

# 高層ビル解体工法について

(一財)建築コスト管理システム研究所・新技術調査検討会

## 1 はじめに

1960年代後半、都心での土地の有効利用として高層ビルの建設ラッシュが始まった。以来約40年が経過し、耐震安全性、設備の老朽化、IT化への対応など、こうした建物はリニューアルまたは建替えの判断時期を迎えようとしている。建替え工事には必ず解体工事が必要で、高層ビルの場合は、環境面・安全面に細心の注意が必要となる。

今回は、高層ビル解体への需要増加が予想される中、ゼネコン各社が取り組んでいる高層ビル解体の最新技術について報告する。

## 2 高層ビルの解体需要

1968年の震が関ビル完成以来、国内には高さ100m以上の高層ビルが700棟以上建設されており、その内、およそ100棟が築20年を超えている。国内の高層ビルは構造上60～100年程度もつとされているが、欧米等では30～40年で解体されるケースも少なくない。

2000年以降に国内で解体された高さ100m以上の建築物の解体事例を下表に示す。最も高い事例は、鉄塔の解体で158mの大阪タワー、ビル解体では112mのホテルソフィテル東京が最も高い。本年5月解体着工予定の旧グランドプリンスホテル赤坂は138mで、国内で最も高いビル解体となり、建設業界をはじめ、今後の高層ビル解体の幕開けのプロ

高層建築物の解体事例（高さ100m以上）

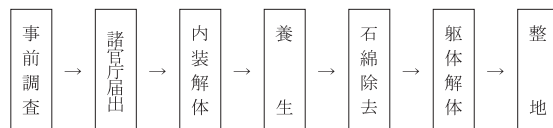
建物名称	高さ	解体着工	築年数
ホテルソフィテル東京	112m	2007年	13年
大阪タワー（電波塔）	158m	2009年	43年
大手町フィナンシャルセンター	105m	2011年	19年
旧グランドプリンスホテル赤坂	138m	2012年	29年

ジェクトとして注目を集めている。

また、高層ビルの解体は、粉塵や騒音・振動等の周辺環境への影響や、解体物の飛来落下、高所作業の安全面にも十分な対策が必要となる。ゼネコン各社は高層ビル解体の市場ニーズに対し、安全で環境に優しい解体技術の開発に取り組み始めており、順次実プロジェクトへの適用を進めている。

## 3 高層ビル解体の流れ

一般的な高層ビル解体の流れを下図に示す。解体工事は新築工事に比べ、設計図・施工図などが十分に揃っていないケースも多く、事前に十分な現地調査を行い、対象建物や敷地内外の状況を把握することが重要である。また、昨今の市街地における再開発では、30～40年前に建築された高層ビルの解体を伴う場合が多く、この時期の建物は石綿を含有する建築材料を使用したものが大半を占め、安全な石綿除去工法と合理的な躯体解体工法とを両立させることが、高層ビル解体の工期・コスト面を左右する重要な課題となっている。



一般的な高層ビル解体の流れ

## 4 躯体解体技術

### (1) 鉄筋コンクリートの解体技術

RC造建築物の躯体解体に使用されている主な解体技術を以下に示す。

#### ① 圧砕工法

重機に装着した油圧圧砕機により部材を挟んで圧縮破碎する工法。大型圧砕機は鉄筋の切断も可能で、現在最も汎用的な工法である。

#### ② ブレーカ工法

重機に装着した油圧ブレーカにより打撃破碎する工法。油圧圧碎機に比べ騒音が大きく市街地における地上部の解体ではあまり使用されていない。ハンドブレーカ工法は、部分的な解体や小規模建物の解体に多く使用されている。

### ③フラットソーイング工法

ダイヤモンドブレードを用いて道路や建物の床など、平らな面を主にエンジン式の駆動機で切断する工法。改修工事における開口部新設や目地切りなどにも使用されている。

### ④ワイヤーソーイング工法

ワイヤーソーを対象部に巻きつけ、駆動装置でエンドレスに高速回転させて切断する工法。理論的には構造物の形状に左右されることなく大断面部材の切断が可能である。コンクリートと同時に鉄筋や鉄骨も切断可能であるが、その場合は作業効率が低下する。

