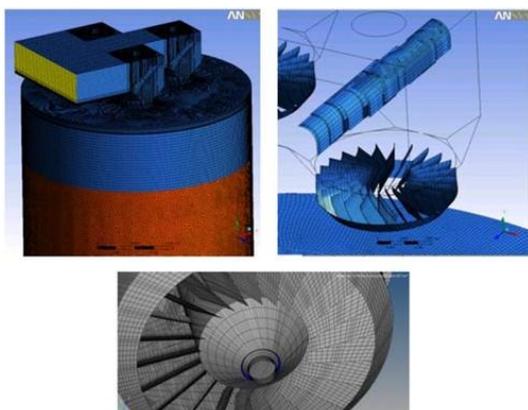


脱硫装置における無排水化技術の開発

Development of Wastewater Spray Dryer (WSD) for Desulfurization Plant



香川 晴治*¹
Seiji Kagawa

神山 直行*²
Naoyuki Kamiyama

牛久 哲*³
Tetsu Ushiku

福田 俊大*⁴
Toshihiro Fukuda

近年 BAT (Best Available Technique) の考え方が各業界に広まってきている中、欧米を中心に火力発電所からの排水（特に脱硫排水）の規制強化も進み、乾式排煙処理技術や無排水化技術のニーズが高まってきている。これまで三菱日立パワーシステムズ(株)(以下、MHPS)では、無排水化技術として、煙道噴霧システム(WES:Wastewater Evaporation System)、排水濃縮固化システム(WCS:Waste Water Concentration and Solidification System)を商品化してきた。本稿では、ごみ焼却装置で実績のある減温塔を雛形にした火力発電所向けの無排水化装置(WSD:Wastewater Spray Dryer)の開発状況について概説する。

1. はじめに

近年欧米諸国を始め各国では、“実行可能なより良い技術”と同様の考え方である Best Available Techniques (BAT) の考え方を取り入れ、地域の環境状況に合った環境保全対策を講じ始めている。それと共に、世界的に火力発電所における排ガス・排水についても規制強化されつつある。

米国における排ガス規制としては、MATS (Mercury and Air Toxics Standards) などが挙げられる。一方、排水規制は、水質保存法(CWA:Clean Water Act)にて河川や領海への汚染物質を含んだ水の排出を規制し、水質の基準が設定されている。同法令は、1948年に連邦水質汚染防止法(Federal Water Pollution Control Act)として制定されたが、1972年に大幅に改正され、その後1977年の修正の後もいくつかの条例が改正され、人、野生動物、水生生物等の声明を守るための汚染物質基準を定めてきた。また、EPAでは50以上の工業分野(発電所、製鉄所等)に対する指針を有し、定期的に更新、または新しい方針を策定している。EPAの排水規制基準(Effluent Limitation Guidelines and Standards)は、産業施設からの排水を規制する指針として、EPAによって定められたものであり、これらの規制基準は健康保護や水質改善を目的とし、排水の規制値は技術的に除去可能な汚染量を基準にしている。

欧州でもEU加盟国の専門家と産業及び環境団体の代表からなる情報交換及びBAT参照文書(BREF;BAT Reference Document)の草案作成の場として、European IPPC Bureauを組織し、約50の産業分類を網羅する30程度のBREFを作成し、2016年より適用することを計画している。

*1 技術統括本部総合研究所 主席プロジェクト統括 技術士(化学部門)

*2 技術統括本部総合研究所化学研究部

*3 三菱日立パワーシステムズ(株)環境プラント総括部脱硫技術部 課長 米国 Professional Engineer

*4 三菱日立パワーシステムズ(株)環境プラント総括部脱硫技術部

2. 無排水化技術

通常、湿式脱硫装置の副製品である石膏を脱水した際のろ液は、排水処理装置にて重金属等を化学薬品を用いて凝集沈殿にて除去し、無害化して構外に排水している。しかしながら、上述の通り、今後排水規制が強化されるのに伴い、乾式排煙処理技術や無排水化技術のニーズが高まってきている。

MHPS はこれまでに、排煙脱硫装置の排水量の低減(無排水化)の取り組みとして、湿式排煙脱硫装置の排水を集塵装置の入口の排ガス中に噴霧し、排ガスの熱で水分を蒸発させ、固形分を集塵装置で捕集する煙道噴霧システム(WES:図1)を開発し、1980年以降 10 プラントに納入済みである。

この度新たな無排水化処理技術として、MHPS は三菱重工環境・化学エンジニアリング(株)のごみ焼却炉に採用されてきた減温塔を雛形にし、脱硫排水を噴霧乾燥させる脱硫排水スプレードライヤ(WSD)を開発した。本装置において、乾燥に必要な熱源は、AH(エアヒータ)手前から高温の排ガスを分岐して使用することで、WSD を主煙道から切り離して設置することが可能であり、乾燥後のろ液に含まれる塩は、後流の集塵装置で捕集される(図2)。尚、主煙道を用いた前述のWESに対し、WSD は、AH手前から分岐された系統にて蒸発乾燥させることで、WSD にメンテナンスが必要となった場合には、縁切りメンテナンスすることが可能である。

