

13. 煙突内壁レンガ解体装置の開発

東急建設㈱：*上田 広孝、西尾 仁、中村 聡

1. はじめに

近年、大幅な法改正等によりダイオキシン類の発生源となる環境基準に満たない焼却施設の改修や解体が、公共、民間を問わず大きな課題となっている。実際に焼却施設を改修、解体する工事においては、作業従事者の健康に悪影響を及ぼすダイオキシン類のばく露防止が重要であり、周辺環境にも配慮した対策が求められている。このような背景から、焼却施設解体工事におけるダイオキシン類の除染技術開発の一環として、煙突内部における耐火レンガの解体作業を機械化した「煙突内壁レンガ解体装置」を開発した。本論文では解体装置の概要と実証施工の結果について報告する。

2. 煙突内壁レンガ解体装置の概要

2-1. 解体装置の概要

本煙突解体装置は、レンガを解体する「レンガ解体ユニット」、煙突内壁に本体を位置決めする「芯出ユニット」、解体状況をモニターする「監視ユニット」、遠隔操作するための「操作ユニット」の4ユニットで構成され、レンガ解体ユニットは、開閉する2本のアームとその先端のドラムに取り付けられた多数の鋼製リンクチェーンからなり、ドラムがモーターによって高速回転することでチェーンがレンガを打撃し、さらに旋回・昇降しながらレンガを解体する。また、アームの開閉角度を変えることにより煙突上部から下部までの煙突内径φ1,100 mm～φ3,100 mmに対応できる。(写真-1)

2-2. 装置の特長

- ① 汚染された内壁レンガの解体を、遠隔操作により無人化施工するため、作業員を高所における危険作業だけでなく、狭隘な場所での苦渋作業から開放し、ダイオキシン類等の汚染物質のばく露から作業員を守ることができる。
- ② レンガ解体の方式は、「リンクチェーン回転打撃方式」を応用したものでチェーン自体が比較的軽量な上、装置本体の質量を約1トンと軽量化したことにより、従来の解体方法に比べて煙突躯体に与える反力や振動を最小限に抑えられる。このようなことから老朽化した煙突躯体への適用も可能である。
- ③ リンクチェーンを交換することで、レンガ及びコンクリート表面のダイオキシン汚染物の切削も可能である。

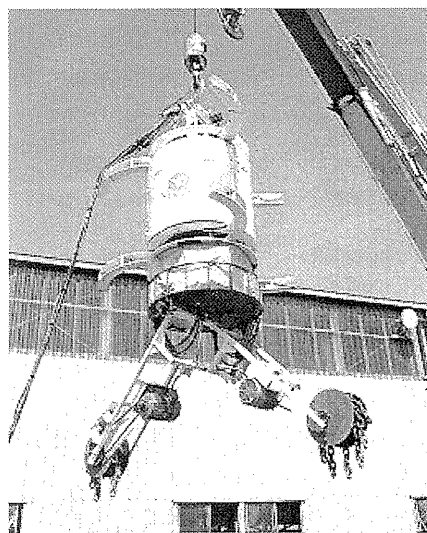


写真-1 煙突内壁レンガ解体装置

2-3. 解体装置の仕様

解体装置の外形図を図-1及び仕様を表-1に示す。

(1) レンガ解体ユニット

レンガ解体ユニットは、以下の4つの装置から構成される。

① 回転ドラム装置

回転ドラムに装備しているリンクチェーンが軽量なうえ、ドラムへの装着が容易で耐磨耗性に優れている点から、解体方式にリンクチェーン回転打撃方式を採用し、1ドラムに8本のリンクチェーンを取り付けた装置である。煙突内壁レンガは煙突上部から解体を行うのが原則であり、レンガ目地の拘束や各レンガ間の拘束を開放し解体しやすくするため、ドラム回転方向をレンガに対して下から上へたたき上げる上向き方向とした。

② アーム拡張装置

2本のアームで煙突内壁レンガ内での回転ドラム位置決めを行い、煙突内壁レンガへのチェーンドラム貫入量の調整を行う装置である。この2本のアームはそれぞれ独立した任意のストローク調整が可能である。

