

# 41. ジャッキダウン式環境配慮型ビル解体工法の 100m を超える 超高層ビルへの適用

鹿島建設株式会社

機械部

水谷 亮

東京建築支店

藤澤 武志

東京建築支店

○ 大橋 正音

## 1. はじめに

ビル解体工事における環境配慮は特に市街地では重要な課題である。鹿島カットアンドダウン工法（以下 本工法という）はいわゆる「だるま落とし」のようにビルを下から解体する工法で、「建物外観を保持」「地上レベルで解体」「一定場所での繰り返し作業」という特長により、多くの環境配慮の効果を有する。

2008年に本工法の実用化を行ったが、今回、千代田区大手町の超高層ビル群に位置する「りそな・マルハビル」（高さ約 108m）の解体工事に適用した。立地条件と超高層ビルへの適用拡大という条件より環境性能の向上、短工期化などが求められた。

そこで、本工法の特長である環境配慮の効果に新たな環境技術を組み合わせてブラッシュアップし、環境性能の向上を図った。騒音や粉塵の飛散の抑制、CO<sub>2</sub>発生量の抑制を狙った設備の設置や新たな環境配慮技術である、アクティブノイズコントロールや帯電ミストなどの導入により、良好な結果を得た。

また、短工期化のためにシステム性能の向上を行い、3日で1フロア解体という工程で、108mの地上躯体解体を約3か月で行った。

本報では、これらの内容について述べる。



写真-1 りそな・マルハビル解体工事全景

## 2. 工法概要

従来のビル解体工法は建物の上部から順次解体していく方法が一般的だが、本工法は「だるま落とし」のようにビルを下から解体する工法である。

地上レベルで各柱の柱脚部を切断して油圧ジャ

ッキに置き換え、鉄骨柱の切断と建物のジャッキダウンを順次繰り返して建物を降下させる。ジャッキダウンにより地上近くまで降下した下層部を重機により解体する。全ての作業は地上付近で行われ、ビルの外観をそのままに保ったまま解体できることなどから、特に近隣環境に優しいという特長を持つ。また、施工中の耐震安全性はコアウォールと荷重伝達機構で常時確保する。

## 3. システムの性能向上

環境性能向上、短工期化や安全性向上などを図り、超高層ビルへの適用拡大を行った。

環境面配慮においては、準備作業から躯体解体の全ての工程で、粉塵・騒音・振動・CO<sub>2</sub>排出量の抑制性能を向上、近隣環境、作業環境、地球環境への配慮を行った。

短工期化においては、高さ約 108m の S 造、総重量は約 27,000t のビルを、3日で1フロアという従来工法の約 2 倍のスピードで解体するためにシステム性能の向上を図った。

表-1 に性能向上の内容を一覧で示す。

表-1 性能向上一覧

項目	内容
環境性能の向上	・ 粉塵, 騒音, 振動, CO <sub>2</sub> : 事前評価, 対策
短工期化	・ 6日/フロア → 3日/フロア
ジャッキシステムの性能向上	・ ジャッキ大型化 (800t → 1500t) ・ ジャッキダウン制御の見直し (よりスムーズに) ・ 操作インターロック, 断線検知等の組み込み
耐震機構の合理化	・ 荷重伝達梁の簡素化, 一体化 ・ 建物位置修正機能の組み込み

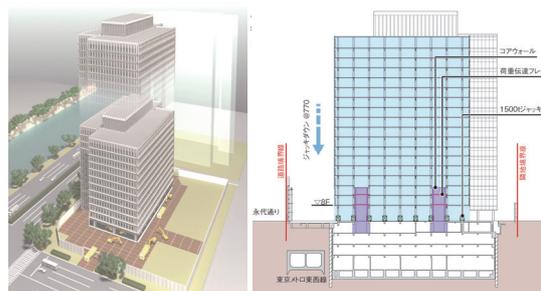


図-1 適用建物パース・断面図

## 4. 各種環境対策について

### 4.1 粉塵飛散量の抑制

#### 4.1.1 飛散量の評価と抑制対策

工事場所は超高層ビル群の中に位置しており、ビル風による粉塵の飛散が懸念されていた。そこで、近隣建物を忠実にモデリングした気流シミュレーションを用いて、精度の高い粉塵飛散評価を行った。シミュレーション結果に基づき、地上の仮囲い形状を最適化することで、最大49%の粉塵飛散量低減効果があることを事前に確認した(図-2)。

