

## 16. 環境に配慮した中高層ビル解体工法の開発

### ジャッキダウン式ビル解体工法（KC&D工法）

鹿島建設㈱

吉川 泰一郎  
水谷 亮  
○ 飯塚 満

#### 1. はじめに

近年、高層ビルは建て替えのニーズが高まってきたが、狭隘な市街地において安全にビルを解体するためには特に工夫が必要となる。従来のビル解体工事は、屋上部分から躯体を破断、粉砕しながら順次地上まで降ろして行く方法が一般的である。このような方法では、上階から拡散する騒音や粉塵の飛散、近隣が抱く不安感、高所作業による危険性など数多くの問題が存在する。

そこで、これらビル解体工事に内在する問題を解決するために既存建物の全ての柱直下に油圧ジャッキを設置して、建物総荷重を支持しつつ、ジャッキ直上の柱部材を少しずつ切断撤去しながらジャッキダウンを繰り返し、ビル全体を下層階から解体して下げていく、鹿島カットアンドダウン工法（KC&D工法）を開発した。

本報では、工法の内容及び鹿島旧本社ビル解体工事に適用した事例について報告する。



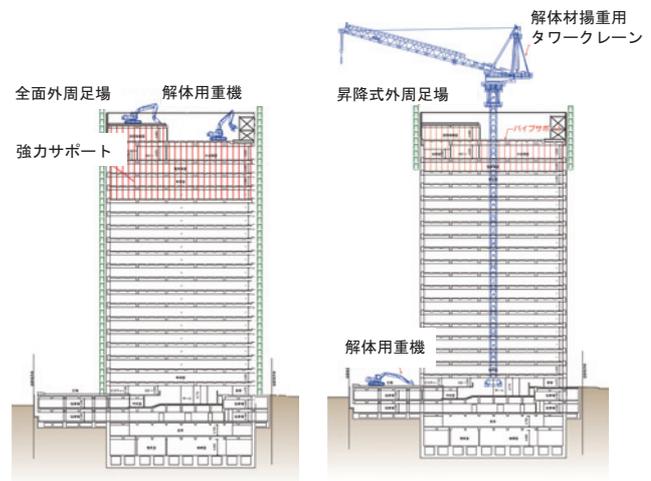
写真-1 旧本社ビル解体工事全景  
(左：2月23日，右：5月28日撮影)

#### 2. 従来のビル解体工事の問題点

通常、中高層ビルの解体工事は、

- ① 解体重機や解体作業員を最上階に上げる
- ② 上階にて構造躯体を破砕、切断する
- ③ 解体材料を下層階に下ろす
- ④ 順次下階へと移行していく

というフローが進められる。



解体用重機による方法

タワークレーンによる方法

建物上階に解体重機を揚重し、上から順次解体床は、場合により強力サポートで補強が必要  
タワークレーンを支持する躯体の補強  
柱、梁、床は粉砕してクレーンで吊り降ろす  
または、仮設開口から投下して粉砕

図-1 従来の解体工法

この場合、

- ・ 床スラブの補強をして解体材、及び重機をのせるための強度を確保する
- ・ 高所作業が多く、墜落、飛来、落下の危険性が高い
- ・ 解体作業員は上階まで上がらなければならないため肉体的負担が大きい
- ・ 解体材の投下作業、または荷降ろし設備が必要となる
- ・ 粉塵の飛散、振動、騒音の拡散の恐れがある
- ・ 散水により内装材が水浸しとなりリサイクルが難しくなる

など、施工管理上の、多くの問題点がある。

表-1 解体建物概要

工事場所	東京都港区元赤坂1-2-7	
工期	2007年11月～2008年9月(11ヵ月)	
棟	1棟	2棟
竣工年	1968/08	1972/05
築年数	39年	35年
建築面積	1,770.6 m <sup>2</sup>	1,350.0 m <sup>2</sup>
地上延床面積	12,181.6 m <sup>2</sup>	16,712.1 m <sup>2</sup>
最高高さ	65.4m	75.325m
階数	B3F/17F/PH2F	B3F/20F/PH2F
構造	地下RC/地上S	地下RC/地上S
解体工法	KC&D工法	KC&D工法
柱本数	20本	24本

