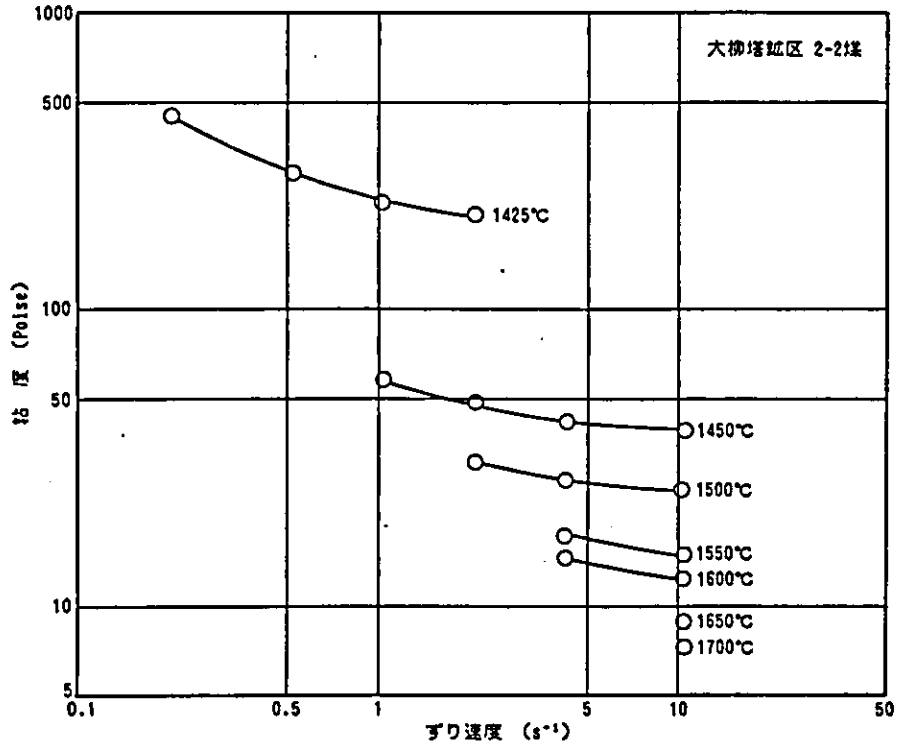


図3.4-5 ずり速度と粘度の関係

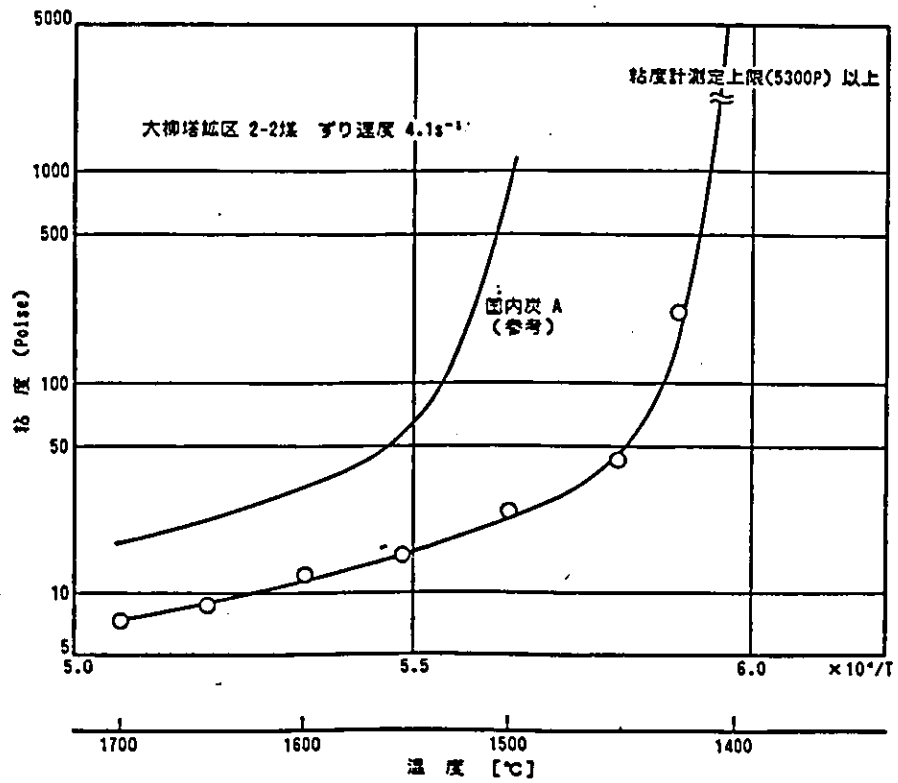


図3.4-6 温度と粘度の関係

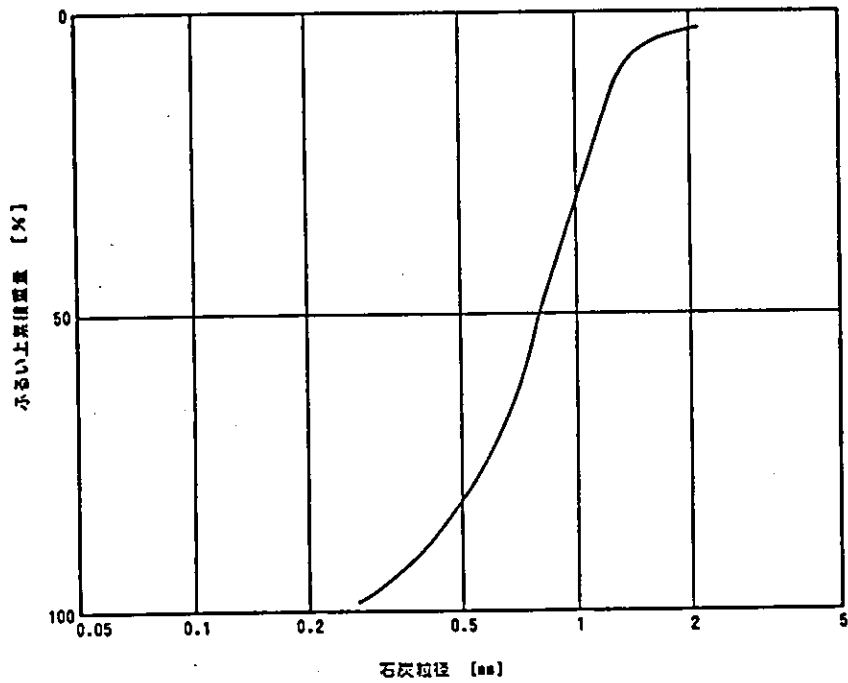


図3.4-7 供給石灰粒子径分布

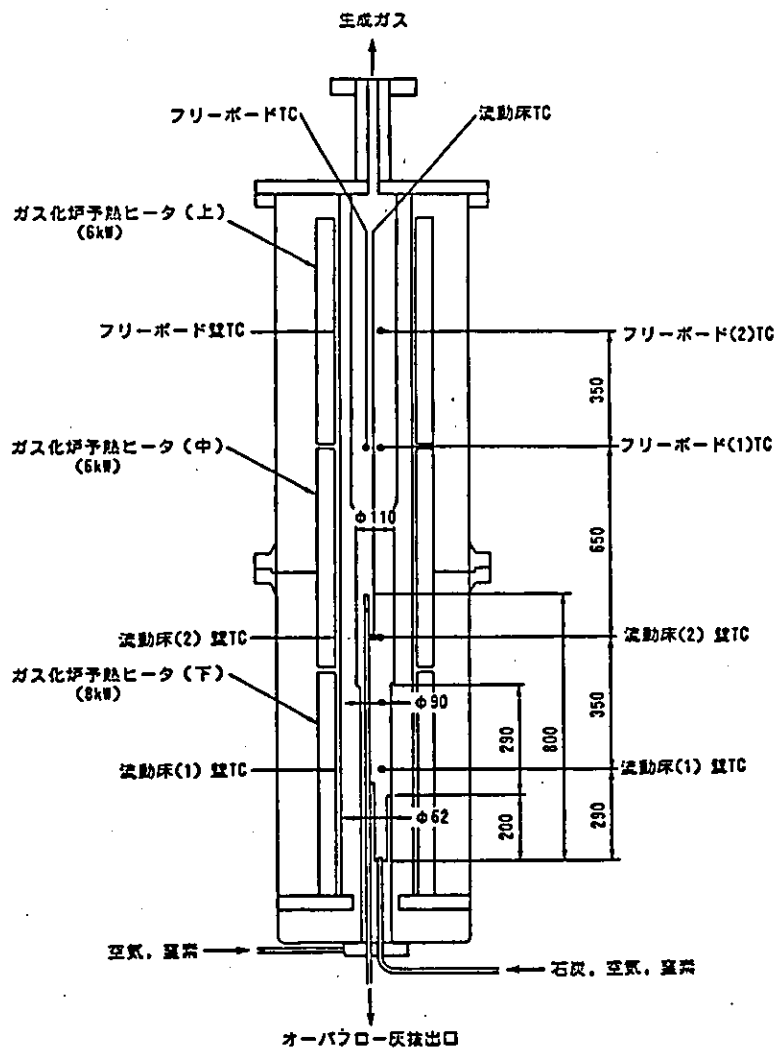


図3.4-8 流動床ガス化試験装置

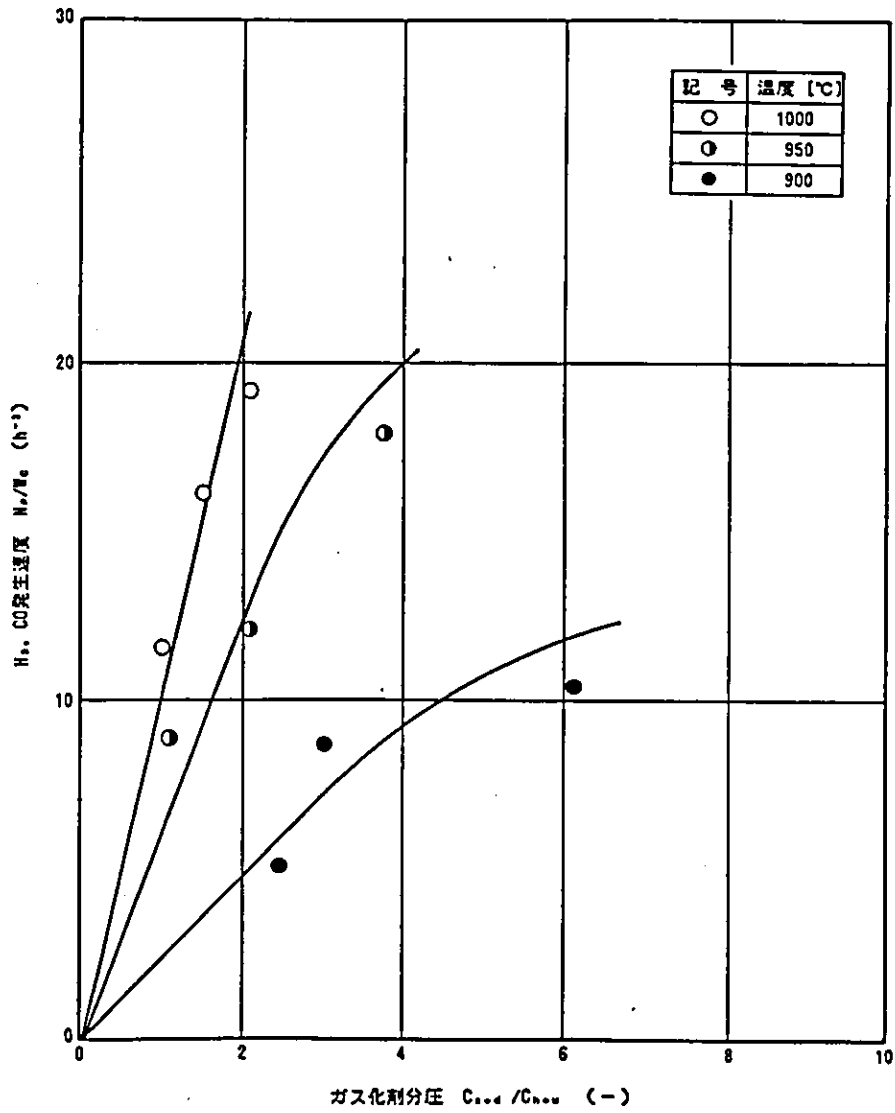


図3.4-9 流動床ガス化試験結果

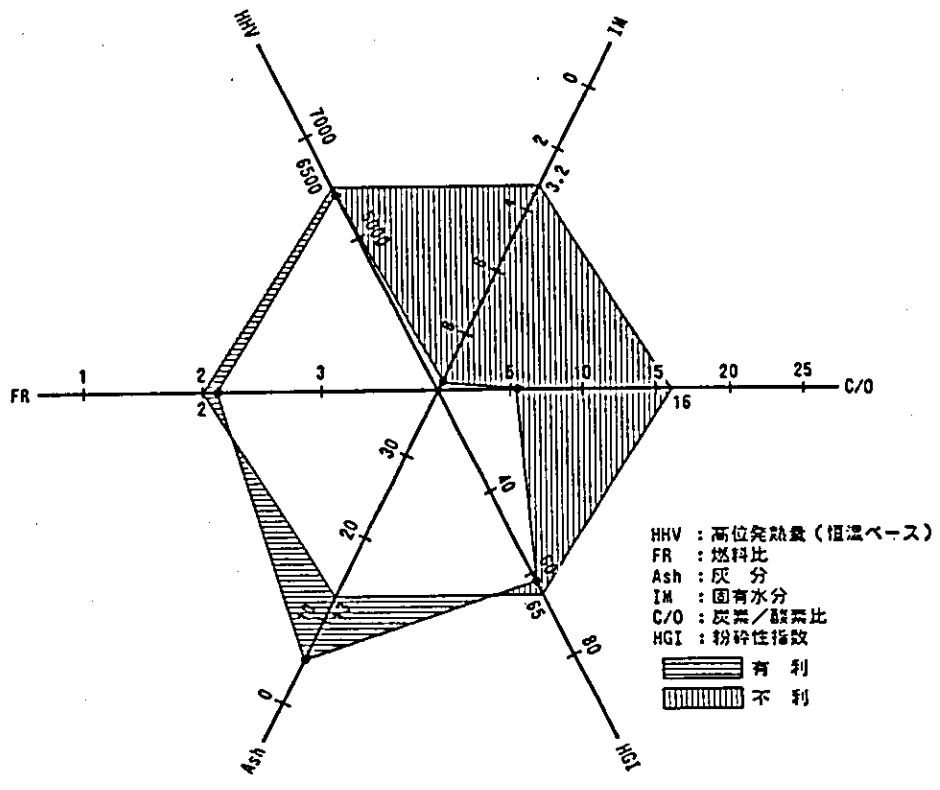


図3.5-1 石炭CWM化性評価 (大柳塔鉍区1-2煤)

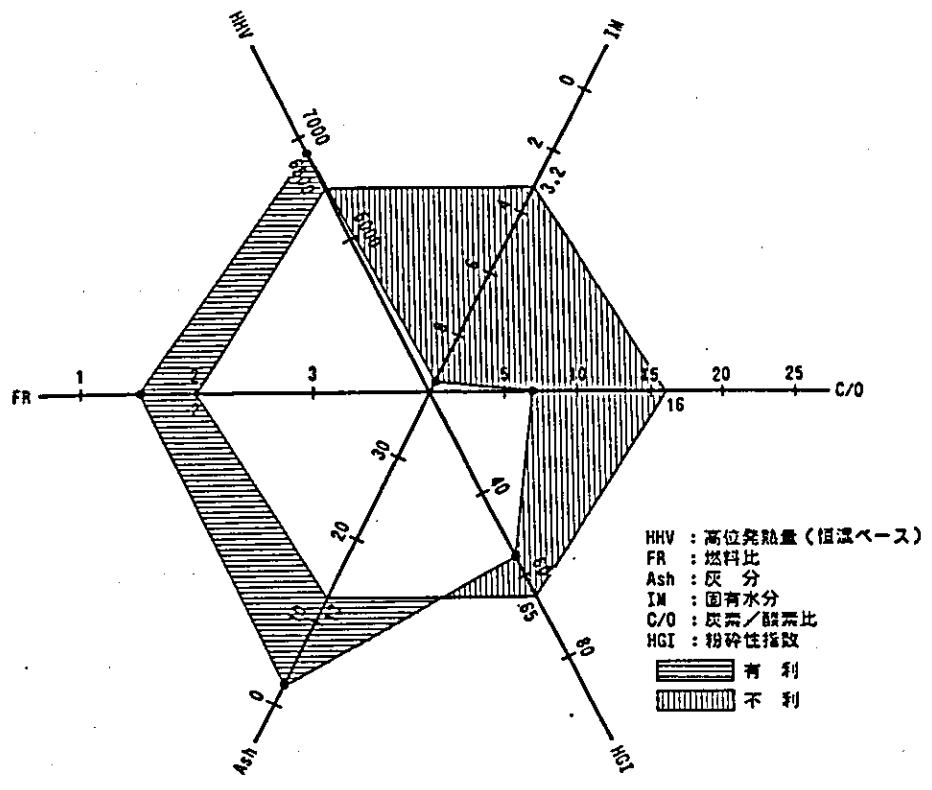


図3.5-2 石炭CWM化性評価 (大柳塔鉍区2-2煤)