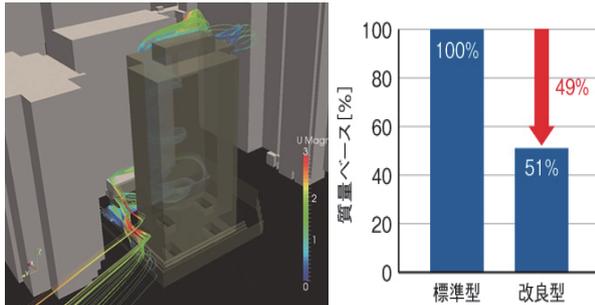


図-2 気流シミュレーションによる粉塵飛散評価

解体工事中の粉塵濃度を測定した結果、敷地境界の粉塵濃度は  $0.03 \sim 0.05 \text{ mg/m}^3$  となり、大気中の浮遊粒子状物質 (SPM) の濃度<sup>\*</sup>( $=0.04 \text{ mg/m}^3$ ) とほぼ一致する結果となった。

<sup>\*</sup>環境省大気汚染物質広域監視システム

千代田区 国設北の丸測定局 2010年1月平均

#### 4.1.2 帯電ミストの試験導入

工事現場内の粉塵飛散防止対策として新たに開発した帯電ミスト(マイクロECミスト)を試験的に導入し、粉塵飛散量の低減を図った。マイクロECミストは、マイナス帯電させたミストによる粉塵吸着技術である。静電気の力により、これまで難しいとされてきた浮遊粉塵を洗い落とす事が可能になり、通常のみスト散水と比較して2倍以上の洗い落とし性能を有している。



写真-2 マイクロECミスト適用状況

マイクロECミストに用いる水の使用実績は  $100 \text{ /min}$  であり、通常の散水時の使用量と比較して  $1/12$  という少ない水量で同等の粉塵吸着効果があることを確認した。

### 4.2 騒音・振動の抑制

#### 4.2.1 騒音伝搬の評価

高層建物の多い都市部での解体工事は近隣建物上階への騒音を抑制することが課題の1つである。本工法は仮囲いの高さより下のレベルで全ての作業が行われることに加え、解体用重機は躯体の直下で作業を行うため上方向への騒音の伝搬を防ぐことができる特長がある。

騒音伝搬予測プログラムによるシミュレーションを行い、建物低層部の周囲のみに遮蔽対策を施すことで工事現場全体の防音対策ができることを確認した。シミュレーション結果に基づき、外周の防音仮囲いの高さを最適化し、敷地境界線上に6.8~13.2mの防音パネルを設置した。

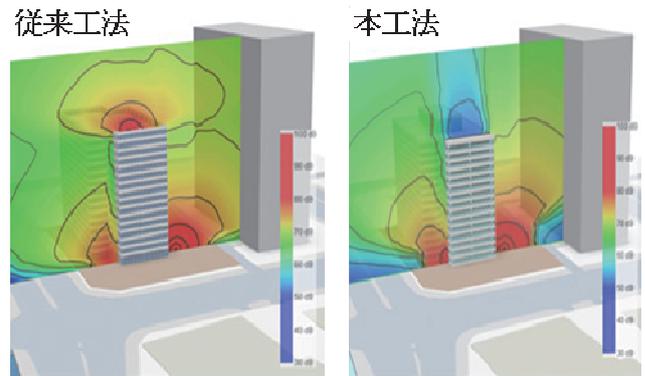


図-3 騒音伝搬予測シミュレーション結果

工事中の騒音測定結果より、隣接するビルの高さ100m地点における騒音は、建物上部で解体騒音が発生する従来工法より最大で35dB低減できることを確認した。また、屋上の周囲に仮設の防音パネルなどを設置した場合と比べても10dB程度低減していることが確認できた。



