

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

## 鹿島カットアンドダウン工法

松石佳久・大橋正音・水谷 亮

市街地のビル解体工事では特に環境配慮が重要な課題である。鹿島カットアンドダウン工法（以下 本工法という）は「だるま落とし」のようにビル外観をそのままにして、建物下部から解体する環境配慮型工法である。本工法は2008年に実用化され、上部が閉鎖したままで解体作業が地上部のみで行われることによる環境配慮の効果が実証された。今回、100 m を超える超高層ビルへの適用拡大を行い、システムの見直し等により従来工法の約2倍のスピードで解体を進捗させ、短工期解体の実績を得た。また、新たな環境技術を組み合わせてブラッシュアップし、粉塵抑制や騒音低減、CO<sub>2</sub>削減の環境配慮の性能を向上させることができた。本稿では今回得られた効果、実績と本工法の特長を紹介する。

キーワード：解体工法，超高層建物，油圧機器，粉塵，騒音，振動，CO<sub>2</sub>

### 1. はじめに

昨今、高度経済成長期に建設されたビルの建て替えニーズが高まり、市街地でのビル解体工事が増加し、高層、超高層ビルの解体も行われるようになってきている。特に市街地では多くの高層ビルが林立しており、解体工事の際に配慮すべき範囲は、地上付近のみならず隣接高層ビルの居住者・勤務者がいる地上100 m を超える高層部にまで広がっている。

本工法は、いわゆる「だるま落とし」のようにビルを最下階から順次解体する工法で、ビルは外観をそのままにして解体される（写真一1）。解体作業は全て地上付近で行われるため、準備段階から解体終了まで高層部の環境や安全性を確保しやすい。2008年に本

工法の実用化を行ったが、超高層ビルへの適用拡大にあたり、短工期化、ジャッキシステムの見直し、耐震機構の合理化などを行った。また、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、環境配慮の性能を向上させた。

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108 m）の解体工事に適用し、短工期化のためにシステムの改良を行い、108 m の地上躯体解体を約3か月で行った。また、環境性能に関しては粉塵や騒音の飛散の抑制、CO<sub>2</sub>発生量の抑制を狙った設備の採用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。



写真一1 本工法による解体工事中の外観

## 2. 工法概要

本工法では上部躯体や外装をそのままにして、下層階から順次解体する。地上レベルで各鉄骨柱の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、ビルの外観を保ったまま解体できることから、下層階のみに遮蔽対策を施すことで現場全体の騒音や粉塵の飛散を防止できるという特長を持つ。また、施工中の耐震安全性はコアウォールと荷重伝達フレームで常時確保する。

## 3. 各種解体工法の比較

従来工法と本工法の比較として、粉塵、騒音、振動の発生源となり得る解体作業の分布を図-1に示す。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する。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。解体用重機が載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下させるため、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・開放型で、上下2か所の解体作業場所を必要とするのに対し、本工法は低所・上部閉鎖型で、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。

本工法の低所・上部閉鎖型という特長が、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。

## 4. 超高層ビルへの適用

今回、本工法を適用した「りそな・マルハビル」の建物概要は以下の通りである。100 mを超える超高層ビルに初めて本工法を適用した。超高層ビルへの適用拡大に伴い、実施したシステムの計画、改良について紹介する。