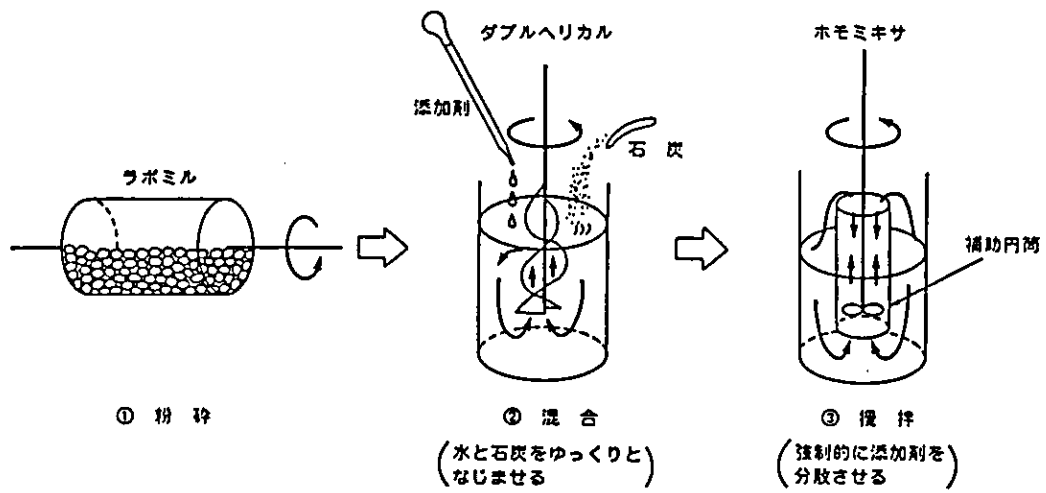


図3.5-3 スラリ化性試験方法

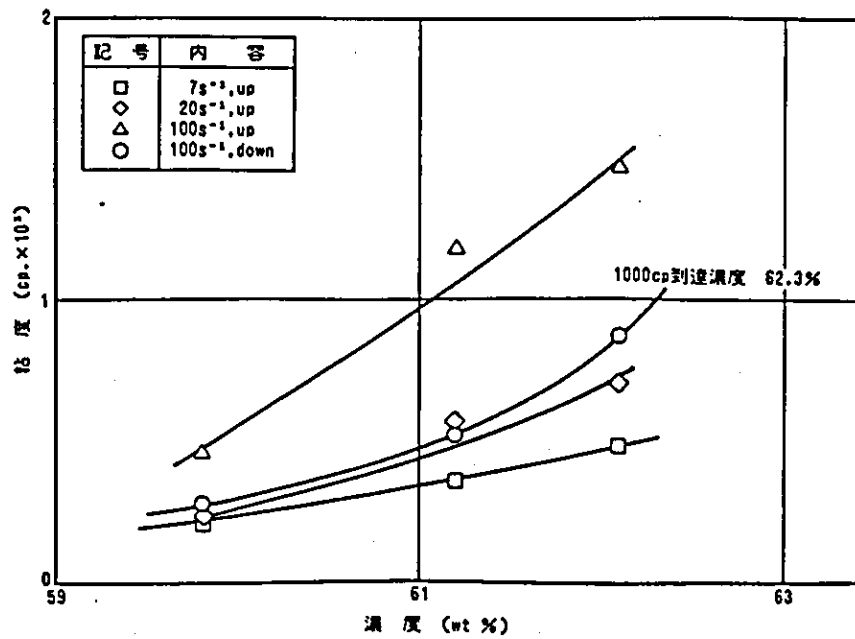


図3.5-4 濃度と粘度の関係

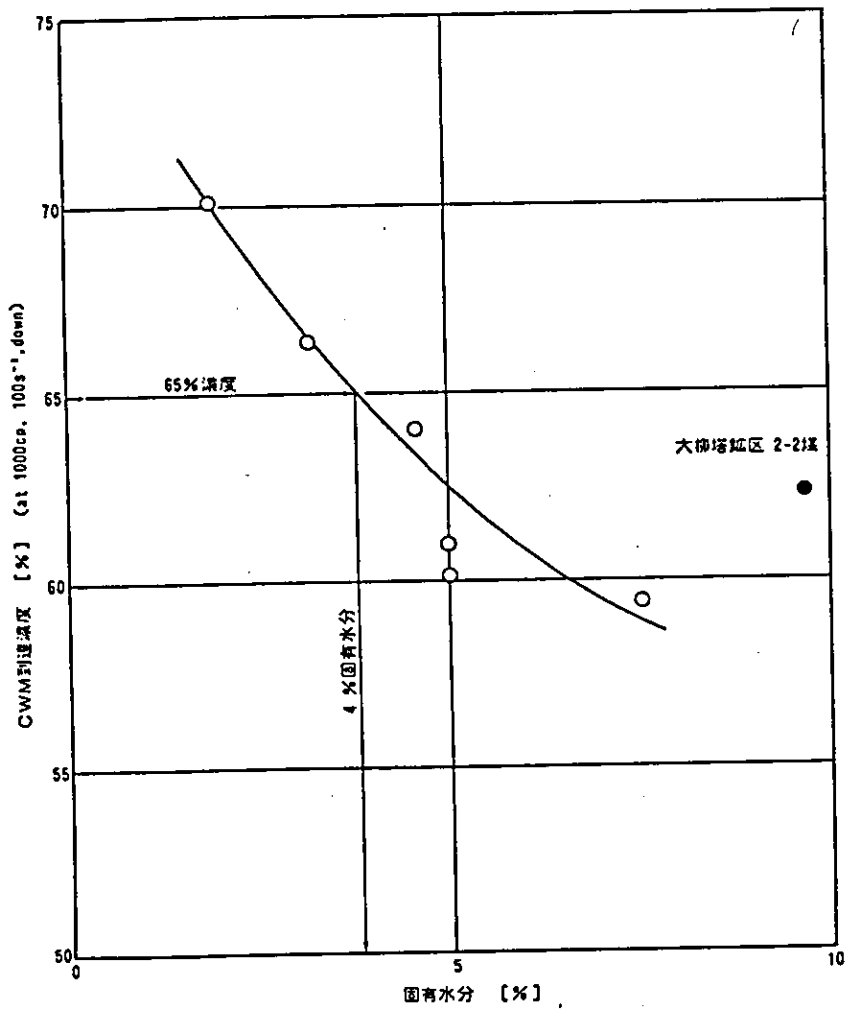


図3.5-5 固有水分とCWM到達濃度の関係

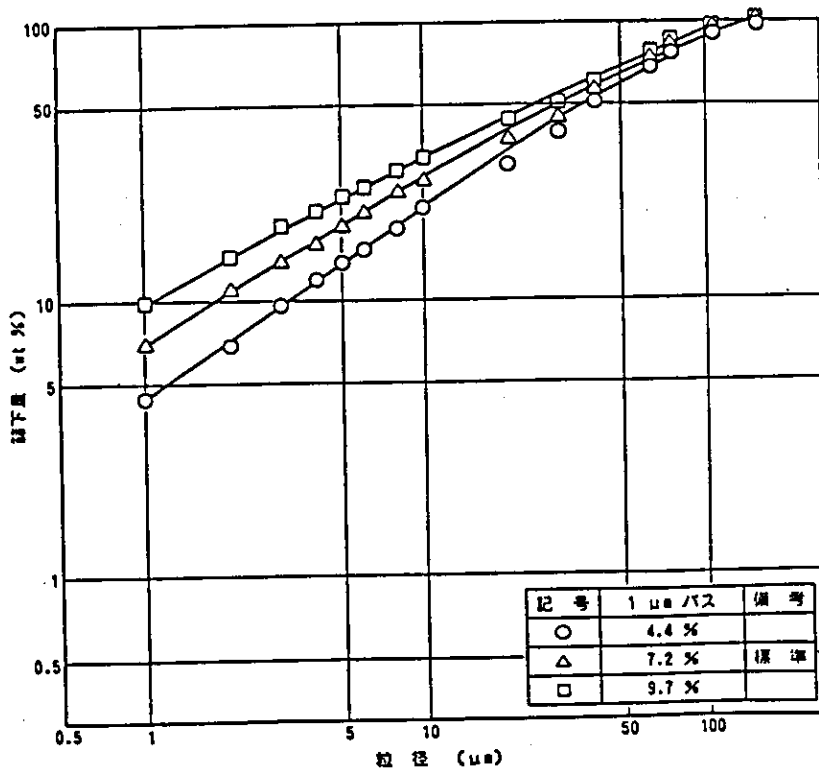
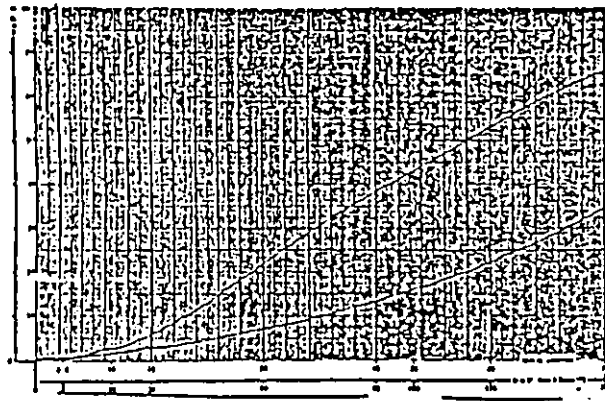
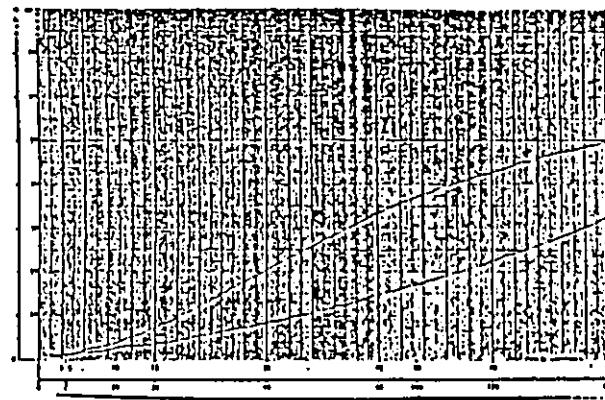


図3.5-6 粒度分布

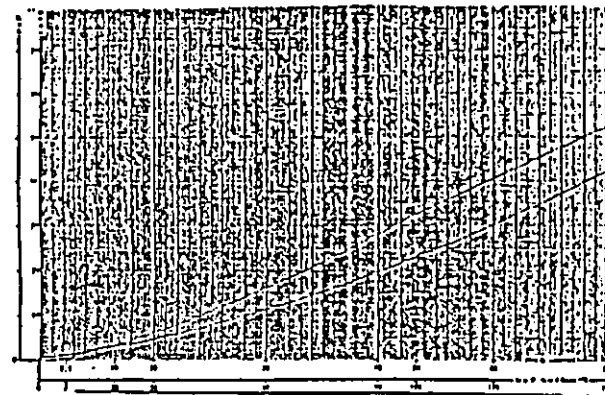


1 μm バス 4.4 %  
濃度 60.0%

ずり応力 [aPa]



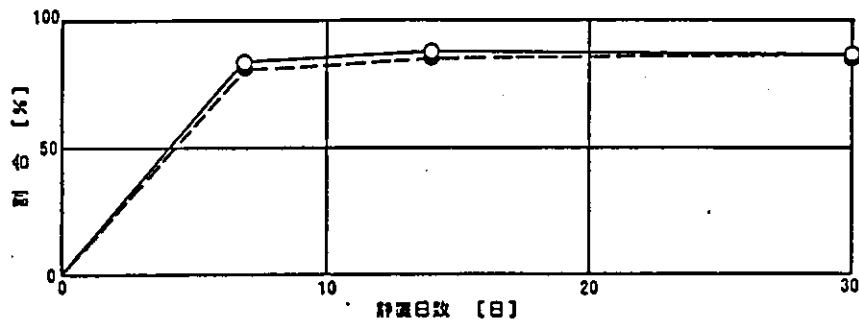
1 μm バス 7.2 %  
濃度 62.1%  
[標準]



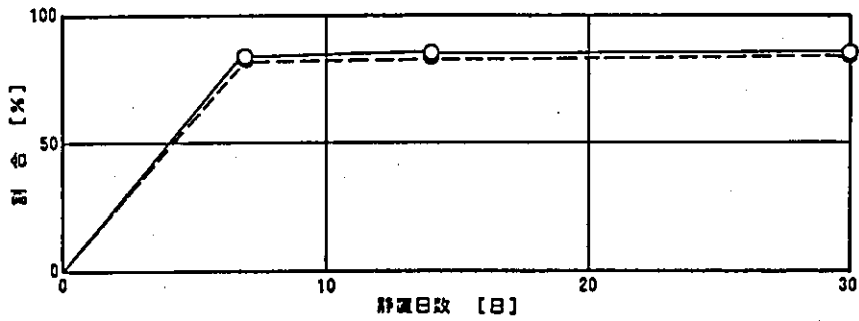
1 μm バス 9.7 %  
濃度 62.6%

ずり速度 [s<sup>-1</sup>]

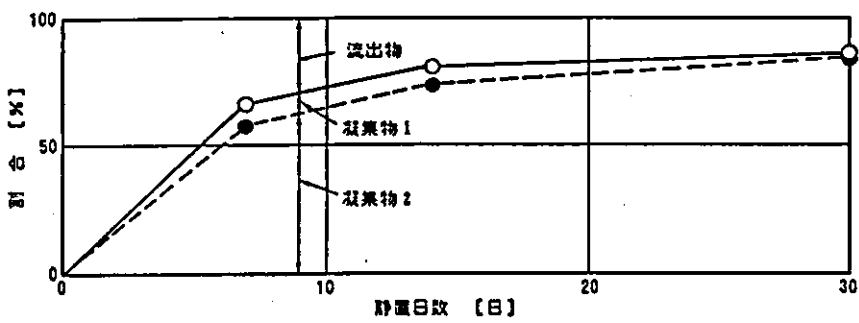
図3.5-7 CWMのレオロジ



(a) 1 μmパス 4.4% CWMの場合



(b) 1 μmパス 7.2% CWMの場合



(c) 1 μmパス 9.7% CWMの場合

図3.5-8 貯蔵安定性試験結果 (凝集物変化)

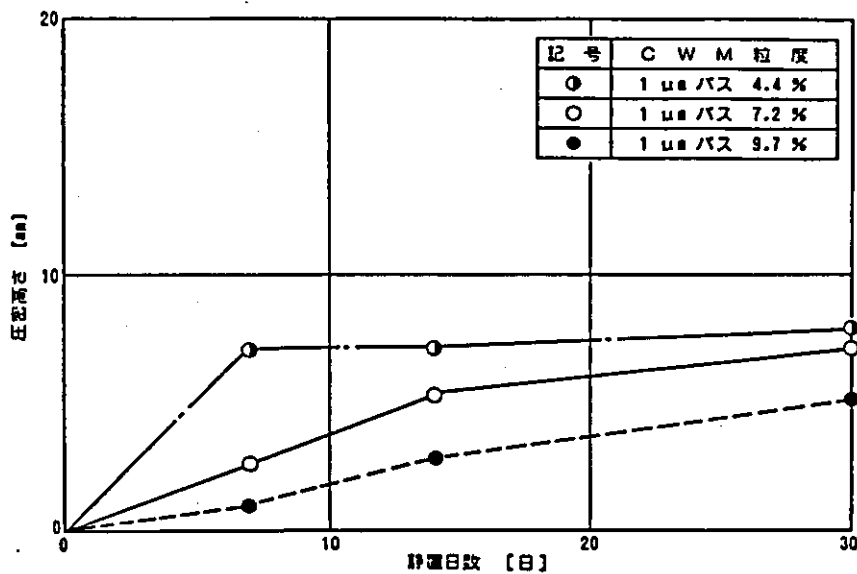


図3.5-9 貯蔵安定性試験結果 (厚密高さ)

