

西松式煙突解体工法の開発

Development of Nishimatsu Chimney Dismantling System

近藤 操可*	今北 啓介**
Moriyoshi Kondou	Keisuke Imakita
吉田 正***	土橋 邦雄***
Tadashi Yoshida	Kunio Dobashi
富田 正浩****	仲松 宇大****
Masahiro Tomita	Udai Nakamatsu
万代 智也*****	
Tomoya Mandai	

要 約

焼却施設の煙突解体工事では、一般的に煙突高さに応じた大型クレーンを常駐させた施工が行われてきた。今回、大型クレーン常駐を必要としない煙突解体工法を確立した。

本工法は、足場材、および資機材の搬入を大型クレーンに代わり、今回開発した自昇降できる小型クレーンを用いることによって、機械費の削減が行えるとともに、狭隘な場所にある煙突の解体をスムーズに行うことが可能である。

本報では、工法概要、および実際の現場への適用事例について述べる。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 煙突解体方法
- § 3. 工法の概要
- § 4. 機械の仕様、動作について
- § 5. 適用実績
- § 6. 総括
- § 7. おわりに

§ 1. はじめに

平成 11 年に「ダイオキシン類対策特別措置法」が制定され、環境基準や焼却施設からの排出規制値が決められた。平成 14 年 12 月からは基準に適合しない全国の一般焼却施設が使用できなくなり、多くが解体の必要に迫られている。

一方、焼却施設の解体作業における作業員などのダイオキシン被爆問題に対し、平成 13 年に制定された「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」により解体の作業基準が決められ、いくつもの規制のなかで施工する必要が生じた。それに伴い、従来より作業コストが上昇し、使用中止となった施設の解体工事は進展していないのが現状である。

市場の要求として、焼却施設解体は安全で安い解体工事が望まれており、今回、焼却施設のなかでも極端な高所作業が発生する煙突の解体に着目し、安全で安価な工法の開発にとりくんだ。

§ 2. 煙突解体方法

ダイオキシン規制法以前の RC 煙突の解体の方法は、

- ・大型クレーンで圧碎機を吊り解体していく方法
- ・上部よりワイヤーソーなどでカットして、クレーンで吊り降ろす方法

などで行われてきた。

しかし、これらの方法は、粉塵の飛散や広い作業スペースを必要とすることから、煙突周囲を足場で囲い、煙突頂部に足場を設け人力で煙突を解体する（解体ガラを煙突内部に落としていく）方法が多く採用されている。

煙突の外周足場の構築には、その資材の荷揚げのためクレーンが必要であるが、焼却施設の煙突は高さ 60m 程度のものが多く、このクラスの高さの足場構築に必要

* 技術研究所技術研究部

** 機材部機電課

*** 横浜（支）富士吉田出張所

**** 企画技術部企画技術課

***** 技術研究所技術研究部機電技術研究課

なクレーンは、高さと作業範囲の関係で100t~150tクローラクレーン級の大型クレーンとなる。大型クレーンでの作業の場合、使用料と現地輸送・組立解体費で機械費が高額となってしまう。

以下、煙突解体時の大型クレーン使用の短所を述べる。

- ①安全面クレーンオペレータは頂部（作業場所）が見えず、上部にいる作業からの無線による合図だけが頼りとなる。また、瞬間的な合図の遅れでもブームが足場と接近し、非常に危険である。
- ②作業面広い作業エリアと進入路が確保できない（大型クレーンが入れない）施設も多い。
- ③環境面大型エンジンが必要となるため、排気ガス、騒音、振動などの発生源となる。

そこで、大型クレーンを使用しない煙突解体工法として、ビルなど建築工事で使用される自昇降のタワークレーンからヒントを得た、専用の小型クレーンにより足場構築作業を行う、煙突解体工法を開発した。

§ 3. 工法の概要

図-1に本工法のフロー図を示す。

1. 装置の組立、据付け

煙突解体に用いる専用の小型クレーン（以後、小型クレーンとする）の組立設置は、小型（16~25t）移動式クレーンで行う。煙突横に足場を組み、小型クレーンを設置する。

