

第 3 章

3

微粉炭火力発電技術の
変遷と課題



第3章 微粉炭火力発電技術の変遷と課題 目次

横須賀研究所 研究コーディネーター 上席研究員 佐藤 幹夫
CS推進部 受託推進グループ 部長 牧野 尚夫

3 - 1 微粉炭火力の発電技術の変遷 25
3 - 2 微粉炭火力の高度化に向けた課題 26



佐藤 幹夫（1975年入所）

これまで、重・原油等の噴霧燃焼、微粉炭燃焼技術および石炭ガス化燃料のガスタ・ビン燃焼技術に関する研究に携わり、各種海外炭の燃焼特性評価や石炭ガス化複合発電用ガスタ・ビン燃焼器の開発等を行ってきました。今後とも石炭及び重質油等を用いる複合発電やガスタ・ビン技術など、火力発電技術の高効率化に貢献していきたいと思ひます。

（3-1執筆）

牧野 尚夫（10ページに掲載。）

（3-2執筆）

3 - 1 微粉炭火力発電技術の変遷

わが国の火力発電は、戦後、国内炭焼きボイラから再出発し、1950年代後半から石油焼き火力の大容量化が進められ、1973年の石油危機以降は、LNGおよび海外炭焼きの大容量火力が主流となった。表3-1-1に、戦後のわが国微粉炭火力の変遷と外部情勢を示す。

戦後の石炭火力の復興を振り返ってみると、1953年、中国電力(株)小野田5号(160t/h、6.7MPa、490)において初めて1機1缶ユニットシステムが採用された。小野田5、6号ボイラでは、国内炭の混炭が行われ、国内産低品位炭焼き新鋭火力のモデルとなった。1960年代後半には、新設火力発電燃料の主力は石炭から経済性に優れる石油へと移行した。この間、1962年には火力発

電総出力が水力を上回り、火主水従の電力構成となった。石油専焼火力が導入される一方で、国内炭産地振興のための低品位炭焼き火力も建設された。一例として挙げると、1963年に電源開発(株)若松1、2号(各75MW)は筑豊規格外低品位炭の消費を目的として建設された。

電気事業の創業期には主力の発電形態であった石炭火力発電は、経済的に競争力が弱かったことから、石油火力の登場により、その主役の座を石油火力発電に譲ることになった。しかも、石炭火力ではばいじん、SOx、NOx等の環境汚染物質の排出が多いことから、電源立地が困難になった。

これらの環境汚染物質に対する技術の変遷として、ま

表3-1-1 微粉炭火力の変遷と外部情勢

年度	微粉炭火力の変遷	外部情勢
1953	中国電力 小野田5号機で初めて1機1缶ユニットシステムを採用	
1962		火力発電総出力が水力を上回り、火主水従の電力構成に
1963	電源開発 若松1、2号機が筑豊規格外低品位炭の消費を目的に建設される	「ばい煙排出規制に関する法律」が制定
1966		電気集じん機の導入
1968		「大気汚染防止法」の制定
1973		石油危機 湿式石炭・石膏法による排煙脱硫装置の導入 「NOx排出規制法」の制定
1977		触媒を用いた選択式接触還元法による脱硝装置の導入
1979		IEAの石油火力新設禁止決議
1981	電源開発 松島1、2号機(538/538) わが国初の海外炭焼き臨界海圧火力	
1985	北海道電力 苫東厚真2号機(538/566) 海外炭焼き超臨界圧変圧運転を初めて採用	
1990	電源開発 松浦1号機(538/566) 石炭焼きとして初めての1,000MW機を採用	
1991	北陸電力 敦賀1号機で主蒸気温度566を採用	
1992		国連環境開発会議(リオ・サミット)開催
1993	中部電力 碧南3号機、国内で初めて最熱蒸気温度593を採用	
1995		第1回国連気候変動枠組条約締約国会議(COP1)がボンにて開催
1997		COP3が京都にて開催
1998	中国電力 三隅1号機、東北電力 原町2号機において600/600を採用	
2000	電源開発 橋湾1、2号機600/610を採用	
2002	電源開発 磯子新1号機、純変圧方式で600/610を採用	

ず、ばいじんに関して、1963年に制定された「ばい煙排出規制に関する法律」に基づき、1966年に非常に高い集じん効率を有する電気集じん機が導入されている。1968年には「大気汚染防止法」が制定され、SO_x対策として、低硫黄燃料の使用、高煙突や集合煙突の採用により環境影響抑制が図られるとともに、1973年には湿式の石灰・石膏法を用いた高性能な排煙脱硫装置が導入されるようになった。NO_x対策については、1973年に排出規制が制定され、低NO_x燃焼法の改良や低NO_xバ - ナの採用が進む一方、1977年には触媒を用いた選択式接触還元法による脱硝装置の導入が開始された。

このように環境対策技術が進展する一方で、1973年の石油危機と引き続き原油価格の高騰、さらには1979年のIEAの石油火力新設禁止決議により、新設が原則的になくなったこともあり、燃料多様化の方針が打ち出され、LNG、LPGなどの使用が増加する一方、オーストラリア炭、中国炭、南アフリカ炭等の海外炭を対象とした大容量火力の建設が計画された。また、環境汚染物質の抑制技術開発が進み、NO_x、SO_x等の発生が抑えられるようになり、発電所建設技術の改良によって経済性が向上したことから、脱石油の流れに後押しされる形で再び石炭火力発電が脚光をあびることとなった。