### 3. KC&D工法

#### 3.1 工法の目的

外装を保ったままビルを下から解体してそのままの姿勢で下げていくことで、危険や飛散要因の多い解体作業を下層階付近に限定して行い、高所作業をなくし安全性の向上、粉塵の飛散や騒音の拡散の抑制、解体材料のリサイクル率向上などを狙いとしている。

#### 3.2 工法のポイント

建物を上層階から解体していく従来工法とは逆に、各柱の1階部分にあたる柱脚を切断して油圧ジャッキに置き換え、建物を順次降下させて躯体を解体していき、地上に降りてきた屋上階部分を最後に解体するという工法である。

本工法のポイントを以下に示す。

- ・解体する建物全体を油圧ジャッキで支持する
- ・各柱の下層階部分を切断、撤去して、建物全体を一斉ジャッキダウンする
- ・解体施工中も解体前の建物と同等の耐震性能を確保する
- ・躯体解体は下層階にて行い、内装解体材も同時進行で下層階から分別、搬出する

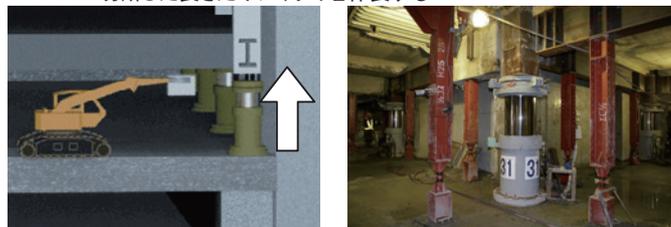
#### 3.3 施工手順

表-1の建物解体工事においては、まず、準備作業として1階部分の鉄骨柱を切り取って油圧ジャッキを挿入、設置。全ての柱に対して油圧ジャッキを設置した後、本設柱と2階梁床とをワイヤーソーにて順次切り離した。以降は図-2に示すフローに沿って、①柱の切断、②ジャッキの伸長、③全ジャッキ一斉収縮によるフロアの下降「一斉ジャッキダウン」、④躯体の解体を繰り返した。

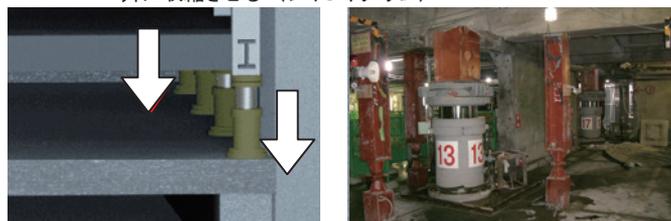
- ① 柱の切断  
1回に約70cmの長さを切断する



- ② ジャッキの伸長  
切断した長さだけジャッキを伸長する



- ③ 全ジャッキの収縮 フロアの下降  
全てのジャッキで①、②を行った後、全ジャッキを一斉に収縮させる（ジャッキダウン）



- ④ 上層階の梁、床の解体  
下降してきた上層階の梁や床を解体する



図-2 施工手順

①から③の工程を繰り返すことにより、2.5日間で1フロア分の高さ(3,375mm)を下降。④のフロア解体には3.5日。したがって、1フロア分の解体は5~6日を要した。

### 3.4 KC&D工法の構成

#### (1) 油圧ジャッキ

今回使用した油圧ジャッキには、長期荷重で最大約6300kN(640tf)、地震時には最大で約9300kN(950tf)の鉛直力が作用することが想定されたため、これに対応できるジャッキを新規に設計、製作した。

ジャッキを設置する1階の階高、及びジャッキの強度検討により、ジャッキストロークは725mmとした。



写真-2 油圧ジャッキ



写真-3 油圧ジャッキ設置状況

ジャッキの頂部には、すべり支承を取り付け、柱の建て入れ誤差や切断誤差、地震等による柱脚の回転と水平力を吸収する機構とした。低摩擦特性を持つすべり部材と内部に組み込まれたゴム部材により、ジャッキに過大な偏心荷重が作用しない仕組みである。

油圧ジャッキ操作には、ストロークの制御と荷重の管理が必要となる。ストロークはエンコーダ式の変位計で計測を行い、荷重は油圧ポートに取り付けた圧力センサーから読み取っている。ジャッキは、指令室に配備した操作盤にて全ジャッキの集中管理をしている。

光ファイバー通信によりジャッキのストロークと荷重をフィードバックし、適切なレベル制御を行うとともに、異常検出や上限荷重を超えないよう荷重管理を行った。さらに、全ジャッキの状況がリアルタイムで把握できるモニタリングシステムや、建物全体の位置姿勢を管理するための自動計測システムも導入して、建物下降時及び常時の管理を行った。

