

当社は、かけがえない地球の環境を守りながらエネルギーを作り出すという使命に正面から取り組み、環境と調和するエネルギー技術、環境技術の向上に努めている。使用資源の低減、副次生成物の低減などを考慮しながら発電プラントの高効率化、信頼性向上を図ることを目的として、非薬品、非燃焼による環境技術の開発に取り組み、復水浄化系装置、補給水処理設備、排水処理装置、海生物処理装置、廃棄電線材処理装置などに多くの成果を上げている。

Toshiba is doing its best to harmonize the generation of energy with the global environment. We are developing environmental technologies that do not depend on chemicals or combustion. Our objective in these development activities is to reduce the consumption of resources and the output of by-products, while maintaining the high efficiency and reliability of power systems.

1 まえがき

火力発電所は、化石燃料の燃焼と水蒸気の循環という必然性から、排ガス処理、水処理、固体廃棄物処理などの地球環境問題と深くかかわっている。

1967年の公害対策基本法の施行以来、わが国の火力発電所は大気汚染物類の排出、排水などにおいて世界でもっとも優秀な水準で運転を維持してきた。一方、火力発電プラントの高効率化に伴い、ボイラ/タービン系への不純物の厳しい制限など水処理技術の高度化が求められている。

このように、プラントの高効率化と信頼性の向上は、すなわち環境技術への挑戦と言っても過言ではない。当社は、水使用量の低減、資源の回収再利用、産業廃棄物の極少化などを達成しながら、火力プラントの高効率化を目指したエネルギー環境技術を開発、供給するため努力している。火力発電所に関して当社が取り組んでいるエネルギー環境設備の範囲を図1に示す。

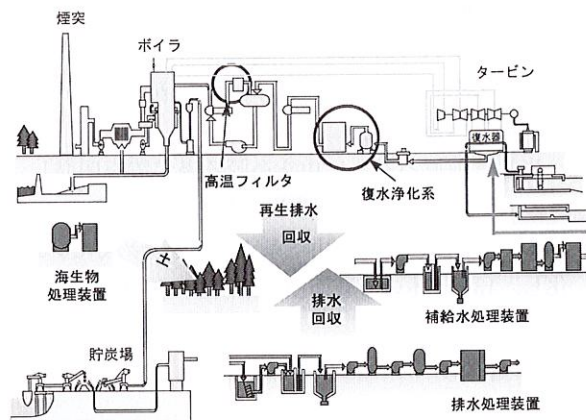


図1. 当社が取り組んでいる火力発電所の環境設備 水処理に関する環境設備を中心に取り組んでいる。ほかに海生物処理技術についても一部取り組んでいる。

Environmental equipment in thermal power plant to be constructed by Toshiba

2 エネルギー環境技術への取り組みの経緯

当社は、海外火力発電所において、ボイラ、復水脱塩装置を含むタービン系、排水処理装置などの環境諸設備の納入実績を基盤に、コンバインドサイクル発電システムでの低NOx燃焼器の開発、脱硝装置の納入、地熱発電所の硫化水素対策のシステム設計、燃料電池や氷蓄熱装置の開発・製造などに基づく熱の有効利用技術を確認してきた。

一方、沸騰水型原子力発電所では放射性廃棄物、水処理分野において精密ろ過システムなどの各種水処理技術、遠心薄膜乾燥機および廃棄物固定化技術などを自主開発して

きた。特に、復水浄化用の中空糸膜ろ過装置については、火力、原子力両発電所に世界に先駆けて独自の大容量化技術を確立し実用化した。

さらに、現在当社固有の新エネルギー、高温・高圧技術、電磁気・放電・光、バイオ応用、プラント監視・制御技術の中核とする新技術を適用した環境機器を開発中である。

3 エネルギー環境技術に対する基本的考えかた

当社のエネルギー環境技術に対する基本的考えかたを次に示す。

- (1) プラント総合メーカーの立場を有効活用 当社はプラント総合メーカーとして、プラント全体の観点から①プラントの信頼性・効率向上、②ボイラ給水中に混入するスケールの低減の環境改善策を提供する。
- (2) 非薬品 電気化学的または機械的膜、光、電磁気、微生物などを応用し、汚泥量増加の原因の凝集沈殿剤やイオン交換樹脂などの薬品を使用しない環境設備を提案し、水回収再利用に努め、廃棄汚泥の低減を図る。
- (3) 非燃焼 固体廃棄物の分解方法として、乾留法や微生物分解を適用し、環境負荷の低減を図り、廃棄物リサイクルを目指す。

