

中空糸膜式復水ろ過装置の火力発電所への適用

Application of Hollow Fiber Filter to Thermal Power Station

富田 俊英
TOMITA Toshihide

戸村 寿
TOMURA Hisashi

火力プラントにおいては、タービン腐食防止や定期検査(以下、定検と略記)間隔を延長させるため、より厳しく水質管理する動きが出ており、またブロー水(補給水)などの処理や放出による環境への負荷低減への対応が要求されている。

当社では、独自に開発した中空糸膜式ろ過器を東京電力(株)広野火力発電所1号機の前置ろ過装置に適用することで、ブロー水の削減を達成した。このろ過装置の適用は、良好なる過性能によるプラント起動時間短縮、ボイラへの不溶性鉄持込み量低減による化学洗浄頻度の低減、脱塩装置への不溶性鉄負荷低減による脱塩装置のイオン交換樹脂劣化低減の効果が期待され、現在評価のためのデータ収集が行われている。

The modern thermal power generation station requires strict control of condensate water quality for boiler feed purposes in order to inhibit the corrosion of turbine apparatus and extend the interval between periodic inspections. In addition to these requirements, the minimization of effects on the environment caused by the processing of boiler blowdown water and its discharge outside the station are also important requirements.

We have installed a hollow fiber filter (HFF) at the Hirono Thermal Power Station of The Tokyo Electric Power Co., Inc. (TEPCO) to purify the condensate water. A significant reduction of demineralized water volume supplied to the system has been confirmed. A shorter start-up time, reduction of impurities leakage from the condensate polisher, and reduction of the frequency of chemical cleaning are expected as a result of the filtration performance originating with the HFF. Various data necessary for evaluations are being collected at the Hirono Thermal Power Station.

1 まえがき

火力プラントの復水については、年々高度な水質管理が要求されてきており、水処理装置も同様に高性能な機器が採用されるようになってきた。近年、給水処理方法として揮発性物質処理法(AVT)から複合水処理法(CWT)を採用するプラントが増えており、定検間隔の長期化も進んでいる。

当社は、この高度な水質管理に対応し、環境への負荷低減、更にプラント全体のコスト削減への寄与を目的に、独自に開発した中空糸膜式(以下、HFFと略記)ろ過装置の適用を推進している。

ここでは、HFFろ過装置のシステム概要と東京電力(株)広野火力発電所1号機の既設ろ過装置からHFFろ過装置への取替工事の実例と運転状況を述べる。

2 HFFろ過装置のシステム概要

当社のHFFろ過装置に採用されている中空糸膜(図1(a))は、内径0.3mm、外径0.4mmの糸状の膜であり、孔径約0.1 μ mの微細な貫通孔が外表面と内表面間に複雑な流路を形成している。ごく細い糸状とした理由は、大きな過面積を持たせ、かつろ過装置として小型化を図るためである。

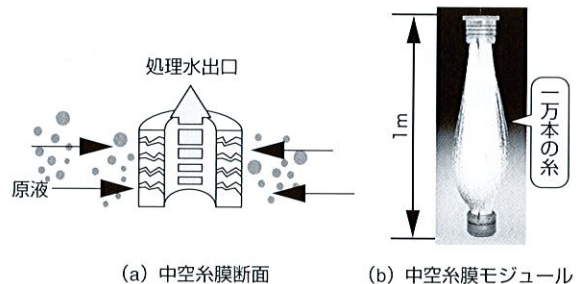


図1. 中空糸膜モジュールの概要 1万本の中空糸膜を束ねて大きな過面積を持たせ、かつコンパクトにしてある。

Hollow fiber module

この中空糸膜を約1万本束ね、モジュール構造としたものが中空糸膜モジュール(図1(b))で、これを1本あるいは2~3本連結させ中空糸膜エレメントとしてろ過装置内に設置したものがHFFろ過装置である。

HFFろ過装置(図2)は、下鏡底の缶体の本体、モジュール取付板、上蓋(ふた)で構成され、前述の中空糸膜エレメントはモジュール取付板に設置された保護管内に装着されている。水は缶体底部から導入され、保護管内の中空糸膜を通過する間に水中の不溶性成分(以下、クラッドと表記)がろ過され、上蓋方向に流れてろ過水となる。