## 資料 2 神府東勝炭田、大柳塔・活鷄兔鉞区 の地質概要と堆積環境

### 1. 地質の概要

#### 1. 1 地形概況

神府東勝鉞区は、オルドス高原の北東部、陝西省北部の黄土高原の北縁、さらに毛烏素砂漠の南東辺縁に位置し、全体の地形は北西部が高く、南東部が低く、標高は一般に SL 1,000m～SL 1,300mの間にある。

大柳塔～活鷄兔の鉞区は、神府東勝鉞区のほぼ中央に位置している。両鉞区内の主要河川は、烏蘭木倫河と東縁に走る特牛川である。烏蘭木倫河は内蒙古の東勝付近を源流とし、両鉞区のほぼ中央（両区界）を縦貫し、房子塔に到り特牛川と合流し窟野河となり、神木を経て黄河に流入する。鉞区内では約 100～300mの川幅があり、処々に中州が見られる。この河川の浸食によってできた兩岸の間の平坦地（氾濫原）は、巾 700m から 1,000mに達する。平坦地の標高は、約 SL 1,080～SL 1,060mである。

烏蘭木倫河東岸の大柳塔鉞区の山地の稜線は、本流から約 6 km離れて位置し、本流の流向とほぼ平行する。この稜線の標高は、北が高く SL 1,325mで、南が低く SL 1,260m前後であり、山地の地形の勾配は非常に緩い。東岸の山地から烏蘭木倫河に流入する主な支流は、北から哈拉溝、母河溝、王渠溝、五当溝及び双溝であり、特牛川に流れる主な支流は、北から七概溝、活朱太溝、三不拉溝及び特麻溝である。

烏蘭木倫河西岸の活鷄兔鉞区の山地の稜線は、鉞区の南西にあって本流から約 6 km離れて位置し、本流の流向とほぼ平行する。稜線は北部がやや高く SL 1,270m、南部がやや低く SL 1,230mである。東岸の山地から烏蘭木倫河に流入する主な支流は、北から活鷄兔溝、腦高補拉廟溝、東鷄溝及び朱蓋溝である。

両鉞区の山地は、未固結の砂に覆われた半砂漠状の地貌を呈し、植生の發育は不良で、土石の流出がはげしい。また河川支流は、一般に V 字谷を形成する青年期の地形を呈し、通常表流水は無いが、降雨時におけるその浸食作用は強い。

## 1. 2 地質概況

古生代後期の地層と中生代三畳紀後期の永坪層 ( $T_{3r}$ ) を基盤として、ジュラ紀前期から中期の地層が非整合(disconformity) の関係で、永坪層を広く被覆している。ジュラ紀の地層は、下位から富県層 ( $J_{1r}$ )、延安層 ( $J_{1-2r}$ )、直羅層 ( $J_{2r}$ ) 及び安定層 ( $J_{2s}$ ) より成る。このうち延安層のみが、主要な夾炭ユニットであり、 $J_{1r}$ 、 $J_{2r}$  及び  $J_{2s}$  の各地層は、薄い炭層あるいは炭條を夾むにすぎない。

オルドス石炭盆地は、河成～三角州 (fluvial ~ deltaic) 及び湖成 (lacustrine) 堆積相の地史をもち、延安層堆積当時の神府東勝鉞区は河成～三角州堆積環境区に属し、河道は縦横に流路をかえ、河道の中・下流の両岸の沼沢は含炭性良好な泥炭沼沢となっていた。

安定層堆積後一時期陸化し、白亜紀前後に洛河層 ( $K_{11}$ ) が堆積した。その岩相は乾燥気候を反映し赤色～雑色を呈するが、大柳塔～活鷄兔鉞区では第三紀以降に侵食されて賦存していない。

第三紀鮮新世 ( $N_2$ ) になると、下部は砂礫層、上部は紫紅色粘土からなる地層が断続的に中生代の地層を被覆した。第四紀 (Q) に至り、黄土高原に属することを示す更新世中期の黄土及び毛烏素砂漠に属することを示す完新世の砂が、鉞区周辺を広く被覆した。

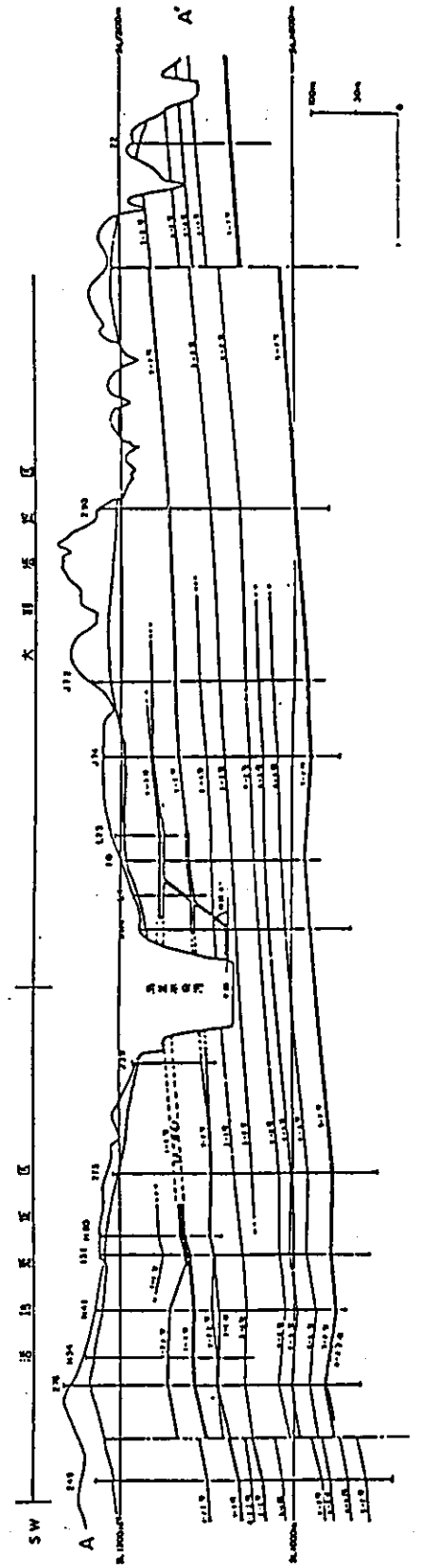
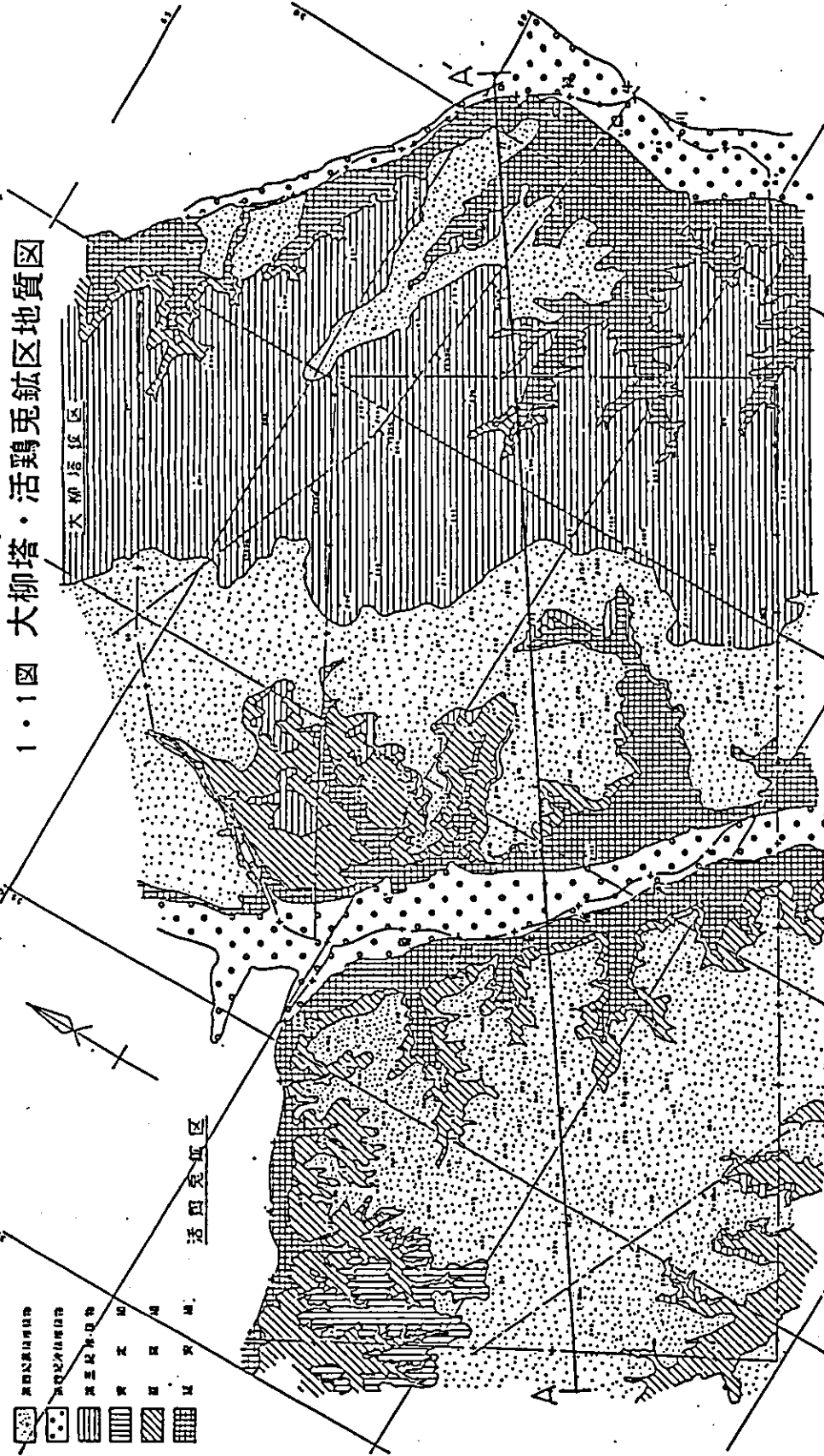
延安層は10枚以上の炭層を夾んでおり、そのうち  $1^{-2}$  層、 $2^{-2}$  層、 $5^{-2}$  層の炭層は4～10mの層厚に発達し、広く安定賦存している。

地質構造は、簡単で大勢は南西傾斜の単斜構造であり、炭層傾斜は  $1^\circ$  未満の水平層である。落差のある断層も大柳塔鉞区、活鷄兔鉞区のそれぞれ端の部分に一条あるにすぎない。炭層の埋蔵深度は浅く、活鷄兔鉞区の最深度でも  $2^{-2}$  層は 120m、 $5^{-2}$  層は 270 m 程度である。地質構造の安定度は、米国のアパラチア炭田、豪州のシドニー炭田やポーエン炭田に比しても遜色がない。

大柳塔・活鷄兔鉞区の不良地質現象として、烏蘭木倫河や犂牛川の両岸ならびにその支流の相当広い面積の炭層が過去の自然発火により焼失し、上・下盤の岩石が焼化を受けている。鉞区内の石炭は石炭化度のあまり進んでいない亜瀝青炭に属しているため、水分が高く風化し易い傾向を持っている。

また自然発火性向が強く、過去の地質時代にかなりの広範囲に亘って自然発火が発生した痕跡が残っている。

1.1 図 大柳塔・活鷄兔鉞区地質図



時代	地層名
第四紀	風積砂土
	黄礫
第三紀	安定組
	直羅組 (偽整合)
ジュラ紀	延安組
	(偽整合)
	富泉組 (偽整合)
三疊紀	永坪組 (偽整合)
	盤

### 1. 3 地質層序と地層分布 (1・1図参照)

大柳塔・活鷄兎鉦区で露出し、また試錐により確認された地層は、下位より三疊系上部の永坪層、ジュラ系下部の富県層、ジュラ系中・下部の延安層、ジュラ系中部の直羅層と安定層、第三系及び第四系である。

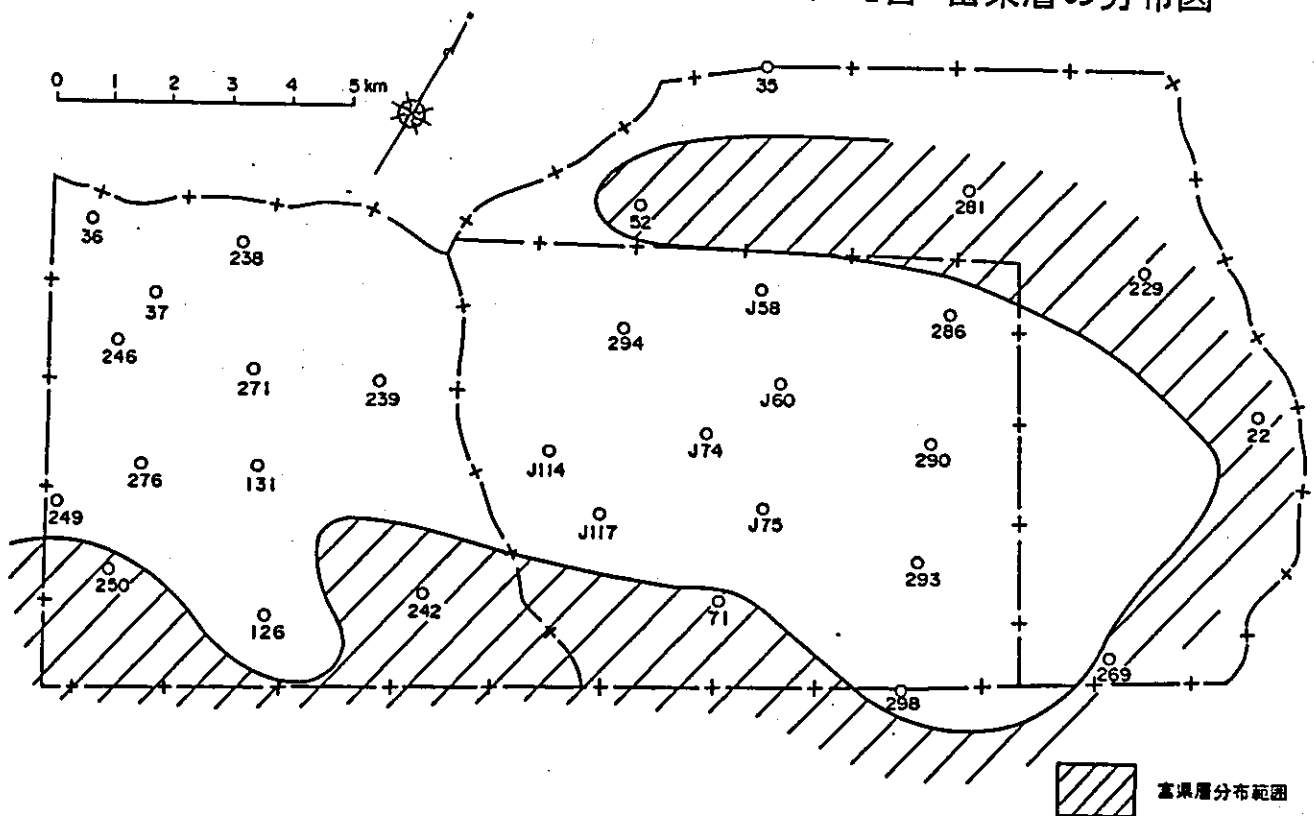
#### (1) 永坪層 (T<sub>3r</sub>)

地表に露出せず、試錐で確認されている。神府東勝鉦区南部の考考烏素溝、窟野河一帯が模式地である。灰綠色中粒～粗粒砂岩より成り、粒状成分は石英次いで長石を主とし、比較的多くの緑泥石、暗色鉦物及び白雲母を含み、基質部は泥質または石灰質で、綠色を基調としている。淘汰度は中等または不良、円磨度は亜角礫程度である。層厚は 140～ 200m である。検層解析では上方細粒化パターンや上方粗粒化パターンを示し、活鷄兎鉦区の 249号試錐周辺では河道と考えられ、板状斜交層理を示すものもあり、陸成層と推定される。