4 エネルギー環境設備

図1に示す火力発電所における当社が取組むエネルギー環境設備の範囲の概要を以下に述べる。

4.1 水処理

4.1.1 復水浄化系

- (1) 中空糸膜ろ過装置 復水中の鉄酸化物などの懸濁物除去を目的として、復水脱塩装置前に前置ろ過器が設置される。

当社は前置ろ過器に中空糸膜ろ過装置を開発し、多くのプラントに納入してきた。中空糸膜の概要を図2に示す。外径0.4mmの中空糸1万本を集めてモジュール化し、13m²/本のろ過面積を確保し、標準化、コンパクト化を達成した。

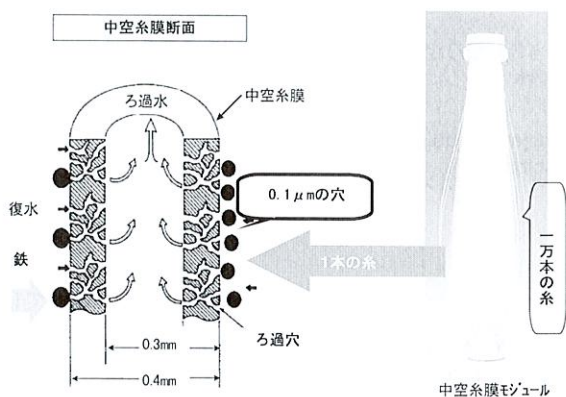


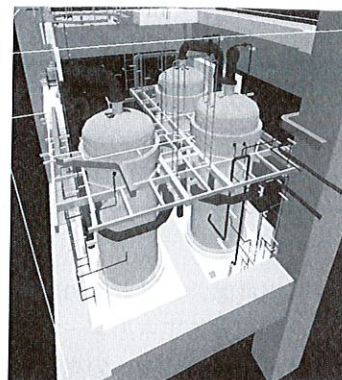
図2. 中空糸膜ろ過 外形0.4mmの中空糸を10,000本集めてモジュール化している。

Illustration of hollow-fiber filter

図3に中空糸膜ろ過装置を示す。

現在主流の水処理方法であるAVT(揮発性物質処理)はもちろん、常温電磁フィルタでは除鉄困難なCWT

- 優秀な除鉄率
約100% (鉄濃度 0.1ppb以下)
- 安定した運転性
差圧上昇が少ない
逆洗頻度 (1回/100日)



装置イメージ

図3. 中空糸膜ろ過装置の特長 通常運転されるいかなる条件でも出口の鉄イオン濃度を0.1ppb以下とすることができ、逆洗頻度も少なく安定した運転を維持できる。

Features of hollow-fiber filter unit

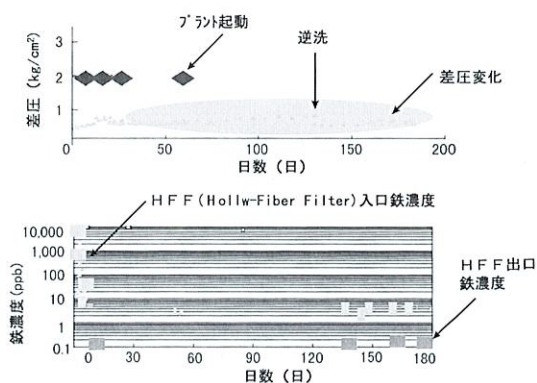


図4. CWT 運転時における除鉄性能 AVTでの除鉄性能はもちろんのことCWT条件下でも出口の鉄イオン濃度を0.1ppb以下にすることができることを示している。