写真-3 仮囲い設置状況

#### 4.2.2 アクティブノイズコントロールの導入

作業時の解体用重機から生じる騒音への対策として、解体用重機の排気口周りに「アクティブノイズコントロール(以下ANC)装置」を装着した。ANC装置は騒音に対して逆位相音を発生させることで低周波音域(63Hz, 125Hz)の騒音を低減させるものである。



写真-4 ANC装置の装着状況

騒音低減実績としては、聴覚的に不快感を与える低周波を10dB程度低減できることを確認した。

#### 4.3 CO<sub>2</sub>発生量の低減

解体工事における施工中のCO<sub>2</sub>発生要因としては重機燃料消費により発生するもの、電力消費に由来するもの、躯体解体時の溶断によるものに大別される。

本工法の採用により従来工法比で17.8%（全体）のCO<sub>2</sub>発生量の低減効果を得た。特に重機燃料消費によるCO<sub>2</sub>削減量は21.0%となった。地上レベルで解体用重機が作業するため重機の大型化が可能になり、台数の削減や作業時間の低減による効果が得られた。

また、溶断作業によるCO<sub>2</sub>削減量は58.3%となった。同じ場所で同じ作業を繰り返すことによる作業員の習熟効果、作業効率向上に加え、自動切断によってガス使用量のバラつきが減ったことが主な要因である。

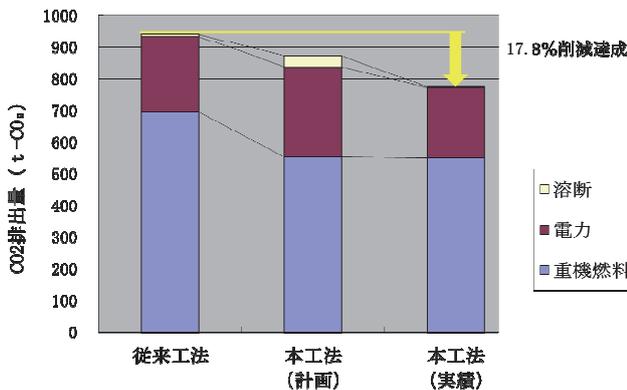


図-4 CO<sub>2</sub>発生量低減実績

### 5. 工法比較と効果（評価）

#### 5.1 解体用設備の比較

従来工法と本工法の解体設備の比較を表-2に示す。従来のビル解体工法は、最上階に解体用重機を揚重して上部から順次解体していく方法（従来工法1）が一般的だが、高層ビルの解体では、タワークレーンなどの揚重機を設置して、建設時とほぼ逆の手順で上部の部材を地上に降ろしていく方法（従来工法2）が採られている。

表-2 解体用設備の比較

項目	従来工法1	従来工法2	鹿島 カットアンドダウン工法
解体用機械	屋上解体用重機 地上解体用重機	タワークレーン 地上解体用重機	地上油圧ジャッキ 地上解体用重機
外部足場	全面総足場	せり下げ式足場	無し
支保工	強力サポート	簡易サポート	無し
躯体補強	無し	T/C受躯体補強	コアウォール
解体方法	上部で解体 仮設開口より投下	T/Cで解体材荷降し 下部で重機による粉砕	下部のみで解体
解体階	高所・開放	高所・開放	低所・上部閉鎖

従来工法1は中層ビル解体の一般的な工法で、総足場と防音パネルで建物全体を覆ったうえで、大型移動式クレーンで解体用重機を建物屋上に揚重、解体材は全フロアに設けた開口から建物下部に投下し、下部で分別や搬出を行う。解体用重機が乗る床を支えるためにサポートを設置するのが一般的で、順次これらの重機や設備を下層階に盛り替えながら解体していく。

従来工法2は、総足場が難しくなる高層ビルの解体に使用する工法である。タワークレーンなどの揚重機を建物上部に設置し、これを使ってせり下げ式の防音外周足場や解体用設備・機器を外部揚重して、建物屋上部に設置する。解体用機器を使って建物を上部から解体し、揚重機で地上部に吊り降ろす。下部では吊り降ろしてきた解体材の小割や分別、搬出を行う。

