石炭火力の動向と日立の役割

Current Status of Coal-Fired Thermal Power Plant and Hitachi's Role

最近の世界情勢からエネルギーの長期安定供給に対する社会的要求がますます強まってきた。これに対し、化石燃料の中で最も豊富な資源とされている石炭を燃料として使用する石炭火力発電所の見直しがより加速的に行なわれてきている。

本論文は、国内外の石炭火力の動向を紹介するとともに、石炭火力の特徴をかん がみ、在来の石油火力と比較して今後の我が国の国情に適した石炭火力発電所の建 設に対する展望と、日立製作所の役割について概要を述べる。 坂井 彰* Akira Sakai

1 緒言

我が国の火力発電所の燃料は、昭和48年の石油ショックを 契機として多様化の方向に進んできたが、特に最近の世界情 勢から、エネルギー源の長期安定供給に対する要求が、ます ます強まってきた。これに対処するため、各種石油代替エネ ルギーの開発が進められているが、そのうち発電用燃料は、 IEA(国際エネルギー機関)の石炭利用促進勧告を受けて、石 炭への見直しが加速的に検討されてきた。

図1に、主要国の発電用燃料の使用状況を示す¹⁾。米国、イギリス及び西ドイツでは、自国に豊富な石炭資源を持っていることもあり、既に大半が石炭火力発電になっている。

一方,我が国の石炭火力発電設備容量は,全発電設備容量のわずか7%程度にすぎない。我が国の石炭火力発電所の建設を促進するには,これに用いる石炭も海外に依存せざるを得ない燃料事情や,環境事情を折り込んだ高効率かつ信頼性の高い発電所を開発してゆく必要がある。

2 国内外の動向

主要国の石炭火力発電容量の変遷を図2に示す。

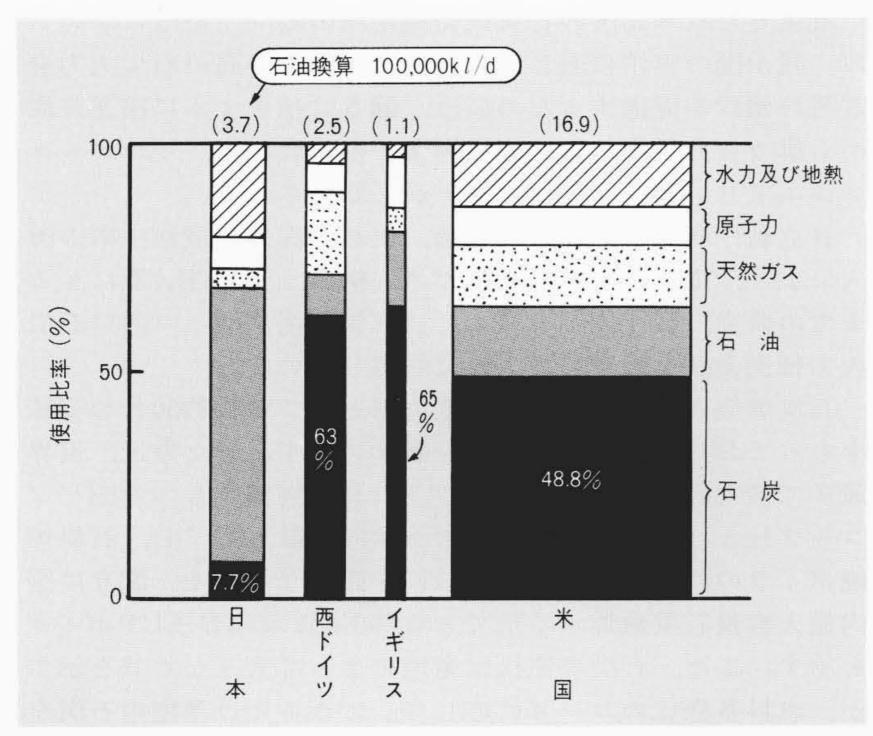


図 I 主要各国の発電用燃料の使用状況〔OECD(経済協力開発機構)昭和51年時点〕 主要各国の発電燃料の種別使用状況を示す。米国, 西ドイツ及びイギリスは, 石炭依存度が平均59%であり, 我が国の約8倍に相当する。

昭和50年以降,米国では発注は国策により石炭火力発電に切り換えられた。また図2に示すように大容量化が進められ、1,000MW以上の石炭火力が11機(ボイラはすべて米国バブコック社製),最大容量機は1,300MWに達しており,既にその運転年数も10年を経ようとしている。