③ アーム昇降装置

煙突内壁に本体を位置決めする芯出ユニットより、回転ドラム装置及びアーム拡張装置を油圧ジャッキの伸縮により上下方向に昇降させる装置である。解体作業時には、1サイクルの昇降で高さ約1mの内壁レンガの解体が可能である。

④ アーム旋回装置

回転ドラム装置及びアーム拡張装置を旋回モーターにより煙突の円周方向に旋回させる装置である。2本のアームに回転ドラム装置が装備されていることから、解体時に死角ができないように、旋回角度は左右200°とした。

(2) 芯出ユニット

芯出ユニットは、油圧ジャッキの制御により上下各3枚の羽根が本体装置部より均等に張出し、煙突内の中央に解体装置の位置決めをする。また、レンガ解体時の反力としても使用し、解体装置の安定性及び狭隘空間での移動性を考慮した構造とした。

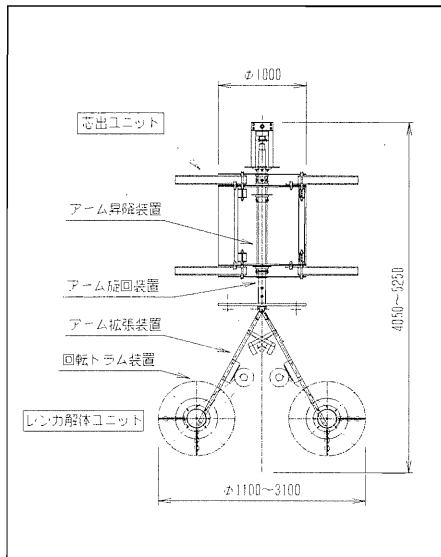


図-1 解体装置外形図

表-1 解体装置仕様

名称	仕様	規格
回転ドラム装置	切削方式 切削解用 駆動モーター ドラム回転数 切削チェーン	回転チェーン打撃式 φ1,100mm～φ3,100mm 3.7kw 2台 547rpm 強力チェーン 線径φ16mm
アーム拡張装置	拡張用油圧ジャッキ	ストローク250mm 2本
アーム昇降装置	昇降用油圧ジャッキ	ストローク1200mm
アーム旋回装置	旋回モーター 旋回角度 旋回回転数	ギヤードモーター 60W 左右200° 0.6rpm
芯出ユニット	芯出寸法 芯出用ジャッキ	φ1,100mm～φ3,100mm ストローク200mm 2本
監視ユニット	CCDカメラ	5台
機作ユニット		有線遠隔操作方式
本体付属装置	油圧ユニット	1.5kw
質量		約1,000kg
寸法		φ1,100mm×4,050mm(総身長)

(3) 監視ユニット及び操作ユニット

解体装置は煙突内ダイオキシソ類のばく露防止のため、有線方式による遠隔操作とした。本装置には作動状態及び煙突内状況を監視するため、赤外線式 CCD カメラを設置しており、このモニター映像を監視しながら遠隔操作を行う。

3. 実機による実証施工

3-1. 工事概要

発注者	根室市
工事名	根室市じん芥焼却場排ガス高度処理施設 等整備工事 既設煙突解体工事
工事場所	北海道根室市幌茂尻
施工者	JFEエンジニアリング株式会社
解体範囲	GL-0.3m ~ 50.0m
煙突規模	煉瓦式煙突 GL+50.0m 正八角形 (底部)3.80×3.80m (頂部)2.01×2.01m

3-2. 実証施工内容

根室市じん芥焼却場 既設煙突解体工事においては、まずダイオキシソ類のばく露防止のため、濃度を検査し、躯体に足場と養生シートを設置した後、内筒の壁面を高圧水で洗浄してダイオキシソ類を含んだ灰を除去した。次に、GL+50.0m(塔頂部)~GL+4.8m までの 45.2m にわたる内壁レンガは、在来工法であるハンドブレーカを用いた人力による解体とし、残りの約 4.8m 分を解体装置により解体した。解体装置により実証施工を行った内壁レンガの構造は一枚積み(レンガ長辺が煙突内筒の厚みとなる方向に積む)であり、耐火レンガを円筒形に設置した形状である。実証施工範囲での内壁レンガ内径は頂部で約φ2,400 mm、底部で約φ2,600mm である。

