

煙突内煉瓦分別解体工法の開発

荻本雅春* 古長達廣**

1. まえがき

「ダイオキシン類対策特別措置法」が平成12年1月より施行され、従来の焼却施設の中にはその基準を満たすことができないものがある。そのため、これらの施設は廃止あるいは休止せざるを得なく、その解体が急がれている。煙突は焼却施設に必ず設置されている設備であるが、他の構造物と異なり筒状で高さが非常に高いため、その解体方法については、安価であるとともに安全性・施工性に優れた技術であることが求められている。

また、同じ年に制定された「建設リサイクル法」に基づき、鉄筋コンクリート製煙突の内側にある“煉瓦”とその外側にある“鉄筋コンクリート”を分別解体する必要がある。煙突解体工事について、当社はNOCC工法（新日本製鐵㈱との共同開発による塔状コンクリート構造物解体工法）¹⁾を有しており九州支店を中心として多くの施工実績をあげている。ところが、NOCC工法のみでは煉瓦とコンクリートを分別解体することができず、そのため「ダイオキシン類対策特別措置法」や「建設リサイクル法」に基づいた施工が困難であるのが現状である。

そのため、本技術開発では、煙突解体に当たりまず煉瓦のみを分別解体できる機械を開発することを目的とした。

2. 分別解体の要素試験

2.1 解体手法の選定

煙突内の煉瓦分別解体工法については、各社とも積極的に技術開発を進めているが、その動向を分析すると、次の二つの方法に大別される。

- i. クレーンを用いた遠隔操作による解体
- ii. 足場を用いた解体

これらの方法のなかで、NOCC工法は前者の方法による解体工法であり、この解体工法と同様なシステムを用いて煉瓦解体を行うことがトータルとしての煙突解体につながりより経済的な工法となる。また、煙突がかなり老朽化している場合に、煙突自体に反力を取った足場を設置することは安全面において非常に厳しい面があるなどの点から、本煉瓦解体工法においては、クレーンを用いた遠隔操作による煉瓦解体工法とする。



写真-1 NOCC工法施工状況

2.2 解体機構の選定実験

a. 実験方法

基本的な解体機構を決定するために、模擬煙突を製作し解体実験を実施した。模擬煙突は、不要となっている推進設備管（φ1622）を利用し煙突外側コンクリート部とし（H=約1200mm）、その内側に、推進設備管との間に50mmの隙間を確保したうえで、現場で煉瓦（230×114×65mm）を積み上げ、模擬煙突構造とし2基製作した。煉瓦の積み方は図-1の模式図に示すように、ひとつの模擬煙突に対して長辺・短辺並びの二種類とした。

*東京支社環境プロジェクト部 **九州支店土木部

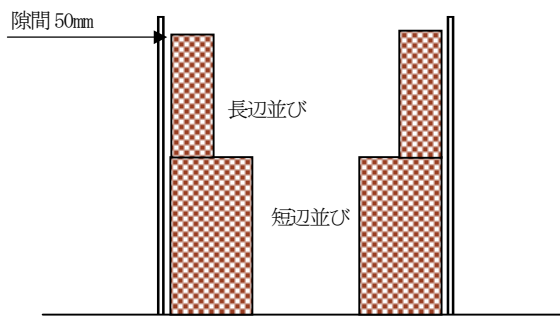


図-1 模擬煙突構造図

解体方法として、以下の2つの機構を用いた実験を行った。

(a) 楔機構による解体

模擬煙突の推進設備管と煉瓦間に、楔装置（H型鋼先端部を鋭角に加工したもので、先端の角度は15度及び10度の二種類を準備）を貫入させる。



写真-2 楔機構による解体

(b) 圧入機構による解体

H型鋼に先端部を突起させた貫入金具と油圧ジャッキを煉瓦壁内側に設置する。手動により油圧ジャッキを操作し、貫入金具を煉瓦壁に貫入させる。



写真-3 圧入機構による解体

b. 実験結果

これらの解体機構で煉瓦壁の解体が可能かどうか、

また解体状況はどのようなものであるかを目視で確認した。さらに、その際どの程度の荷重が必要かについても測定した

解体状況及びその結果について表-1及び写真-4に示す。



写真-4 楔機構による解体状況

表-1 模擬煙突解体状況

解体機構	载荷位置	载荷荷重	状況
楔機構	0° 位置	3.5tf (上載荷重)	クラック発生
	90° 移動後	1.95tf (上載荷重)	破壊
圧入機構	0° 位置	1.66tf (圧入荷重)	
	90° 移動後	1.8tf (圧入荷重)	

このように楔機構及び圧入機構の両方ともに解体することは可能であったが、様々な施工条件に対応できる工法とする点や施工速度の確保等を考慮し、基本的解体機構としては楔機構及び圧入機構の両方の機構を持つ解体機とした。