各種排水処理のプロセス比較を表1に示す。

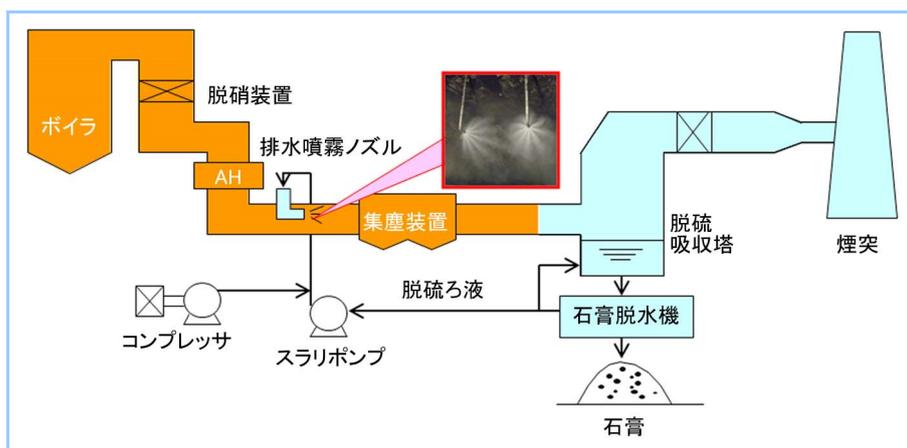


図1 WES プロセスフロー

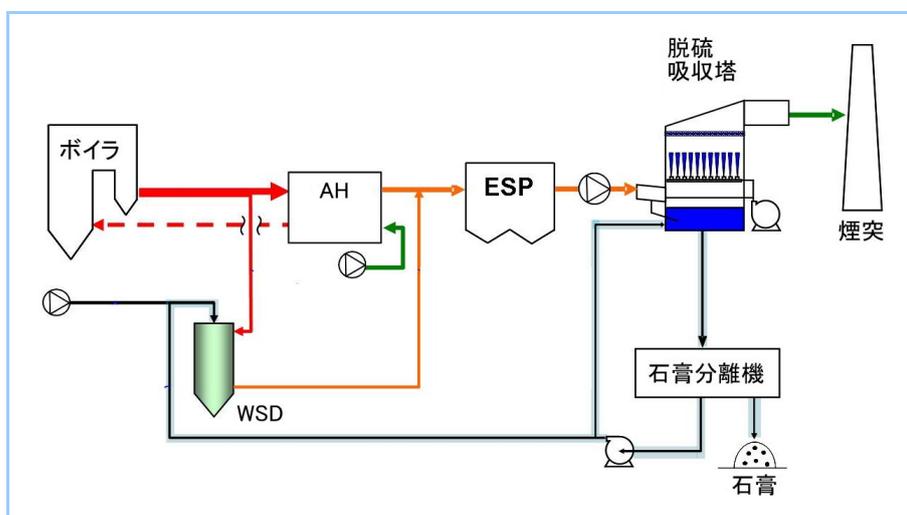


図2 WSD プロセスフロー

表1 プロセス比較

	新開発	従来	
	WSD プロセス	蒸発・固化プロセス	排水処理プロセス
プロセスフロー			
特徴	<p>【長所】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備費・運転費が安価 ・化学薬品処理/生物処理が不要 ・設置面積が小さい ・連続運転が不要(バイパス) ・高溶解塩濃度に対応 <p>【短所】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電効率が若干低下する(約0.5%) ・集塵機における煤塵濃度が若干上昇する(<5%) 	<p>【長所】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・後付け可能 ・高溶解塩濃度に対応 ・全ての溶解塩が水から分離される <p>【短所】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー消費量が多い ・化学薬品(前)処理が必要 ・設備費・運転費が高価 	<p>【長所】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運転実績が豊富 <p>【短所】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設置面積が大きい(後付けは不可能) ・化学薬品処理が必要(将来の規制強化に伴い生物処理が必要) ・設備費・運転費が高価 ・高溶解塩濃度に適用できない

3. パイロット試験

三菱重工業(株)総合研究所のパイロット試験装置(図3)にて、WSD における脱硫ろ液の蒸発・乾燥特性を把握し、湿式脱硫装置の無排水化に必要な設計パラメータを取得した。これにより、脱硫装置の規模(排水量)に応じた WSD を設計することが可能となった。WSD の蒸発乾燥塩を SEM(透過型電子顕微鏡: Scanning Electron Microscope)で観察したものを図4に示す。WSD により得られる蒸発塩は、10~60 μm の中空形状の殻からなり、水分が殻に閉じ込められて蒸発遅延が起こることから、これを考慮したドライヤの設計が必要である。また、脱硫ろ液が乾燥すると析出する塩化カルシウム(CaCl₂)は、強い潮解性があることから流動性の確保の点から、塩濃度と流動温度の特性を把握しておくことも重要である(図5)。



