

# 焼却炉ボイラー水管清掃ロボット「JFE ボイラークリーン DX」

## Development of Boiler Tube-Cleaning Robot for Waste Incinerator “JFE-Boiler-Clean-DX”

### 1. はじめに

全国の自治体には、平成 14 年度末現在で、1490 ヶ所のごみ処理施設が稼働している。そのうち、24 時間運転を行う連続式ごみ焼却炉を中心に 1034 施設でボイラーが設置され、熱回収や発電などの余熱利用が行われている<sup>1)</sup>。しかし、焼却炉の運転にともなって燃焼ガス中の飛灰が水管表面に付着し、付着飛灰で水管表面が覆われることにより、熱回収効率が低下するため、定期点検では水管の清掃作業が行われている。

**Photo 1** に現状のボイラー清掃作業状況を示す。この作業は、作業員が防護服を着てエアラインマスクを装着し、ボイラー内に入って行われているが、ボイラー内は作業ス

ペースが非常に狭く高温雰囲気、しかも、ダイオキシンや重金属を含む有害な粉塵が飛散する劣悪な環境下での作業となっている。ボイラー部の清掃作業は、焼却炉メンテナンスにおいて、大きな作業量を占めており、作業員にとって負担となっている。また、厚生労働省からも炉内作業指針（廃棄物焼却施設内作業におけるダイオキシン類ばく露防止対策要綱平成 13 年 4 月 25 日）が出されており、焼却炉の炉内作業の機械化に向けた取り組みが望まれている<sup>2)</sup>。

このような背景から、ボイラー水管清掃作業の負荷低減を目的として、焼却炉外から遠隔操作によりボイラー水管の清掃作業が可能な清掃ロボット「JFE ボイラークリーン DX」を開発した。ここでは、ボイラークリーン DX の構成、特長について紹介する。

### 2. ボイラークリーン DX の概要と特長

**Fig. 1(a)** に焼却炉ボイラー水管の全体構造図を示す。ボイラー水管部は、過熱器管、水平蒸発管、エコノマイザ管などの水管ブロックからなる。ボイラークリーン DX の全体システム構成を **Fig. 1(b)** に示す。本システムは、清掃ロボット、横装置、清掃ロボットに搭載された清掃機構および遠隔操作システムで構成される。焼却炉外から自動運転または遠隔操作を可能にしている。

