設　備　紹　介

世界最大級・最高性能の排煙脱硫装置

The Largest and the Highest Performance Flue Gas Desulfurization Plant in the World for Fossil Power Plant

営業窓口　機械・鉄構事業本部
環境・エネルギー部エネルギー G
☎（045）224-9542

米国にて石炭火力発電所排ガスに対する硫黄酸化物（SOx），窒素酸化物（NOx）排出規制強化が急速に進む中，当社は 2002 年 5 月に米国エンジニアリング会社 URS との合弁会社アドバテック LLC（Advatech）を設立したが，この度同社の初号機となる排煙脱硫装置を納期通り完成し，2006 年 10 月下旬より営業運転を開始した．本脱硫装置は米国テネシー渓谷開発公社 Tennessee Valley Authority（TVA）より受注したパラダイス発電所 3 号機（発電容量 106 万 kW）向け世界最大の当社製脱硫装置で，1 基で 98 %以上の二酸化硫黄（SO_2）を除去できる．本脱硫装置の仕様及び運転状況について紹介する．

1. は　じ　め　に

近年の世界的な環境規制の高まりに先駆け，当社は湿式石灰石膏法による脱硫技術を開発し，1972 年より火力発電所向け排煙脱硫装置を実用化してきた．

2007 年 4 月現在，当社は 191 プラントの湿式石灰石膏法の脱硫装置納入実績を持ち，グローバル市場の中で高いシェアを有している．

排煙脱硫装置は更なる高性能化とともに，設備コストの低減と運転及びメンテナンスコストの低減を求められてきたが，当社は図 1 に示す通り，1 段の上向きスプレーで設備コスト低減とメンテナンスフリーを実現した液柱式吸収塔（以下液柱塔と称す）を実用化し，既に 76 基の納入実績があり，ユーザの高い評価を得ている．

米国でも SOx の排出規制強化で急速に高まる脱硫需要に対応し，2002 年に設立した Advatech 社が受注活動を展開しており，同年 TVA 社よりパラダイス発電所 3 号機向け脱硫装置を受注し，2006 年 10 月より運転開始した．

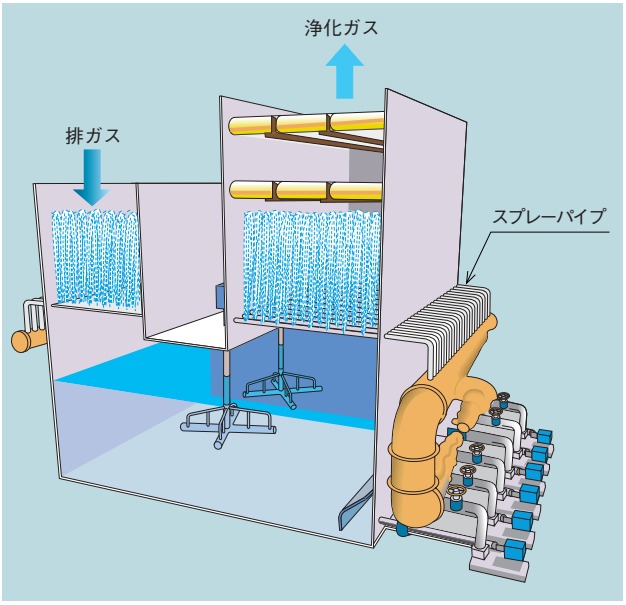

図 1　並向流式液柱塔概要
1 段スプレーノズルより吸収液を液柱状上向きに噴霧して気液接触させる吸収塔で左が並流塔，右が向流塔．

以下に同装置の概要及び運転状況について紹介する．

2. パラダイス発電所向け排煙脱硫装置の概要

2. 1　発電所の概要

TVA はテネシー州を中心に，アラバマ州，ジョージア州，ケンタッキー州の一部に発電所をもち，発電容量 33 GW と全米一の電力供給者である．パラダイス発電所 [1] はケンタッキー州南部に位置し，1963 年から 1970 年の間に建設された 3 基の石炭焚きボイラで構成され，227 万 kW の発電容量を持つ．1，2 号機は 1983 年に既に脱硫装置を設置しており，3 号機への脱硫装置設置によりパラダイス発電所全体の SO_2 排出量は 93 %低減される．