## (2) 鉄骨の解体技術

S造建築物の鉄骨梁・柱などの解体は、ガス溶断器を使用した手作業による解体が主流である。溶断後に部材が落下する恐れがある場合は、移動式クレーンなどによる仮吊りが必要となる。機械作業による場合は、重機の先端に鉄骨カッターを装着したものを使用する。最近は機械性能が向上し、大断面H型鋼などの切断も可能である。

## 5 高層ビル解体工法

高層ビルの解体は、基本的には前述の解体技術を組み合わせて施工される。ただし、建物高さなどの条件に応じて施工方法が異なるため、コスト・工期・安全・環境全てを考慮した最適な解体工法を採用することが重要となる。在来工法から最近開発された特殊工法を含めた高層ビル解体工法を以下に示す。

### (1) 大型重機による地上からの解体工法

大型重機を地上に設置し、地上から圧碎作業を行う汎用的な解体工法。近年、超大型ロングブームの開発が進み、高さ60mクラスの建築物まで対応が可能である。

### (2) 重機屋上設置によるフロア解体工法

中小型重機を移動式クレーンなどで屋上に吊り上

げ、屋上から順に解体する工法。解体材はダメ穴から投下するか移動式クレーンなどで吊り降ろす。建物周囲に重機設置スペースがない場合やロングブームが届かない高さの建物を解体する場合に採用される。重機は解体したコンクリートガラなどでスロープを作り、自走で下階に移動する。床強度が不足する場合は補強が必要となり、補強材として鋼製支保工や高規格流動化処理土を使用した現場打ちコンクリート柱などが使用される。

### (3) タワークレーンによるブロック解体工法

タワークレーンを設置し、屋上階から順に部材をブロック単位に切断して吊り降ろす工法。外部足場は地上から総足場を組む場合と、施工階及びその上下階にユニット足場を組む場合とがある。高層ビル解体の実用的な工法として採用例も多い。

### (4) だるま落とし式解体工法

解体建物の地上付近の柱を切断し、ジャッキを設置して躯体自重を支持し、ジャッキダウンと柱切断を繰り返して“だるま落とし”のようにビルを下から解体する工法。環境保全及び工期短縮効果は大きい。水平力の処理対策やコストダウンが進み、100mを超える高層ビル解体へ普及することが望まれる。

### (5) 上部閉鎖式解体工法

解体建物の上部に、天井クレーン等を装備した移動可能な閉鎖式の解体設備を設け、各階の解体と共に順次解体設備を降下させる工法。ブロック単位に切断した部材を建物内部からクレーンで降すため、粉塵・騒音の拡散や飛来落下リスクの低減効果が大きい。実施例はまだ少ないが、100mを超える都心部の解体工法として普及する可能性を有している。

## 6 高層ビル解体例

高層ビルの解体例として、前述の解体工法にあげた分類にそって以下の6社の例を示す。

上部閉鎖式解体工法：西松建設\*<sup>1</sup>

タワークレーンによるブロック解体工法：

大林組\*<sup>2</sup>、清水建設\*<sup>3</sup>、

だるま落とし式解体工法：鹿島建設\*<sup>4</sup>

上部閉鎖式解体工法：大成建設\*<sup>5</sup>、竹中工務店\*<sup>6</sup>

## 超高層解体工法「MOVE HAT」 (西松建設)

### 工法の概要

解体フロアに昇降式養生フレームを設置し、作業部位を覆う。上層階より順番に構造体を部位毎に切断し、ピース大に解体する。地上階に荷降し、破碎、分別する。高所での重機作業と危険作業を少なくして高層建物を解体するシステムである。



外観写真 (イメージ)

### 工法の特徴

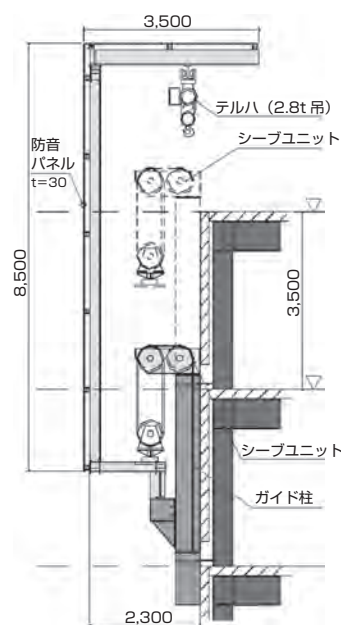
安全確保と環境保全を念頭に5つの基本方針を立て、工法を開発した。

- ①施工階を覆い、飛散や騒音を抑える。
- ②養生は地組し、昇降式機能を備える。
- ③躯体はピース大解体で投降はしない。
- ④重機の使用を削減する。
- ⑤廃棄物のリサイクル率向上を目指す。

