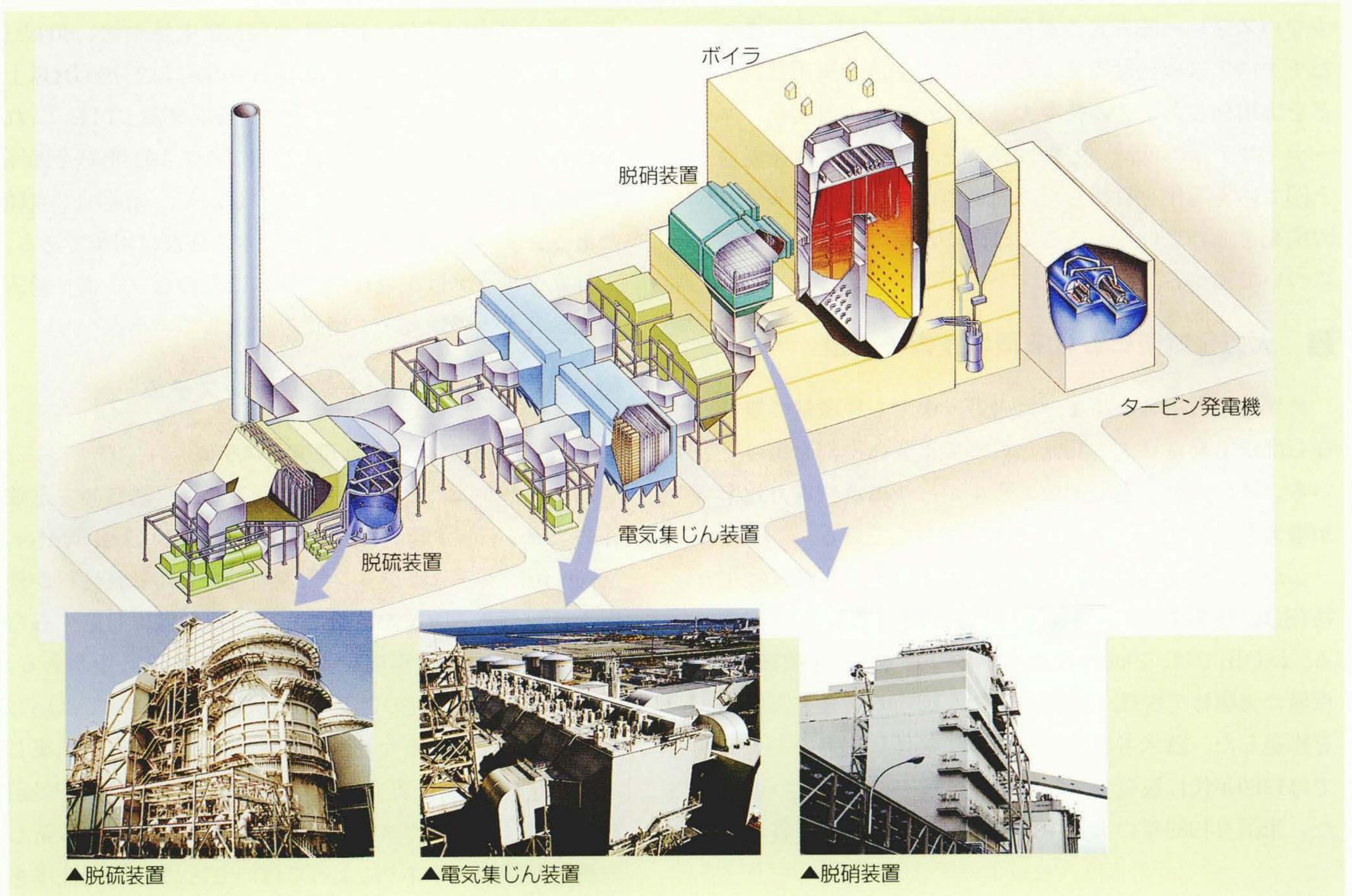


火力発電プラントにおける排煙処理システム

Flue Gas Treatment Systems for Thermal Power Plants

菱沼孝夫* Yukio Hishinuma 神田 修*** Osamu Kanda
宮寺 博** Hiroshi Miyadera 藪田宏明**** Hiroaki Yabuta