図２　パラダイス発電所全景
３基のボイラと冷却塔が見られる．

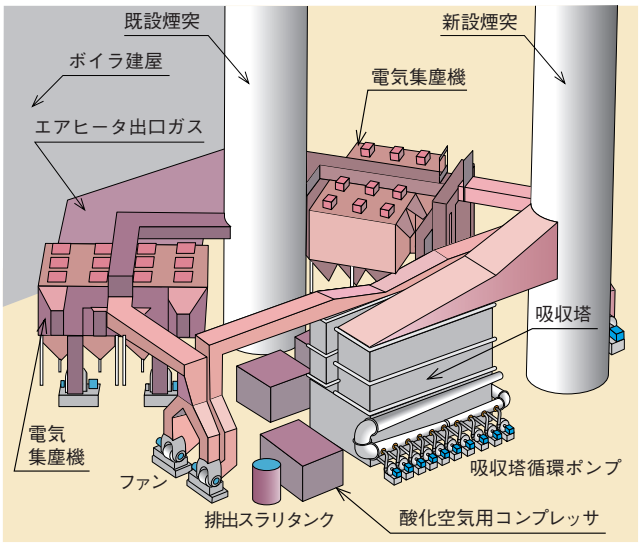

図３　３号機向け排煙脱硫装置配置図
排ガスは既設電気集塵機４系列より脱硫装置１塔目上部に導入され，２塔目上部より新設煙突に排出される．

図２に発電所全景を，図３に３号機向け排煙脱硫装置配置図を示す．ボイラ排ガスは選択的触媒還元（Selective Catalytic Reduction）方式を用いた脱硝装置で NOx を除去され，エアヒータを経由して４系統の電気集塵機で煤塵（ばいじん）を除去される．煤塵が除去された排ガスはファンを経由して吸収塔１基に導入され，SO_2 を除去したガスは新設した煙突より排出される．

2. 2　排煙脱硫装置の概要

図４に吸収塔内部図を示す．吸収塔には排ガス処理量は毎時 400 万立方メートルという世界最大規模であり，脱硫性能も 98 %以上と要求性能も高いことから，当社製並向流液柱塔（２塔式）を採用し，それぞれの吸収塔内に１段のスプレーパイプが設置されている．脱硫装置の設備仕様一覧を表１に示す．

①入口整流棒
②入口ガスダクト
③１塔目スプレーパイプ及びノズル
④２塔目スプレーパイプ及びノズル
⑤出口ガスダクト
⑥ミストエリミネータ洗浄システム
⑦循環ポンプ建屋
⑧ARS ギアボックッス
⑨ARS
⑩サクションパイプフード
⑪ポンプサクション遮断弁
⑫循環液ヘッダ
⑬吸収塔循環ポンプ