一方、本工法は最下階を解体して建物全体をそのまま降ろしていくため、建物上部に手を加える必要が無く、上部の外周養生や解体用機器、サポートなども一切不要である。従来工法が高所・開放型かつ上下2か所の解体作業場所を必要とするのに対し、本工法では低所・上部閉鎖型であり、解体作業場所は重機が動きやすい地上部の1か所のみである。

低所かつ上部が閉鎖された地上のみで解体作業を行えるという特長が、作業効率向上に加えて環境配慮に対する多くの効果も生み出す要因になっている。

#### 5.2 本工法の環境配慮の効果

##### ①建物上部をそのままにして解体する効果

従来工法は解体作業場所が上下2か所となるため各々で騒音・振動・粉塵が発生し、上部にも仮設の防音パネルを設置するなど近接ビルへの影響を抑制する設備が必要になる。また、高所での解体作業で発生する粉塵は遠くまで飛散しやすい。

一方、本工法は全工事期間を通じて上層部の作業は無く、騒音・振動や粉塵が発生しないため、新たな仮設設備を必要としない。

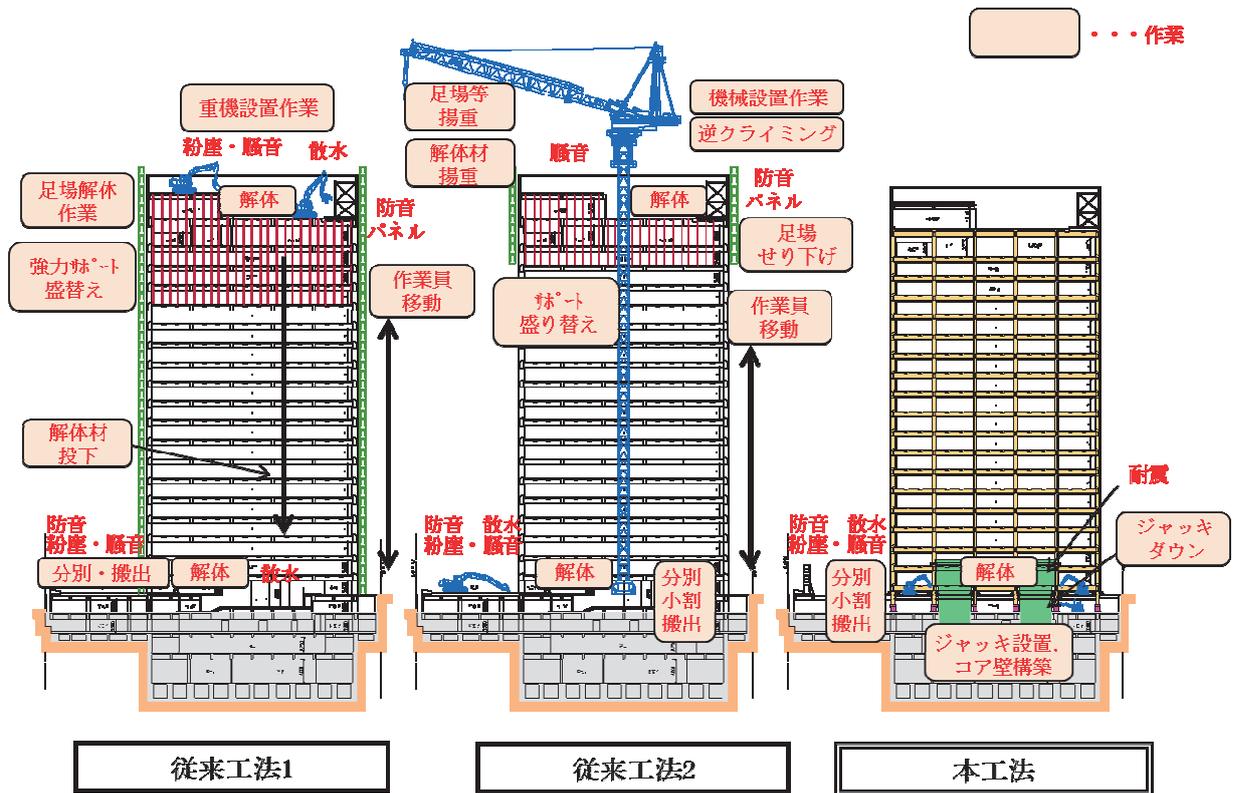


図-5 各解体工法の安全・環境の要因

上部が完全に閉鎖されているため解体材が雨に濡れず、良好な状態で回収・搬出できるためリサイクル率が向上する効果もある。また、建物を解体していること自体に気付かないほど景観にも調和して高所解体による不安感を引き起こさないことや、屋上設備やゴンドラ、ペントハウスなどの手間の掛かる屋上階の解体を地上で安全に効率よく行えるのも大きなメリットである。

## ②地上の一定場所のみで解体できる効果

従来工法は準備作業としてタワークレーンや外周養生、サポートなどの設置工事や重機など解体機器を高所で外部揚重する作業が生じる。また、建物解体時にはこれらの設備を順次下層階に盛り替えていく作業も発生する。さらには、上部への解体設備を揚重するエネルギーも必要である。

本工法は解体場所の上部が躯体で覆われているため、建物低層部の外周への対策のみでほぼ全面の環境対策ができる。地上付近は上空と比べて風も弱く、仮囲いの最適化などで粉塵の飛散を抑制し、作業環境と近隣環境の保全を両立しやすい。

また、建物全体が順次下りて安定した地上だけの繰り返し作業となる。内装材も地上近くで順次搬出できるため、作業員の上下移動や荷卸しの手間が省け、効率的に解体作業を進められることによるCO<sub>2</sub>発生量削減の効果がある。

表-3 本工法の効果

項目	従来工法	本工法
騒音振動	<ul style="list-style-type: none"> <li>上部、下部に、ブレーカや重機排気音など、騒音発生源あり、対策が必要</li> <li>解体時には外周防音養生が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>上部に騒音発生源なし、特に近隣オフィスビルへの影響が少ない</li> <li>地上の仮囲いのみで対策が可能</li> <li>±重機排気音低周波にANC試行(発生源対策)</li> </ul>