解体装置の揚重は通常、クレーン及びウインチにて煙突頂部から行うことを原則としている。しかし、今回の実証施工においては施工区間が短いため、煙突内部に電動チェーンブロックを設置して高さ約 6m の範囲で内壁レンガ解体装置の揚重を行うこととした。解体装置の実証施工断面図を図-2に、遠隔操作状況写真を写真-2に、解体レンガ状況写真を写真-3に示す。

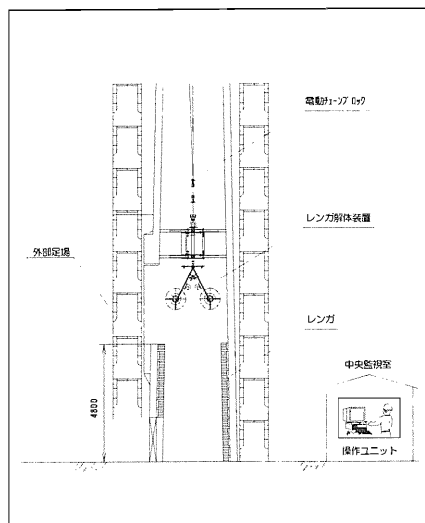


図-2 実証施工断面図



写真-2 遠隔操作状況



写真-3 解体レンガ状況

3-3. レンガ解体実証施工作業手順

煙突レンガ解体作業手順は以下の3項目である。

- ① 電動チェーンブロックによる解体装置の揚重・位置決め(操作室による遠隔操作)
- ② 解体装置の芯出ユニットによる拡張位置決め (写真-4)
- ③ 煙突内壁レンガの解体(解体装置を旋回及び昇降させながら耐火レンガを解体) (写真-5)

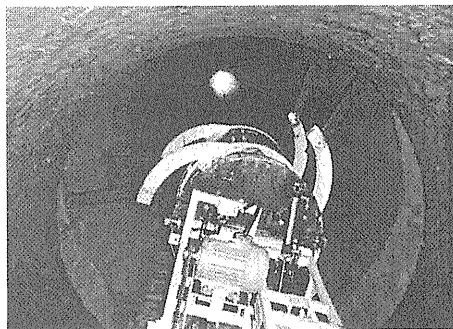


写真-4 拡張位置決め状況



写真-5 レンガ解体状況

作業手順①～③の1サイクルを施工することにより、高さ約1mの煙突内壁レンガを解体する。

3-4. レンガ解体実証施工結果

今回の実証施工では、解体装置のレンガ解体ユニット及び芯出ユニットについては、計画通りの施工性があること、監視ユニット及び操作ユニットについては、モニター監視による位置決め、レンガ解体が容易に操作できることを確認した。この解体装置を用いることにより解体作業中は煙突内に立ち入ることなく、安全に耐火レンガを解体できることを確認した。

この実証施工において得られた作業能力のデータをもとに、高さ50mの煙突内壁レンガ解体の施工日数を想定したところ、人力に対し解体装置では約20%の工程短縮が図れることが判明した。また、人力では解体作業員2名が必要なのに対し、解体装置ではオペレータ1名で実施することを確認した。

4. おわりに

今回の実証施工では、解体したレンガを搬出する作業員が必要であったが、今後は解体レンガ搬出装置等の開発により煙突内に立ち入る人員をさらに減らし、安全性の更なる向上を図る予定である。また、解体装置の能力向上と焼却施設の解体・搬出・処理の一連の流れを見直し、解体工事の一貫したシステムを早期に確立してトータルコストの低減を図る予定である。

最後に、本誌をお借りして今回の実証施工において協力を頂いた根室市、施工者である JFE エンジニアリング株式会社の関係各位に感謝の意を表したい。