Iron removal performance under CWT operating conditions using hollow-fiber filter unit

(複合水処理) 条件下ではほぼ100%の除鉄性能を実証している。実プラントCWT運用下での除鉄性能を図4に示す。この結果、起動前浄化時間を短縮し、脱塩装置などの性能維持に効果を発揮している。

- (2) 復水脱塩装置 脱塩装置の課題であった樹脂再生時の樹脂汚染と復水水質の劣化を解決できる新システム(CONESEPシステム: 脱塩装置製造メーカーの高標)を採用、復水水質を高水準に維持する装置を提供する体制を確立した。また、併せて高性能、低コストのイオン交換樹脂の供給体制も確立した。

図5にCONESEPシステム、図6に従来の樹脂分離方式とCONESEPシステム樹脂分離方式の比較、図7に復水水質の比較を示す。

CONESEPシステムは、従来システムと比較して次の効果をもっている。

- (a) 再生塔下部が円錐(すい)形であるため樹脂境界

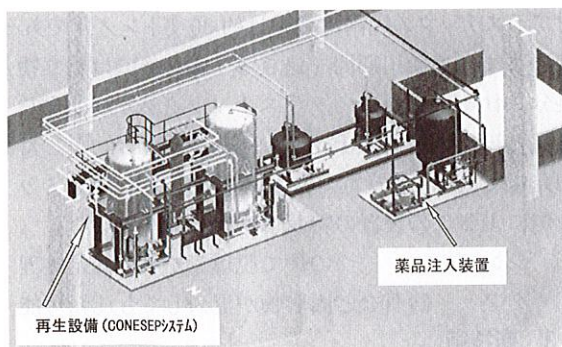


図5. CONESEPシステムの概要 CONESEPシステムは脱塩装置で使用された樹脂を分離・再生する方法に特長をもつ。

Sketch of CONESEP system

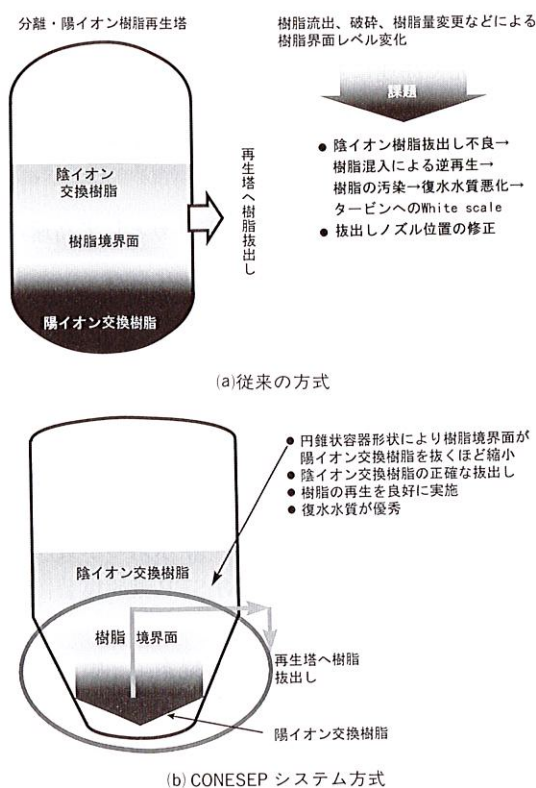


図6. 樹脂分離方式の比較 分離・再生塔内では陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂とはその比重差で分離される。CONESEPシステムは塔内の両樹脂の分離境界領域を従来より少なくし、陽イオン交換樹脂だけを移送する。

Comparison of conventional resin-separation system with resin separation using CONESEP system

面が陽イオン交換樹脂を抜くほど縮小

- (b) 陰イオン交換樹脂を正確に抜き出す構造
- (c) 樹脂の再生が良好
- (d) 復水水質の向上(導電率, Naイオン, Clイオン濃度を低減)