中国側レポートによれば、植物化石のほか Ostracode、Phyllopodium、腹足類の動物化石を産出する。

#### (2) 富県層 (J<sub>1r</sub>)

1・2図 富県層の分布図





地表に露出せず、試錐で確認されている。鉦区を中心部には分布せず（1・2図参照）、大柳塔鉦区ではその中心部をとり囲む形で分布し（52～281～282～229～22～269～71号の各試錐）、活鷄兎鉦区ではその南部に限定的に分布する（273～242～250～251～46号の各試錐）。

大柳塔鉦区の52号試錐の富県層は層厚約18.6mで、最下底に石英礫を有する灰緑色粗粒砂岩、その上位は灰緑色中粒砂岩、灰緑色砂質泥岩、紫紅色細粒砂岩及び灰黒色泥岩よりなる。その他の試錐では薄炭層や炭質頁岩（菱鉄鉦粒子を含む）も夾んでいる。砂岩は石英、長石を主成分とし、淘汰度は中等、円磨度は垂角礫程度である。鉦区内の層厚は、2～32mで一定しない。

検層解析では上方細粒化パターンを示し、砂岩は単向斜交層理、斜交層理を有し、陸成層と認定される。地層全体としては雑色を基調としており、紫紅色砂岩により古気候は乾燥的と推定される。

### （3）延安層（ $J_{1-2}$ ）

地層層厚は約220m、鉦区内の主要夾炭層である。本層は岩質的にみて、上部（ $3^{-1}$ 層天盤まで）、中部（ $5^{-2}$ 層天盤まで）及び下部（基底の灰緑色中粒～粗粒砂岩層まで）に区分される。上部と下部は中粒砂岩と粗粒砂岩に富み、中部は微粒～細粒砂岩に富んでいる。

下部は灰白色中粒～粗粒長石石英砂岩を主とし、灰白色細粒砂岩、灰色～暗灰色粉砂岩を従とし、薄い泥岩や炭層（5番層群）を夾む。中部は灰色～暗灰色粉砂岩を主とし、細粒砂岩と暗灰色泥岩を従とし、石灰岩、泥灰岩の薄層を夾み、発達が一定でない炭層（4番層群及び3番層群）を含む。上部は灰白色細粒～中粒砂岩を主とし、粉砂岩、砂質泥岩、泥岩を従とし炭層（2番層群及び1番層群）を夾む。

延安層基底の中粒～粗粒砂岩は淘汰度や円磨度が一定せず局部的に径4m/m程度の石英礫を含み、富県層中の石炭から由来したと考えられる炭片を含んでいるが、下位層である富県層や永坪層との関係は明瞭な不整合ではなく、非整合（disconformity）的接触関係にあるものと推定されている。

炭層については、上位より $1^{-1}$ 層（上位の直羅層基底の不整合により局部的にしか存在しない）、 $1^{-2}$ 層（場所により $1^{-2+}$ 層と $1^{-2}$ 層に分岐）、 $2^{-2}$ 層（場所により $2^{-2+}$ 層と $2^{-2}$ 層に分岐）、 $3^{-1}$ 層、 $3^{-2}$ 層、 $4^{-2}$ 層、 $4^{-3}$ 層、 $4^{-4}$ 層、 $5^{-1}$ 層

(局部的に存在する)、5<sup>-2</sup>層(場所により5<sup>-2</sup>層と5<sup>-2F</sup>層に分岐)の炭層を夾むが、鉞区内で経済性のある炭層は、1<sup>-2</sup>層、2<sup>-2</sup>層、5<sup>-2</sup>層の3炭層である。

本鉞区内では4<sup>-3</sup>層を夾む延安層の中部までは露出するが、主要炭層5<sup>-2</sup>層を含む下部は地表に露出しない。

4<sup>-3</sup>層より上位の延安層は烏蘭木倫河及び支流の山腹斜面に露出しているが、1<sup>-2</sup>層並びに2<sup>-2</sup>層の大半は頭周辺で自然発火して消失しており、上下の岩石は焼化変質している。特牛川及びその支流についても同様であり、4<sup>-3</sup>層より上位の層準が露出するが、1<sup>-2</sup>層と2<sup>-2</sup>層は火焼消失し、周辺の岩石は焼化変質している。

#### (4) 直羅層 (J<sub>2</sub>)

延安層を不整合に被覆する直羅層は、帯緑色を基調とする砂岩、砂質泥岩、泥岩の互層で、層厚75~100mの陸成層である。基底には灰白色長石石英中粒~粗粒砂岩があり、延安層の1<sup>-1</sup>層から由来した炭片・炭礫を多量に含み、下位の延安層の岩石や炭層を削剝したことを示す凹凸面がみられる。

直羅層は、特牛川の支流七概溝の上流右岸部に露出するが、七概溝の下流部ならびに活朱太溝より以南の区域では第三系によって侵食されている。烏蘭木倫河東岸では数mから約30mの直羅層が露出し、その一部の岩石は焼化をうけ変質している。活鷄兔鉞区においては直羅層は活鷄兔溝、腦高補拉廟溝、東鷄溝及び朱盖溝にかけて広く分布し、鉞区内の各試錐で24mから100mまでの厚さを確認している。烏蘭木倫河寄りの238号、239号、242号の各試錐で直羅層は焼化をうけて変質している。

#### (5) 安定層 (T<sub>2</sub>)

直羅層を整合に被覆する安定層は、緑色及び一部紫紅色を基調とする砂質泥岩、粉砂岩、細粒~中粒砂岩の互層であり、活鷄兔の西南部に分布し、249号試錐での安定層の厚さは約28mで、陸成層である。

#### (6) 第三系 (N<sub>3</sub>)

第三系は灰褐色砂礫及び紅色粒土よりなる。特牛川西岸の七概溝、活朱太溝、三不拉溝及び特麻溝のSL 1,200m付近に水平に分布している。また烏蘭木倫河の東岸の哈拉溝、母河溝及び王渠溝間の山地にSL 1,200mより高い箇所、水平的にかつ不連続に分布する。大柳塔鉞区の山地では、J60号試錐(厚さ15.85m)、J74号試錐(厚さ16.19m)等で、その分布が確認されている。活鷄兔鉞区では、南西

部の朱盖溝の主流の上流部に分布がみられる。

#### (7) 第四系 (Q)

風積層である黄土層は褐黄色で粉砂質の砂・粘土からなり、垂直の割れ目が発達し、石灰質のノジュールを含む。大柳塔及び活鷄兎の両鉦区のSL 1,200m以上の山地上に分布し、最大層厚は約42mに達している。

同じく風積層である砂層は、黄土層を被覆し、褐黄色細粒砂からなり、石英及び長石を主成分としている。大柳塔及び活鷄兎鉦区の山地上に分布し、厚さは一定しないが最大20mに達する。

#### 1. 4 地質構造 (1・3図参照)

地質構造は2<sup>-2</sup>層炭層等高線図の通りで、F 1断層以西のブロックでは、SL 1,160mからSL 1,060mにかけて東から西に約0.7%の勾配で傾斜し、若干のうねりは存在するもののほぼ平坦な地質構造である。

大柳塔鉦区においては、北部におけるNNW-SSEの炭層走向が、290号～J 60号～294号の試錐を結ぶ線上付近で変化し、この線より南での炭層走向は、NE-SWに近くなる。炭層傾斜は1°未満である

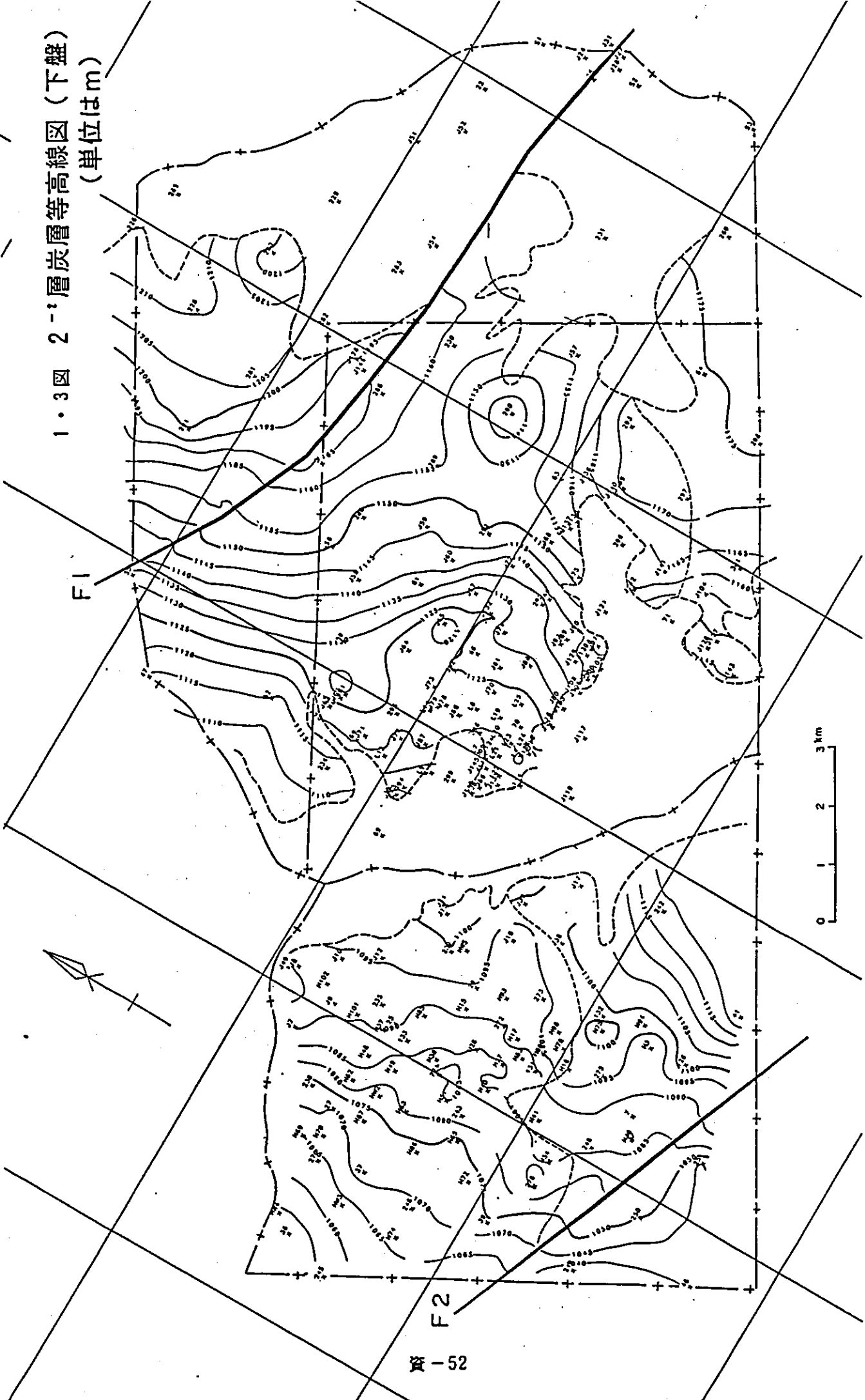
活鷄兎鉦区においての炭層走向は若干波曲するものの、N-Sに近似している。炭層傾斜は1/2°程度の平坦層である。

断層については、大柳塔鉦区の北東部にNNW-SSE方向の南落ちの正断層F 1が推定される。このF 1断層は地表で犇牛川の支流の活朱太溝の中・下流部において延安層を切断し、その南岸には2<sup>-2</sup>層、3<sup>-1</sup>層の層準を、北岸には4<sup>-3</sup>層の層準を露出させており、この状況により断層の落差は50～75mと推定されている。F 1断層の延長は286号試錐とJ 144号試錐の間を通過していると推定され、両試錐により求められる落差は25m前後である。

活鷄兎の南西部の276号試錐と249号試錐の間には、NNW-SSE方向の南落ちの正断層F 2が予想され、両試錐より求められる断層落差は約25mとなる。また、孔口標高が約40m低い24号試錐において上位の安定層が確認されているが、孔口標高の高い276号では安定層が存在しないこともF 2断層の存在を推測させている。

以上F 1とF 2の距離は、約18kmで、この間に明確な落差のある断層は未確認であり、両鉦区内の地質構造の安定度は、極めて高いと考えられる。

1.3 図 2-1 層炭層等高線図 (下盤)  
(単位はm)



## 2. 延安層と炭層の堆積環境

### 2. 1 堆積環境の解析法

夾炭ユニットである延安層は、大局的には河成～三角州(fluvial～deltaic)の環境下で堆積したものである。延安層の各層位及び炭層の堆積環境について検討する為に「孔内物理検層」を主として利用し、堆積構造を指示する「層理」等も参考とする。

#### (1) 孔内物理検層の利用

孔内物理検層(以下検層)は、岩石の粒度や岩相における変化を指示するので、堆積環境の推定に有用である。

日本側に提供された大柳塔鉦区18孔、活鷄兎鉦区12孔、計30孔の試錐柱状図には「見かけ比抵抗(short normal: SN)」、「自然ガンマ(natural gamma:  $\gamma$ )」、「自然電位(spontaneous potential: SP)」、「密度(density:  $\gamma - \gamma$ )」及び「孔径(caliper)」の五種類の検層曲線が付記されている。このうち、SN、SP、 $\gamma$ の検層曲線のレスポンスのパターンから、鉦区の堆積境界を解析する。SP(自然段位)とSN(見掛け比抵抗)の描くカーブから三角州の堆積物を分類すると下記の通りである。

#### ① 海退型堆積物(regressive sediment)

この堆積物の構成粒子は上方に向って粗粒化し、SPとSNのカーブは2・1図(A)の上方粗粒化(upward coarsening)パターンである。このパターンは三角州前縁(delta front)の分流河口砂州(distributary mouth bar)や決壊扇(crevasse splay)の堆積相を指示する。

#### ② 海進型堆積物(transgressive sediment)

構成物の粒子は上方に向って細粒化しており、2・1図(B)の上方細粒化(upward fining)パターンを呈する。海進型のパターンは周期的に繰り返し出現するのが一般的で、河成三角州の堆積と密接に関連し、河道の両岸に形成される三角州沖積平野の堆積相を指示している。

#### ③ 水路を埋める堆積物

水路を埋める堆積は、最初に水路の遮断(channel-cut)より始まり、次に水路の充填(channel-fill)や谷の埋積が生じ、引き続いて河川の水路は横方向へ移動する。堆積物には2つのタイプが存在する。

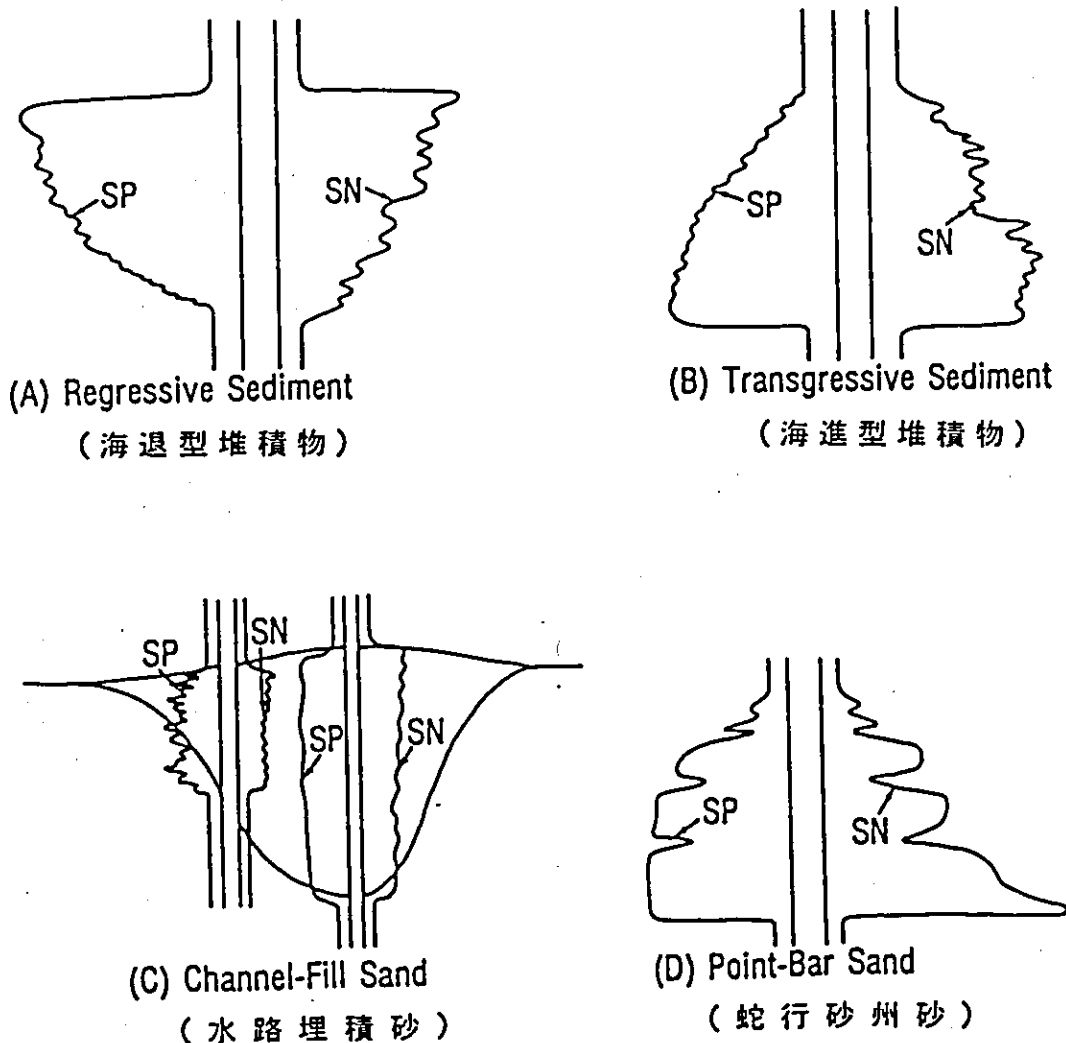
• 水路埋積砂 (channel-fill sand)