粉塵	<ul style="list-style-type: none"> <li>上部または下部でスラブ解体に伴う粉塵発生源あり</li> <li>上部での粉塵は遠くまで飛散しやすく、十分な散水作業が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>粉塵発生源が風速の弱い下部のみに集約され、遠くまで飛びにくい</li> <li>飛散対策が地上の一部で済む</li> <li>粉塵飛散を抑制し、作業環境と近隣環境を両立+E.Cミストによる沈降促進を試行(発生源対策)</li> </ul>
CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業に伴う上下移動が多数あり</li> <li>解体設備設置などに伴う揚重エネルギーが必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>効率的な解体でCO<sub>2</sub>発生量削減</li> <li>地上のみで設置工事が完了</li> <li>解体材が濡れず、リサイクル率向上</li> </ul>
安全	<ul style="list-style-type: none"> <li>建物上部への揚重機や足場設置作業に留意が必要</li> <li>解体材の揚重作業あり、飛来落下対策が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建機設備を含め、工事全期間を通じて揚重機や外周足場設置などの上部作業無し</li> <li>解体材揚重による飛来・落下の危険が無い</li> <li>コア壁、ジャッキにより耐震性確保</li> </ul>
景観安心感	<ul style="list-style-type: none"> <li>高所での解体工事という正産感を無くす工夫が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>景観に調和し、不安感抑制(解体していること自体に気づかない)</li> </ul>

## 6. おわりに

今回、鹿島カットアンドダウン工法に新たな環境技術を組み合わせることでブラッシュアップし、超高層ビル「りそな・マルハビル」の解体に適用、粉塵の抑制やCO<sub>2</sub>削減量17.8%、騒音低減量最大35dBという良好な環境配慮の効果を得た。また、100mを超える超高層ビルの地上躯体を約3か月で解体するという短工期の実績も得ることができた。

また、今回導入したANCや帯電ミストなど新たな環境配慮技術は一般工事への展開をしていき、さらなる環境配慮を図っていきたいと考える。