ョーロッパの最大容量機は、イギリスでは 660MWユニットドラム形ボイラ、西ドイツでは 720MWベンソンボイラがあり、それぞれ中間負荷運用に独自の利用が行なわれている。

我が国では、燃料が重原油に転換されていたこの約15年間、石炭火力発電所はほとんど建設されておらず、そのため、大容量化の面では一歩立ち遅れている。しかし現在、350MW機、500MW機の建設が進められており、また、700MW機、1,000MW機も予定されており、急速に大容量化が進められようとしている。更に昭和54年12月に発表された電気事業審議会の電力需給見通しの中間報告によれば²⁾、我が国の石炭火力は現行の約4,000MWから昭和70年度末には3万3,000~3万6,000MWという構成比率で11.9~13.0%の増大が見込まれている。

昭和53年以降、米国で建設又は計画中の石炭火力発電所を、運用と蒸気条件で分類した結果を図3に示す。発電所の運用は、一般に各々の電力系統の構成などにより選定されるので、石炭火力発電の特性を直接示すものではないが、同図から石炭火力発電が超臨界圧ベースから亜臨界圧(ただし、最近燃料費の高騰により再び超臨界圧プラントが発注され始め

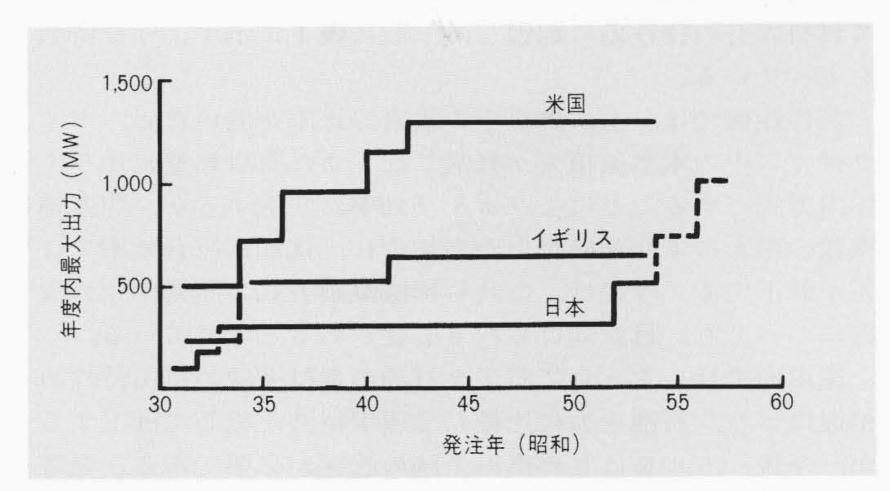


図2 石炭火力発電所容量の変遷 米国では昭和42年に出力1,300MWの大容量化を進めている。我が国では約15年間石炭火力発電所の建設計画がほとんどなく立ち遅れていたが、ここ数年内には1,000MWの容量をもつ石炭火力発電所が出現する予定である。