**Photo 2** に清掃ロボットの外観を示す。水管ブロックの



Photo 1 Cleaning work of incineration boiler system

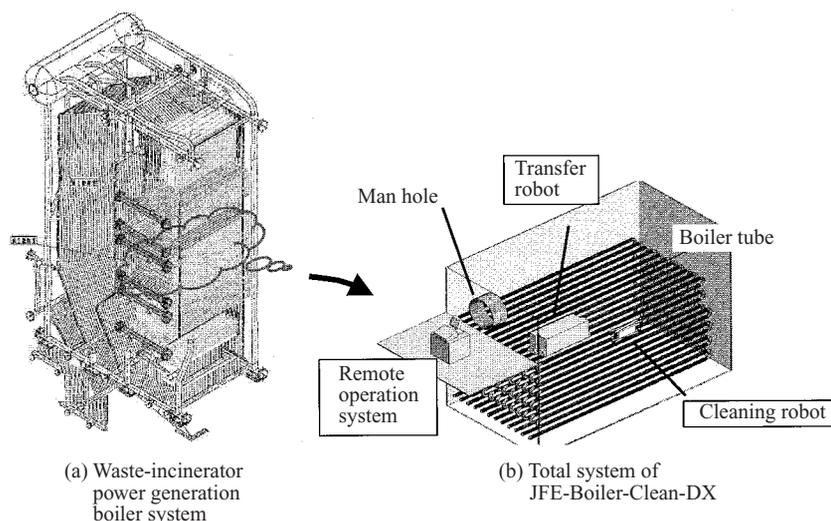


Fig. 1 System of JFE-Boiler-Clean-DX

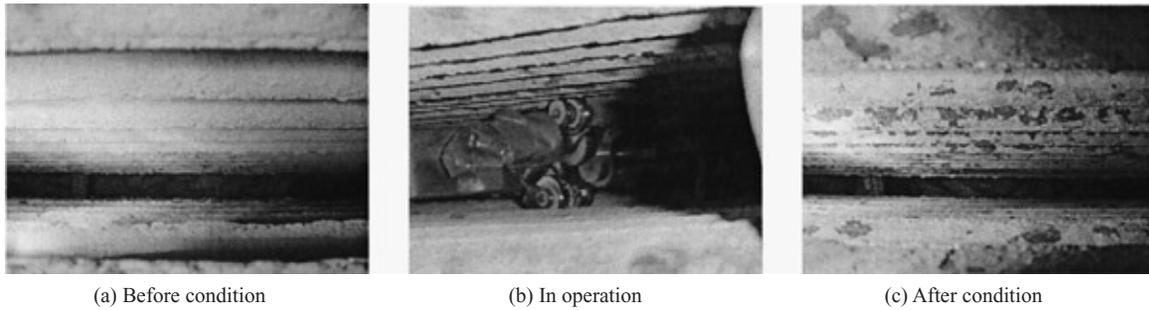


Photo 3 Application example of JFE-Boiler-Clean-DX

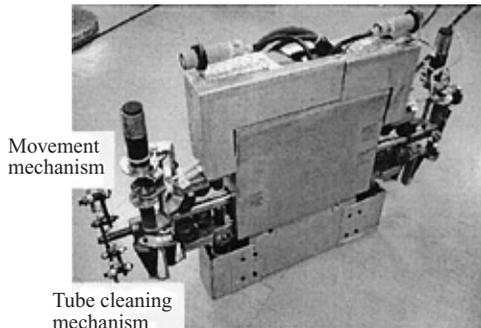


Photo 2 Outlook of JFE-Boiler-Clean-DX

内部に移動して飛灰除去作業を行うため、40 mm 幅という薄型でコンパクトな構造となっている。前後に回転ハンマ方式の清掃機構を備えており、水管自体をガイドレールにして、水管の長手方向に走行しながら、水管に付着した飛灰を除去する。横行装置は、クローラ方式の移動機構を備えており、清掃ロボットを格納して、清掃ロボットの水管列間移動の機能を果たす。

ボイラークリーン DX の特長を以下に示す。

- (1) 清掃ロボットは、水管自体をガイドレールにして、管列内を自在に上下に移動し、管軸方向に走行することが可能
- (2) 清掃ロボットは清掃ロボットを格納する横行装置と組み合わされ、自在な自動上下横行移動が可能
- (3) 走行装置には X リンク機構の採用により、付着飛灰による凹凸や水管の熱変形に追従でき、安定した走行が可能
- (4) 回転ハンマ方式の灰除去機構により、ボイラー水管に付着堆積した硬質灰を、水管を損傷することなく効率的に除去可能
- (5) ボイラーのマンホールから分解することなく搬入できるコンパクトなサイズ
- (6) 焼却炉外から自動または遠隔操作が可能
- (7) CCD カメラを搭載しており、清掃・走行状況の遠隔監

視が可能

### 3. 実炉適用状況

焼却炉のボイラー水管は 3 ヶ月～半年の稼動で、飛灰が水管表面に 5 mm～10 mm 付着する (Photo 3(a))。ボイラークリーン DX の実炉での稼動状況を Photo 3(b) に示す。水管をガイドにして、水管の長手方向に走行しながら、回転ハンマ方式の清掃機構により水管表面に付着した硬質飛灰を除去する。ボイラークリーン DX を用いた水管清掃後の状況を Photo 3(c) に示す。機械清掃後の水管表面は、人手による清掃作業と同等以上の付着飛灰除去が可能となる。また、熱回収効率の向上が確認された。

### 4. おわりに

焼却炉ボイラー水管清掃ロボットの特長、実炉適用状況について報告した。「ボイラークリーン DX」は、ダイオキシンや重金属を含む有害な粉塵が飛散する劣悪な環境下での、人手による焼却炉内のメンテナンス作業の軽減のみならず、飛灰除去性能の向上により熱回収率が向上して結果的には発電効率の向上が期待される。

今後は、さらなる清掃タクトタイムの短縮や遠隔操作性の向上など、運用面での改善を行っていく予定である。

#### 参考文献

- 1) 廃棄物関係統計総合資料集・環境省廃棄物・リサイクル対策部、2005.
- 2) 遠隔操作ロボットの有害物質等処理分野への応用に関する調査研究。エンジニアリング振興協会、2001.

#### 〈問い合わせ先〉

JFE エンジニアリング 環境エンジニアリング事業部 環境技術部  
 TEL : 045-505-7531  
 JFE 技研 機械研究部  
 TEL : 044-322-6437