2. 足場の組立・装置のクライミング

小型クレーンを使用して足場材の荷揚げを行い、足場を組立てる。足場2層分の組立と小型クレーンのクライミングを交互に行い、上部へ構築していく。

3. 作業用ゴンドラの設置、耐火レンガの洗浄・解体

足場が煙突頂部に到達後、作業用ゴンドラを設置し、ダイオキシン付着の可能性が高い煙突内部の耐火レンガ

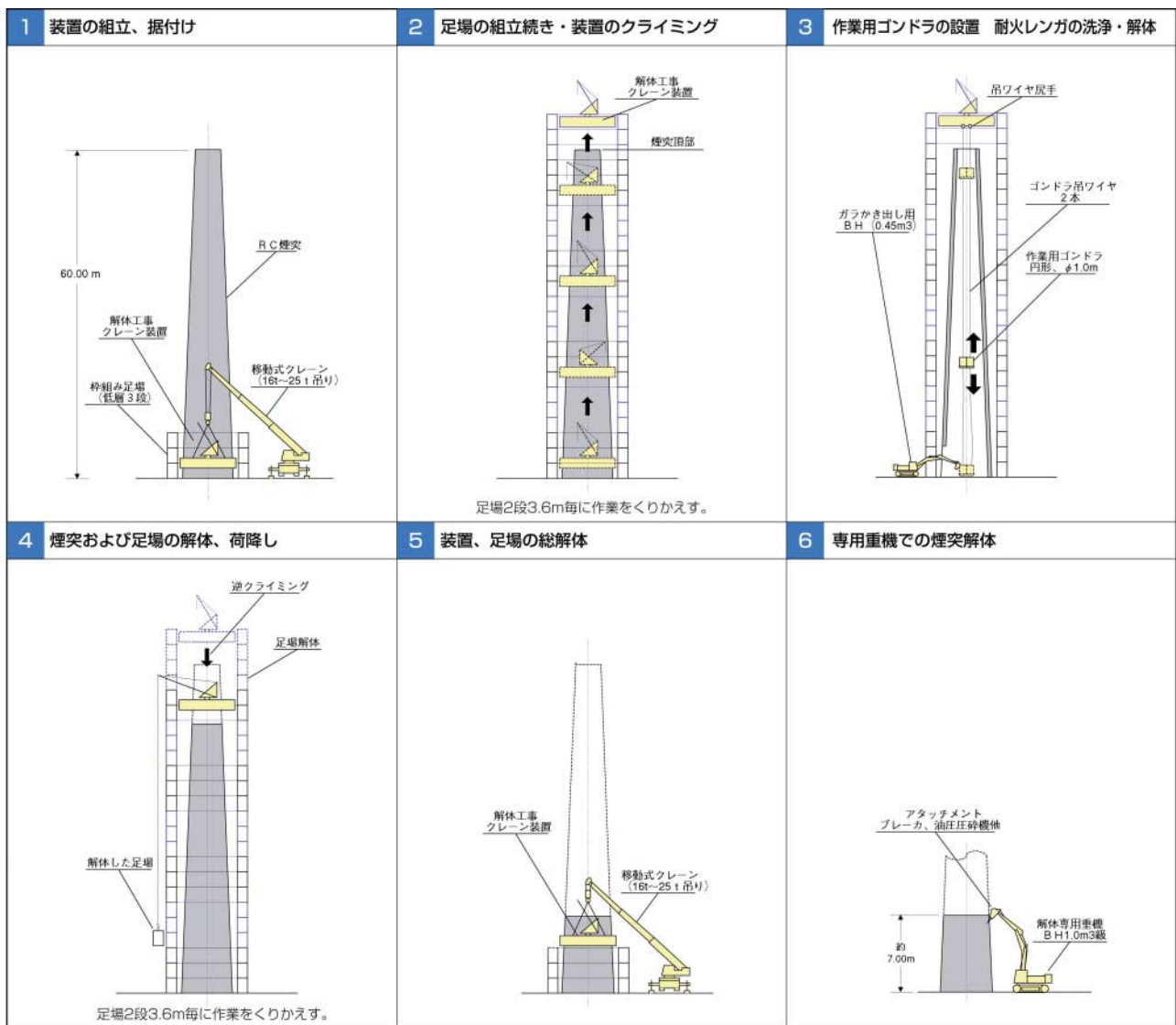


図-1 解体工法フロー図

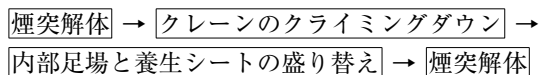
を洗浄し撤去する。レンガの洗浄・解体作業終了後、小型クレーンを横移動し煙突の上部に設置する。

4. 煙突および足場の解体・荷降ろし

煙突の解体作業は、小型クレーンの下で作業員がブレーカーを使用して行い、はつりガラは煙突の内部に落とし込んでいく。この作業のために、外周足場の内側には足場を設置し、外側には煙突解体作業部分をシートで囲い粉塵飛散防護を行う。