開発に際して、(株)こあの協力を得た。

### (1) 昇降式養生フレーム

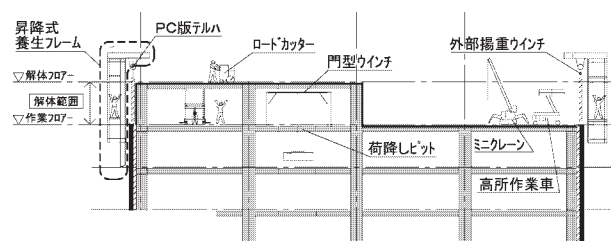
高層での外部作業を無くすため、従来の「足場+防音パネル」に代わる、養生ユニットを製作した。高さは解体建物の2.5階層をカバーする8.5m、外装はサンドイッチパネルとしている。昇降機構を有し、シーブ組込みのワイヤーをウインチ操作するものとした。地上で組立し、最上部へ上昇、設置する。フレーム上部にはテルハ (2.8t) を備え、解体作業部材の揚重を行えるようにした。



養生フレーム 断面

### (2) 解体工法

解体作業は4種類の作業のサイクル工程から構成される。各々の作業方法は「スラブ解体」は重機作業を少なくするためにロードカッター、「外装PC版撤去」は電動テルハ、「鉄骨解体」はプロパンガス切断機・フォークリフトを各々使用する。機材、部材の下降は門型フレームによる電動ウインチで行う。1フロアの解体終了後、「昇降式養生フレーム降下」を行う。



躯体解体概念図

### 適用実績

日本IBMが入居していた旧第22興和ビル (最高高さ74.8m) の解体工事でこの工法を適用し、2000年1月より着手した。都心の首都高速道路に面する立地であることから、安全を最優先とする計画策定が求められた。

工程実績としては、1フロアの解体サイクルが日勤で6日であった。廃棄物は種別毎に荷降ろしすることで、より効果的な分別処分ができた。



## QBカットオフ工法

(大林組)

### 工法の概要

躯体をワイヤーソーやロードカッターで適当な大きさに切り出して、地上レベルに降ろしてから小割りする工法。

### 工法の特長

在来工法と比べて、コンクリート破砕片の飛散の心配が無く、騒音や振動、粉塵の発生を大幅に低減させている。また、「地震時に倒壊しない解体工法」として、構造フレームの切断手順と倒壊防止対策により、解体工事中の地震に対しても安全を確保している。

#### (1) 環境配慮

解体の大部分を占める切断作業に、振動・騒音の小さい機械を使用しており、建物最上階にて圧砕用重機を使わないため、振動はほとんど無くなり、騒音エネルギー総量は在来工法に比べて約4分の1とすることができる。また、定置式で電動駆動であるタワークレーンを使用することにより、軽油を使用する圧砕用重機に比べて、CO<sub>2</sub>の排出量を約4割削減することが出来る。

#### (2) 高い汎用性

タワークレーン・大型貨物リフト・自動降下式連層足場という仮設設備の組み合わせにより、あらゆる施工条件（構造・形状・立地条件・用途）にも適用できる高い汎用性がある工法である。

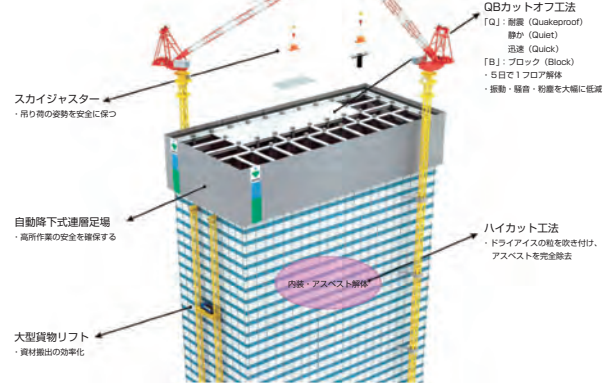
#### (3) 短工期化と安全性の両立

構造体の解体を打撃や落下を伴わない静的な作業としたため、ラップ作用により、下階で並行して内装・設備の撤去やドライアイスの粒を吹き付け石綿を完全撤去する(ハイカット工法)ことが可能となる。