^{*} 日立製作所電力事業本部

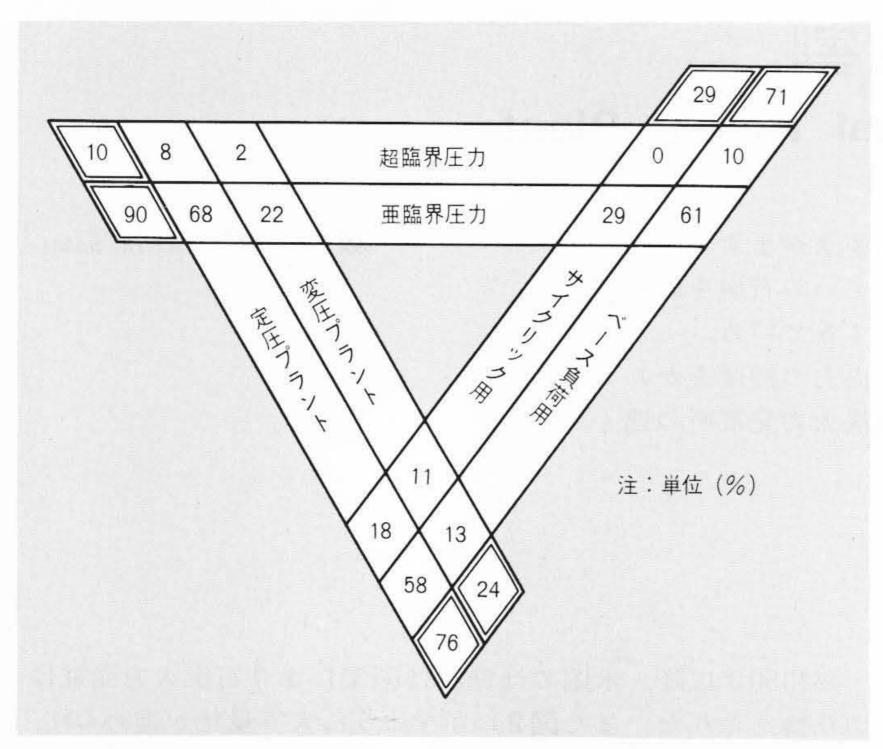


図3 米国の石炭火力発電所の運用と蒸気条件 本図は昭和53年以降建設又は計画中の米国の石炭火力発電の蒸気条件と運用性を分類したもので、幅広く運用されていることが分かる。

ている。) ベースからサイクリック運用へ,また定圧運転から 変圧運転へと幅広く適用されている。

ヨーロッパでは、自国内に豊富な石炭資源を持っていることから、石炭は一般に、船舶又は貨車により輸送され、機械化されたヤードに野積み貯炭されている発電所が多い。米国でも同様に、貨車輸送が大半を占めており、ヤードに野積みされることが多いが、石炭の炭鉱から発電所までの水スラリ輸送や、数日間のアクティブな貯炭としての大容量サイロの利用など、新しい石炭ハンドリング技術も既に適用されている。

石炭灰の利用状況は、土地造成埋立用を除いた利用率は、 米国20%、イギリス60%、西ドイツ60%で、我が国の20%に 比べて進んでいる。我が国では主としてフライアッシュはセ メント用、断熱材などに、またクリンカ灰はセメント原料、 コンクリート骨材などに利用されているが、欧米では、道路 用、コンクリート用、ブロック用、人工骨材など、より広い 分野で利用されている。

3 石炭火力発電所の特徴と技術課題

石炭火力発電は在来の石油火力発電と比較すると,主として燃料固有の特性差に起因し,一般に**表1**に示すような特徴をもっている。

熱性能面では、主に燃料中の水素分比率が低いため、ボイラ排がス中の水蒸気損失が軽減され、また石炭燃焼ボイラを屋内方式とすることによりボイラ効率が向上するが、関連補機数の増大により補機動力が増加され、送電端総合効率では若干低下する。今後は、これら補機駆動方式の高効率化の改善についても、目が向けられる必要があると考えている。

運用面では、主として石炭と石油の燃料系統の運用特性の相違により、石油火力に比較して運用特性が総じて低下するが、今後、ミルをはじめ燃料系統の改善が必要である。発電所全体の構成機器数が増えるが、従来の石油火力発電所と同程度の運転操作性が要求されるため、揚運貯炭設備から送電設備までのトータルプラントとしての自動化の見直しを行なう必要があると考えている。

環境保全面では、従来のNOx (窒素酸化物)及びSOx (硫黄酸化物)の除去と同時に、石炭中の灰含有量が石油に比べて

表 | 石炭火力発電プラントと石油火力発電プラントの特徴比較石炭火力プラントは在来の石油火力プラントと比較し、主として燃料固有の特性差に起因し本表に示す特徴をもっている。

	項 目	石炭火力発電プラントの特徴 (石油火力プラントと比較した場合)	技 術 課 題			
±4.	ボイラ効率	+約2%				
熱	ターピンブ	一約1%				
性	ラント効率					
能	所内動力	+約2%	補機駆動方式の高効率化			
	総合効率	-約1%				
	起動時間	15~30分長くなる。				
運	負荷変化率	約2倍必要となる。	ミル特性の改善			
用	最低負荷	石炭35%, 石油20%				
20.58	FCB運転	R/Hクーリング付き, タービンバイ	R/Hクーリング付き、タービンバイ			
特		パスが必要。	パス系統の技術確立。			
性	自動化範囲	構成機器が多く、自動化範囲が広く	トータルシステムとしての自動化の			
		必要となる。	見直し			
環	煤 塵	煤塵量 約200~300倍 (集塵装置が必須)	炭種・灰組成と集塵特性の把握とト ータルシステムとしての除塵技術の 確立			
境	NOx	約2倍(脱硝装置を設ける場合あり)	高ダスト脱硝技術の確立			
	SOx	脱硫装置が必須	ユーティリティの低減とコンパクト化			
保	灰	約 2,000倍	灰の有効利用を考えた処理技術			
全	用水・排水	用水量が多くなる。	省用水・排水の再利用の促進			
	その他	粉塵, 防災(炭塵, 自然発火)騒音, 美観	粉塵・煤煙の拡散予防予測技術			
	環境機器	石油火力発電プラントよりも大	環境機器、燃料ハンドリング機器の コンパクト化			
配置	燃料ハンド リング	石油火力発電プラントより非常に大				
	総合	石油火力発電プラントの約2倍必要	Spr. et C. 188			