石炭火力発電プラントの環境装置

石炭火力発電プラントでは、大容量化による高効率化、運用性および環境性の向上が重要な課題である。日立グループは最新鋭の環境装置を導入した1,000 MW変圧運転プラントを完成したほか、発展途上国のニーズにこたえた経済的な環境システムの開発・実用化も推進している。

発展途上国の経済発展によって電気エネルギー需要は今後急速に拡大すると見込まれ、資源の豊富な石炭を燃料とする火力発電に対する期待が高まっている。しかし、石炭は天然ガスや石油燃焼のシステムに比べて、ばいじんや酸性雨原因のNO_x(窒素酸化物)、SO_x(硫黄酸化物)を多く排出するため、燃焼排ガス浄化装置の設置が不可欠である。

日立グループは、国内での公害問題にいち早く対応して脱硫、脱硝、集じんなどの環境装置を製品化

しており、事業用ボイラをはじめ各種産業用に数多くの実績を持っている。最近では、設備簡素化やユーティリティ低減などの新規に開発した技術を適用した、国内最大容量の出力1,000 MW大型石炭火力発電の排ガスを全量処理する環境装置を納入した。

また、今後の環境規制の強化に向けてさらに高効率、コンパクトなシステム、および海外、特に発展途上国でのニーズにこたえた簡易、低コストなシステムの開発を推進している。

* 北海道大学 工学博士(前日立製作所 電力事業本部) ** 日立製作所 日立研究所 工学博士
*** バブコック日立株式会社 環境技術部 **** 日立プラント建設株式会社 火力・原子力事業部集塵技術部

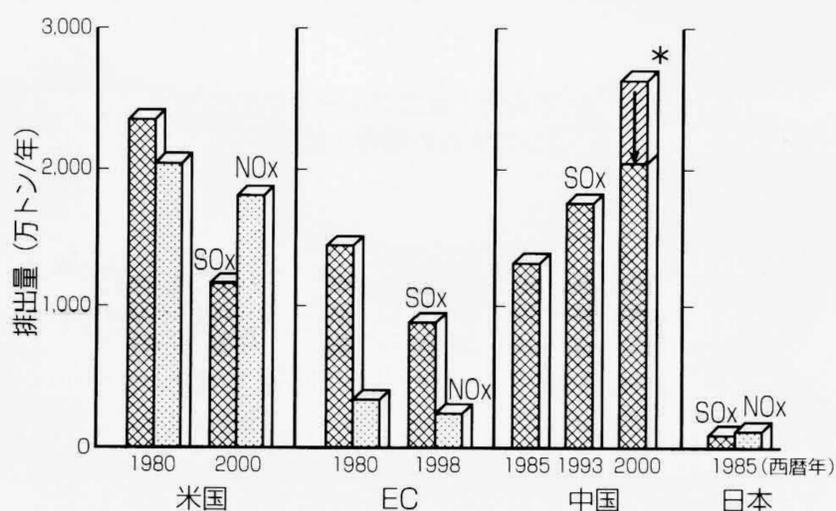
1 はじめに

日立グループの環境装置ビジネスの原点は脱硫・脱硝・集じん装置である。1970年代、高度経済成長期に深刻化した大気汚染問題にいち早く取り組み、通風損失の少ないスプレー塔方式の湿式脱硫装置、耐SO₂性に優れたチタニア系板状触媒によるアンモニア還元脱硝装置などを実用化した。その後も大容量化、設備の簡素化、ユーティリティの低減などの改良、さらに最近では発展途上国での実用化を目指した、簡易で低コストなシステムの開発を進めている。ここでは、これらの新技術の概要について述べる。

2 火力発電所における環境技術の展望

世界の電力用エネルギーは火力、中でも埋蔵量の豊富な石炭が全発電量の約43%を占めて重要な役割を担っている。また、発展途上国のエネルギー使用量や電力比率が増大し、石炭火力発電は急速に拡大している。