1981年には、わが国初の海外炭焚き超臨界圧力を採用した電源開発(株)松島1、2号(各500MW)が運開し、以降、大容量海外炭焚き火力の時代となり、北海道電力(株)苫東厚真2号600MW(1985年、538/566)において初めて変圧運転方式が採用された。それ以後、北陸電力(株)敦賀1号500MW(1991年、566/566)から蒸気条件の高温・高圧化が始まり、中部電力(株)碧南3号700MW(1993年、538/593)において再熱蒸気温度は593となった。さらに、中国電力(株)三隅1号1000MW(1998年、600/600)、東北電力(株)原町2号1000MW(1998年、600/600)において主蒸気温度、再熱蒸気温度ともに600の時代を迎えることになった。引き続き、2000年には電源開発(株)橘湾1、2号1050MWにおいて600/610が採用され、2002年に運開された電源開発(株)磯子新1号では純変圧方式が用いられており、主蒸気温度600、再熱蒸気温度610が採用されている。

以上述べたように、わが国の微粉炭火力は、戦後の復興期、火主水従への移行、石油危機および「大気汚染防止法」の制定などを経て、蒸気条件の高温・高圧化による高効率化が図られるとともに、ばいじん、SO_x、NO_xに対する環境対策技術など世界最高水準に達している。

3 - 2 微粉炭火力の高度化に向けた課題

既に述べたように微粉炭火力技術は、極めて信頼性の高い確立された技術であるが、その一層の高度化に向けた課題としては、「使用石炭種の多様化」、「発電効率の向上」、「環境性の向上」、「負荷運用性の向上」などに加え、「新たな高度計測技術」や「燃焼器内数値解析技術」などが必要となる。

使用石炭種の多様化に関しては、我が国は石炭の供給を、海外の様々な国からの輸入に頼っているため、大きく性状の異なる石炭を利用していかなければならない。そのような観点から、種々の石炭について既設発電所への適性を、事前に的確に評価できる手法の確立が重要である。特に、一層のエネルギー源の強化、燃料コスト低減のためには、これまで利用されることが少なかった、水分が多く発熱量の低い低品位炭や、難燃性の高燃料比

炭など、より幅広い性状の石炭を利用できるようにする必要がある。

発電効率の向上に対しては、これまで同様、蒸気条件の改善(高温・高圧化)が最も大きな課題となる。既に我が国では世界的に見ても最も高い蒸気条件で発電しており、今後の一層の向上には高温用材料の進歩が重要な課題の1つである。また、ファンやミルなど種々の補機類の動力低減も、発電効率向上の点から有効である。

環境性の向上に関しては、従来より注目されていた窒素酸化物(NO_x)、硫黄酸化物(SO_x)、粒子状物質(石炭灰)などの低減は、今後も益々重要となる。既に我が国では1960年代からの公害問題への対処により、図3-2-1に示すように、世界で最も環境汚染物質の排出レベルの低い環境対策技術を確立しているが、環境保全に対す

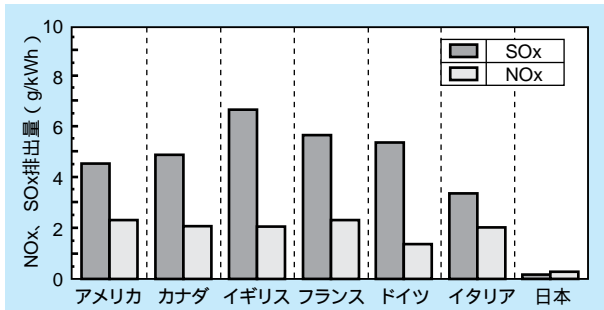


図3-2-1 各国のNOx、SOx排出量

る要求はますます厳しくなっている。このような状況から、脱硫・脱硝・集じんなどのこれまで用いられていた環境対策技術の高度化は、今後も重要となる。特にコスト低減との両立のための、低NOx燃焼技術の開発・高度化はますます重要な開発項目となると思われる。また最近では、石炭灰の処分も重要な課題であり、コスト低減にも有益な、有効利用しやすい石炭灰に性状調整するための灰中未燃分の低減技術なども鋭意開発が進められている。

近年では、微粉炭火力においても電力需給調整のための負荷変化を担う必要が高くなっており、負荷運用性の向上が注目されている。微粉炭バーナは、低負荷時に燃

焼安定性が悪くなるため、それを改善するための技術開発も重要となっている。本技術に加え、上述の環境性向上の観点から、低NOx燃焼法との両立も重要となっている。

一方、石炭の燃焼場は、極めて高温の乱流場になるため、制御や厳密な評価が難しく、これまで経験工学的手法に頼って設計・運転されることが多かった。しかし、低NOx燃焼や低負荷対応燃焼の高度化、非常に多様な石炭種の利用など、様々な高度技術の開発が必要になるに依じて、従来の手法では開発に大幅な期間を要するようになり、新たに効率的な手法の適用が望まれるようになってきた。その手法の1つとして、燃焼場を定量的に解明し、より高度な燃焼技術開発に反映することが可能な、レーザ光等を利用した高度計測技術や数値シミュレーションによる燃焼場の解析技術などが注目されている。今後は、これらの技術を実際の燃焼場に適用可能にすると共に精度を向上し、燃焼技術の改良・改善へとつなげる手法も重要になってくると思われる。

このように、今後の微粉炭火力の高度化に向けた課題として、非常に幅広い観点から数多くの技術開発テーマが挙げられている。