注:略語説明 FCB=Fast Cut Back, R/H=再熱器

飛躍的に増えるため、ボイラ排ガスからの除塵処理が一つのポイントであり、トータルプラントでの除塵技術の組合せと 最適化が必要である。

図4に、石炭火力発電所(600MW機×3)のレイアウトの一例を示す。石油火力発電所に比べて、特に、貯炭場、環境機器の占める敷地面積が増大するため、灰捨場を除いても発電所全体で石油火力発電所の約2倍の敷地面積を必要とする。大形サイロやドーム方式など屋内貯炭方式の採用により、積高さを高くしてヤードスペースの軽減を図り、石炭貯炭に対する社会的美観保全性をも兼ね備え、立地難を解消するため検討が必要である。

4 石炭火力発電所用機器と日立の役割

既述した欧米諸国の石炭火力発電所の動向や特徴にかんがみ, 我が国の実情に適した高効率で信頼性の高い石炭火力発電所の建設を促進するためには, 図5に示すように揚運貯炭から排ガス, 排水, 灰処理技術までの総合技術, トータルエンジニアリング的なアプローチが必要とされる。

日立製作所では、従来の経験、実績、海外の最新技術の導入により、揚運炭設備から排ガス、排水、灰処理装置に至るまでの研究、製作体制を整え、日立製作所グループ内に石炭火力推進会議を設置してこれに対処している。

石炭燃焼ボイラとしては、電力用として戦後約50缶の実績をもっており、その主なものを表2に示す。また最近、世界最多で最大容量の石炭燃焼ボイラの製作実績をもつ米国バブコック社と1,000MW機に対する共同設計も完了し、石炭燃焼ボイラの設計、製作に最新技術を確立している。図6に国内最大容量石炭燃焼ボイラである700MW超臨界圧UPボイラを示す。また、石炭の性状は産地によって大きな差異を示すが、燃料多様化のニーズに応じて、できるだけ多種の石炭を同一ボイラで混炭燃焼を可能とする、いわゆる多種銘柄混炭燃焼ボイラの設計を進めるため、工場内の燃焼試験炉で石炭燃焼評価試験を実施し、燃焼性、スラッギング性、フォーリング性、エロージョン特性などの評価の確認を進めている。