(3) 高温(200℃)除鉄フィルタの開発 高温部機器へのスケーリング防止対策として、2T(テスラ)の高磁場

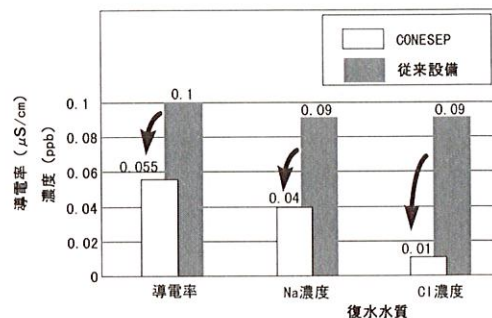


図7. H-OH型運転時の復水水質 海水リーク対策としてH-OH型運転を行うが、脱塩装置処理後の導電率, Na, Clイオンの濃度が従来設備に比べきわめて低い。

Comparison of quality of condensate polishing water when operating in H-OH mode

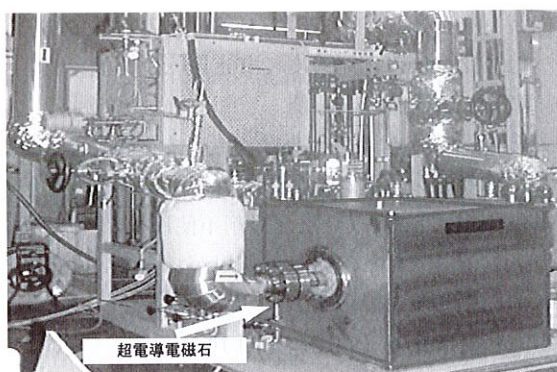


図8. 超電導電磁石利用給水高温フィルタ 高温給水加熱器, ボイラなどの高温部機器へのスケーリング防止用として超電導電磁石を用いた除鉄装置を開発中である。

Filter unit used at high temperature of around 200℃ employing superconducting electromagnets

が可能な超電導電磁石を適用し、ヘマタイトなどの弱磁性微粒子の除鉄装置を開発中である。図8にその外観を示す。特長は次のとおりである。

- (a) 強磁場(約2T)下で微粒子(0.1μm), 弱磁性粒子(ヘマタイト)の除去が可能
- (b) 直冷式冷凍機を適用し低運転コストを実現

4.1.2 補給水処理設備 非薬品(凝集剤・イオン交換樹脂不使用)系の装置を目標に、従来の凝集沈殿槽に代えて浸漬型中空糸膜式除濁装置, イオン交換樹脂塔に代えて電気再生式連続脱塩装置を適用した新型の補給水処理装置を開発中である。現在, 1ユニット1,000トン/日の装置を設計中で, コンパクト(凝集沈殿槽がない)でコストパフォーマンスに優れた装置を目ざしている。従来型と新型の構成比較を図9に示す。

4.1.3 排水処理装置 総合排水処理装置の課題は, 2000年に予定されている第五次「窒素・磷 総量規制」への対応である。

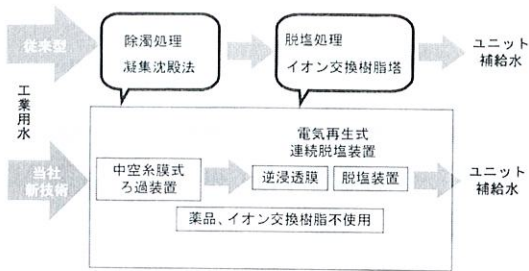


図9. 補給水処理設備の比較 従来システムでの凝集沈殿槽、イオン交換樹脂塔の代わりに中空糸膜式除濁装置、電気再生式連続脱塩装置を組み合わせた新型補給水設備を開発中である。薬品、イオン交換樹脂を使用しない環境負荷の少ない新しいシステムである。

Comparison of makeup water treatment plant systems

当社は、「活性汚泥法と分離膜」を適用した脱窒素脱磷同時除去装置を提案している。特長は次のとおりである。

- (1) 他社比3倍の汚泥濃度で安定運転が可能
- (2) 窒素・磷同時除去可能
- (3) システム構成が単純で、設置スペースを従来より半減

また、脱窒素システムに関しては、中空糸膜と電解透析法の組合せで、非薬品(凝集沈殿剤不使用)による汚泥の削減と、アンモニアなどの回収再利用ができるいっそう簡便なシステムを開発中である。