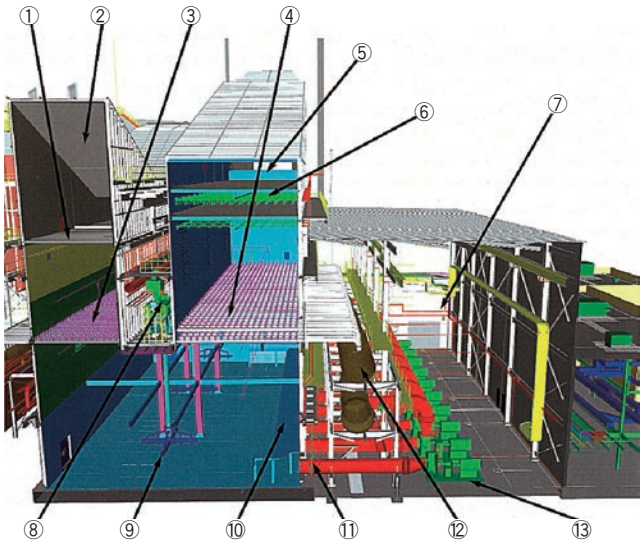

図４　吸収塔内部図
排ガスは左側１塔目上部より導入され，タンク液面上部を通過し，右側２塔目上部から排出される．

１塔目は並流吸収塔と呼んでおり，塔頂より導入された排ガスはスプレーパイプより上向きに噴出された吸収液と接触し，液滴として落下する吸収液とともに塔下部に流下する．吸収液はそのまま塔底のタンクに落下し，排ガスはタンク上部の液面上を通過して２塔目の向流吸収塔下部に導入される．向流吸収塔では，並流吸収塔と同様スプレーパイプより上向きに吸収液が噴出され，吸収塔下部より上昇する排ガスと接触しながら塔底のタンクに流下する．排ガスは塔頂に設置された２段のミストエリミネータで飛散するミストが分離され，煙突へと排出される．

以上のように気液接触部の内部構造物はスプレーパイプのみであり，噴出した吸収液がスプレーパイプ自身を常時洗浄しているため，スケールの発生もなく，スプレーパイプが１段であることから，内部点検等のメンテナンスも非常に容易である．

循環ポンプは向流吸収塔側に設置され，吸収液スラリーを１本のパイプヘッダを通じて２塔のスプレーパイプに供給する．このような構造とすることで，各スプレーパイプの長さを固定して塔幅を可変とすることにより，処理ガス量に応じてパイプ本数及びポンプ台数を増加するだけで容易にスケールアップが可能な構造としている．

なお，生成した石膏スラリーはポンドに廃棄される．

表１　脱硫装置の設備仕様一覧

項　目	値
発電出力　(MW)	1056
ボイラ形式	サイクロンボイラ
入口ガス量　(m^3_N/h)	4154871
入口ガス温度　(℃)	177
設計燃料S分　(%)	3.4
設計入口SO_2濃度　(ppm-dry)	2121
脱硫率　(%)	98
タンク容積　(m^3)	5189
噴霧ノズル　(本)	2346
循環スラリー濃度　(%bywt)	30
循環スラリー中Cl濃度　(ppm-dry)	1780
石灰石供給容量　(t/h)	50
石灰石粉砕粒度　(% pass-325 mesh)	90
石膏生成量　(t/h)	75
石灰石消費量　(t/h)	47
補給水消費量　(m^3/h)	500
新設湿式煙突高さ　(m)	183
機器数	
循環ポンプ	10+1
ボールミル	1+1
酸化空気ブロア	2+1
ARS	3+0
吸収塔大きさ	
長さ　(m)	34.7
幅　(m)	21.3
高さ　(m)	38.1
使用材料	
適用箇所	適用材料一般名称 (UNS番号)
吸収塔入口－Wet/Dry	C-276 (N10276)
1塔目吸収塔	2550 (S32550)
1－2 塔間	254 Smo (S31254)
2 塔目吸収塔	2205 (S32205)
循環液タンク	2205 (S32205)
出口ダクト	2205 (S32205)
煙突ライニング	Roll Bond C-276 (N10276)
入口ダクト	Corten Steel
スプレーヘッダー	304SS
ミストエリミネータ	317L

2. 3　周辺機器の概要

本脱硫装置には以下に示す当社の最新機器を導入してさらなる高効率化を図っている．

(1) アーム回転式エアースパージャー（ARS）

吸収したSO_2を石膏として回収するため，吸収液中の亜硫酸イオンを硫酸イオンに酸化する必要がある．当社は図５に示す吸収液タンクを撹拌しながら酸化空気を供給するアーム回転式エアスパージャー（ARS）を実用化し，適用している．回転軸を経由して撹拌翼（アーム）に酸化空気を供給し