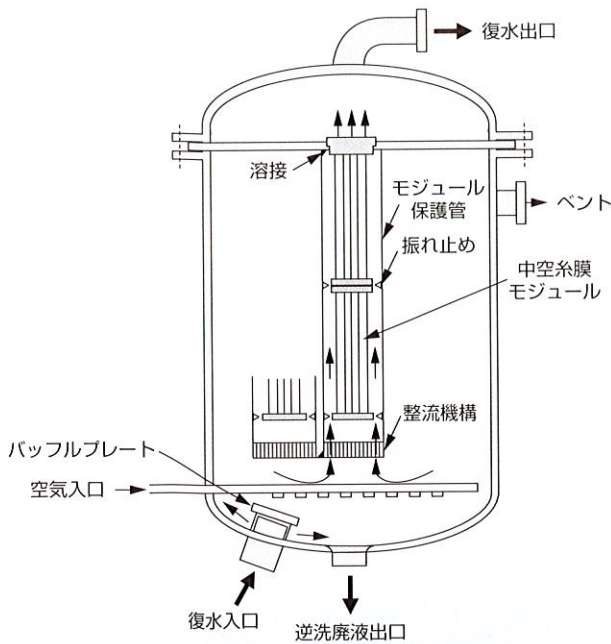


図2. HFFろ過装置概略構造 底部から復水を導入し、中空糸膜を通過して上部の出口からろ過水が得られる。
Structure of hollow fiber filter

ろ過されたクラッドが、中空糸膜の外表面に捕獲されて、徐々に中空糸膜の内外の差圧が上昇するが、逆洗を行うことで差圧をほぼ初期状態まで回復することができる。

逆洗は、次の二つのうちのどちらか早く到達した時点で、ろ過処理を停止して行う。

- (1) 処理水中のクラッド濃度をあらかじめ評価し、規定量のクラッドが捕獲されるまでの規定処理水量を通水した時点(定取量)。

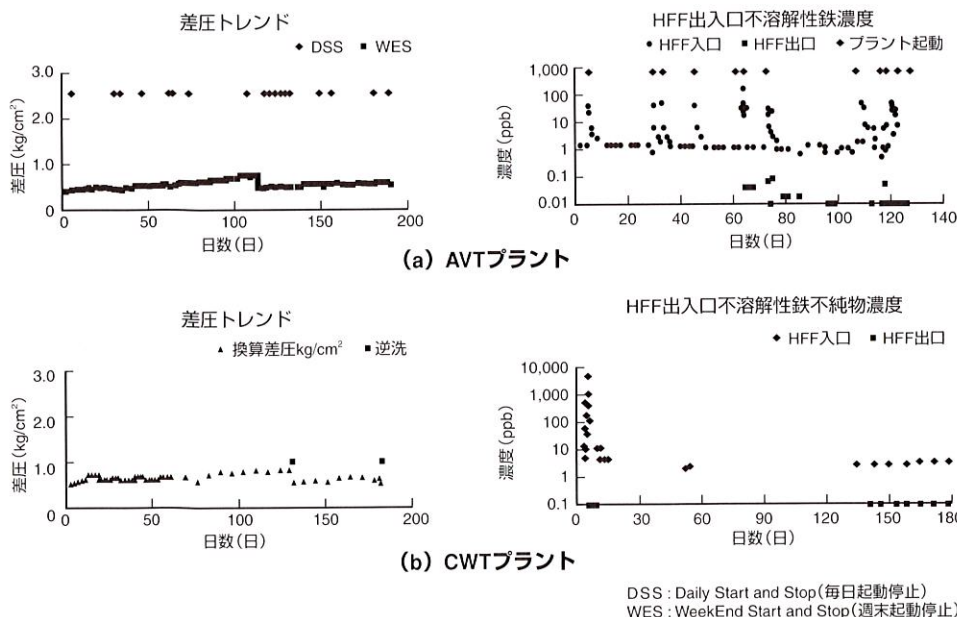


図3. インプラント試験結果 水処理方式、入口クラッド濃度によらず良好な水質及び安定な運転状態が得られる。

Test data at actual thermal power station

DSS: Daily Start and Stop(毎日起動停止)
WES: WeekEnd Start and Stop(週末起動停止)