### りそな・マルハビル建物概要

場所：東京都千代田区大手町 1-1-2  
階数：地上 24 階、地下 4 階

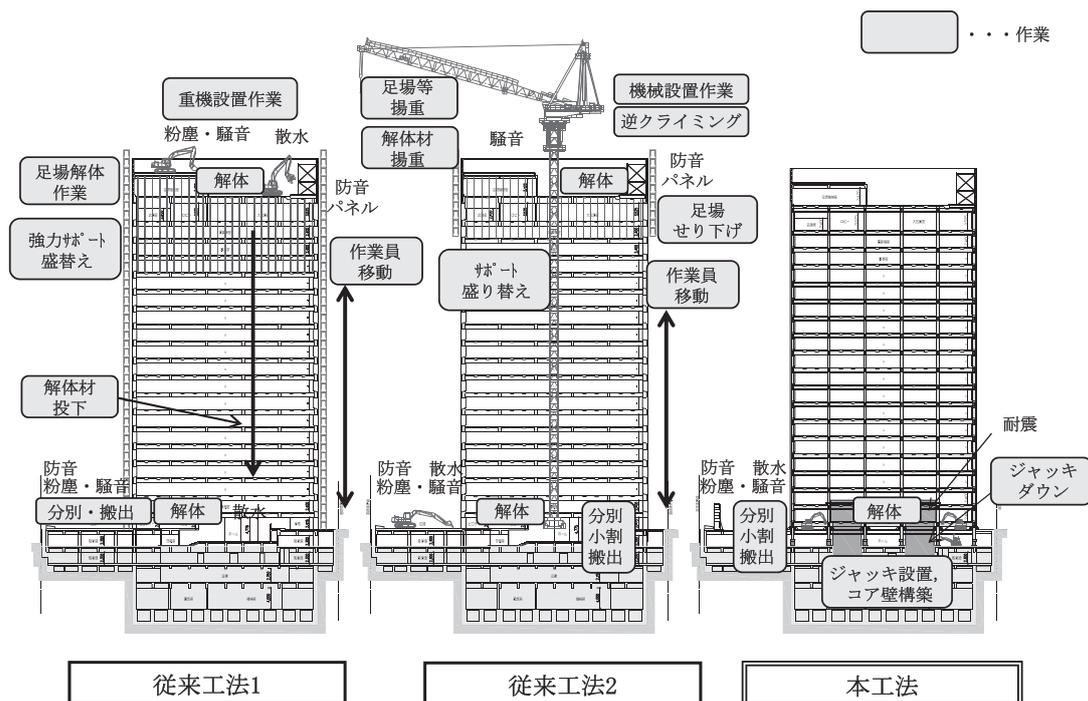


図-1 各解体工法の作業分布

構造：地上S造，地下SRC造  
 最高高さ：107.95 m  
 建物重量：約 27,000 t  
 柱本数：40本

(1) システム配置計画 (図-2)

40本の柱直下に15,000 kN ジャッキを設置し，コアウォールはバランスよく4か所に構築した。荷重伝達フレームを介して建物の地震時の水平力を基礎へ伝達する。荷重伝達フレームとコアウォールはスライド式に嵌合しており，解体工事の全期間を通じて，常に伝達性能を確保している (図-3)。ジャッキダウンを毎日少しずつ行い，3日で1フロア分の躯体を降下させる。