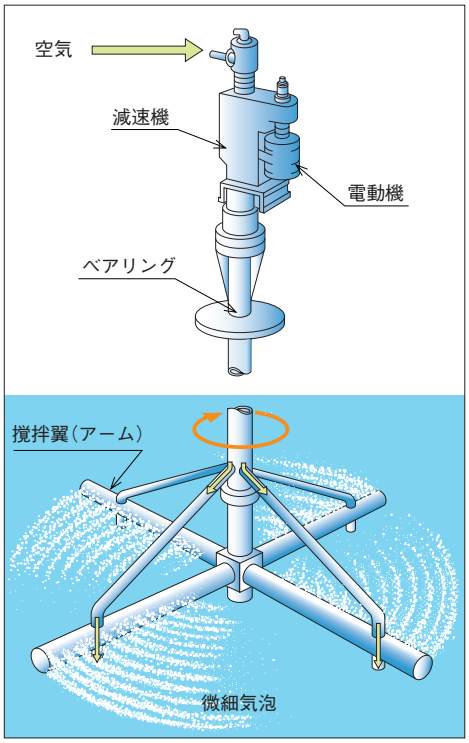

図５　アーム回転式エアースパージャー
回転軸上部より導入された酸化空気は，回転する撹拌翼のせん断力で微細な気泡として分散される．

表２　Advatech 社対応脱硫装置プロジェクト一覧

顧　客	プラント名	容　量	脱硫装置	運開	状況
TVA	Widows Creek #8	550 MW	液柱塔化改造	2003年12月	完成
TVA	Paradise #3	1056 MW	新設	2006年10月	完成
TVA	Bull Run #1	950 MW	新設	2008年10月	建設中
TVA	Kingston #6-9	800 MW (200 MW×4)	新設	2009年10月	建設中
TVA	Kingston #1-5	1000 MW (200 MW×5)	新設	2010年4月	建設中
TVA	John Sevier #1-4	752 MW (188 MW×4)	新設	2011年10月	設計中
Southern Company	Gorgas #8, 9 and 10	Total 1021 MW	新設	2007年12月	建設中
Southern Company	Hammond #1-4	Total 800 MW	新設	2008年7月	建設中
Southern Company	Miller #3 and 4	750 MW×2	新設	2009-2010年	設計中
Southern Company	Miller #1 and 2	750 MW×2	新設	2010-2011年	設計中
Southern Company	Scherer #1-4	923 MW×4	新設	2011-2014年	設計中
Southern Company	Daniel #1 and 2	1060 MW (530 MW×2)	新設	2011年	設計中
IP&L-AES	Hardirg Street Station #7	465 MW	新設	2007年8月	建設中

ながらアームを回転することで，供給された空気がアームによるせん断力で微細な気泡に分散され，高効率な酸化システムを実現した．

図４に示す通り，ARS は当社で製作された製品で，２塔の間に３基設置され，吸収液タンク全体を攪拌するもので，これも世界最大である．

(2) 石灰石スラリー供給システム

受け入れた石灰石はサイロに貯蔵され，プロセス水とともにボールミルで粉砕されてスラリーとしてホールドタンクに供給される．得られた石灰石スラリーはポンプで液体サイクロンに供給され，スラリー中の粗大粒子はボールミルに戻される．ボールミルは１基と予備機１基で運用される．

3. 運 転 状 況

本脱硫システムは 2006 年 10 月に工事完了し，10 月下旬より営業運転を開始した．2007 年夏に予定されている性能試験に向けて準備中である．

4. 今 後 の 展 開

今後の Advatech 社対応の脱硫装置プロジェクト一覧を表２に示す．TVA 社向けの脱硫装置については既に液柱塔化改造１基を含む６基受注しており，本プロジェクトの成功をもとに更なる拡販につなげていく予定である．

また，新たな排出規制に対応した当社開発のマルチエミッション対策技術を適用することにより脱硫システムの更なる拡販に貢献できるものと考える．

参 考 文 献

(1) http://www.tva.gov/sites/paradise.htm