(2) ろ過器出入口間の差圧が、規定差圧となった時点。

逆洗操作は、まず上蓋側のろ過水を空気圧で逆流させ中空糸膜上の捕獲クラッドを剥離(はくり)し、次に缶体底部の空気ノズルから空気を送り込み、膜を振動させることでさらにクラッドの剥離を助長させ、差圧をほぼ初期値まで復元させることができる。剥離したクラッドは、缶体底部から排出させる。

中空糸膜は、前述のように極めて大きな過面積を持っており、ろ過による通水線流速を低くすることで差圧の上昇を穏やかにし、また逆洗による再生効率を高くすることができ、長期間の安定な運転を可能にしている。

3 HFFろ過装置の火力プラントへの適用

3.1 HFFろ過装置適用試験

HFFろ過装置の火力プラントへの適用を実証するため、AVTおよびCWT処理の火力発電所でのインプラント試験を実施した。

試験は火力発電所の復水ラインから、仮設配管にてインプラント試験装置に復水を導入し、差圧上昇傾向、逆洗回復性、ろ過器出入口水質などについて、約1年間にわたって実施した。

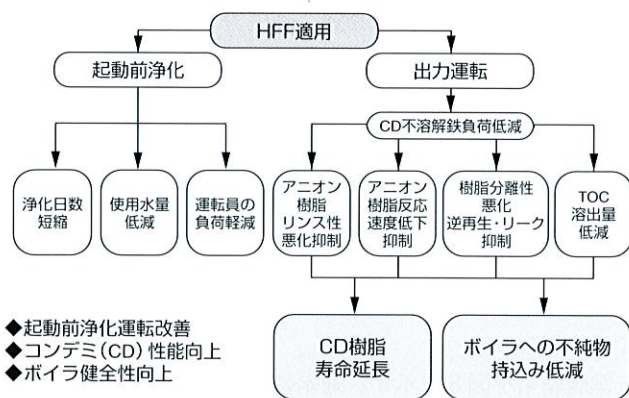
試験結果を図3に示す。通水による差圧上昇は非常に穏やかで、通水開始後約120~130日で規定差圧となり、逆洗を実施し良好に差圧が回復することを確認した。また、ろ過器入口クラッド濃度が変化しても出口クラッド濃度は0.1ppb以下であり、HFFろ過装置の適用により、HFFろ過装置の入口クラッド濃度に関係なく、良好な水質が得られることを確認した。

3.2 中空糸膜ろ過装置適用の効果

HFFろ過装置を前置ろ過装置として適用した場合の効果(図4)としては、以下に挙げる項目が考えられる。

- (1) 従来のろ過装置より高い浄化性能により、起動前浄化時間の短縮が図られ、起動時間短縮及びクリーンアップ時のブロー水削減により使用水量が削減される。
- (2) 清浄なる過処理水が得られることにより、脱塩装置へのクラッド負荷が低減されイオン交換樹脂の性能劣化を低減し、寿命が延長する。

清浄なる過処理水が得られることにより、ボイラへの不純物持込みを低減し、化学洗浄頻度の減少に寄与する。



◆起動前浄化運転改善
◆コンデミ(CD)性能向上
◆ボイラ健全性向上

図4. HFFろ過装置の設置効果 清浄なる過処理水が得られることで、コンデミ樹脂の寿命延長とボイラへの不純物持込みを低減できる。
Expected effects from application of hollow fiber filter

4 広野火力発電所1号機前置ろ過装置取替工事

4.1 工事概要

当社のHFFろ過装置は、東京電力(株)広野火力発電所1号機の前置ろ過装置として採用され、既設プリコートフィルタ式前置ろ過装置^(注1)を撤去し設置された。

取替工事は、1998年6月の先行工事の着工を経て、8月から1号機定検期間中に既設設備撤去、HFFろ過装置の搬入据付という手順で実施された。

この工事における前置ろ過装置取替工事の範囲(図5)は、既設の前置ろ過装置3系統一式の撤去並びにHFFろ過装置の設置である。図6は、設置されたHFF前置ろ過装置である。98年11月初旬に定検起動に合わせて通水を開始し、現在順調に稼動している。