SPとSNの描くカーブは2・1図(C)の様に水路の中心部と端部では若干異なっている。水路の中心部では水流が速いため比較的均一な粗粒堆積物より成り、SPのカーブは樽状を呈するが(2・1図(C)右図)、端部では水流遅く粒度の変化が激しく、SPのカーブは安定せずにノコギリ状を呈する(2・1図(C)左図)。

• 蛇行砂州砂 (point-bar sand)

沖積蛇行砂州はほぼ水平な堆積状況で、SPとSNの描くカーブは2・1図(D)の形態で、海進型のものに類似し上方細粒化していく。砂州の中心部であれば、堆積物の粒度は比較的安定しておりSPカーブは滑らかなものとなる。

2・1図 SP・SNカーブと堆積物



## (2) 層理の利用

層理(bedding)等は堆積環境解析に有益な地質現象の一つである。河成～三角州環境に関係する層理の主なるものは下記の通りである。

### ① 平行層理

ごく微弱な流れのもとで、細粒碎屑物が2 mm程度の厚さで相互に水平的に堆積して形成される(2・2図A)。平行層理は一般的には構成粒子の粒度や形態の違い、あるいは重鉱物や炭化物等の密度や形態等の差異によって生じる。浜辺、浅瀬(州)、干潟中の水路斜面、河川における種々の砂州等—氾濫原及び分流河道間の平野の堆積相—に形成される。

### ② 波状層理

波退運動が引き起こした層理で、2・2図Bの様に砂と泥が波状をなして繰り返している。砂のリップルをもたらすような活発な流れや波の作用と、泥が沈積するおだやかな水塊とが交互に繰り返される条件が必要である。主な環境としては下潮間帯～潮間帯が考えられ、氾濫原堆積相の粉砂岩に見られる。

### ③ 小型斜交層理

斜交層理の1つで、個々の斜交層理の厚さが4 cm以下の小型のものである。形態的にはトラフ型(2・2図Eの小型のもの)が一般的で、緩慢な流れの中で形成され、単一方向の水流あるいは波浪作用のある浅水区の粉砂岩、細粒砂岩等に見られる。

### ④ 板状斜交層理

斜交層理の1種で、斜交層理の境界面(層理面)が平面的なプラナー型に属している。層理面が平行であることを特徴とし(2・2図C)、通常、単層の厚さは20～50 cm、葉理の厚さは2～5 cm、その傾きは20～30°のものが多い。比較的強い流れのもとで形成され、中粒～粗粒砂岩中に発達しており、河道における堆積の特徴となっている。

### ⑤ 楔状斜交層理

プラナー型斜交層理の1種で、単層厚さが変化し、楔形を呈している(2・2図D)。葉理の厚さは薄く、傾きは直線状で層理面に向って収れんせず、水流方向の不安定性を反映している。比較的強い流れのもとで形成され、中粒～粗粒砂岩中に発達している。

⑥ トラフ型斜交層理

斜交層理の1種であるが、プラナー型と異なり、斜交層理の境界面がカーブしている(2・2図E)。強い流れのもとで形成され、中～粗粒砂岩中に発達し、河道における堆積の特徴となっている。

⑦ 斜波状層理

波状層理と斜交層理との中間型で2・2図Fの形態をなす。周期的で急激な沈積の生じる処で形成され、特に三角州、河川、湖等の堆積物に見られる。

⑧ レンズ状層理と互層状層理

波状層理を形成する沈積物の泥質物が多くなれば、砂質物はレンズ状となりレンズ状層理(2・2図G)と呼ばれる。また泥質物が波痕的層理となって砂質部と互層する場合には互層状層理と呼ばれ、前者と共に交互に出現する。水流の活動期と静止期とが交互する所で形成され、波浪作用をともなう浅水区に見られる。

⑨ 塊状砂岩(2・2図H)

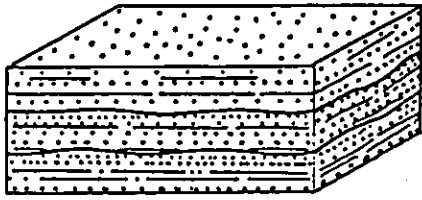
平静な水体中において単一堆積物が、垂直的に加積するか、粗粒堆積物が淘汰を受けずに急激に堆積した結果として現れる形態である。前者は前三角州等の泥質岩等でみられ、後者は河道や河口砂州等の環境中にみられる。

⑩ 変形層理

未固結な堆積物が、ある原因により特に軟弱なとき、層理は変形・破壊する。重力の原因により、混乱層理や滑動層理ができる。また生物の活動によってできる生物擾乱構造(虫跡)がみらる。生物擾乱構造は低位三角州的環境に最も多くみられる。



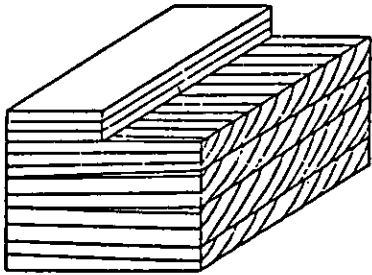
2・2図 各種の層理



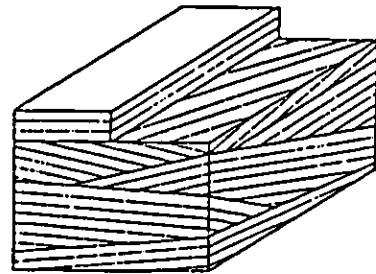
A. 平行層理



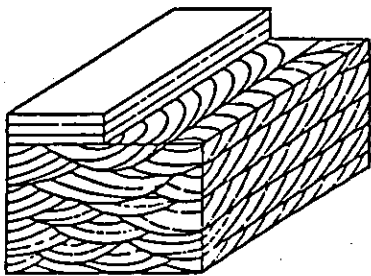
B. 波状層理



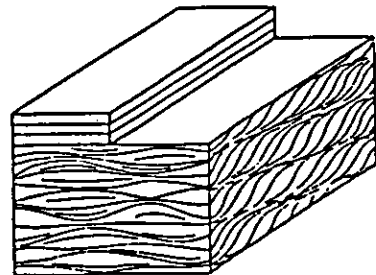
C. 板状斜交層理  
(プラナー型斜交層理)



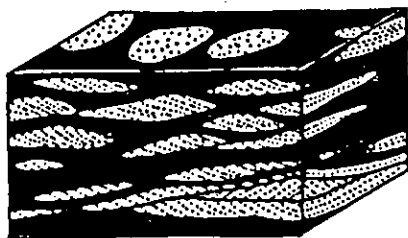
D. 楔状斜交層理  
(プラナー型斜交層理)



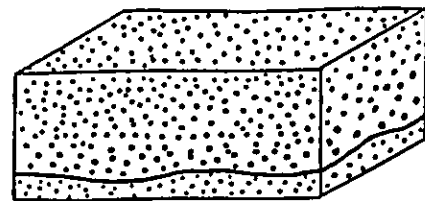
E. トラフ型斜交層理



F. 斜波状層理



G. レンズ状層理



H. 塊状砂岩

### (3) 三角州における堆積相

#### ① 水路の堆積相

岩相は粗粒堆積物を主とし、水路の端部で粒度の変化が激しい。一般に斜交層理（板状斜交層理、楔状斜交層理及びトラフ型斜交層理）が発達し、また粗粒堆積物の場合には塊状を呈することもある。検層においては水路埋積砂パターンや蛇行砂州砂パターン（2・1図（C）及び（D））が認められる。

#### ② 氾濫原(flood plain)の堆積層

河川の蛇行や網目状流路によって埋積された平坦な地表面で平水時には水におおわれるか、重粘土の裸地または好水性植物の湿原となっている。洪水時には水が河川の流路からあふれ出し、氾濫原の表面をおおう。洪水時に氾濫原に堆積する碎屑物を氾濫堆積物と称し、一般に細粒かつ薄層である。平行層理、波状層理及び斜波状層理が一般的である。検層によると、2・3図Aのパターンを示すのが普通で、河道堆積相と氾濫原堆積相が繰り返している。氾濫原堆積物では洪水の度に粒度が変化する為、SN波形はのこぎり状を呈している。

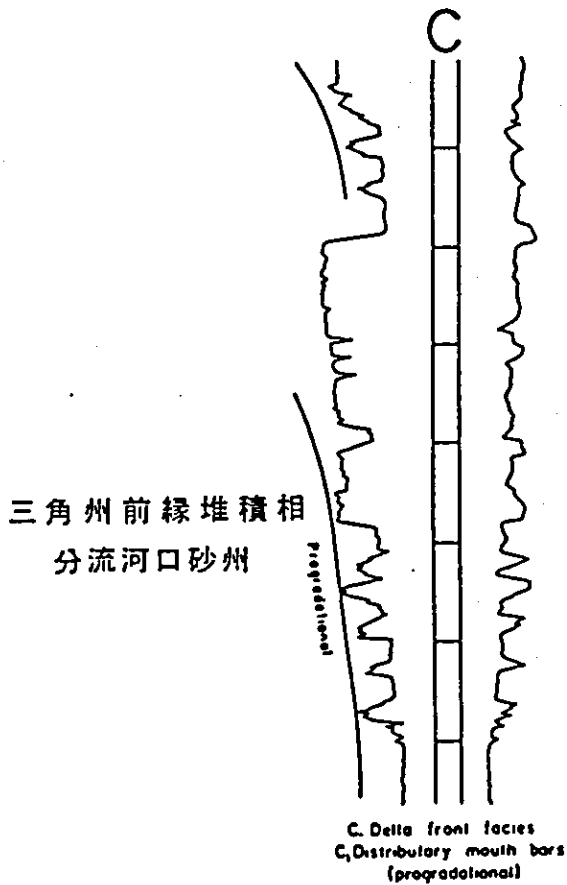
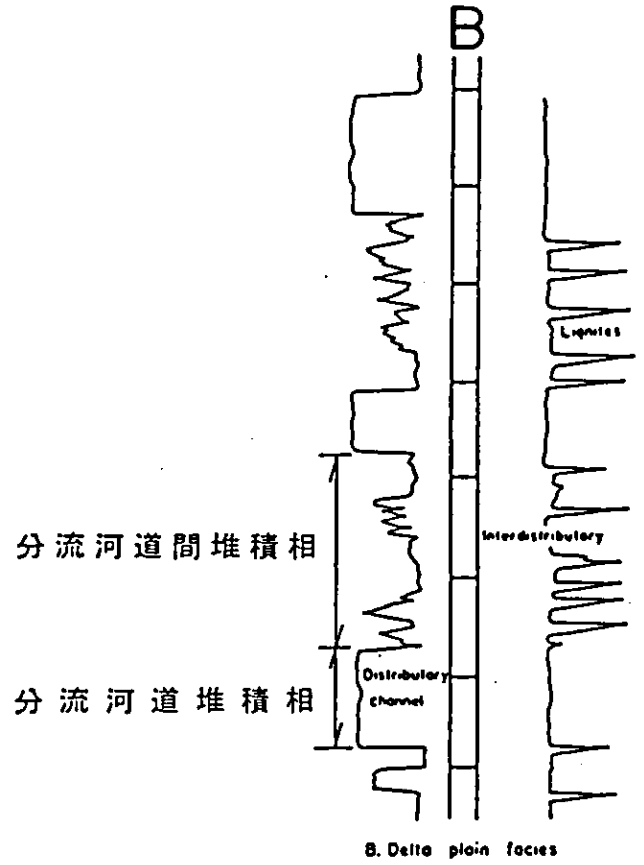
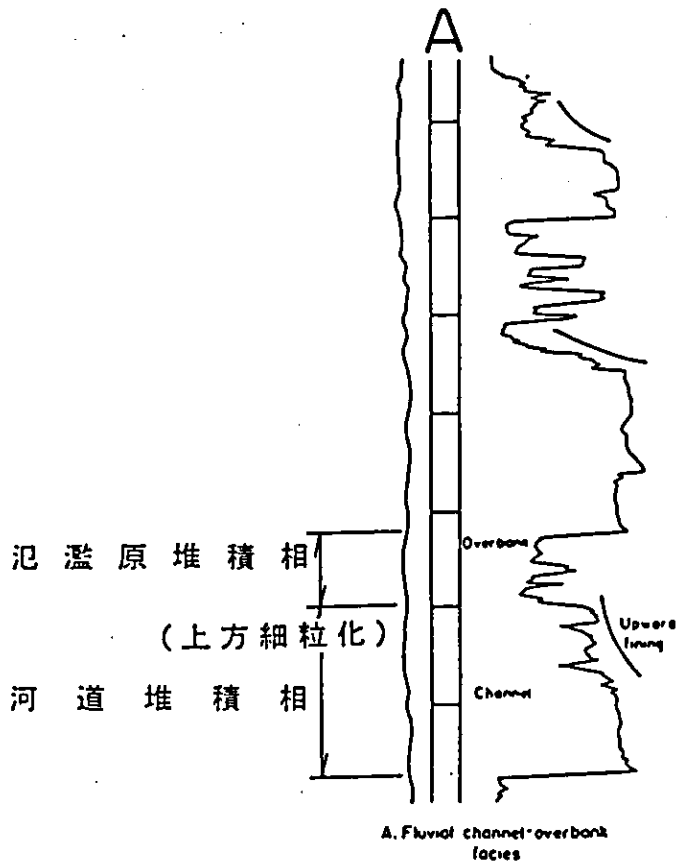
#### ③ 分流河道間平野 (interdistributary plain) の堆積層

デルタ面では河川水路(fluvial channel)は分流し、多くの分流河道(distributary channel)が生じる様になる。分流河道間は水におおわれるか湿原となっており細粒碎屑物が堆積する。堆積物には平行層理、波状層理、小型斜交層理及びレンズ状層理と脈状層理等が一般的である。検層のパターンは2・2図Bの様に分流河道の堆積相と分流河道間平野の堆積相とが繰り返している。

#### ④ デルタ前縁の堆積相

2・2図Cに分流河口砂州における検層パターン（上方粗粒化パターン的一种）を示す。堆積物は一般的に細粒で波状層理、小型斜交層理、レンズ状層理及び互層状層理などを示す。

2・3図 三角州堆積物相とSP・SNカーブ



## 2. 2 延安層の堆積環境

前述した如く、30孔の試錐の検層曲線のパターンを解析し、層理等の堆積構造にも留意して、延安層の各層準についての堆積環境と主要3炭層の堆積状況、分岐・分層状況について検討する。

### (1) 延安層最下底～5<sup>-2</sup>層の間の堆積環境(2・4図)

#### ① 岩 相

層間距離は12～40m、平均22mである。下部は灰白色中粒～細粒砂岩で、石英・長石を主成分とし、粒子は淘汰不良～中等、円磨度は角礫状または安山岩角礫状である。底部には石英礫・泥礫を含み、基質部は泥質・石炭質が多く、上位に向って漸次細粒化する。上部は灰色～暗灰色粉砂岩で、薄層の細粒砂岩を夾み、植物化石を含む。