#### (2) 柱の切断作業

柱を切断して引き抜く方法として「吊るし切り」を採用した。切断する柱のジャッキを下げて荷重を解放して切断する方法である。

解放された柱が負担していた荷重は、隣接する複数本の柱にて分配支持させる。荷重の解放時には、柱は10mm程度沈降するが、躯体全体の変形及び応力が過大にならず、外装PCカーテンウォールの変形も大きくならないことを確認している。

「吊るし切り」は、柱荷重を分配支持させる柱が重複しないこと、つまり同時に2本以上の柱の荷重を負担しないことを条件とし、柱切断作業は複数の作業班を最も効率のよい切断順序となるように配置し、切断タイミングを最適化するよう順次移動させていった。

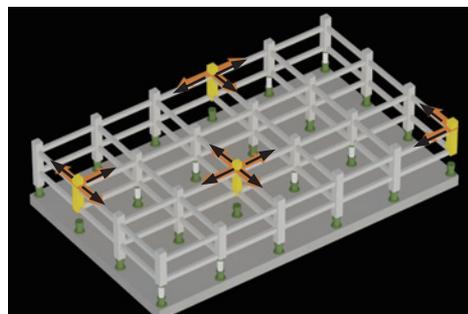
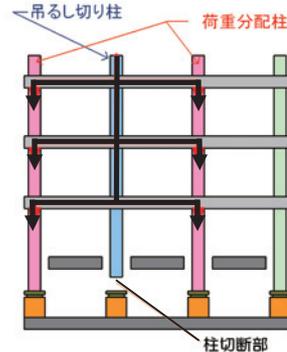


図-3 吊るし切り

### 3.5 耐震性の確保

解体施工時は建物基礎部分と上部構造が油圧ジャッキ設置部分で分断された状態であり、柱を単純に油圧ジャッキで支持しているだけでは、耐震性能が著しく低下してしまう。そこで解体中の建物でも解体前と同じ耐震性能を確保することを目的に「コアウォール」と「荷重伝達フレーム」とを考案した。ジャッキダウン中は、大地震による揺れが起きる直前に「くさび制御装置」を介して上部構造と下部構造が連結される。

#### (1) コアウォール

コアウォールは、地下1階から地上3階部分までの高さ約12.5m、鉄筋コンクリート造の箱状断面中空壁であり、建物中央部に配置され、地震時の水平力を基礎構造へ伝達する役割を担う。