(注1) 円筒形、又は円盤状のろ材を内包したろ過装置で、セルロース系などのろ過助剤を水に分散させてろ材に添着(プリコート)させ、このろ過助剤の層によってろ過処理を行う。

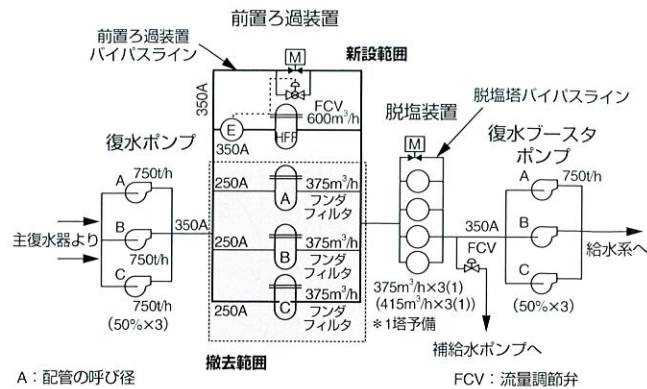


図5. 前置ろ過装置取替工事範囲 網掛け部を撤去し、HFFろ過装置を設置した。

Scope of replacement construction

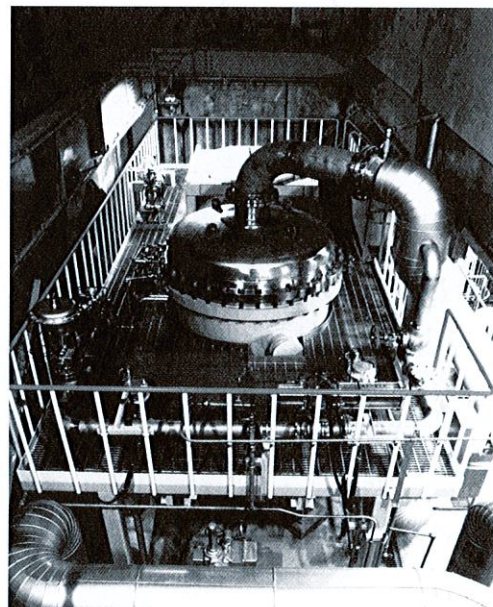


図6. HFFろ過装置 手前は復水入口配管で、架台中央はHFFろ過装置上蓋と出口配管。
Appearance of hollow fiber filter

4.2 運転状況と効果

新設されたHFF前置ろ過装置を、定検後のプラント起動における復水クリーンアップから運用するため、HFFろ過装置への通水は、復水ポンプ起動直後から開始された。

なお、プラントの起動操作は、前置ろ過装置がHFFろ過器になったことに伴い、各クリーンアップ工程のブロー時間を0と設定して工程上ブローを行わない運用として実施された。

図7に示すように、プラントの起動から定格到達までに約45,000 m³の復水をろ過処理した。ろ過器出口クラッド濃度は、入口のクラッド濃度によらず0.1 ppb以下で良好であることが確認された。この間の通水量は、HFFろ過装置の

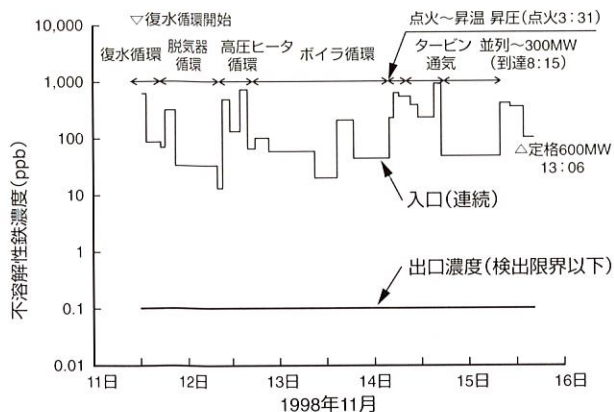


図7. HFFろ過装置運転状態 前置ろ過装置出入口鉄濃度は定検起動時の復水水質においても、良好なる過性能が得られる。
Actual operation data (treated condensate water quality at HFF) at Hirono Thermal Power Station