従来方式と当社方式の比較を図10に示す。

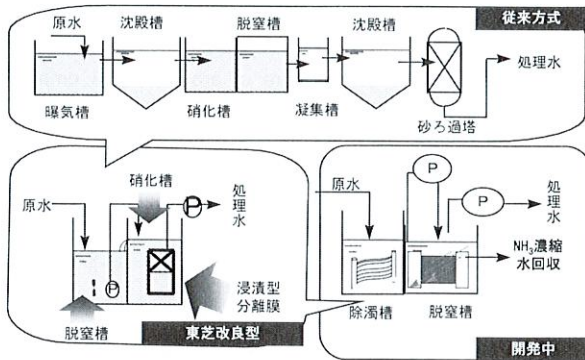


図10. 脱窒素システムの比較 従来システムでの凝集沈殿槽、硝化槽、脱窒槽、砂ろ過塔の代わりに脱窒素と脱硝化を兼用した槽内に分離膜を浸漬させた簡略なシステムを提供している。電解透析を組み合わせた脱窒素システムについても開発中である。

Comparison of denitrification systems

4.2 固体廃棄物処理技術

4.2.1 海生物処理技術

日本全国で約3万トン/年の取水路からの陸揚げ海生物の処理では、環境負荷の少ない処理法の確立を目指している。非燃焼方式として、生物が本来もっているタンパク質分解酵素を利用してタンパク質を可溶化し、液体として処理する方法を開発している。

4.2.2 廃棄電線被覆材処理装置

電線被覆材を含む

電材プラスチックの国内消費量は約30万トン/年であるが、現状のままでは使用期間を過ぎる十数年後には廃棄物として処分される。これらのプラスチックを熱分解油化し、銅の回収と被覆材プラスチックの有効利用を目的とした装置を開発中である(北陸電力㈱と共同研究中)。セラミックボール炉によるこの装置の特長は次のとおりである。

- (1) シンプル 一つの炉で脱塩素処理と油化処理
- (2) タフ 砂石など固形物が混入しても運転可能

4.3 新技術

4.3.1 超臨界水技術 高温高压の超臨界状態の水の活性を利用した難分解性物質の分解やダイオキシンなどの有害化合物無害化、低品位燃料の脱硫、および重金属(V, Cr)の分離回収などへの適用化研究を実施中である。イオン交換樹脂の分解実験により実用化の見通しを得た。

4.3.2 PCB光分解技術 PCB(ポリ塩化ビフェニール)を紫外光で高速に無害化処理する技術を開発中である。特長は次のとおりである。

- (1) 高安全性 完全閉鎖系で、無酸素系で分解してダイオキシンを生成させない。
- (2) 高効率・高速分解 光をトリガとして高速連鎖反応を促進する。

5 あとがき

当社は、火力発電所の高効率化とゼロエミッション化に向けて、次の基本的考えかたを基に当社独自のエネルギー環境機器を提供していく。

- (1) プラント全体の視点から復・給水系の水質向上
 - (a) 中空糸膜フィルタ+CONESE型脱塩装置の提案
 - (b) 高温フィルタの開発
- (2) 水の回収・再利用システムの提案 膜+電解透析法:排水処理の提案
- (3) 非薬品の観点から汚泥の削減 新補給水処理(凝集沈殿剤不使用)の提案
- (4) 非燃焼→循環負荷低減
 - (a) 微生物海生物分解・PCB光分解
 - (b) 超臨界水による有機物分解



岩崎 和市 Waichi Iwasaki

エネルギー事業本部 環境事業推進担当課長。
火力発電所エネルギー環境事業に従事。
Energy Systems Group



塩田 好明 Yoshiaki Shiota

エネルギー事業本部 環境事業推進担当参事。
火力発電所エネルギー環境事業に従事。
Energy Systems Group