しかし、石炭は酸性雨被害などを引き起こす硫酸化物(SO_x)や窒素酸化物(NO_x)、および粉じんを発生する。わが国では、1960年代後半からの公害問題を契機に、世界に先駆けて脱硫・脱硝・集じん技術の開発・実用化を推進した。欧米も酸性雨被害が深刻化し、特にドイツでは1980年代に脱硫装置を設置して被害拡大を食い止めた。米国も1989年の大気浄化法改正やエネルギー省のク



出典：OECD Environmental Data 1991, Proceedings of the First Combined FGD and SO₂ Control Symposium (1988), 中国の環境問題 (井村ほか, 1995) などのデータから作成

注：* (今までは、2000年のSO_x排出量が年に2,700~2,800万トンになると予想されるが、脱硫装置を設置することによって年に2,100~2,300万トンに抑えようとしている。)

図1 SO_x, NO_x排出量比較と欧米, 中国の削減計画

酸性雨対策のため世界中でNO_x, SO_xを削減する政策がとられている。特に石炭に起因するSO_xの削減が重視されているが、この目標達成には経済的な負担の少ないシステムの提供が不可欠である。

リーン コール テクノロジー(CCT)プログラムにより、NO_xは主に燃焼改善で、SO_xは新脱硫技術でそれぞれ削減しようとしている(図1参照)。

今後は、特に化石燃料の拡大が見込まれる発展途上国での経済発展と環境保全を両立させる技術が必要である。例えば中国では、1993年のSO₂発生量が約1,800万tで、年率6.5%で増加しており、2000年には2,700万t以上になると見込まれる。「中国のアジェンダ21」では、これを2,100~2,300万tに抑えるために排ガス処理率を90%に拡大する計画を発表している。しかし、先進国で実績のあるシステムは経済的負担が大きく普及は困難である。

日立グループは環境技術の基本に立ち返り、より経済的なシステムの開発・実用化を推進している。

3 火力発電プラントの環境システム

3.1 多種燃料に対応した環境システム

近年のわが国の火力発電プラントでは、燃料の安定確保のため、石炭、重油だけでなく、CWM(Coal-Water-Mixture), オリマルジョン[※], 重質油などの新種燃料が使用されつつある。また、厳しい環境規制値に対応するため、各燃料に最適な環境システムを選定する必要がある。

石炭やCWM燃焼のプラントでは炭種によってばいじんの特性が変化するため、それに合わせたEP(電気集じん装置)の設置が必要であった。日立グループは、EPの前流にGGH(ガス-ガスヒータ)熱回収器を設置する新しい排煙処理システム^リによってばいじんの電気抵抗率を低減して集じん特性向上を図っている。また、高ばいじん領域に設置されたGGHはSO₃による腐食やつまりが解消される利点もある。

一方、重油、オリマルジョン、重質油などの油燃焼プラントでは、灰分が少なくS分が比較的高いためにSO₃による機器の腐食を考慮し、EPの後流にGGHを設置する従来の方法が採用される。いずれも脱硝装置、脱硫装置との組合せでシステムを構成する。

3.2 脱硫装置

火力発電プラント排ガスからのSO₂除去は、わが国および海外では湿式石灰石・石こう法が主流となっている。これは、吸収剤とする石灰石の取り扱いが容易で安定して入手でき、副産品の石こうが利用できるためである。