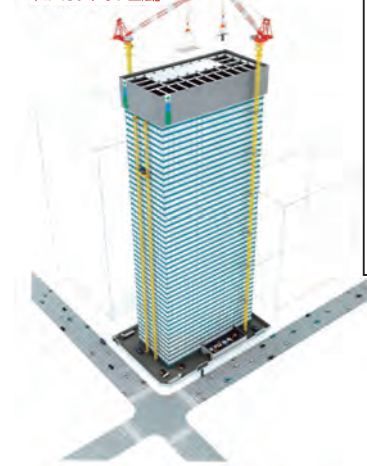
鉄骨造建物解体では、工事中の地震時の安全を確保しつつ、1フロア3日の短工期化を実現している。

また、風対策においても、超高層建築物で使用した吊荷方向制御装置「スカイジャスター」を使用することにより、解体ブロックを安全に、地上へ降ろすことが可能となる。

超高層建築物の解体  
「QBカットオフ工法」



超高層建築物の解体  
「QBカットオフ工法」



「Q」は、  
耐震 Quakeproof  
静か Quiet  
迅速 Quick  
「B」は、  
ブロック Block



### 適用実績

営業中の病院・ホテル・事務所それぞれに近接した条件下で既に、3件の施工実績がある。

## シミズ・リバーズ・コンストラクション工法 (清水建設)

### 工法の概要

施工階に飛散防止シートを設置した『スライドユニット足場』を設け、部位別にビル上層から順番に切断してブロック化し、地上で圧搾解体・処理するシステム。

### 工法の特長

#### (1) 適用の条件を選ばない優れた汎用性

構成技術は信頼性が高い実績豊富な技術ばかりであり、仮設設備はタワークレーンとスライドユニット足場のみ。適用上の制約がほとんど無く、建物の階層が多くなるほど解体作業時の生産性が向上する。

#### (2) コスト計算が容易

一連の作業に用いる機材は建設現場で一般的に用いられているものばかりで、工事コストが計算しやすい。

#### (3) 環境に優しく超高層ビルを解体

圧碎用重機は地上の分別・処理サイトに置いて作業するだけであり、これにより騒音を従来工法に比べて約20%低減できるほか、解体振動をほぼゼロに抑えることができる。

#### (4) 高い安全性

狭いスペースの中で重機と作業員が混在して解体を進めた従来工法に比べて、部位別にブロック化することで安全性を飛躍的に高めることができる。

### 適用実績

2009年に開発・実用化し、東京都中央区の清水新本社建設プロジェクトの旧事務所ビル(地上14階・高さ約60mの鉄骨造)解体工事に本工法を初適用した。その実績では、ブロック化した躯体の大きさ及び重量は、床/梁にて長さ9m×幅3m×スラブ厚0.15m、重さ10t程度、コンクリート充填鋼管柱(CFT柱)にて直径0.9m×長さ4.2m、重量13tであった。

1階分をほぼ7日ピッチで解体作業を実施した。また、重機の台数を半分以下に減らすことで燃料を節約し、CO<sub>2</sub>排出量では全体の約4割相当を削減できた。



全景及びスライドユニット足場

主な解体工程は以下の通りである。(1) 内装材の撤去・搬出、(2) タワークレーン設置、(3) ユニット足場組み立て、(4) 躯体切断ブロック化、(5) ブロック吊り下ろし、(6) ユニット足場一層分吊り下ろしであり、躯体を切っては下ろす(4)~(6)の工程を階層分繰り返して解体作業を進めてゆく。



フラットソーイング工法



スラブ切断/揚重



スラブ撤去完了



柱/梁切断/揚重

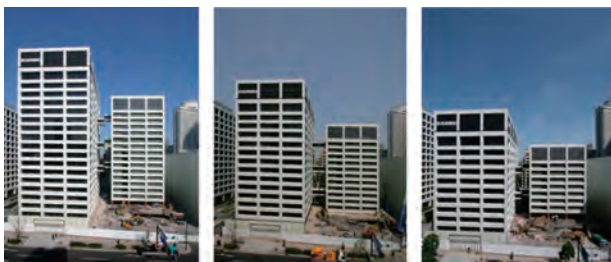
床スラブにはフラットソーイング工法を、鋼製梁にはガス切断を用いる。また、CFT柱は接する梁や外壁PC版と纏めてブロックとして切断する。これらのブロックをタワークレーンで1階まで吊り下げて、専用の処理サイトで分別処理する。新築工事と逆の手順なので「リバーズ」と名付けた。