煙突の解体を足場2層分行い、クレーンをクライミングダウンさせる。(逆クライミング)

作業サイクルは次の通りである。



5. 装置、足場の解体

地上から重機による煙突解体が可能な部分を残し、小型クレーンを撤去する。設置時と同様に、小型(16~25t)移動式クレーンで装置・足場の解体を行う。

6. 専用重機での煙突解体

解体用アタッチメントをつけた重機により、煙突の残りの部分を解体する。

§ 4. 機械の仕様、動作について

4-1 本体

小型クレーンの本体は、クレーン部、昇降フレーム部、吊り治具から構成されている。図-3

(1) クレーン

クレーンの仕様の決定には、作業上必要な能力を持ち、かつ軽量化が最大のポイントとなった。クレーンの仕様を表-1に示す。

表-1 クレーン仕様

定格荷重	0.3t
業半径	1~5.5m
揚程	75m
電動機	巻上2.2kW, 起伏2.2kW, 旋回0.2kW
巻上速度	17m/min (60Hz)
操作方式	無線操作, ペンダントスイッチ操作
安全装置	過負荷防止装置, 過巻停止装置 ジブ上下限停止装置, 旋回制限装置

①吊り能力

主な吊り荷は、足場材、解体用工具であるので、作業上の必要最小限の吊り能力として300kgと設定した。吊り能力は巻上げ用ウインチの大きさにも関係するので、軽量化のためには吊り能力を小さくする必要がある。

②ブーム長さ



図-2 小型クレーン

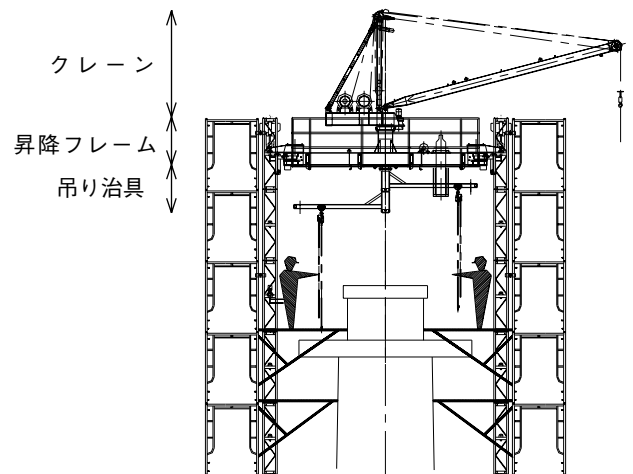


図-3 小型クレーン設置状況図

外周足場の外側に荷を吊る作業のためブームの長さは、5.5mと設定した。

③揚程

高さ60mの煙突の解体を対象とするため、揚程を75mと設定した。

(2) 昇降フレーム部

①フレームサイズの設定

高さ60m程度の煙突の地上部の外径は、直径4m程度が多く、この外周足場内側に収まるクレーンのフレームの大きさを設定した。

②搭載機器

フレームにのせる解体用の工具(ブレーカ、ガスボンベなど)についても解体作業内容を検討し台数を設定した。ガスボンベは1組搭載可能とし、ブレーカ用のコンプレッサは、重量的に配慮して地上設置とした。

(3) 吊り治具

煙突の解体は作業員がクレーン下で行うが、回転可能な長さ1.7mのアーム(H鋼)に125kg吊りのチェーン

ブロックをクレーン下に取り付け、解体に使うブレーカの荷重（1台約35kg）を支える。これにより作業員の負担を低減し、作業の効率化を図った。

(4) 本体重量

本体重量は、定格荷重を含めて4.0t程度となり本体重量の垂直荷重の保持については、4本の専用のマストで行うこととした。

4-2 クライミング装置、水平移動

(1) クライミング

クライミングには、電動チェーンブロック2t吊り4台を使用し、クレーン操作用のペンダントスイッチで4台を同時に動作させることができる。上昇（下降）は、図-4のように2段分が一回のサイクルとなる。下降（逆クライミング）は、上昇とは逆の手順により行う。

(2) 水平移動

水平移動は、8本のマスト頂部間に水平レールを設置する。本体に水平移動用アームを取り付け、片側からレバーブロックを用い手で移動する。（図-5）

4-3 作業用足場

(1) 荷重

煙突外周足場は、汎用の枠組み足場を使用するが、高さが60mの足場となるので、法的な規制を十分調査した上で、足場材の自重と作業荷重（人と材料）の合計が足場材の許容荷重以内に収まることを確認した。