#### ② 堆積環境

砂岩が優勢で、高位三角州的環境と考えられる。大柳塔北部の281号試錐から活鶏兎の238号～37号～239号～246号～131号～276号～250号の各試錐にかけて、砂岩は塊状又は板状斜交層理及び単向斜交層理を有し河道の堆積相を示す為、一条の河道が存在したと推察される。この河道の北部及び西部は、上方細粒化パターンを示す三角州平野である。河道の南東部は、上方細粒化パターンを示し、三角州平野と分流河道間平野とに分かれる。三角州平野の砂岩は平行層理を示し、動水条件が平静または若干の波浪状況下にあった。分流河道間平野は、一部氾濫原を含み、平行層理・波浪層理のほか斜交層理もみられ、動水条件は三角州平野より強いことを示している。

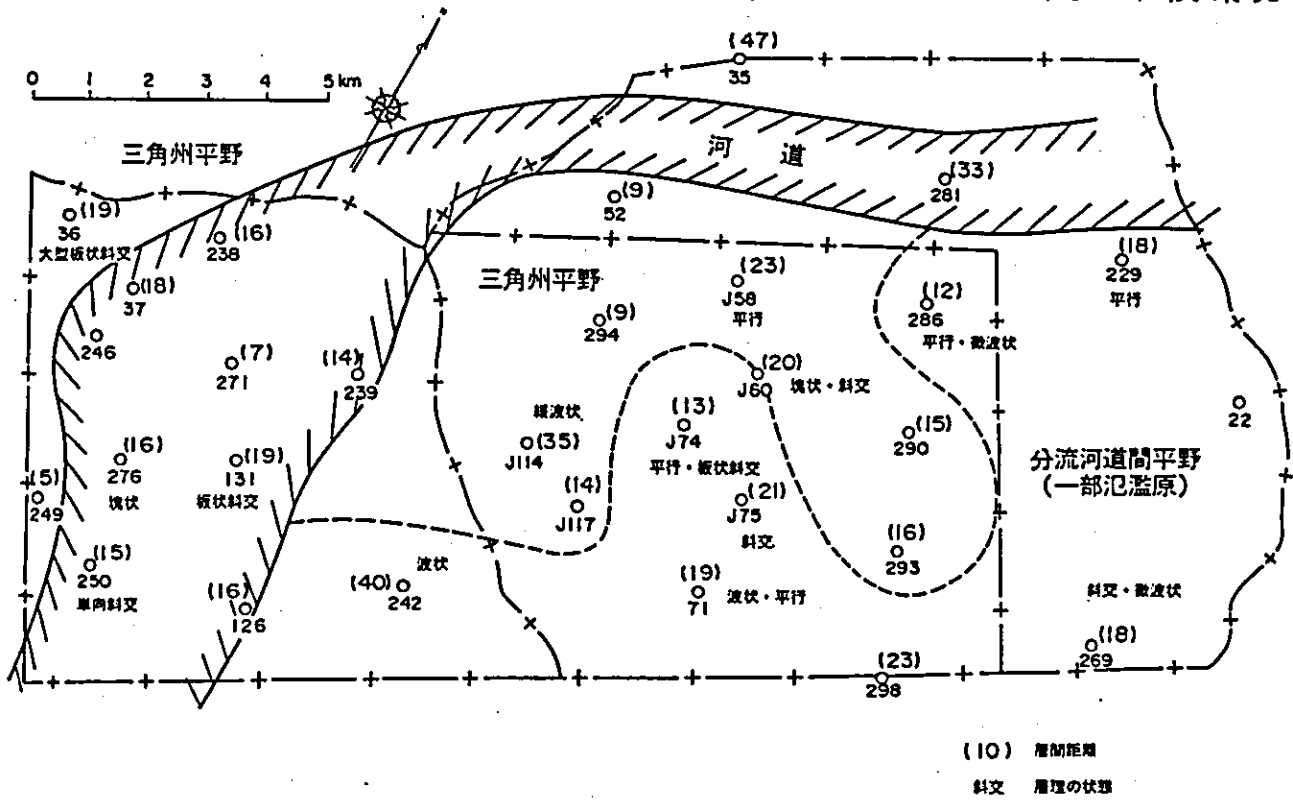
河道は5<sup>-2</sup>層堆積前に埋めつくされ平坦化し、全域に5<sup>-2</sup>層泥炭沼沢が発達した。

5<sup>-2</sup>層の発達状況は下記の通りである。

- ・旧河道の南東部の三角州平野と分流河道間平野の沼沢で発達した5<sup>-2</sup>層は、層厚4～7mを示し、東側で最も発達している。
- ・5<sup>-2</sup>層は夾みの状態から推定して8つのPlyにより構成されており、河道に近づくにつれ下位のPlyから分離・薄化している。
- ・分離した下位Plyは薄化すると同時に、上位Ply群より離れていく(夾みが肥厚する)傾向がある。
- ・従って、大柳塔鉦区南東端から河道に向って炭層は薄化している。

・以上の事より 5<sup>-2</sup>層堆積沼沢は、大柳塔鉦区南東端から次第に河道側に広がって  
いたものと推察される。

2・4図 T<sub>2</sub>y上限～5<sup>-2</sup>層の間の堆積環境



(2) 5<sup>-2</sup>層上限～4<sup>-1</sup>層の間の堆積環境 (2・5図)

① 岩 相

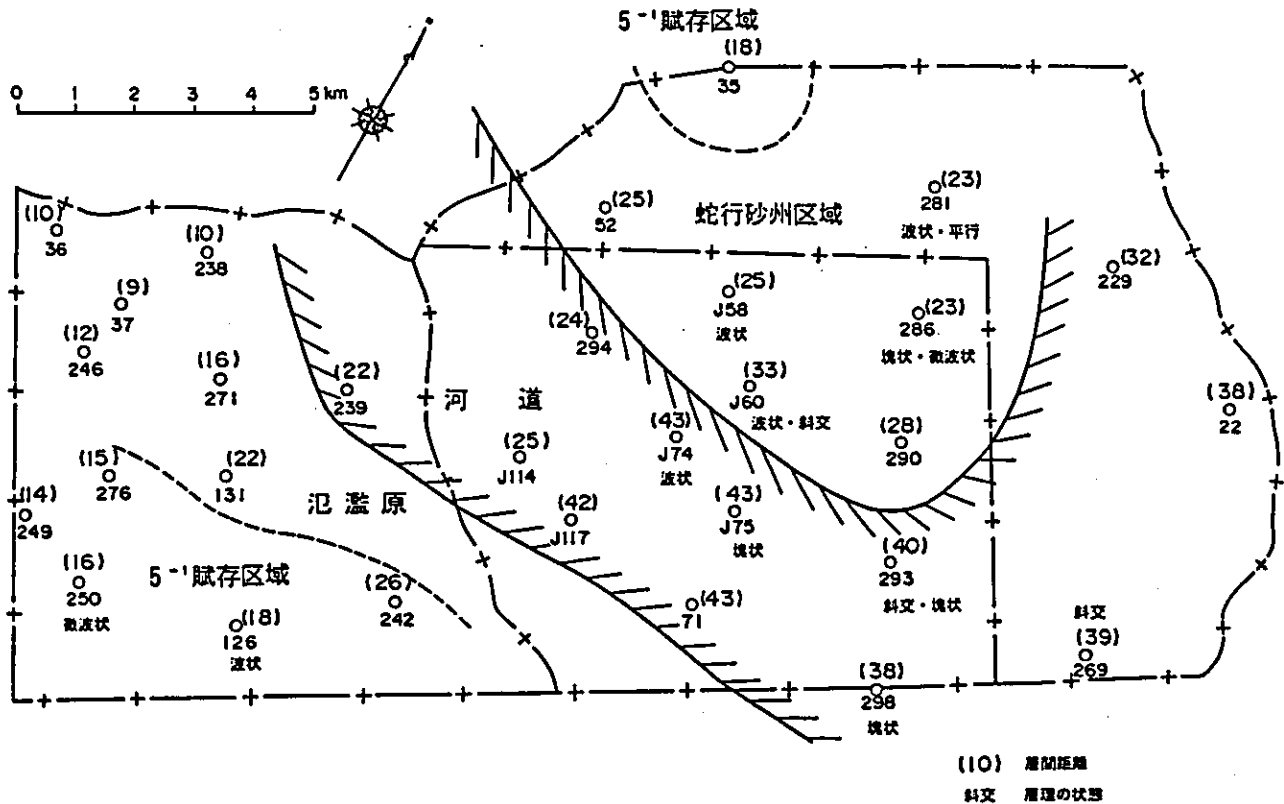
層間距離は10～43m、平均37mである。主に厚層状の灰白色の粉砂岩～細粒砂岩で、上位は砂質泥岩～泥岩を主とする。

② 堆積環境

北東の 229号～22号～ 293号～J 114号～ 294号の各試錐にかけて河道の存在が推察され、塊状又は斜交層理の発達した砂岩が認められる。河道の北側は、蛇行砂州区域となり平行層理・波状層理及び斜交層理が見られ、一部塊状である。河道の南側は、氾濫原となっており平行層理がみられる。河道の埋積後、上方細粒化パターンを示す三角州平野となり、全域で4<sup>-1</sup>層泥炭沼沢が発達した。4<sup>-1</sup>層は、0～1.94m、平均0.51mの層厚を有する。

なお、区域の中央北部 (35号試錐) と南西部 (276号～ 242号～ 126号～ 250号～ 249号試錐) に分れて5<sup>-1</sup>層が賦存している。炭層層厚は0.20～0.51mの薄層で、5<sup>-2</sup>層との層間距離は約4mであるが、南西部の 249号試錐では約13mと離れ、その間に小河道が存在する。5<sup>-1</sup>層と5<sup>-2</sup>層は一般に上方細粒化パターン (海進型堆積層序) を示すので、5<sup>-1</sup>層は5<sup>-2</sup>層の分岐炭層ではなく、局部的に発達する独立炭層であると思われる。

2・5図 5<sup>-2</sup>層上限～4<sup>-1</sup>層の間の堆積環境



(3)  $4^{-4}$ 層上限～ $4^{-3}$ 層の間の堆積環境 (2・6図)

① 岩 相

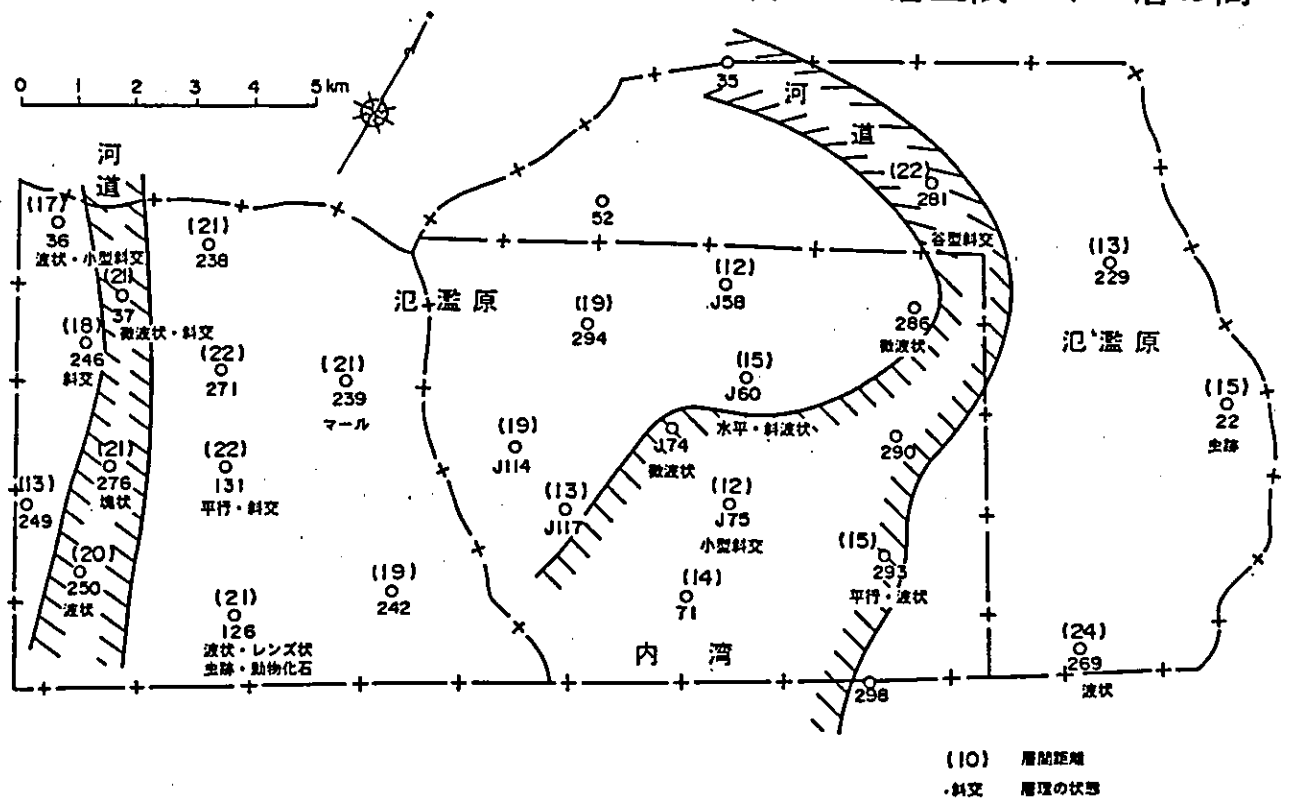
層間距離は12～24m、平均17mである。河道区域は中粒～粗粒砂岩が発達し、その他の区域は灰色粉砂岩、砂質泥岩、泥岩及び淡灰色細粒砂岩の互層でありマールも局所的に存在し、生物擾乱の跡(虫跡)や動物化石を産出する。

② 堆積環境

二条の河道が存在する。東の河道は35号～281号～290号試錐を結ぶ箇所に存在しトラフ型斜交層理を有し、これに続く293号～J75号～J74号～71号試錐を含む箇所では上方粗粒化パターンの粉砂岩を主とする海退型堆積層序がみられ、内湾の堆積環境と考えられる。西の河道は37号～276号～250号試錐を結ぶ箇所に存在し、波状層理及び斜交層理を有し一部塊状である。両河道の周辺は、氾濫原を主とし、堆積物はマール・虫跡及び動物化石を含み、前二回の堆積環境に比し低位三角州的要素の強い環境と考えられる。

$4^{-3}$ 層は一般に夾みがなく、平均層厚は0.84mである。

2・6図  $4^{-4}$ 層上限～ $4^{-3}$ 層の間



(4) 4<sup>-3</sup>層上限~4<sup>-2</sup>層の間の堆積環境 (2・7図)