揚運炭設備では、最近の大容量化に伴い、かつてのブルド ーザ、スクレーパなどの単機間欠運転設備から、スタッカ、

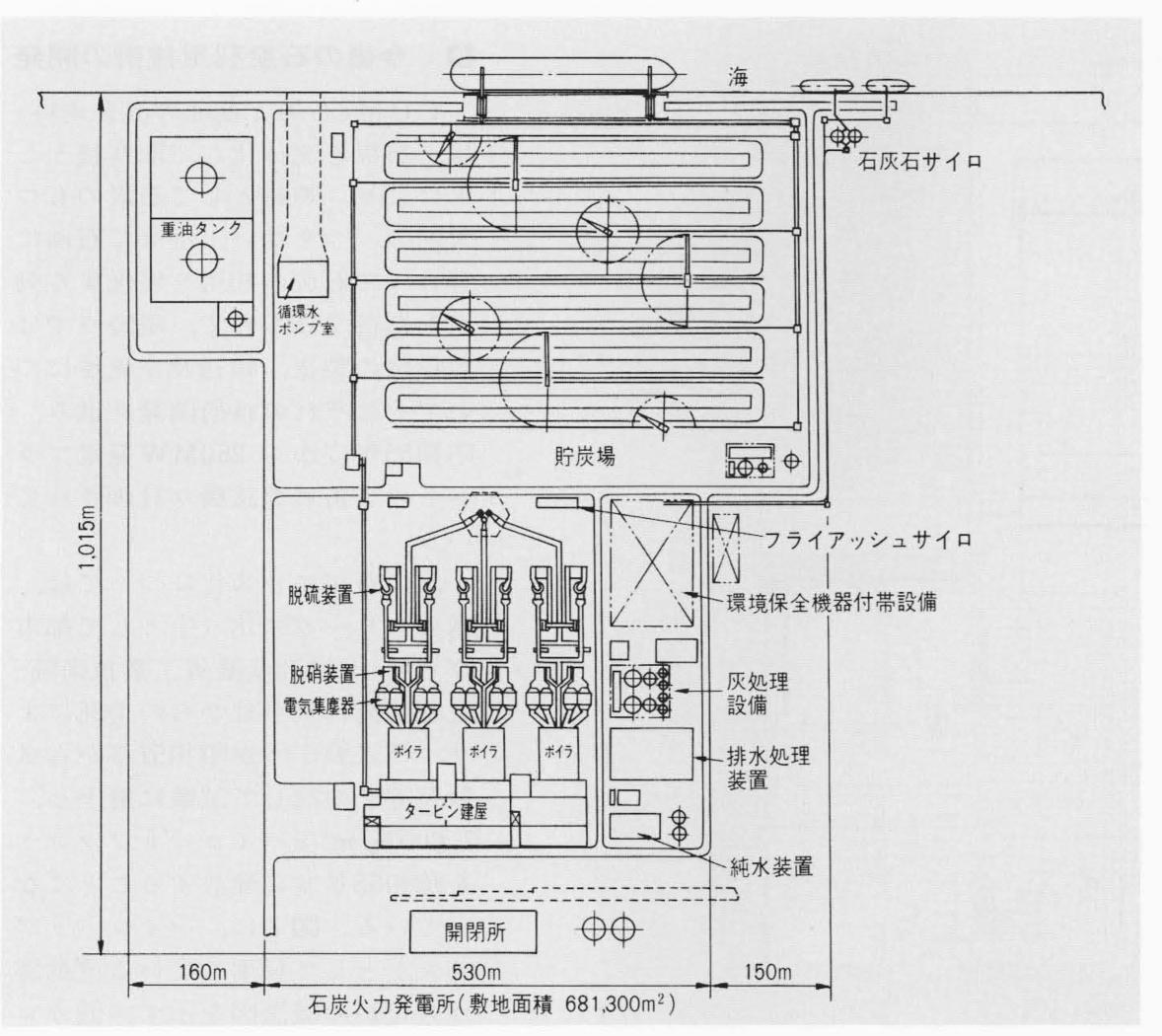


図 4 石炭火力発電所全体配置図(600 MW×3機) 石炭火力発電所の建設には、灰捨場を除いても石油火力発電所の約 2 倍の敷地面積が必要である。

リクレーマなどの連続荷役機械にとって代わり、貯炭ヤード 全体をシステムとして集中管理する方式が採用されることに なるであろう。日立製作所は、国内外に数多くの石炭輸送設 備、及び鉄鉱石扱いの大規模な輸送設備の納入実績をもって おり、これらのコンピュータコントロールシステムを含めて、 すべての機器のまとめの経験から、石炭火力発電所に最適な 石炭ハンドリング機器の設計を行なっているとともに、環境 保全にも万全を期すため、各構成機器の粉塵・騒音対策、貯 炭ヤードの粉塵発生状況の模擬実験によるデータの把握、実