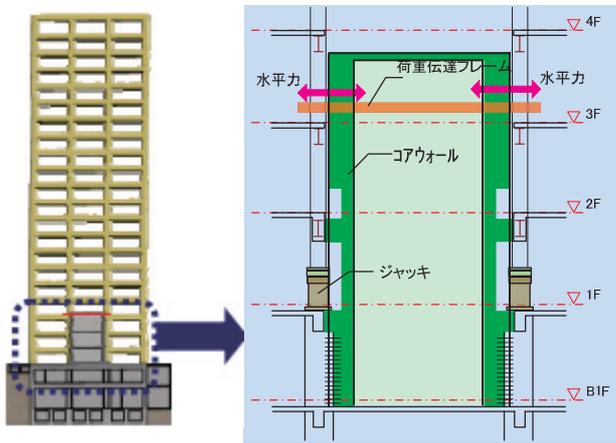


図-4 コアウォール

#### (2) 荷重伝達フレーム

地震時の建物上部の水平力をコアウォールへ伝達させるために、コアウォールを囲む四本の鉄骨柱に対して鉄骨造の梁フレームを架け渡して設置した。

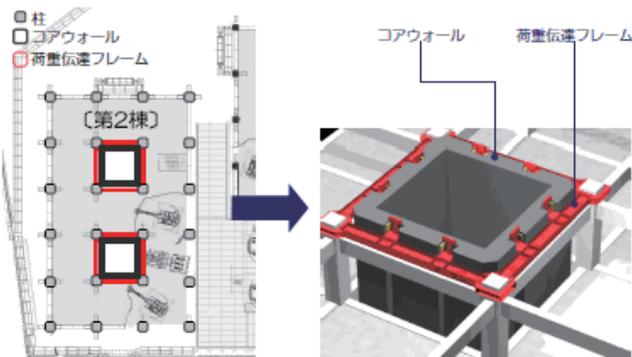


図-5 荷重伝達フレーム

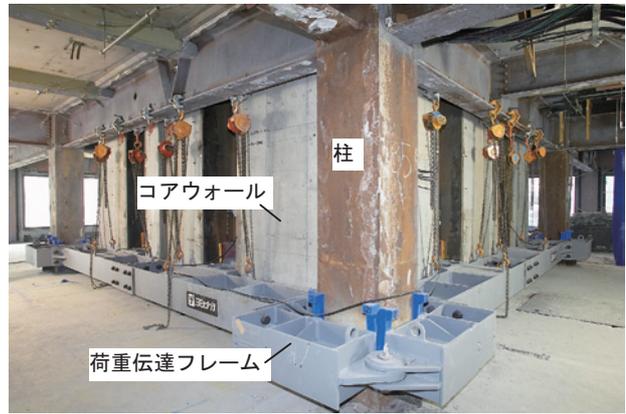


写真-4 コアウォールと荷重伝達フレーム

#### (3) くさび制御装置

柱吊るし切り時、及び一斉ジャッキダウンを行う際には、建物を鉛直下方にスムーズに下降させるために、コアウォールと荷重伝達フレームには一定のクリアランスがある。しかし、大地震発生時にはこのクリアランスを解消してコアウォールと荷重伝達フレームを一体化する必要がある。



写真-5 くさび制御装置

そこで、大地震時にはこのクリアランス部分に「くさび」を自動的に落下、挿入させて即座に隙間を埋める「くさび制御装置」を考案した。直下型地震に対しては、現場内に配置した感震器と連動して作動し、震源地の遠い地震に対しては、「鹿島早期地震警報システム」と連動して作動する。また、この早期地震警報システムを、ジャッキ制御システムとも連動させることにより、緊急非常停止としても機能させた。

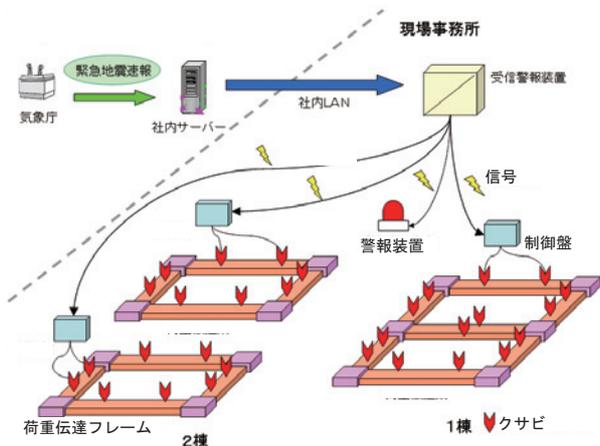


図-6 早期地震警報システム

### 3.6 内装材の解体撤去

内装材の解体は各階で区分けしており、各階床スラブで完全に分断されたエリアごとに、異なる作業を一定サイクルで同時進行させている。

1階を油圧ジャッキ設置及び柱切断作業エリア、2階を降下してきたN階の外装、梁、床躯体を重機で解体する作業エリアとした。解体、分別したコンクリートガラと鉄筋スクラップ材は2階から効率よく搬出できる。

これと同時進行で、N+1階では荷重伝達フレーム取付け作業を、N+2階ではジャッキダウン時にコアウォールが貫通する部分の床スラブの先行解体を行った。

内装解体は、N+4階以上で行っており、N+3階では飛散防止の養生を設けた上でアスベスト除去を行った。撤去材はおのこの撤去階の床レベル上にて分別、集積しておき、ジャッキダウンによって地上レベルまで降下させてから車輛への積み込み、搬出を行った。

在来工法では、アスベスト除去や躯体解体の工程前に、内装解体、荷降ろし、搬出を完了させなければならない。十分なストックヤードが確保できない場合には、リサイクルよりも現場から廃材を搬出することが優先されてしまう可能性がある。また、短期間で全館分の内装材を搬出しなければならない場合、リサイクル受け入れ側の許容量を超過してしまい、結果、最終処分とされてしまう割合が増加することも考えられる。