しかし、最近の火力プラントの大容量化により、脱硫

※) オリマルジョン：ベネズエラのオリノコ川地域の重質タールに水と界面活性剤を加えて流体化した燃料のこと

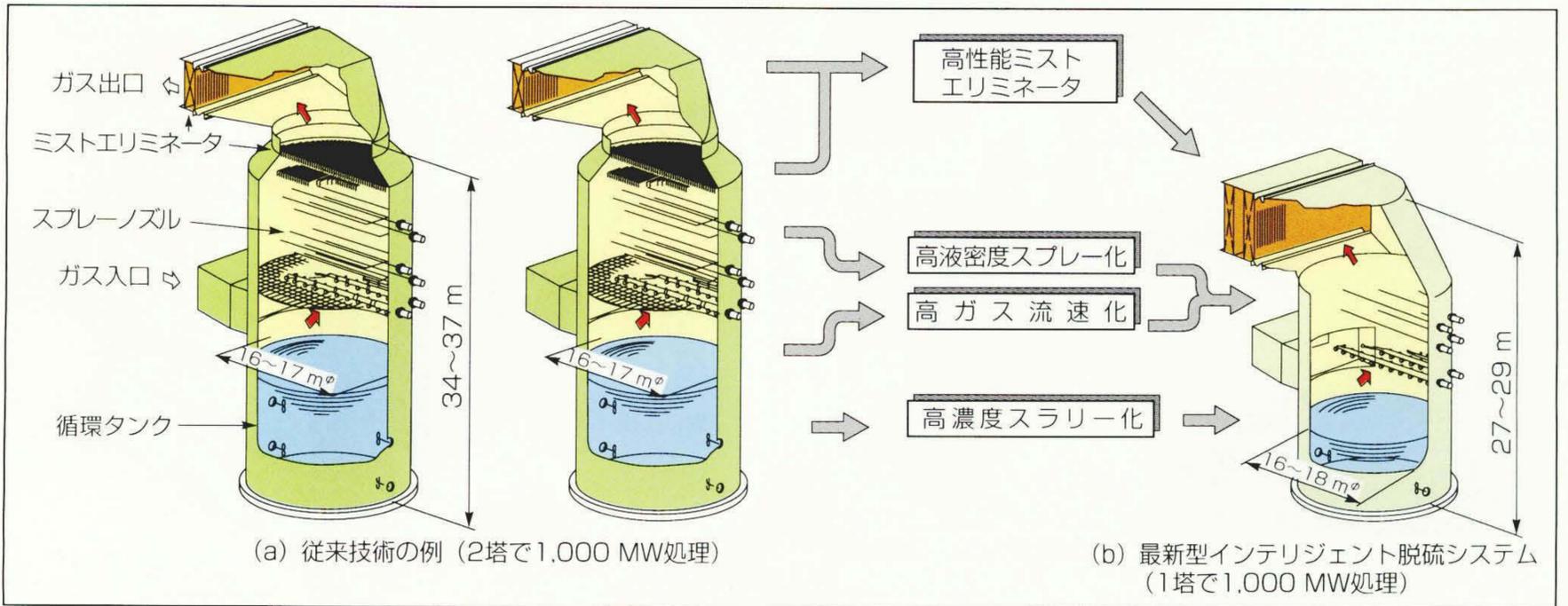


図2 最新型脱硫システムによる1,000 MWプラント用吸収塔の一塔化
 気液接触法などの新技術の採用によって排ガス処理量の大幅な増大を実現し、1,000 MW吸収塔の1塔化を可能にした。

装置も設置スペース、経済性、運転保守などの面からシステムの簡素化と設備のコンパクト化が要請されている。

日立グループは、システム簡素化に対応して、脱硫と同時に酸化も行うインテリジェント型脱硫方式^{1),2)}を実用化した。一方、設備コンパクト化に関しては、スプレー式吸収塔1塔で1,000 MW処理できるように、(1)吸収液を高密度に噴霧する方式の採用、(2)吸収塔内ガス流速の高速度化、(3)吸収液スラリーの高濃度化、(4)ミストエリミネータの高性能化などの新技術の開発を行い、実プラントへの適用の段階にある(図2参照)。