## 鹿島カットアンドダウン (KC&D) 工法 (鹿島建設)

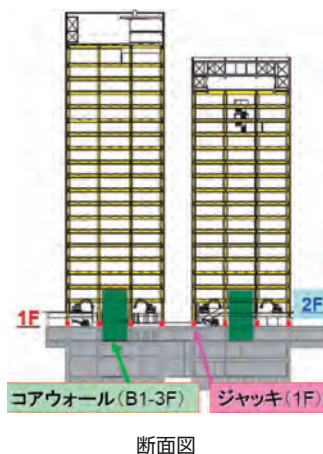
### 工法の概要・特長

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、ビル外観をそのままにしてビルが低くなっていく。解体設備を盛り替えることなく常に地上付近で建物を解体するためシステム化を図ることができる。



KC&D工法による高層ビル解体状況

騒音・粉塵飛散の抑制や高所作業の削減はもとより、建物内部が雨に濡れずリサイクル率も向上。内装材はフロアに置いておき地上に下がってきた時点で順次搬出できるという合理性もある。



断面図

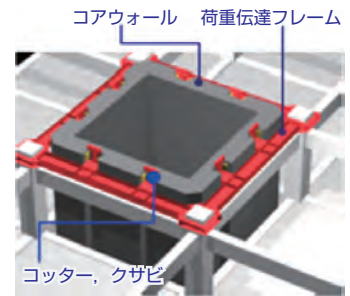
### システム概要

本工法では、建物1階の全ての柱下に油圧ジャッキを設置してビル全体を支持、耐震性はコアウォールを設置して確保する(左図)。

ジャッキは押上能力7,840kN(800tf)、ストローク725mmで、柱の

切断誤差や地震時の柱脚回転・水平力を吸収するすべり支承を介して建物を支持している。ストロークと荷重を光ファイバーでフィードバックし、建物を健全に保つようレベル制御と荷重管理を行っており、建物全体の位置・姿勢も自動計測システムで常時監視している。

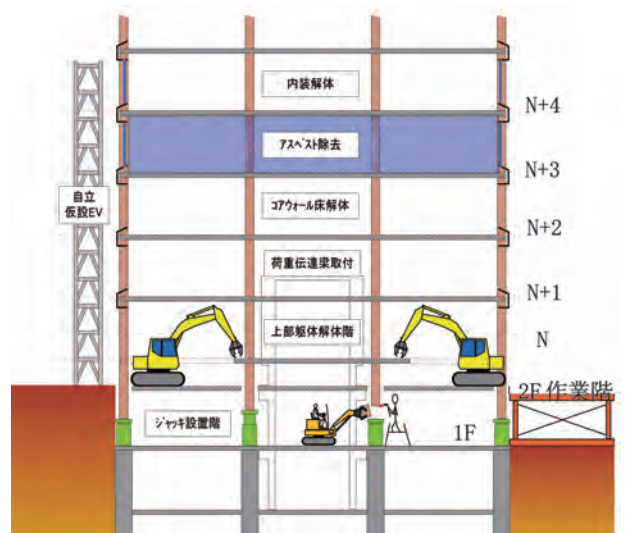
コアウォールは地下1階～地上3階の建物内部に設置する鉄筋コンクリートの壁で、荷重伝達フレームを介して地震時の建物上部の水平力を基礎へと伝達する。地震時は鹿島早期地震警報システムと連動し、コアウォールと荷重伝達フレームを瞬時に緊結する。



### 施工サイクル(下図)

1階はジャッキ及び柱切断階で、柱の切断撤去とジャッキ伸縮を繰り返して下層階から少しずつ解体し、建物全体を下げていく。

2階は最下層(N階)の外装・梁床を重機で解体する作業階である。N+1階は解体・分別したスクラップ材の搬出、荷重伝達フレームの取付け、N+2階ではコアウォール上部のスラブ解体を行う。内装解体はN+4階で行い、N+3階では飛散防止の養生を行った上で石綿(アスベスト)除去を行う。