図3 パイロット試験装置

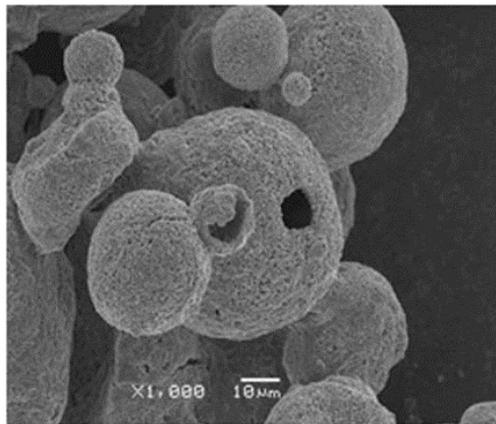


図4 WSD 蒸発乾燥塩観察(SEM)

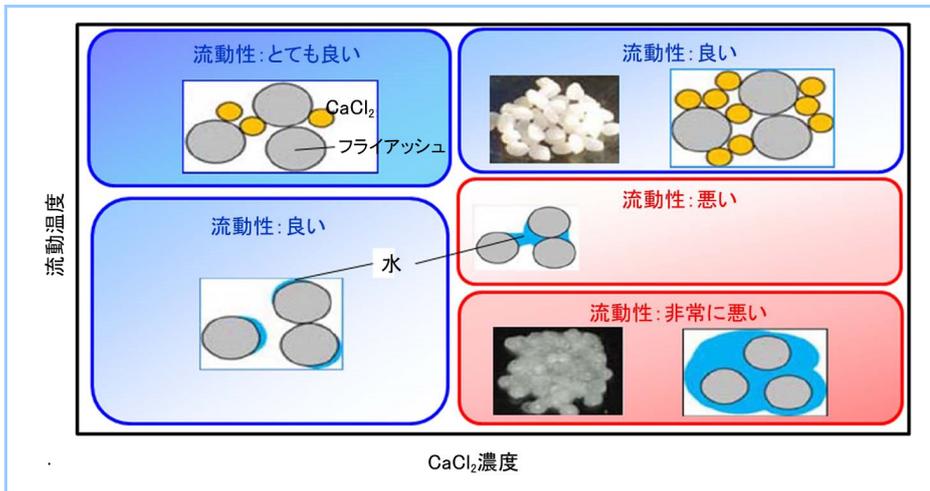
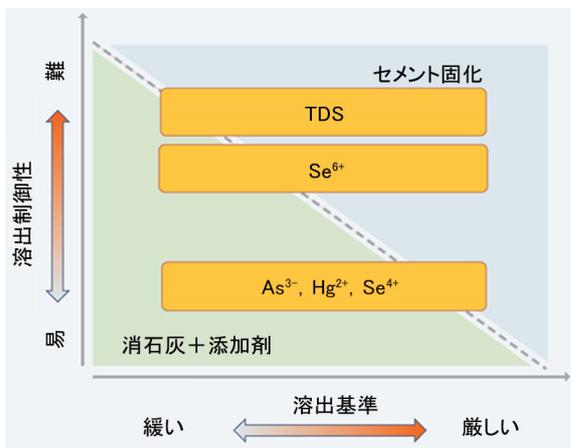


図5 CaCl₂濃度と流動温度による蒸発塩の流動性の関係

4. 今後の展開

湿式脱硫における無排水化では、先に述べた新規排水規制強化に対応するため、脱硫排水に含まれる燃料起因の重金属類の固定化(再溶出防止)が重要であり、重金属の種類により必要な対策を講じる必要がある(図6)。ヒ素(As)、水銀(Hg)、4価セレン(Se⁴⁺)は、比較的固定化することは容易であるが、特にセレンは6価(Se⁶⁺)になると固定化が困難となる。6価セレンの生成抑制には、ORP(酸化還元電位)値を一定の範囲に制御するように運用することが有効である⁽¹⁾。

現在 MHPS では、様々な添加剤などの効果を検証中であり、今後の規制強化に沿ったプロセスを提供していく所存である。



注) TDS : 全溶解性物質

図6 重金属類の溶出制御性と対策

5. まとめ

要素試験、パイロット試験を通し、WSD による湿式脱硫における無排水化プロセスを構築した。得られた知見は、CFD(Computational Fluid Dynamics)に組み込み、プロセス設計に使用している。今後、実証試験を通し長期安定性・信頼性についての検証を実施予定である。今後も、世の中の規制強化、環境重視の動きに対応する技術を提供していく所存である。

参考文献

(1) 吉川博文ほか, AQCS (Air Quality Control System) による石炭火力発電所 排ガス中の有害微量成分及び煤塵の高度除去, 三菱重工技報 Vol.52 No.2 (2015) p.94~100