設備のコンパクト化は中小容量プラントでも必要で、

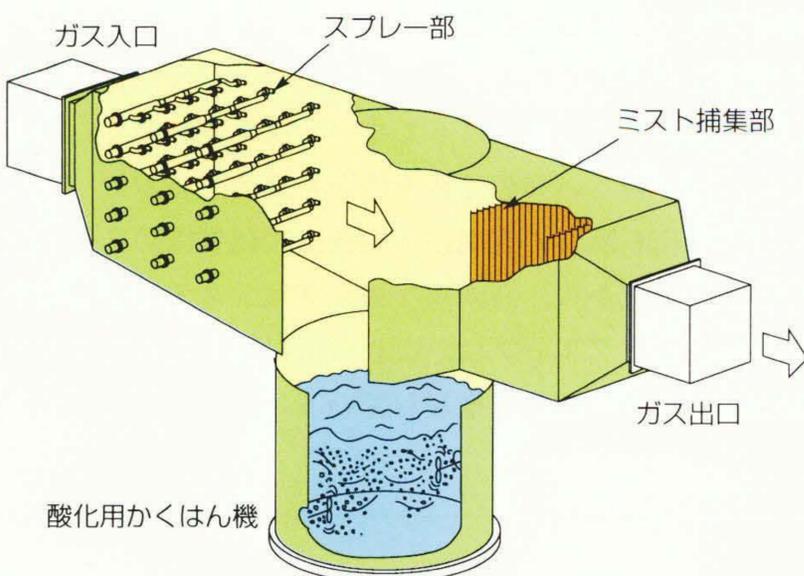


図3 高速水平流式脱硫装置の吸収塔構造
 この装置は、煙道部分を利用してガスとスプレー液を水平流で接触させる、コンパクト・低コストな脱硫装置であり、中国で稼働している。

また発展途上国の低コスト化への要望にも呼応して、煙道と脱硫装置の一体化を図った高速水平流式脱硫装置を実用化している(図3参照)。ガスとスプレー液は共に水平流で気液接触するもので、SO₂を吸収したスラリーはタンク部で空気酸化され、石こうが生成される。SO₂が除去されたガスはミスト捕集後排出される。現在、200 MW相当のプラントが中国で稼働中であり、今後の地球環境保全に向けて内外から注目を集めている。

3.3 脱硝装置

石炭燃焼ボイラ用脱硝装置としては、高温EPと組み合わせた低ダスト方式と、低温EPまたは低低温EPと組み合わせた高ダスト方式がある。日立グループはそれぞれの処理ガス条件に合わせた触媒を開発し、両方式の納入実績を持つ。最近では両方式とも大容量化のニーズが高く、触媒のいっそうの高活性化が要求されてきている。低ダスト方式としては、1990年に運転開始した電源開発株式会社松浦1号(1,000 MW)納めと現在設計中の同2号納めのものがある。高ダスト方式では1994年に運転開始した相馬共同火力株式会社新地1号納めのもの(図4参照)があり、さらに幾つかのプラントが設計中である。

脱硝装置の高効率化、燃料多様化などのニーズに応じた触媒の開発、活性・SO₂酸化率・耐久性などの特性改善、処理ガスの混合性向上、装置のコンパクト化などは今後も重要な課題である。

日立グループは、装置だけでなくキーコンポーネントである触媒のメーカーでもある特徴を生かし、これらの課題に迅速に対応している。



図4 相馬共同火力発電株式会社新地発電所1号機用脱硝装置
この装置は石炭燃焼用高ダスト方式の国内最大容量の初号機であり、脱硝装置がボイラ建屋の前に2系列設置されている。

3.4 電気集じん装置

石炭燃焼ボイラ用排煙処理システム中で、EPはエアヒータ後の低温(130~140℃)領域に配置する低温EPが従来広く採用されている。さらに最近では前述のように、除じん性能向上のため、GGH後流の、より低温(90~100℃)領域に設置する低低温EPが注目を集めている。

3.4.1 低温EP

低温EPは1950年代の石炭火力に採用されて以来多くの運転実績があり、信頼性も十分であるが、高抵抗ダストでは集じん性能の低下が問題である。日立グループは、この対策としてMEEP(Moving Electrode Type EP: 移動電極型EP)を開発し³⁾、現在まで1,000 MW事業用火力発電プラントをはじめ産業用を含めて約30基を納入し、信頼性の向上とコンパクト化を図ってきた。