① 岩 相

層間距離は7~18m、平均14mである。灰色粉砂岩、砂質泥岩、泥岩及び淡灰色細粒砂岩の互層である。マール・石灰岩の薄層を夾み、虫跡もみられる。

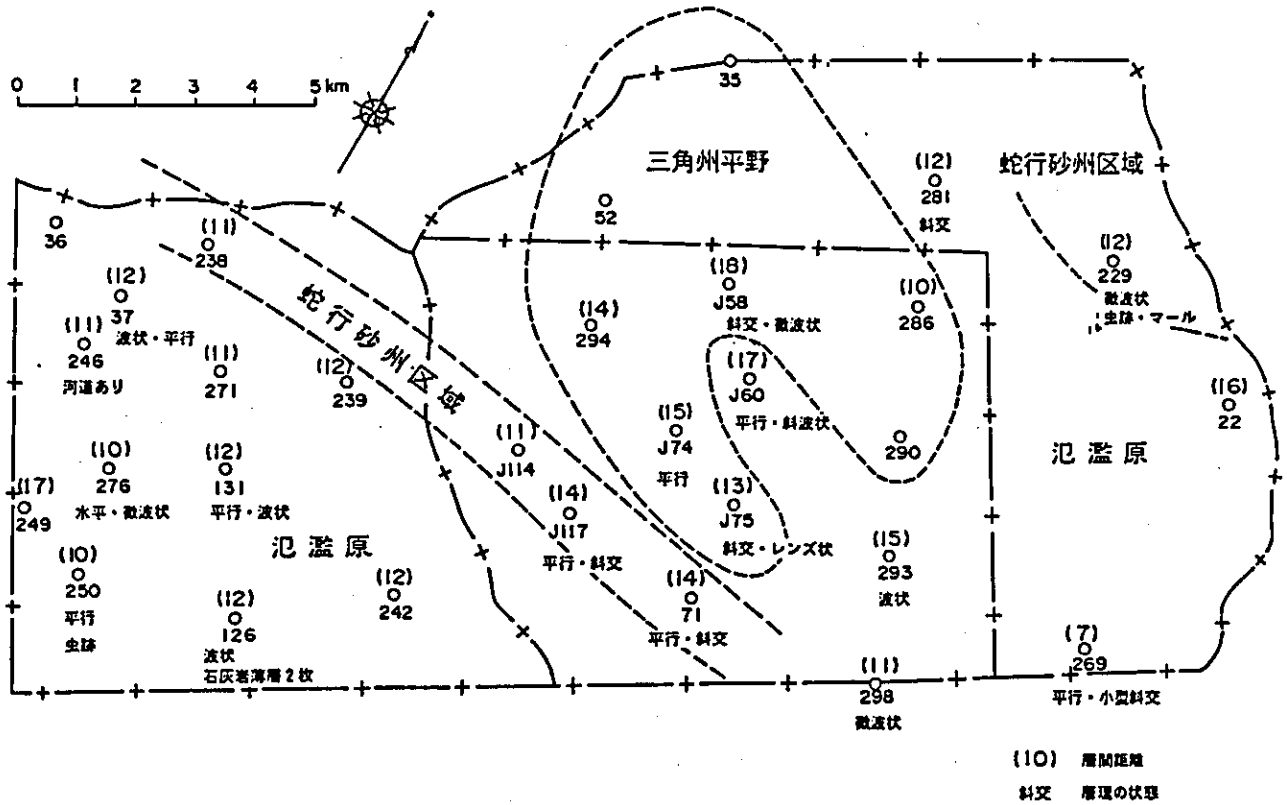
② 堆積環境

烏蘭木倫河を横切る形で 238号~J 114号~J 117号~ 741号試錐を結ぶ箇所に一条の蛇行砂州がみられ、ほかに北東部(229号試錐)にも蛇行砂州が存在するが、この層位には連続する河道は存在しない。砂州の堆積物には平行層理・微波状及び斜交層理がみられる。

二条の蛇行砂州の間は、三角州平野と氾濫原に分かれる。また、中央の蛇行砂州の南部は主に氾濫原である。

4<sup>-2</sup>層は厚さ0.20~1.54m、平均0.67mである。虫跡等により低位三角州的環境と考えられる。

2・7図 4<sup>-3</sup>層上限~4<sup>-2</sup>層の間





(5) 4<sup>-2</sup>層上限～3<sup>-2</sup>層の間の堆積環境 (2・8図)

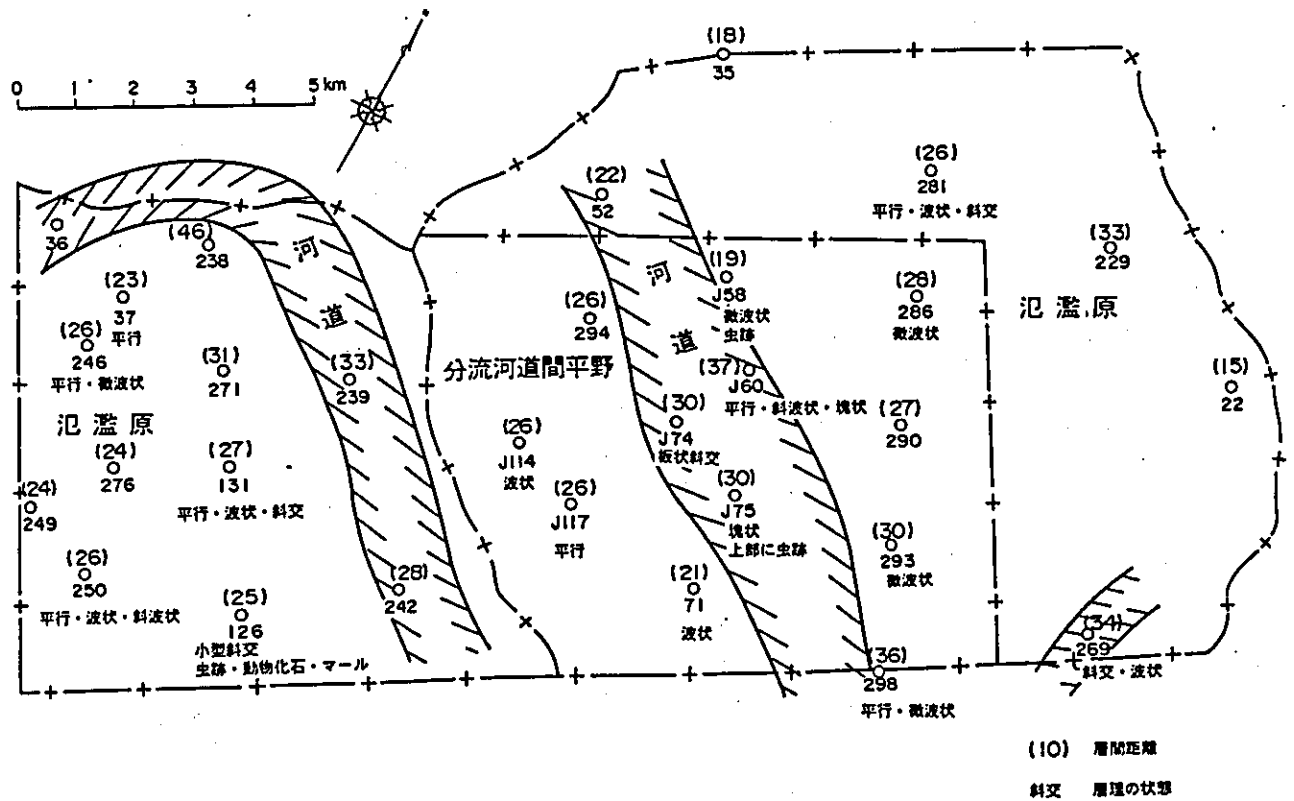
① 岩 相

層間距離は15～36m、平均32mである。淡灰色～淡灰緑色粉砂岩と砂質泥岩を主とし、下部に淡灰色中粒砂岩及び厚層状の中粒～細粒砂岩がある。マール及び動物化石を含み、虫跡もみられる。

② 堆積環境

烏蘭木倫河をはさんで、その北東側と南西側に二条の河道があり、両河道の間は分流河道間平野で、両河道の北東及び南西は主として氾濫原である。河道が埋積されたのち、全域で氾濫原となり、その上に低位三角州的要素が強い3<sup>-2</sup>層泥岩沼沢が発生した。3<sup>-2</sup>層は厚さ0～1.69m、平均0.59mである。

2・8図 4<sup>-2</sup>層上限～3<sup>-2</sup>層の間



(6) 3<sup>-2</sup>層上限～3<sup>-1</sup>層の間の堆積環境 (2・9図)

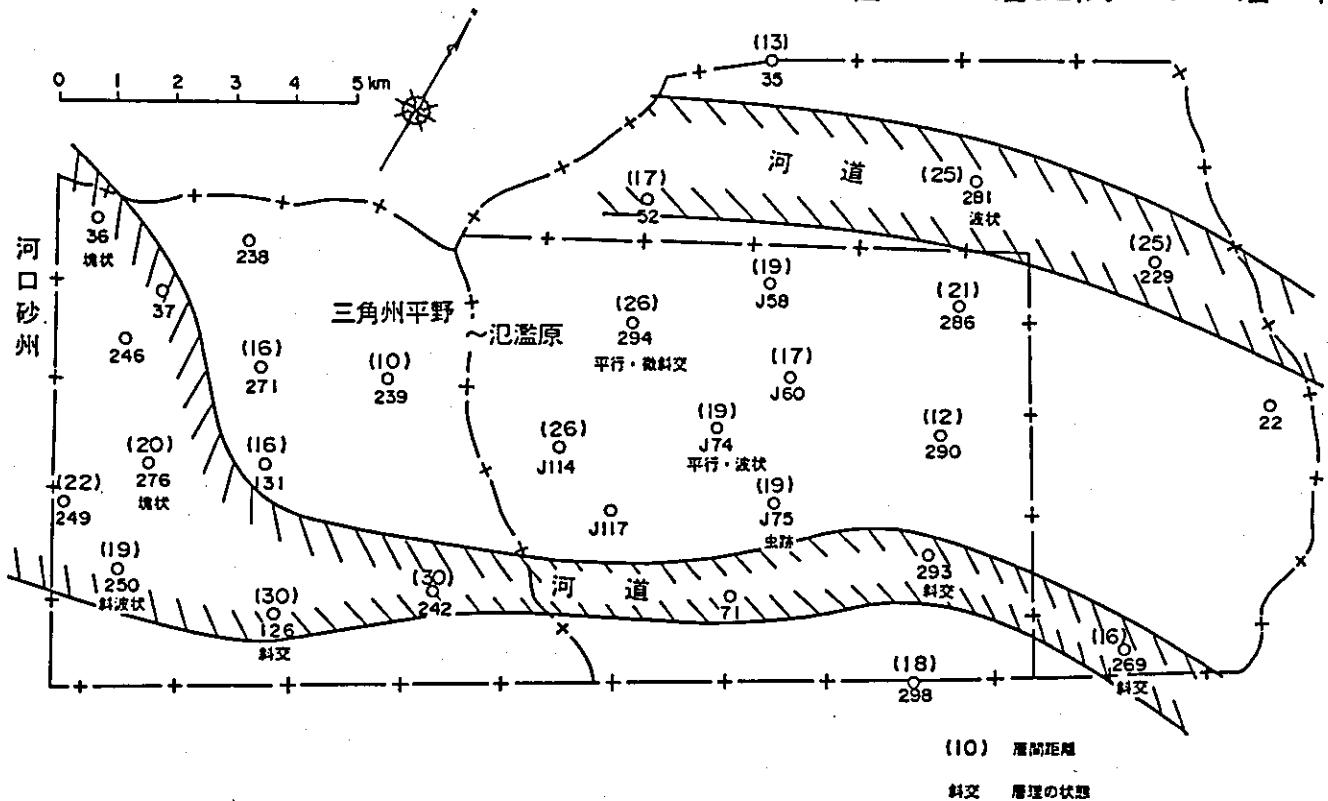
① 岩 相

層間距離は10～30m、平均18mである。淡灰色～淡灰緑色粉砂岩及び砂質泥岩を主とする。

② 堆積環境

北側と南側に二条の河道が形成され、河道間は三角州平野～氾濫原となっていた。南側の河道は西側で河口砂州を形成しており、砂州の堆積物は塊状を呈し、粗粒碎屑物が三角州河口において淘汰されずに急激に沈積したものと考えられる。河道埋積後、全域は平坦化され $3^{-1}$ 層泥炭沼沢が形成された。 $3^{-1}$ 層は厚さ0～2.6m、平均0.85mである。

2・9図  $3^{-2}$ 層上限～ $3^{-1}$ 層の間



(7)  $3^{-1}$ 層上限～ $2^{-2}$ 層の間の堆積環境 (2・10図)

① 岩相

層間距離は17～47m、平均28mである。大柳塔鉦区では灰色～黒色粉砂岩及び泥岩を主とし、細粒砂岩及び粘土岩を夾む。活鷄兔鉦区では灰白色中粒～細粒砂岩が漸次黒色泥岩・砂質泥岩・モンモリオナイト質粘土岩に変わり、細粒砂岩のレンズを夾む。

② 堆積環境

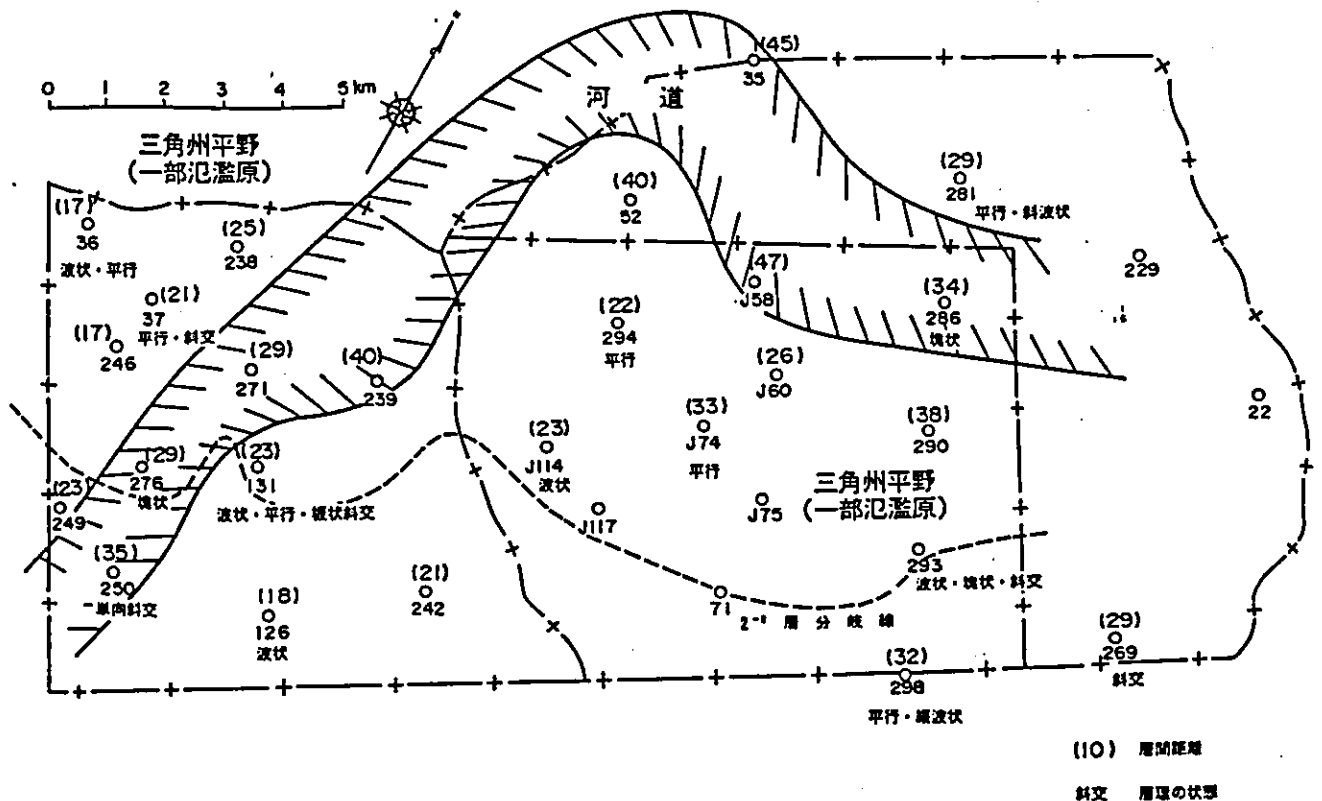
高位三角州型の環境と考えられる。大柳塔の北側の 286号～J 58号～35号試錐を

通る河道は南に湾曲し、239号～271号～276号～250号試錐に至る。河道堆積物は中粒～粗粒砂岩で、斜交層理、変形層理を有し一部塊状である。河道の両側は、ともに三角州平野（一部氾濫原）となっている。河道が埋積されたのち、全域で三角州平野（一時氾濫原）へと変化し、 $2^{-2}$ 層の泥炭沼沢が発達した。

$2^{-2}$ 層の発展状況は次のとおりである。

- 大柳塔鉦区では3.75m～5.54mと発達良好であるが、南及び南西に向って下盤際に粉砂岩の夾み（一枚の夾みの厚さは0.2～0.5m）が発生し、その数も増加していく。
- 大柳塔の南東部の269号～298号試錐から、活鷄兔の242号～126号～250号～249号試錐では炭層中央部で2枚に分岐している。分岐した炭層の大半は1.5m以下の層厚であり、その層間距離は活鷄兔の250号試錐で12.80mと増加していく。
- 分岐層間の主な岩石は粉砂岩であり、大柳塔の269号・298号及び活鷄兔の242号・126号の4試錐では上方細粒化パターン（海進型堆積層序）を示し、河流による分岐と考えられる。また活鷄兔の250号と249号試錐では斜交層理をもつ粉砂岩で上方粗粒状パターン（海退型堆積層序）を示し、クレバス・スプレーによる分岐と考えられる。