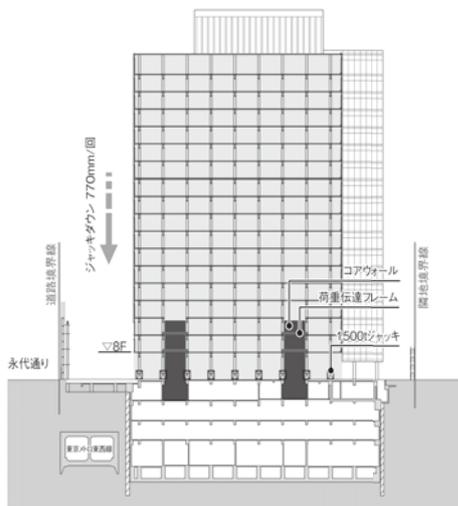


図-2 システム配置計画

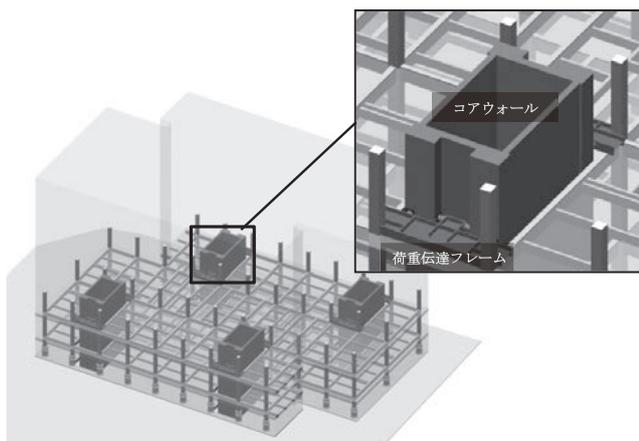


図-3 コアウォール・荷重伝達フレーム

(2) システムの改良

超高層ビルへの適用拡大に向けて，システムの改良を行うとともに，環境性能の向上を図った。表-1に主な改良内容を示す。

短工期化において，高さ約 108 m，約 27,000 t のビ

表-1 主なシステム改良項目

項目	内容
ジャッキシステムの性能向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ジャッキ大型化 (800 t → 1,500 t)</li> <li>・ジャッキダウン制御の見直し (よりスムーズに)</li> <li>・操作インターロック，断線検知等の組み込み</li> </ul>
短工期化	・6日/フロア → 3日/フロア
環境性能の向上	・粉塵，騒音，振動，CO <sub>2</sub> 事前評価，対策
耐震機構の合理化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・荷重伝達フレームの簡素化，一体化</li> <li>・建物位置修正機能の組み込み</li> </ul>

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，ジャッキシステムの改良を行った。

環境配慮においては，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> 排出量の抑制し，近隣環境，作業環境への配慮を行った。

(3) ジャッキシステムの改良

各施工ステップ，各支持状態での動解析結果を基に15,000 kN ジャッキを新規に開発した。写真-2はジャッキ性能評価試験の状況である。性能評価試験は実際に使用するジャッキを用い，耐荷重試験や地震時の水平力に対する保持能力，伸縮動作及びジャッキシステムの改良点について事前に確認した。



写真-2 ジャッキ性能評価試験

ジャッキシステムの改良点は以下の通りである。

① ジャッキ同調性能の改良

制御アルゴリズムや油圧回路・機器を改良し，ジャッキの制御性能を向上

② 操作インターフェースの改良

操作の簡略化を行い，ヒューマンエラー防止や連続作業のスピードアップ

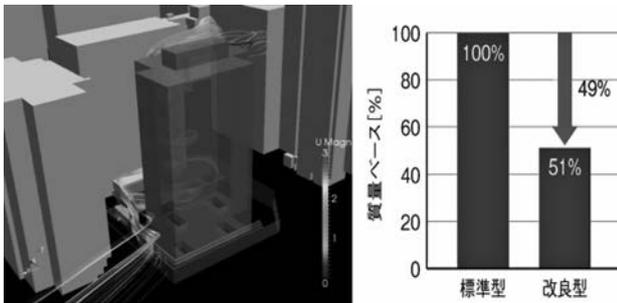
- ③フェイルセーフ，フールプルーフ  
各種のインターロックやシステム故障時の機能を強化し，信頼性，安全性を向上

## 5. 環境性能，環境対策と評価

### (1) 粉塵飛散量の抑制

#### (a) 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，高精度の粉塵飛散評価を行った。シミュレーション結果に基づき，地上の仮囲いの形状及び高さをも最適化し，敷地境界線上に6.8～13.2mの遮断壁を設置することで，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—4**，**写真—3**）。



図—4 気流シミュレーションによる粉塵飛散評価



写真—3 仮囲い設置状況

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0.03～0.05 mg/m<sup>3</sup>となり，解体工事着手前の浮遊粒子状物質（SPM）の濃度\*（= 0.04 mg/m<sup>3</sup>）とほぼ一致する結果となった。

※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

#### (b) 帯電ミスト

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（**写真—4**）。マイクロ EC ミストは，

帯電させたミストによる粉塵吸着技術で，これまで難しいとされてきた浮遊粉塵を効果的に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。マイクロ EC ミストに用いた水の使用実績は10 l/minで，通常のみスト散水時の使用量と比較して1/12という少ない水量で粉塵吸着の効果が得られる。



写真—4 マイクロ EC ミスト適用状況

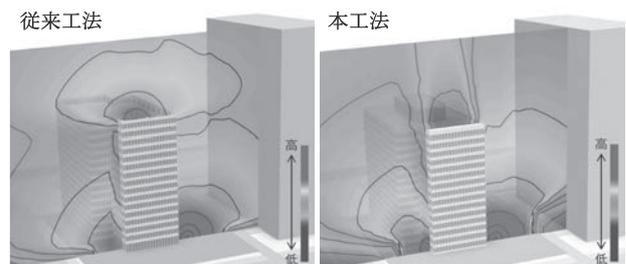
### (2) 騒音・振動の抑制

#### (a) 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ため，屋上部での騒音発生源がなく，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（**図—5**）。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も最適化した。