施工サイクル

常に同一階で同一作業を行い、繰り返し作業による効率化を実現し、1フロアの解体サイクル5日、建物全体でのリサイクル率99%を実現している。

100m以上の超高層建物における閉鎖型解体工法  
「テコレップシステム」 (大成建設)

100m以上の超高層建物を解体する場合、騒音・粉塵の飛散、解体部材の落下などが広範囲に及ぶ恐れがある。そのため、近隣に対する安全・安心確保は重要な課題である。こうした超高層建物解体に特有の問題を解決し、工事のリスクや環境負荷を最小限に抑えることで、安全・安心かつ地球環境に配慮しながら解体工事を行うための新工法「テコレップシステム」を開発した。本工法は、業界初の超高層建物閉鎖型解体工法であり、自動化施工、機械化施工、回生ブレーキを利用した発電機能など、革新的な技術を導入した次世代の標準的工法となり得る技術である。

本技術は、建物上部に既存躯体を利用して仮設のキャップをかぶせるように覆い、閉鎖された空間の中で上階から解体を進めていくことを最大の特徴としている。この仮設のキャップは、1フロア解体する毎にジャッキダウンする機能を持ち、足場の盛り替えのような高所危険作業が不要となり、安全に下階への解体に移行することができる。

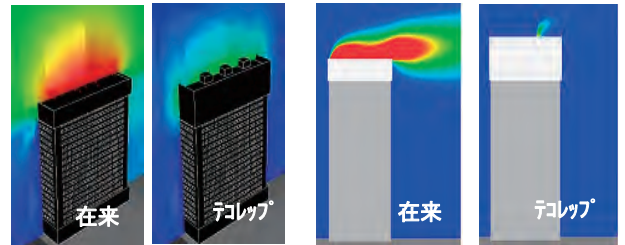
内部天井面には、資材の水平搬送を行う天井走行クレーンと揚重作業を行う垂直搬送機械を設け、全ての作業を内部で完結させることができ、外部への部材落下のリスクを無くした。

本工法は上記性能以外に、荒天の作業中断のリスクが無いいため、解体建物の高さが高くなり工期が長

くなるほど、従来工法など他の工法に比べて工期短縮効果が期待できる。本工法の採用により、外部への騒音伝搬や粉塵飛散を大幅に低減するとともに、部材の飛来落下災害を防ぐことが可能となる。また、仮設支柱、油圧ジャッキ、天井走行クレーン、特殊外周足場等をどのような建物でも転用できるようにしたことで、100m以上で他の工法に比べて同等以下のコストが可能となった。



テコレップシステム内部の状況



騒音解析結果

粉塵飛散解析結果



テコレップ  
設置前



テコレップ  
設置後

テコレップシステムの構築



基準階解体後  
約2ヶ月



基準階解体後  
約4ヶ月

テコレップシステムによる解体過程



## 竹中ハットダウン工法

(竹中工務店)

### 工法の概要

高層ビルの上部に周囲を覆った移動式解体工場（ハット）を設け、各階の解体とともに順次ハットを降下（ダウン）させていく工法である。

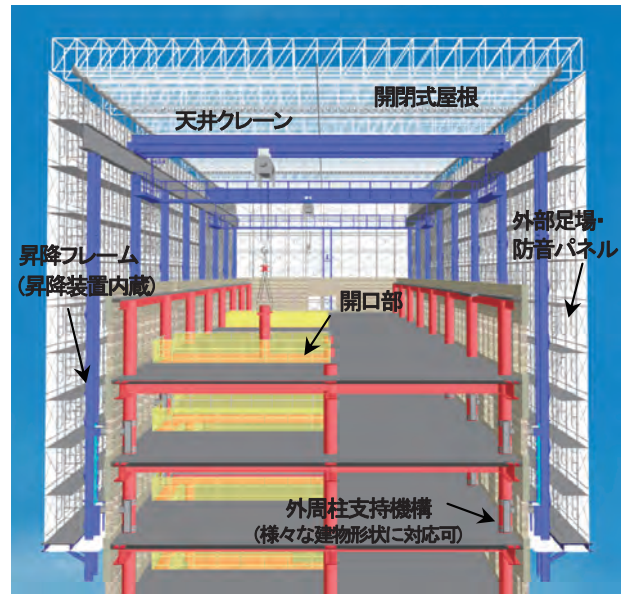
### システムの特長

躯体解体は、ハットの中でカッターやワイヤーソーなどを用いてブロック単位に切断し、建物内部から天井クレーンで降ろすため、粉塵・騒音の拡散や飛来落下リスクが低減できる。また、天井クレーン荷降ろし時の負荷による発電や太陽光発電などの自然エネルギーを活用した省エネ技術も導入される。