これに対して、本工法では、それぞれの解体作業を複数のフロアに分散させて施工することができるので、撤去、分別、集積が効率よく進められる。



写真-6 内装解体搬出

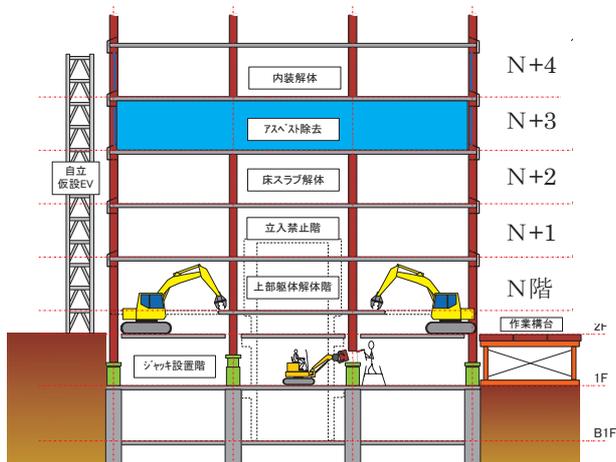


図-7 内装・外装解体

また、ジャッキダウンの工程に合わせて決められたタクトの中で、計画的に内装解体材が搬出できるので、受け入れ可能数量内での搬出が可能となり、高いリサイクル率を保つことができる。

これにより、通常の解体工事では、10品目程度であった分別に対して、当工事では約20品目の分別を行い、従来工法では約55%程度であったリサイクル率を93%まであげることができた。

#### 4. KC&D工法によるメリット

KC&D工法の効果を以下にまとめる。

##### ①騒音、粉塵飛散の抑制

建物の下層階にあらかじめ用意した作業フロアに限定して、梁、床、外装の解体作業を行うため、騒音や粉塵の飛散抑制など、周辺環境に与える影響を低減できる。

##### ②周辺住民の不安感を払拭

解体工事が地上付近のみで行われるため、上層階は外部足場もなく、建物は外観そのままに下降してくるだけであるので、特に市街地での工事においては近隣住民の不安感を抑制できる。

##### ③墜落、飛来落下災害の防止

重機や人が高層建築物の上階に上がって解体する作業工程が削減されるため、高所作業や墜落の危険に対する安全性が向上する。また、落下物による公衆災害の防止には効果絶大である。

##### ④地球環境にやさしい

重機や人がアクセスしやすい建物の下層階に解体作業エリアを確保しているため、発生する廃棄物を資源としてリサイクルする分別作業が容易に進められる。建物躯体を含めたリサイクル率は99%となった。

##### ⑤省力化、工期短縮

従来工法では、高層階からクレーンやエレベーターで廃材を下まで降ろしていたが、KC&D工法では、集積フロアが地上近くまで降りてきてから搬出できるため、作業員の上下移動や、荷降ろしの手間が省け、効率的に作業が行われる。常に囲まれた中での作業となり、解体工事現場が、いわば環境に配慮した工場のように管理され、機能することとなる。

#### 5. おわりに

従来の解体工法とは全く逆の発想で、下層階で躯体解体を進めていく新しい工法「鹿島カットアンドダウン工法(KC&D工法)」を開発し、日本

社ビル解体工事に適用した。これにより、解体作業の安全性が向上したばかりではなく、廃材の搬出効率化、リサイクル率の向上、低騒音、低粉塵による躯体解体など、環境にも近隣にも優しいビル解体工事を実践することが可能であると確認できた。今回のビルは高さ約80m、20階建ての鉄骨造ラーメン構造であったが、ここで得られた技術的知見を収集し、環境保全、施工効率の向上、コスト低減などについて更なる改良を加え展開を図っていく。そして、中高層ビル解体手法の選択肢の一つとして、また、将来の超高層ビル解体工事に適用されるように、その汎用性を高めていき、環境保全に貢献していく所存である。



写真-7 解体工事全景

#### 参考文献：

- 1) 吉川泰一朗，水谷亮，飯塚満：人と環境に優しい高層ビル解体工法の開発と適用，「建設の施工企画」2009年4月
- 2) 川上敏男，吉川泰一朗，水谷亮，成田司，加藤公基，飯塚満：世界初のジャッキダウン式高層ビル解体工法，「クレーン」2009年4月
- 3) 川上敏男，川井裕基，吉川泰一朗，水谷亮，成田司，加藤公基，飯塚満：人と環境に優しい高層ビル解体工法，「建設機械」2009年7月