工事中の騒音測定結果より，隣接するビル内の勤務者，居住者がいる高さ100m地点における騒音は，建物上部で解体する場合に比べて35 dB低減できることを確認した。屋上の周囲に仮設の防音パネルを設置した場合と比べても10 dB程度の低減効果である。



図—5 騒音伝搬予測シミュレーション結果

#### (b) アクティブノイズコントロール

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開発した「アクティブノイズコントロール（以下 ANC）装置」を装着した（写真—5）。ANC 装置は騒音に対して逆位相音を発生させることで騒音を低減させる。聴覚的に不快感を与える低周波を 10 dB 程度低減できることを確認した。



写真—5 ANC 装置の装着状況

(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（図—6）。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でき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ができたことが要因である。

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。

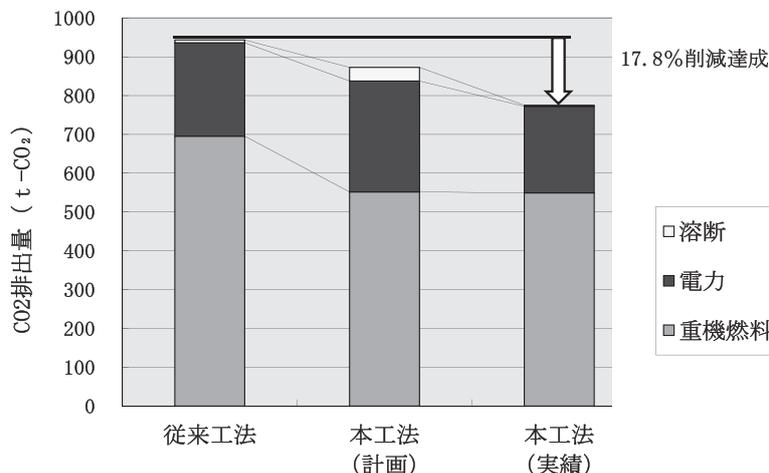
6. 本工法の環境配慮効果のまとめ（表—2）

(1) 建物上部をそのまま解体する効果

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高層部の作業は無く、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。上部が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

表—2 本工法の環境配慮効果

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>解体際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</li> <li>+ EC 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>準備段階を含め、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圧迫感を無くす工夫が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>景観に調和、不安感抑制（解体していること自体に気づかない）</li> </ul>



図—6 CO<sub>2</sub> 発生量低減実績

取・搬出でき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に気付かないほど景観にも調和し、高所解体による不安感を引き起こさないことが大きなメリットである。

### (2) 建物下部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、設置する作業が生じる。本工法は上部での解体設備の設置作業や、解体中の作業員の上下移動や荷卸しの手間が省け、安全性やCO<sub>2</sub>の削減が図れる。また、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粉塵、騒音の抑制ができる。

### (3) 繰り返し作業による効果

本工法では地上だけでの繰り返し作業となり、内装材も地上近くで順次搬出できるため、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。

### (4) 短工期化による効果

従来工法による躯体解体工程の約2倍のスピードで本工法は解体できることから、作業時間の短縮による騒音発生時間が低減でき、近隣環境への配慮が可能となる。また、重機燃料消費の抑制ができることによるCO<sub>2</sub>発生量の低減ができ、地球環境への効果もある。

## 7. おわりに

今回、本工法「鹿島カットアンドダウン工法」の超高層ビルへの適用拡大にあたりシステム性能の改良を行い、また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、100mを超える超高層ビル「りそな・マルハビル」の解体に適用した。その結果、従来工法の約2倍のスピードである1フロア3日サイクルで解体を進捗させ、地上躯体を約3か月で解体するという短工期の実績を得ることができた。また、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。

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。

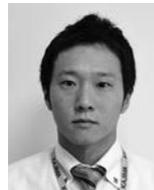
JCMA

【筆者紹介】

松石 佳久 (まついし よしひさ)  
鹿島建設㈱  
東京建築支店 機材部  
次長



大橋 正音 (おおはし まさね)  
鹿島建設㈱  
東京建築支店 機材部



水谷 亮 (みずたに りょう)  
鹿島建設㈱  
機械部 技術4グループ  
グループ長