2.3 無線LAN映像伝送システムの実験

a. 実験目的

遠隔操作による解体を実現するために必要な技術としては、煙突内の状況が地上操作点で目視できるかどうかという点である。つまり、狭隘で距離の長い煙突内空間を通して、解体機に設置したカメラの操作が可能であり、かつその映像を地上操作点まで鮮明に伝送できるかどうかということである。これを確認するために、次の要領で実験を実施した。

i. 実験場所

新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所戸畑構内

ii. 対象煙突

2 コークスB炉煙突 高さ 65 m、
最上部内径 3080 mm、最下部内径 4160 mm

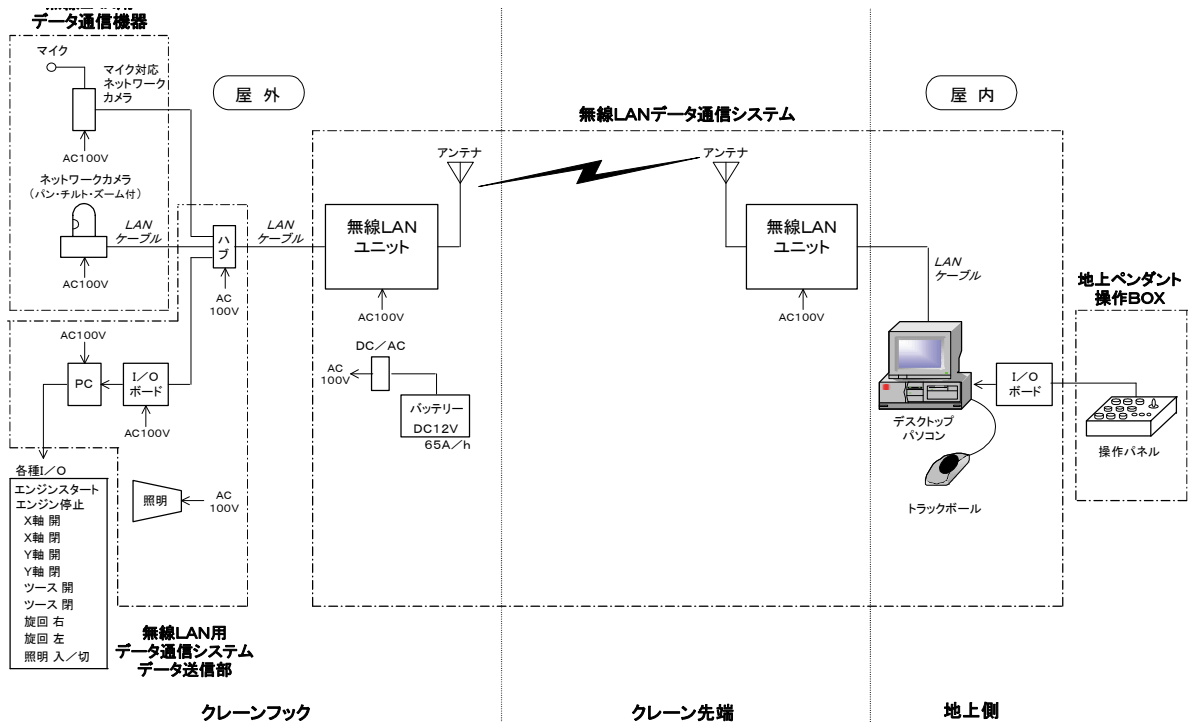
A N映像伝送システムの利用で遠隔操作による解
体状況の把握が可能であることを確認した。

b. 実験結果

実験結果を下表にまとめる。このように無線L

表－2 無線 LAN 映像伝送システムの実験結果

項目	内容	判定	
イ	ノイズの影響	今回は実験機器単独の試みであったためノイズの混入はなかった。 今後エンジン使用の環境下で検証する必要がある。	(良)
ロ	映像の途切れ	65m の煙突下床までの降下中映像の途切れや歪みはなかった。	良
ハ	映像表現速度	伝送速度 54Mbps を使用したことにより、作業に支障を来す遅れはなかった。 視覚的に問題なし。	良
ニ	ゴースト	ゴーストの出現なし。色むらもなかった。	良
ホ	カメラ操作	チルトおよびパンニング操作 (今回用意したカメラにはズーム機能なし)	良
ヘ	風の影響	実験日 65m の上空ではかなりの風がありブーム先端に取り付けたアンテナが前後左右に揺れていたが伝送への悪影響はでなかった。	良