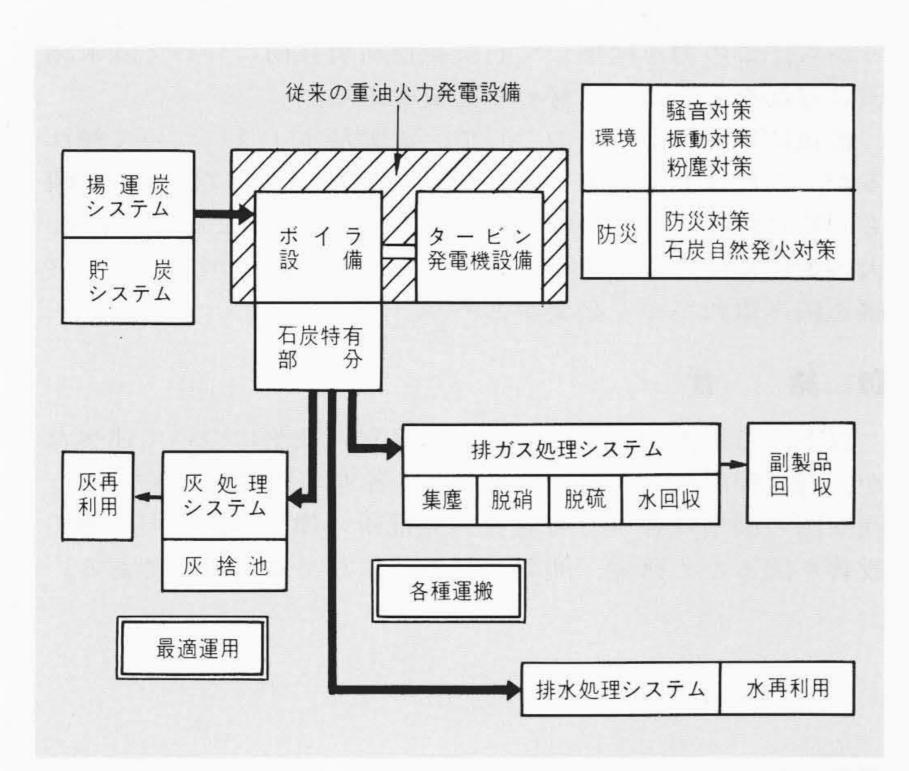


図 5 石炭火力トータルシステム 揚運炭から排ガス, 排水, 灰処理システムまでの総合技術によるトータルシステムのエンジニアリングを行ない, 我が国に適した石炭火力発電所の実現に努めることが必要である。

機への応用を図るなど、総合的見 地からの研究を進めている。

石炭火力発電は石炭を燃料とす るため、特に、石油燃焼ボイラ排 ガスに比較して煤塵濃度が非常に 大きく, NOx濃度が比較的大きい という特質に対し、十分考慮を払 った高性能な環境機器が必要とな る。煤塵をはじめ、NOx, SOx を 含め、現状技術により石油火力発 電と同様の排出基準までの処理が 可能であるが、より高性能化・高 信頼化について、各処理技術の試 験、研究を進め技術的な詰めを行 なっている。更に、環境保全には、 単にこれらの個々の要素技術を集 合させるだけでは不十分であり, これを有機的に組み合わせた総合 的な排ガス処理トータルシステム としての対処が必要である。

石炭灰処理については, 社内での研究開発と同時に, 社団法人資源協会を中心に構成される「石炭灰処理対策研究委員会」のメンバーの一員として参画し, 多量な灰の効率的な処理と同時に, 灰の有

表 2 日立(バブコック日立株式会社)石炭燃焼ボイラ納入実績石炭燃焼ボイラは、電力用として戦後約50缶の納入実績がある。本表は、そのうち200MW以上の納入実績を示す。

No.	水 南 IC ク	タービ ン出力 (MW)	蒸発量	蒸 気 条 件 (タービン入口で)		運開年	ボイラ
	発 電 所 名		(T/H)	圧 力 (kg/cm²)	温 度 (°C)	(昭和)	形式
1	中部電力株式会社武豊 火力発電所 # I	220	700	169	566/538	41	UP
2	電源開発株式会社竹原 火力発電所#I	250	810	"	"	42	RBC
3	中国技術進口総公司#1	"	850	"	538/538	53	"
4	中国技術進口総公司#2	"	"	"	"	"	"
5	韓国電力嶺東 火力発電所#2	200	680	"	"	54	"
6	北海道電力株式会社 苫東厚真発電所#I	350	1,110	"	566/538	55	"
7	メキシコ電力庁リオ エスコンディード#1	300	980	"	538/538	56	"
8	メキシコ電力庁リオ エスコンディード#2	"	"	"	, ,	57	"
9	電源開発株式会社竹原 火力発電所 #3	700	2,300	246	"	"	UP
10	メキシコ電力庁リオ エスコンディード#3	300	980	169	"	58	RBC
11	メキシコ電力庁リオ エスコンディード#4	"	"	"	"	"	"
12	オーストラリア, クィーンズランド 電力庁タロン#I	350	1,047	"	"	60	"
13	オーストラリア, クィーンズランド 電力庁タロン#2	"	"	"	"	61	,,,
14	オーストラリア, クィーンズランド 電力庁タロン#3	"	"	"	"	62	"
15	オーストラリア, クィーンズランド 電力庁タロン # 4	"	"	"	"	63	"