また、小型クレーンの垂直荷重に関しては、4本の専用マストで保持するため足場には影響を及ぼさないが、クレーン動作時や台風・大地震時に想定される水平荷重（横揺れ）に対しては、外周足場と専用マストを固定し保持する。

(2) 壁つなぎ

労働安全衛生規則では、枠組み足場の壁つなぎは、9m間隔となっている。壁つなぎにより、足場の全体座屈を防ぐ。

通常は躯体側に埋込アンカー等で壁つなぎをとるが、老朽化した煙突であるのでアンカーは埋め込まず、煙突に全周から「壁あて」する方法により水平荷重対策とする。さらに、「壁あて」だけでは、鉛直荷重による外側への湾曲には無力であるので、対面の足場から単管で固定する、という形で対策とした。

§ 5. 適用実績

本工法を採用し煙突解体を行った最初の現場である、横浜支店富士吉田出張所（山梨県富士吉田市）での実績を報告する。

5-1 工事概要

当該工事は、山梨県富士吉田市の一般廃棄物焼却施設

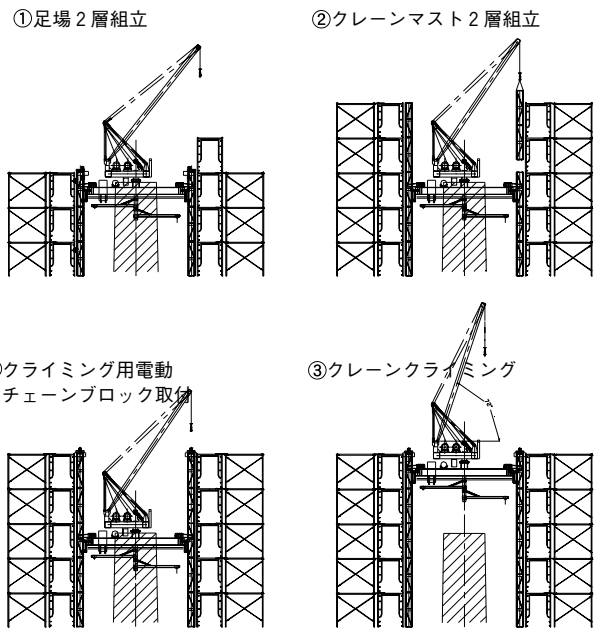


図-4 クライミング概念図

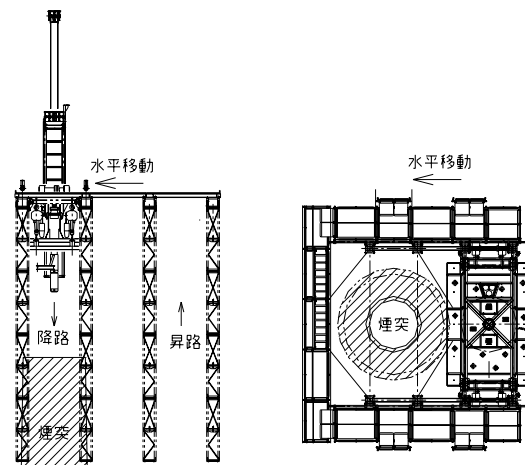


図-5 水平移動概念図



図-5 専用マストと壁あて（左側が煙突躯体）

の解体工事である。表-2に工事概要、表-3に解体するプラント要目を示す。

表-2 工事概要

工事名称	富士吉田市環境美化センター第1工場解体工事
発注者	川崎重工業株式会社
工期	平成15年1月8日～平成15年7月25日

表-3 プラント要目

稼働開始	1986年12月
炉数及び焼却能力	45t/16H 焼却炉×2基
給塵方式	ビット・アンド・クレーン方式
灰出方式	フライトコンベア→灰出しパンカ
通風方式	平衡通風 煙突高さ59m、頂上口径φ1.2m
除塵方式	マルチサイクロン及び電気集塵装置
建屋	鉄筋コンクリート、鉄骨造 地下1階、地上3階延べ面積1,885m ²

5-2 施工状況

当該工事では、工期の兼ね合いもあり、移動式クレーンにて足場組立を先行して行った。小型クレーンの設置は足場組立完了後、煙突北東側に作業スペースを設け大型クレーンを設置して行った。

(1) 足場組立

煙突の外周足場37段(1段高さ約1.7m)と小型クレーンの専用マストの組立を行い、材料の荷揚げには、初めは25tラフタークレーンを使用し、足場が高くなるに従いクレーンを順次入れ換え、最終的には100tトラッククレーンを使用した。