図－2 無線 LAN 映像伝送システム模式図

3. 煉瓦解体機の開発

3.1 解体機の仕様

実験や検討結果に基づき、解体機の仕様を次のように決定し製作した。

- ① 重量 5000kg
- ② 全長 6700mm
- ③ 外径 1100mm (最小時)
- ④ 解体原理 重力 (楔) 及び油圧圧砕 (圧入) 兼用
- ⑤ 解体対象 鉄筋コンクリート製煙突の内筒耐火煉瓦
- ⑥ 耐火煉瓦外径 最小 1105mm 最大 2400mm
この間の開閉時間≒21s
- ⑦ 型式 楔フレーム及びツースフレーム
拡張型
- ⑧ 楔フレーム軸数 4軸
- ⑨ 楔フレーム拡張動作 左右2軸同調
- ⑩ 楔フレームの機能 煉瓦外面圧砕解体及び昇降
ガイド
- ⑪ ツースフレーム軸数 2軸
- ⑫ ツースフレーム拡張動作 左右2軸同調
- ⑬ ツースフレームの機能 煉瓦内面圧砕
- ⑭ 操作方式 I T V 兼用無線遠隔操作方式
〔有線バックアップ〕

3.2 解体機の特徴

本解体機の特徴としては次の三点が挙げられる。

a. 足場および人力解体が不要

外部足場や煙突自体を利用した足場などを用いた人力による解体ではなく、クレーンを用いて、すべて機械による施工を行う。解体機に備えたテレビカメラの映像情報を無線 LAN 伝送により地上のディスプレイに表示し、オペレーターはその映像を見ながら遠隔操作を行い、煉瓦を解体する。このように、作業の安全性確保とコストダウンを図った工法である。

b. 二種類の解体機能

本機械には、煙突の主構造となる鉄筋コンクリート部と内側煉瓦との隙間に挿入し上方から下方に向けて解体を行う楔フレームと、内側煉瓦の内壁に向かって尖った先端刃部を突出できるツースフレームを取り付けている。解体は、まず煙突コンクリートと内側煉瓦との隙間に楔フレームを挿入し、次にツースフレーム

を開いて内側煉瓦の目地を破断した後、楔フレームを煙突内側に押し出して煉瓦を下方に落とす方法である。

c. 鉄筋コンクリート部解体工法と統合した煙突解体トータルシステム

内側煉瓦解体後の鉄筋コンクリート部解体については、多数の実績とノウハウを蓄積している NOCC 工法により施工する。この工法と組み合わせることにより、煙突全体の分別解体トータルシステムが構築される。



写真-5 煉瓦解体機 (工場完成時)

4. 実証試験の実施

4.1 実証試験概要

完成した煉瓦解体機の性能を確認するために、実際の煙突解体工事で実証試験を実施した。

- i. 工事件名 均熱炉煙突撤去工事
- ii. 日 時 平成 16 年 9 月 14 日～16 日
- iii. 場 所 製鉄所構内
- iv. 対象とした煙突の大きさ 高さ 55 m

表-3 対象とした煙突の大きさ

	内 径	外 径
頂 部	φ 2220	φ 2560
底 部	φ 3080	φ 3960

なお、煉瓦一個あたりの大きさは、長さ 175 mm 幅 90～110 mm 厚さ 65 mm である。

- v. 使用したクレーン クローラークレーン 150t 吊級

クローラークレーンは、次工程となる鉄筋コンクリート部の解体時に使用するNOCC機重量を考慮し選定している。

解体前の仮設工として、解体時の衝撃を緩和するための緩衝砂の敷き均しや工場内ケーブル防護等を行い、実証実験を実施した。



写真-6 実証実験場所の状況

4.2 実証試験結果

煉瓦解体状況を写真-7に示す。

実証試験によって、確認できた点は以下のようである。



写真-7 煉瓦解体状況

a. 解体機構

前述のように、本解体機は楔機構と圧入機構（ツースフレーム 写真-8参照）の二つの解体機構を有している。実証試験では、これらの解体機構は予定通りの動きをし、煙突内煉瓦のみを効率よく分別解体できることを確認した。特に、ツースフレームを用いた圧入機構によって解体効率がアップすることが特徴である。

また、施工スピードは10～15m/日が可能である。



写真-8 煉瓦解体状況

b. 全機械化施工

解体足場や人力をまったく必要とせず、すべて地上からの遠隔操作で煉瓦解体を行う全機械化施工が可能であることを確認した。パソコン画面の映像は解体に伴う粉塵の影響も少なく鮮明であり、この映像を見ながら、オペレーターは煉瓦解体機の操作やクレーン運転手への指示を行い解体を進めていった。

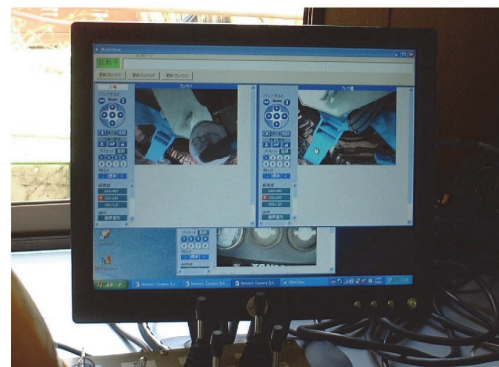


写真-9 パソコン画面

このように、新日鐵構内工事所での実証試験では事前の目的を達することができたといえる。個々の機能では見直しが必要な点があるが、緊急に改善を要する点はなかったため、この機械を長崎県対馬市の焼却施設解体工事の煙突解体工事にも適用した。