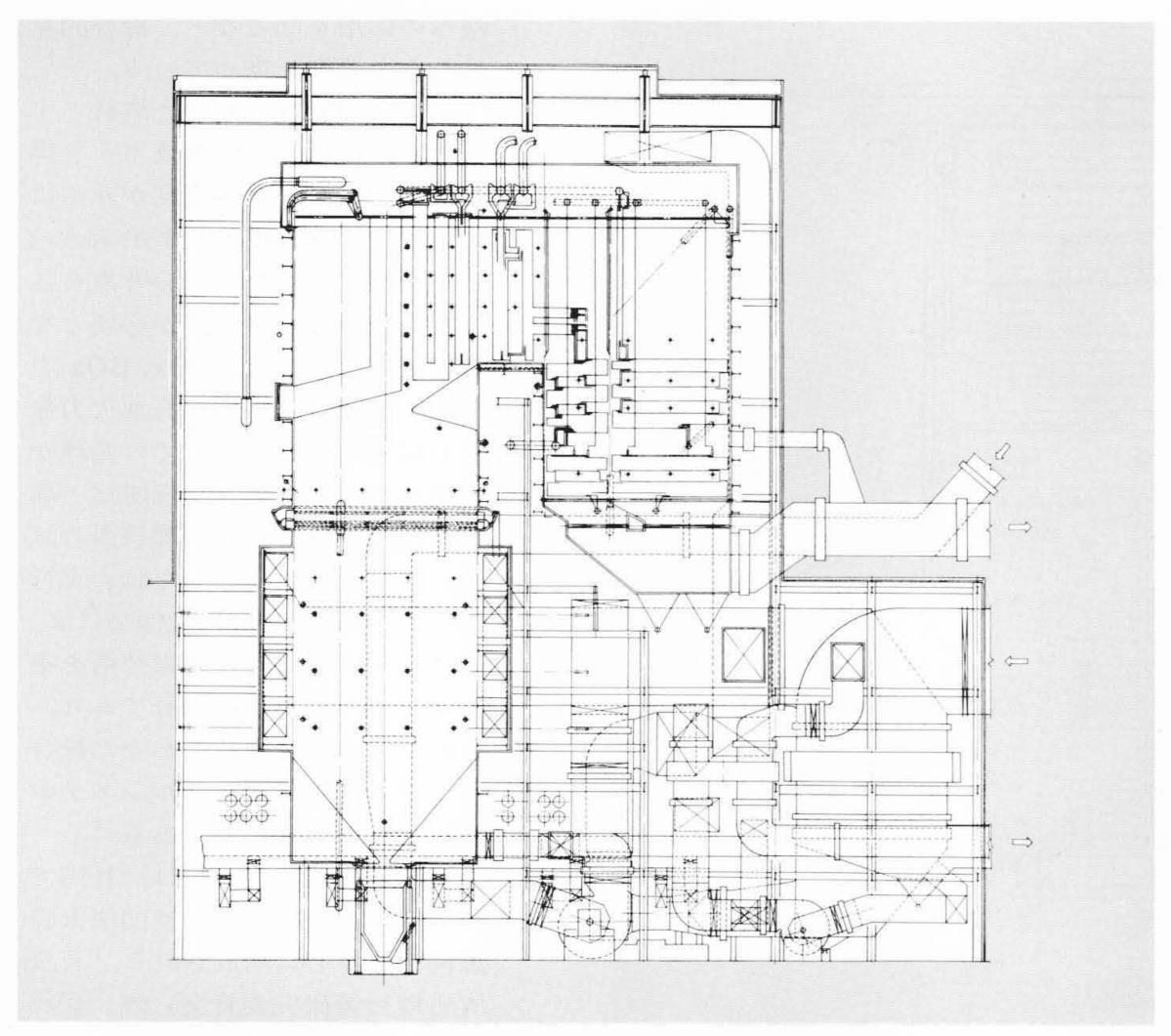


図 6 国内最大容量石炭燃焼ボイラ 多種銘柄炭の燃焼を考慮し、信頼性の高い石炭燃焼で国内最大容量の700MWの低NOxボイラである。

効利用技術の研究に合わせ, それに合致した処理技術の検討 を進めている。

日立製作所では、揚運炭設備をはじめボイラ本体はもとより EP(電気式集塵装置)、灰処理装置に至るまですべて自社及びそのグループ内で設計、製作できる体制を整えており、これにより、最適なトータルシステムとしての石炭火力発電プラントの計画が可能と考える。