ハットは天井クレーンを含む解体設備が一体となっており、解体する建物躯体と隙間なく降下できるので、在来工法に比べより安全で環境にやさしい都心部に有効な高層ビル解体工法である。

### 適用実績

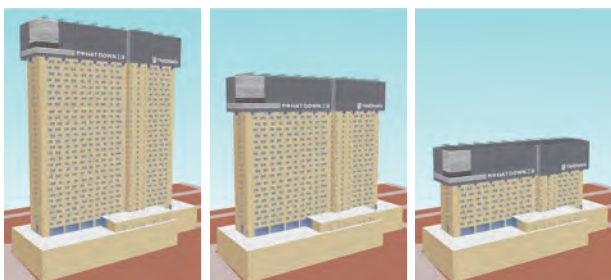
初適用したプロジェクトのハットの主な仕様は、高さ19m、幅19.6m、長さ92.3m、自重412tで、外周全面を防音パネルで覆い、天井部は解体作業内容や天候、温度、湿度などの状況に応じて開閉できる屋根構造となっている。ハットは昇降フレームと解体する建物の外周柱を22箇所固定し、1フロア解体毎に、ハット全体を同時に1フロア降下（2.95mを約1時間で降下）させ、次フロアの解体作業に移行する。躯体解体は1フロアを3工区に分け、各工区に天井クレーンと荷降ろし開口部を設け、3工区同時作業で床・梁・壁・柱をブロックに切断し、開口部より天井クレーンで1Fまで吊り降ろして搬出する。



移動式解体工場「ハット」概要図



竹中ハットダウン工法の適用状況



全景及びスライドユニット足場



ハット内部のブロック解体状況



## 7 おわりに

高層ビル建築の幕開けを飾った都心のビル群が解体時期を迎えようとしている。新しい街づくりが望まれる中、高層ビル解体工法の更なる効率化を目指し、安全で環境にやさしい解体技術として普及させることが今後の課題である。また、 $100\text{N}/\text{mm}^2$ を超える超高強度コンクリートの解体や200m超級鉄骨造建築物の解体などの技術開発への取り組みに加え、内部作業環境に配慮した空間の確保や高効率な石綿除去技術など、作業員に対する対応も忘れてはならない課題である。

最後に、本報告をまとめるにあたって、(社)日本建設業連合会建築本部生産委員会施工部会（秋山部会長、木谷副部会長）に多大なご協力をいただいた。さらに、高層ビル解体例の資料を提供いただいた委員各位に改めて謝意を表します。

参考) 各社ホームページのプレスリリースより

\* 1) 西松建設 技術とソリューション 2000年9月  
超高層RC造建物の解体工法 ～高さ100m以上RC造建物を低騒音・低振動・短工期で解体～

\* 2) 大林組 2008年8月31日  
周辺環境への配慮を徹底した解体工法「QBカットオフ工法」を開発・実用化 ～高層ビルを切断して解体、速く、静かに、地震時にも安全～

\* 3) 清水建設 2009年11月6日  
超高層ビルを安全確実に、そして環境に優しく解体できる新工法を開発・実用化—既存技術の巧みな組み合わせによって、優れた汎用性と高い信頼性を実現—

\* 4) 鹿島建設 2008年4月22日  
人と環境に優しい解体工法を実用化—世界初、高層ビルの画期的な解体工法—鹿島日本社ビルを下から解体—

\* 5) 大成建設 2011年8月8日  
超高層ビルを解体する環境配慮型新工法を公開

\* 6) 竹中工務店 2012年2月22日  
環境にやさしい超高層建物の解体技術「竹中ハットダウン工法」で旧ホテルプラザ（大阪市北区大淀南）の解体に着手