5. 振動・騒音測定

5.1 測定方法

煉瓦解体及び鉄筋コンクリート解体に伴い発生する騒音や振動を把握するために、次の要領で測定を行った。

測定項目 騒音及び振動 (X・Y・Z方向)
 測定点 煙突から5m及び10m離れた地点

5.2 測定結果

a. 騒音

等価騒音レベルは、ある時間範囲Tについて変動する騒音の騒音レベルをエネルギー的な平均値として表した量である。実際に測定した10m地点での等価騒音レベルを基に、騒音の予測及び基準値との比較を行った結果を図-3に示す。

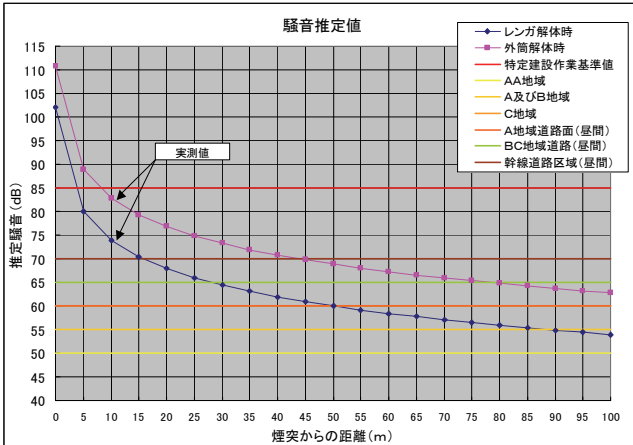


図-3 騒音推定値

煙突から10m離れた地点での煉瓦解体時及び鉄筋コンクリート部解体時の実測値は、特定建設作業基準値を下回っている。また、A地域(専ら住居の用に供される地域)やB地域(主として住居の用に供される地域)の基準を満足するためには約90m離れておく必要がある結果となっているが、一般的に焼却施設の煙突はA地域やB地域に該当するという事は想定しにくく、環境基準を超えてしまうような騒音が発生することはないと考えられる。

b. 振動

同様に、振動の測定及び解析結果を図-4に示す。これは、実際に測定した5m、10m地点での等価振動レベルを基に、土の振動損失係数別に振動の予測を行った結果である。

図-4より明らかなように、煙突から10m離れた地点の実測値で特定建設作業基準値はクリアしている。

このように、特殊な条件下にある煙突でなければ、騒音・振動ともに規制基準値を超える値を発生させる工法ではないといえる。

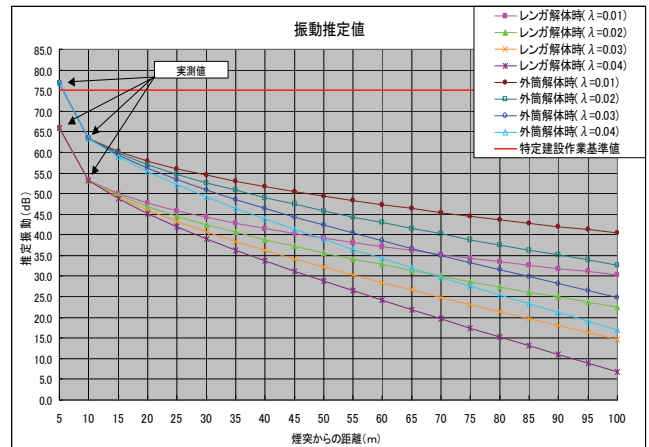


図-4 振動推定値

6. あとがき

焼却施設内の煙突解体工事に特化した煉瓦分別解体機の開発を目指し、技術開発に取り組んできたが、その基本システム開発については完了したと言える。焼却施設内の他の構造物とは異なり、筒状で非常に高さのある構造物を解体する際に考慮すべき最も重要な点は、やはり安全性の確保であると考えている。実際の施工においては、この点を再度確認する必要がある。

また、煙突解体のトータル技術としては、鉄筋コンクリート部解体時のNOCC工法における粉塵対策や都市域での解体等についてまだ改良点が残されている。これらの課題に対しては、新たな対応策を確立するとともに個々の施工条件に対応した方法を採用していく必要がある。

【参考文献】

- 1) 古長達廣、「超高層構造物解体工法」、建設機械、pp. 49~55、2001. 11
- 2) (社)計量管理協会、「騒音と振動の計測」、コロナ社、p. 23、1986