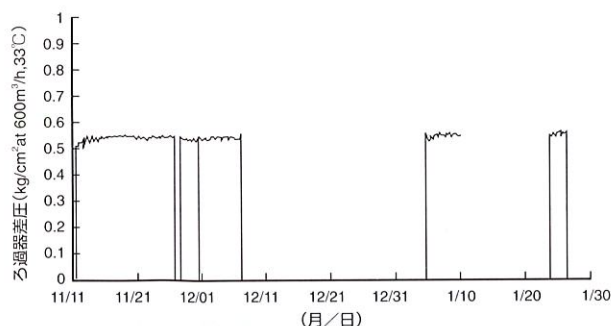


図8. HFFろ過装置差圧傾向 差圧上昇がほとんどないことが確認できた。
Actual operation data (pressure difference at HFF) at Hirono Thermal Power Station

クラッド捕獲能力の約1/60程度であり、図8に示すように、差圧上昇はほとんど見られないことを確認した。また、定検起動中に逆洗時期ではないが、試験として逆洗操作を行い設計どおりに逆洗操作ができることを確認した。

試験では、前述したように差圧上昇がほとんど認められなかったことから、逆洗効果は定取量あるいは差圧上昇が認められた時期に確認することにした。

なお、今次定検起動におけるプラント補給水の使用量は過去の定検起動時と比較して、約1/5に減少したことがわかった。

表1に、HFFろ過装置とフダフィルタ(プリコートフィルタの一種)の仕様比較を示す。

以上の運転結果より、HFFろ過装置への交換により次のような効果が確認された。

- (1) 入口クラッド濃度に関係なく水質良好な処理水が得られるため、復水を復水器に回収、循環させることで系統クリーンアップができる。

表1. HFFろ過装置とフダフィルタの仕様比較
Comparison of specifications of HFF and pre-coat filters

項目	HFFろ過装置	フダフィルタ
形式	中空糸膜式	プリコート式
系統構成	600m ² /h×1基	375m ² /h×3基
再生方式	空気圧による逆洗	再プリコート
ろ過助剤	なし	セルロースなど
逆洗頻度 ^{*1}	約3回/年	4回/年
逆洗再生時間	中央操作室から約1h	現場操作約5h
ろ過水質 ^{*2}	<0.1ppb as Fe	2~5ppb as Fe
プラント運転方法	ブロー時間0設定運転	ブロー実施
プラント定検起動時補給水使用量	約1,000m ³	約5,000m ³
逆洗時廃棄物発生量 ^{*3}	約200kg/年	約1,000kg/年

*1: HFF 逆洗頻度はインプラント試験からの推定値
*2: 鉄単体の濃度として比較
*3: HFF 廃棄物発生量はインプラント試験からの推定値
プリコートフィルタの値は、ろ過助剤(900kg)を含む推定値

- (2) 上記(1)により、ブロー水の発生を低減できる。
- (3) 逆洗再生を中央操作室から実施できるため運転員の負荷を低減できる。
- (4) プリコート材が不要であり、廃棄物発生量を低減できる。

5 あとがき

このHFFろ過装置は、98年12月の定検完了以降99年6月下旬現在まで、約41万m³の復水をろ過処理し良好に運転されている。

当社のHFFろ過装置は、前述したように良好なる過処理性能、運転性能から数々の利点を持っており、その利点を生かしユーザーニーズに合致したろ過装置の提供に努める所存である。

謝辞

本稿起草にあたり、貴重なプラントデータを提供していただいた、東京電力(株)広野火力発電所の関係各位に深く謝意を表する次第である。



富田 俊英 TOMITA Toshihide

電力システム社 火力事業部 環境技術部主務。
発電プラント復水浄化装置の設計・開発に従事。
Thermal Power Systems Div.



戸村 寿 TOMURA Hisashi

電力システム社 火力事業部 環境技術部主務。
発電プラント復水浄化装置の設計・開発に従事。
Thermal Power Systems Div.