このMEEPの構造を図5に示す。短冊状の集じん極を移動させ、捕集ダストをホッパ内の非集じん域で回転ブラシで連続的に掻き落とすため、高抵抗障害を抑制してダスト再飛散も防止でき、高性能を発揮する。

3.4.2 低低温EP

日立グループの低低温EPは新しい排煙処理システムの一環として、高効率化、コンパクト化、低ばいじん化のニーズにこたえるために開発したものである。低低温

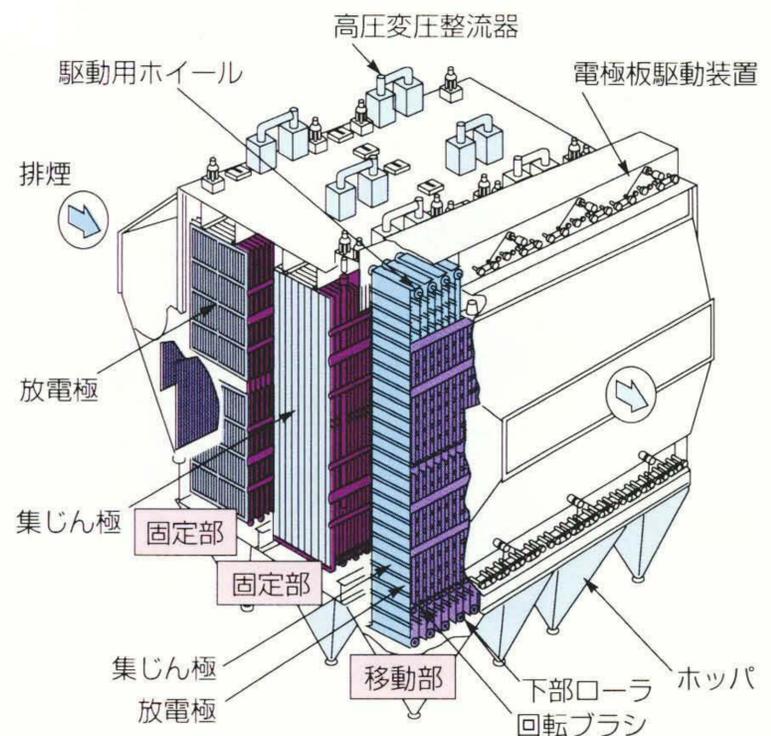


図5 MEEPの構造

移動電極に捕集されたダストは、非集じん域でブラシで掻き落とされる。通常の槌(つい)打方法では、ダスト払い落としの困難なEP最終区に移動電極を適用している。

EPでは処理ガス温度が下がるため、ダストの電気抵抗率が低下し、多様な炭種に対して高い除じん性能が得られる。一方、電気抵抗率の低下によってダストが再飛散しやすくなるため、EP最終区に移動電極を採用している。

この低低温EPは、平成6年度のパイロット実証試験成果を踏まえ、現在1,000 MW用を設計中である。

4 おわりに

ここでは、火力発電プラントでの燃焼排ガス浄化にこたえる脱硫・脱硝・電気集じん装置の概要について述べた。

排煙処理システムは成熟した技術ともいえるが、火力発電プラントに占める比重はかなり大きく、今後ますます経済性が求められる。特に発展途上国では浄化性能を多少犠牲にしても低コストでないと採用されにくいことを考慮し、新しい発想で技術開発を進めている。

また、化石燃料の有限性と地球温暖化要因の二酸化炭素抑制の視点から、高効率な複合発電システムを開発中である。日立グループは、これらに対応した新たなガス精製システムの開発を推進している。

参考文献

- 1) 蛭田, 外: 排煙脱硫技術, 火力原子力発電, Vol.44, No. 10, 62~64(1993)
- 2) 勝部, 外: 最新の排煙脱硫装置とその運転支援システム,

日立評論, 72, 6, 557~562(平2-6)

- 3) 蛭田, 外: 石炭燃焼ボイラの最新排煙処理技術, 日立評論, 76, 10, 699~704(平6-10)