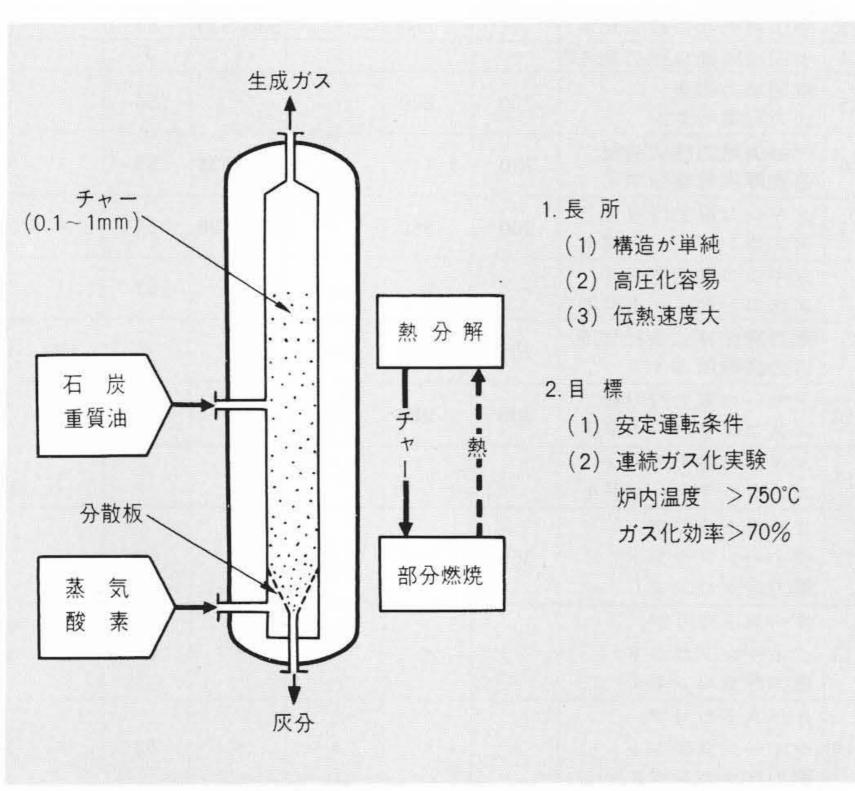


図 7 一塔式流動層ガス化炉概念図 高カロリーガス化炉のパイロットプラントとして採用されている一塔式流動層ガス化炉の概念図を示す。記載のとおりの長所をもっている。

5 今後の石炭利用技術の開発

COM(石炭と重油の混合燃料)は、石炭を流体化して取り扱うことにより、燃料として石炭のもつ欠陥の一つを補い、併せて石油に替わって石炭の利用を促進する効果を期待するもので、現時点ではCOMの製造、輸送及び燃焼についてそれぞれの技術開発が進み、昭和55年度から250MW発電プラントの実缶燃焼試験が計画されている。

次に石炭のガス化については、 高カロリーガス化(主として都市 ガス用)が通商産業省工業技術院-電源開発株式会社からの委託により、日立製作所が昭和51年から記 験装置を建設して試験に着手し、 7,000 N·m³/dパイロットプラントを昭和55年度に建設することにプラントをして採用している流動ロリーガス化炉の概念図を示す。低かには高カロリーガス化については、基本的には高カロリーガス化については、基本的には高か、今後はガス化効率の向上

とクリーンアップシステムの開発に期待がかけられている。 石炭の液化は、石炭転換利用技術の中で最も高度のものであり、石油リファイナリーに対応する石炭のリファイナリーとみなされるもので、石油に替わる炭化水素供給源の一つとして、石炭を最も有効にガス体、液体及び固体の形態で活用しようとするものである。技術開発の現状は米国及び西ドイツが今後10年以内に企業化を目指しており、プロセス技術もさることながら、今やプラント構成機器の製造技術に焦点が移りつつあるとみなされる。我が国は、幸いこの種のプラントシステム開発に関して優れた技術能力をもっているのであるから、この力を結集して石炭転換利用技術について欧米諸国に遅れをとらぬよう努める必要がある。

最後に燃焼技術の一つとして、流動層ボイラについて触れるが、これは低温燃焼であるため低NOxが可能で、かつ脱硫も同時に行なえるため経済的なシステム構成となるが、今後、大容量化について開発が必要で、まず小容量のボイラから実績を積み重ねてゆく必要があろう。

6 結 言

以上,石炭火力発電所の動向と日立の役割について述べたが,石炭利用技術の促進に当たって各界の指導を仰ぎながら,我が国の国情に合った石炭火力発電所の建設に,なお一層の改善を図るため研究,開発に努力を重ねてゆく考えである。

参考文献

- 1) OECD Energy Balances 1976
- 2) 電気事業審議会需給部会,電力需給見通し中間報告,1979,12