2・10図  $3^{-1}$ 層上限～ $2^{-2}$ 層の間



(8) 2<sup>-2</sup>層上限～1<sup>-2</sup>層の間の堆積環境 (2・11図)

① 岩 相

層間距離は12～47m、平均25mである。淡灰色粉砂岩、砂質泥岩より成り、稀に厚層状の白色細粒砂岩を夾む。河道堆積物は、粗粒～中粒砂岩を主とする。

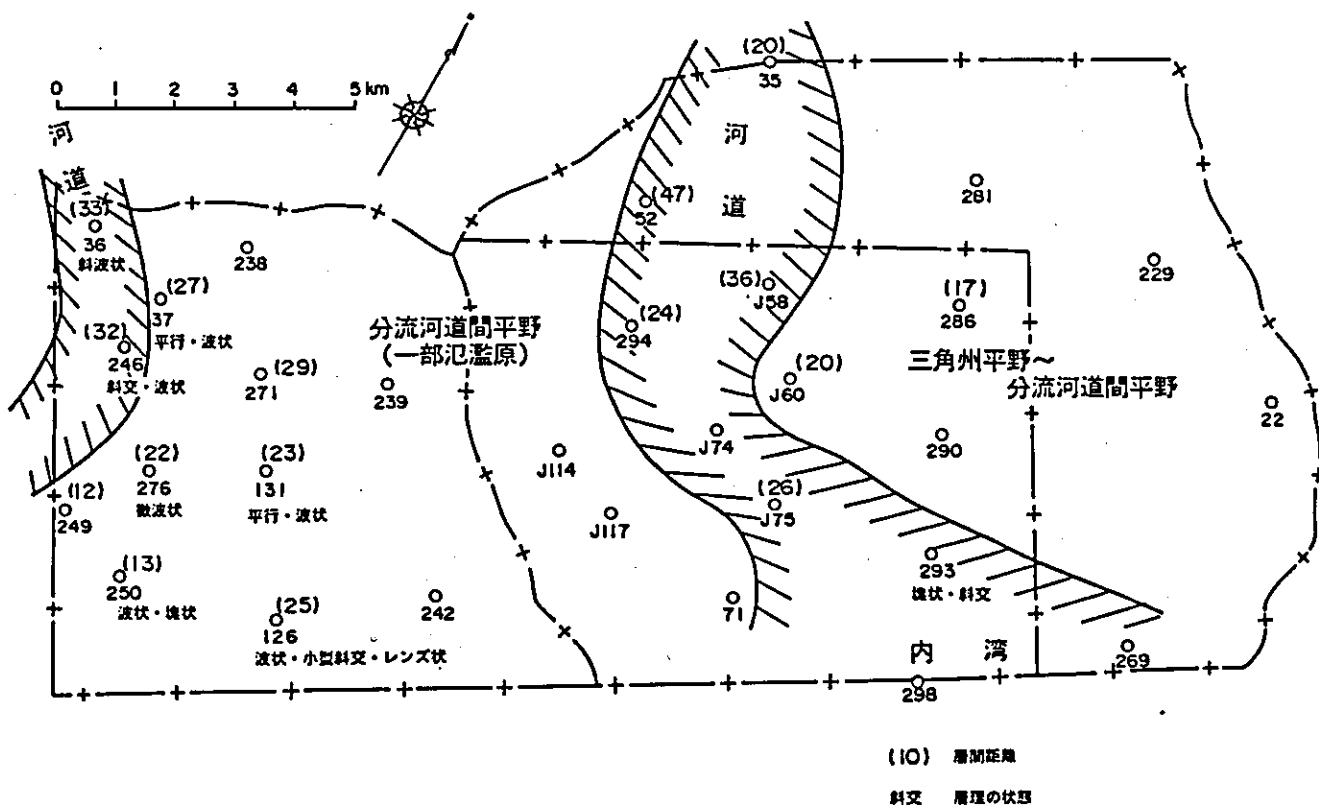
② 堆積環境

東側と西側に二条の河道がある。東側の河道は、269号～298号試錐においては上方粗粒化パターンを示す細粒碎屑物よりなり、河道間に存在する内湾と推察される。

二条の河道の間は、分流河道間平野 (一部氾濫原) となっており、東側の河道の北東部は三角州平野～分流河道間平野となっている。河道埋積後、全域で平坦化され1<sup>-2</sup>層の沼沢が形成されたが、その北東部一円の1<sup>-2</sup>層は急激に劣化している。

1<sup>-2</sup>層の堆積及び分岐状況については、次項(9)で記述する。

2・11図 2<sup>-2</sup>層上限～1<sup>-2</sup>層の間



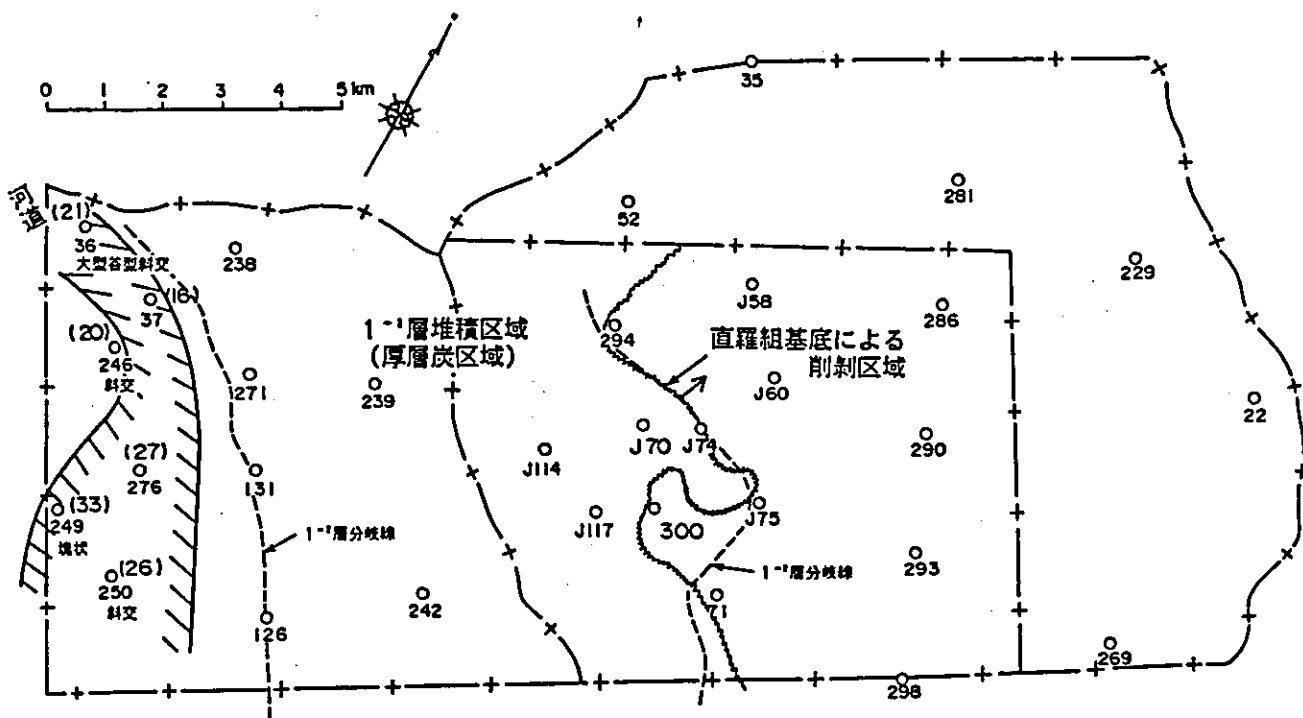
(9) 1<sup>-2</sup>層と1<sup>-2±</sup>層の間の堆積環境 (2・12図)

1<sup>-2</sup>層は烏蘭木倫河の兩岸周辺においては厚層の一枚炭であるが、烏蘭木倫河の兩岸及びその支流に分布すべき1<sup>-2</sup>層の大半は削剝欠如又は焼失して炭層データの空白区となっている。大柳塔鉦区の234号~J74号~70号~300号試錐では、5m以上の厚層で、0.20~0.60mの厚さの粉砂岩の夾みを1~2枚含んでいる。また、活鷄兔鉦区の271号~131号~126号試錐では9m以上の厚層で、炭層のほぼ中央に0.60m程度の粉砂岩の夾み一枚を含んでいる。

大柳塔の厚層炭は、52号~294号~J75号試錐に至ると急激に分岐・薄化し、更に北東部に向って更に劣化する。このような急激な変化は、(8)項2・11図の東側の河道が埋積された後の1<sup>-2</sup>層堆積時にもこの旧河道を含む東北部一帯には小河流が存在し、結果として1<sup>-2</sup>層の急激な分岐と薄化・劣化を引き起こしたと推察される。また、この区域では上位直羅組基底砂岩の侵蝕面が1<sup>-2</sup>層の上部(又は全部)を削除しているため、より複雑な現象となって現れている。

活鷄兔鉦区の厚層炭は、37号~276号~250号試錐より以西では、ほぼ中央部で2枚に分岐し、その層間距離は、16~33mに達する。この分岐現象を引き起こした原因は、36号~37号~276号~249号~250号試錐を結ぶところに存在した河道(中粒砂で構成されている)そのものと、その河道から決潰したクレバス・スプレーによるものである。

2・12図 1<sup>-2</sup>層~1<sup>-2±</sup>層の間



(10) 層間距離  
斜交 層理の状況

(10) 1<sup>-2</sup>層上限～1<sup>-1</sup>層～直羅層 (J<sub>22</sub>) 下限の間の堆積環境

1<sup>-2</sup>層から直羅層ベースまでの間には、1<sup>-1</sup>層が堆積するが、直羅層基底の侵食により1<sup>-1</sup>層は活鷄兔鉞区の一部にしか残存せず、加えて烏蘭木倫河沿いに発生した炭層の焼化のため、解明しにくい状況である。

活鷄兔鉞区では1<sup>-2</sup>層と1<sup>-1</sup>層の層間距離は10～22mであり、主として細粒砂岩・砂質泥岩・泥岩の互層であり、1<sup>-1</sup>層の直上は直羅層の基底となっている(36号試錐のみ1<sup>-1</sup>と直羅層基底の層間距離が約7mある)。36号試錐においては1<sup>-1</sup>層の下位に河道があり、この河道の東側の37号～271号～131号～126号試錐の区域は、三角州平野を形成している。1<sup>-1</sup>層は131号と126号試錐ではそれぞれ2.07mと1.82mの厚さを有するが、それより北西では剝削され急激に薄化している。

2. 3 堆積環境と炭質

両鉞区の炭質上のデメリットは、高水分炭(原炭ベースで9.07～7.82%)であることと、灰の熔融温度(T<sub>2</sub>)が、一般炭の基準値の1250℃より低いことの2点である。もっとも同一地質時代の山西省大同炭田の水分と灰の熔融温度もほぼ同程度であり、同一の堆積環境を反映していると考えられる。

(1) 高水分炭と被覆層の厚さの関係

本区の延安層の層厚は約220m、これを被覆するジュラ紀中期の直羅層は層厚約80m、その上位のジュラ紀中期の安定層は約60m、更に両鉞区では侵食されて欠如している白亜紀前期の洛河層は約80m程度と推定されるので、夾炭層を被覆する地層の総層厚は約220mにすぎない。ちなみに一般的資料によれば、大同炭田の大同層(層厚187m)を被覆する地層の層厚は、ジュラ紀中期の雲羅層132m、白亜紀層85mの計217mで、両鉞区と大同炭田の被覆層の層厚はほぼ同程度である。

この程度のカバーロックでは成炭過程の脱水作用は十分に行われず、両鉞区も大同炭田と同じ高水分レベルのままに終わったと考えられる。

ちなみに本区内に限ると、1990年陝西185炭田地質勘探隊が作成した「活鷄兔、大柳塔炭鉞地質資料」の水分(%、a. d. ベース)と揮発分(%、d. a. f. ベース)の総括結果は、2・1表のとおりである。

2・1表

層間距離 (m)	水分(分析数) (a. d.) %	揮発分(分析数) (d. a. f.) %
1 <sup>-1</sup>	8.38 (21)	37.21 (21)
1 <sup>-2±</sup>	9.06 (32)	33.54 (32)
1 <sup>-2</sup>	8.98 (81)	35.27 (81)
2 <sup>-2</sup>	9.07(122)	38.85(120)
3 <sup>-1</sup>	8.86 (51)	38.27 (51)
4 <sup>-3</sup>	8.16 (62)	35.90 (62)
5 <sup>-2</sup>	7.82(121)	33.89(121)

1<sup>-1</sup>層・1<sup>-2±</sup>層・1<sup>-2</sup>層の水分は、必ずしも下方減少の傾向がみられないが、2<sup>-2</sup>層以下3<sup>-1</sup>層・4<sup>-3</sup>層・5<sup>-2</sup>の間では明らかに下方遞減が認められ、深度100mにつき約1%の水分が低下している。

また、揮発分についても2<sup>-2</sup>層以下3<sup>-1</sup>層・4<sup>-3</sup>層・5<sup>-2</sup>層の間では下方遞減がみられ、Hiltの法則(深度と揮発分の減少が比例する)にあてはまる。

1<sup>-1</sup>層・1<sup>-2±</sup>層及び1<sup>-2</sup>層の揮発分については、過去に石炭ガスとして大気中に放出された可能性もある。カバーロックが極めて薄いため、カバーロック中に生じた亀裂は開放型のものが多く、長い地質時代を通じて、1<sup>-1</sup>層・1<sup>-2±</sup>層及び1<sup>-2</sup>層の揮発分成分は開放亀裂を伝って放出されることが考えられる。

## (2) 灰の溶融点の低さと堆積環境

石炭灰の成分中CaO・Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>及びMgOは溶解しやすい成分で、一般にこれらの含有率が高くなると灰の溶融点(T<sub>2</sub>温度)は低くなると言われている。両鉱区の灰のFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とMgOはとりわけ高いわけではないが、2・2表の様に、主要3炭層のCaOは異常に高く、これがT<sub>2</sub>温度に影響を与えていることは明らかである。

CaOとT<sub>2</sub>温度との関係を詳しく調べてみると、CaOの量比が少ないか或いは非常に多ければT<sub>2</sub>温度は比較的高いが、15~30%の時にT<sub>2</sub>温度が低くなることが判明した。これはCaOが少なければ相対的にSiO<sub>2</sub>やAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が多くなってT<sub>2</sub>温度が上昇し、逆にCaOが非常に多くなるとCaO自体の融点(約1,500℃)に近付くためにT<sub>2</sub>温度が上昇するものと考えられる。

2・2表

	平均CaO (%)	平均T <sub>2</sub> 温度
1 <sup>-1</sup>	5.69	1,358
1 <sup>-2上</sup>	18.00	1,232
1 <sup>-2</sup>	23.23	1,242
2 <sup>-2</sup>	23.89	1,215
3 <sup>-1</sup>	6.83	1,235
4 <sup>-3</sup>	5.18	1,340
5 <sup>-2</sup>	21.59	1,221

CaOについては分析試料によるばらつきが大きく（水平的分布の変化が大きく）石炭堆積後の続成～成炭作用中に方解石（CaCO<sub>3</sub>）として付加された可能性が強い。

- 両鉦区の一部の石炭は全体的に帯白色を呈し、白色物の濃集物に塩酸をかけると発泡する。即ち、帯白色の物体は方解石（CaCO<sub>3</sub>）と推察される。
- 炭層周辺の砂岩の基質部は泥質または石灰質であり、特に5<sup>-2</sup>層下位の砂岩の基質部は石灰質である。
- 石灰質砂岩は夾炭層のいろんな層準にみられる。物理検層において石灰質砂岩は比抵抗値が高くなるため、普通の砂岩と容易に区分できる。石灰質砂岩は活鷄兔鉦区では1<sup>-2</sup>層と2<sup>-2</sup>層との間に、大柳塔鉦区では下位の炭層間に多い。
- 以上の事項から延安層の堆積時の水質は、特に石灰分（CaCO<sub>3</sub>）が多い環境であったと推定される。
- この石灰分の多い水は続成作用の進行とともに、石炭や岩石に方解石（CaCO<sub>3</sub>）を析出して外に排出されたものと推察される。この方解石（CaCO<sub>3</sub>）は石炭の空隙や微細亀裂に付着して、結果的に石炭を帯白色とし石炭灰のCaO値を高くしているものと考えられる。