(2) 煙突クレーン搬入、組立、設置

小型クレーンは、10t車2台で搬入し組立て、160tトラッククレーンを使用し煙突頂部に据え付けた。

(3) 煙突解体作業、逆クライミング状況

煙突解体のうちコンクリートはつり作業はブレーカで行い、鉄筋はガス切断により溶断した。ブレーカは、35kg/台あるので、吊り治具から吊り下げ、作業者の負担を低減した。

ブレーカには、地上に設置したエンジンコンプレッサからホースで給気を行った。足場2段分の解体終了後、解体作業床となる内部足場の盛り替えを行い、小型クレーンの逆クライミングを行った。



図-6 施工状況

(4) 撤去

小型クレーンは本体下降(逆クライミング)を計12回行い、GL18mまでクレーンが到達したところで25tラフタークレーンにより撤去、搬出した。また、同時に足場も撤去した。

以降の煙突解体は、解体用アタッチメントをつけたロングアームのバックホウにより、地上から解体した。

(5) 工程

解体作業はGL.59mの頂上からGL.18mまで約5週で解体した。図-7に示す通り、本体下降(逆クライミング)→はつりのサイクルを12回おこなった。

はつりは、工事開始当初の煙突頂部では、コンクリート厚も薄く、1日で施工できたが、下に行くほどコンクリート厚と鉄筋径が大きくなっていくので、2~3日間かかるようになった。

5-3 内部コンクリート断面欠損

煙突解体に先立つ煙突内部耐火レンガ除去作業をゴンドラにて行っていた際にGL.40m付近の煙突内側コンクリートが大規模に剥落し鉄筋が露出しているのが発見された。

(1) 劣化の状況

剥離はGL.40m~35m間の、ほぼ全周にわたっていた。鉄筋が脱落していてコンクリート厚が半分近くにまでなっているところもあった。

これは、コンクリートが熱により爆裂したものと思わ

	5月											6月																												
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木
躯体はつり		①			②			③			④			⑤			⑥			⑦			⑧			⑨			⑩			⑪			⑫					
本体ダウンと足場盛替え			①			②			③			④			⑤			⑥			⑦			⑧			⑨			⑩			⑪						⑫	

図-7 富士吉田出張所・煙突解体実施工程

れ、作業をいったん中止した。

(2) 判定

建築設計部はこの断面欠損により、煙突の強度に影響がでているのかを調べるため、この部分の鉄筋がすべて剥落し、壁厚が50%となっていると仮定し計算を行った。

その結果、地震荷重、風荷重に対しても煙突の断面許容値は許容以下であることが確認され、解体作業を開始することとした。

§ 6. 総括

今回の富士吉田市での施工では、煙突外周足場を先行して組みあげてから小型クレーンを設置する形となったため、工法前半の足場構築作業と煙突頂部での水平移動は行っていない。

工事を行った煙突解体と足場解体の評価を以下に示す。

- ① 煙突解体作業は、煙突解体（はつり）～足場撤去～クレーンの逆クライミングと一連の作業サイクルで効率良く作業が行うことができた。
- ② 設置時以外は大型クレーンを使用せず、機械費の削減に繋がった。
- ③ クレーンでの揚重作業が制約なく常時行えること、また、解体用ブレーカの吊り治具の使い勝手良かったことから作業の効率化が図れた。

- ④ 小型クレーンは足場上で操作でき、大型クレーン使用に比べて安全性が非常に高かった。
- ⑤ コンクリート爆裂による煙突の断面欠損があったが、この工法は煙突自体に荷重をかけないため工事が継続できた。

§ 7. おわりに

焼却施設の解体が工事案件として全国で発生しているが、施設ごとに煙突の立地や形状等の条件に様々な違いがある。今回開発した工法の特徴は、大型クレーン不必要ということであり、それぞれの施設で条件を検討の上、本工法採用の利点を提案していきたいと考える。

また、小型クレーンを煙突解体だけでなく、他の用途にも適用することも検討している。例えば、マンションやビルの壁面リニューアル工事などである。

なお、本工法の開発は、北川鉄工所(株)とシンニッタン(株)との共同開発である。

最後に、本工法の現場採用にあたりご協力をいただいた関係者各位に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 炉解体環境対策研究会：焼却炉解体実務ハンドブック，2003
- 2) 厚生労働省労働基準局化学物質調査課編：廃棄物焼却施設解体作業マニュアル，2001