

人と環境に優しい高層ビルの解体工法の開発と適用

—カッタンドダウン工法 (KC & D 工法) —

吉川 泰一朗・水谷 亮・飯塚 満

従来のビル解体工事では、建物全体を覆い隠した上で上階から下階へ内外装の撤去、躯体解体を進めていくが、解体工事施工期間中は解体材の飛散や落下、騒音・振動の発生による近隣の不安感を増長する恐れがあり、また、高所作業に伴う作業員への身体的負担増、危険作業の可能性大など問題点、改善点は多い。今回開発した工法は、建物すべての柱直下に油圧ジャッキを挿入して建物総荷重を支持しつつ、ジャッキ直上の柱部分を切断してジャッキダウンすることを繰り返しながらビル全体を下層階から解体していく工法である。本報では、鹿島旧本社ビル解体工事に適用した事例を紹介する。

キーワード：油圧ジャッキ・吊るし切り・コアウォール・荷重伝達フレーム・環境配慮・高所作業軽減・工期短縮

1. はじめに

従来の中高層ビル解体工事では、ビルの上部から解体を進めていくのが一般的であった。しかしながら、中高層ビルにおけるこのような解体工法では、上階から拡散する騒音や粉塵の飛散、高所作業による落下の危険性、特に市街地では近隣が抱く不安感など多くの留意すべき問題がある。

今回、当社では高層ビルを下層階から解体していく鹿島カッタンドダウン工法 (KC & D 工法) を新たに開発し、鹿島旧本社ビルの解体工事に適用した。

本工法は、「だるま落とし」の要領で建物の上部階はそのままに、解体工事を地上レベル付近だけで行い、ビルを下階から順次各階を解体していくものである。これにより、騒音や粉塵の飛散抑制、安全性の向上、資源の分別リサイクル率の向上など、先に述べた従来の上階からの解体工法が抱える問題点を改善し、人と環境に優しいビル解体工事が可能となった。



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)

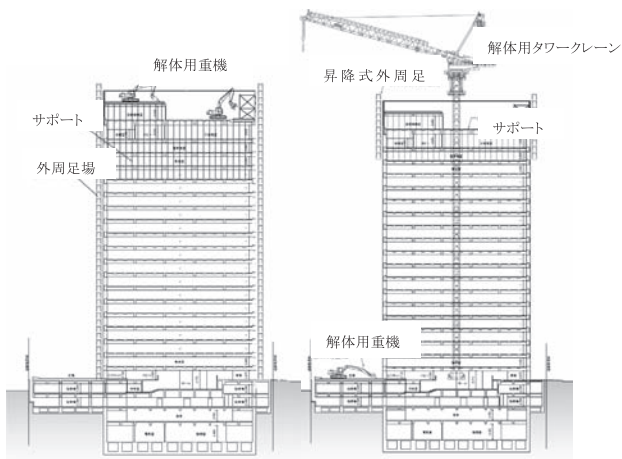
2. 従来の解体工法

従来から行われているビルの解体では、重機や作業員が建物の最上階に上がり、上階から解体を進め、解体材を降ろす工法を採用している。解体重機をビルの最上階に上げるためには大型のクレーンを別途に据え付ける必要があり、また、通常のビルの床は、重機や解体した廃材などを載せることができるような強度を有していないことが多く、解体作業に先立って床を予め補強しなければならない。さらに、解体工事期間中は粉塵の飛散や騒音・振動が極力周辺に及ばないようにするため、建物の外周に足場を建ててパネル材で囲う必要がある。解体した廃材は、クレーンで下まで降ろしてくる方法も採用できるが、床に開口を設けて地上階まで投下する方法が一般的である。

これらの作業は、ビルの高層化に伴い非常に高い場所での作業となり、作業員の墜落や廃材の落下による危険性が増大する。また、周辺への粉塵の飛散を抑えるために解体場所で散水を行いながら作業を進めるが、その水が下層階に流れ落ち、ビルの内部や内装材料を水浸しにして、内装材料の分別収集及びリサイクルが難しくなることが課題であった。

3. 解体建物概要

解体対象のビルは、東京都港区の営団地下鉄赤坂見附駅直近の商業地域内に位置し、3棟の建物から構



左図:全面総足場 右図:せり上げ足場

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が必要柱、梁、床は仮設開口から投下、又はクレーンで吊り降ろして粉砕

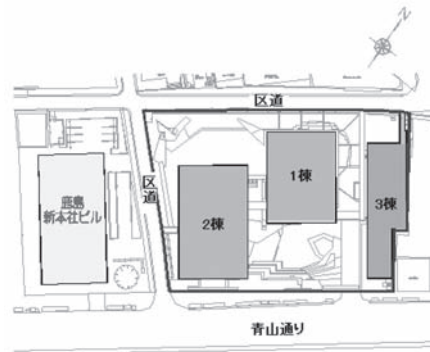
図一 1 従来の解体工法

成されていた。敷地形状は東西に約 85 m、南北に約 60 m の台形型であり、敷地の東側は事務所ビル等が近接し、北側には住居もあることから、解体作業における騒音、振動及び第三者への公衆災害に対して特に配慮が必要な立地条件であった。また、周辺歩道は通行人が多く、工事車輛の誘導にも留意が必要であった。

全 3 棟のうち、第 1 棟及び第 2 棟に KC & D 工法を採用した。両棟ともに構造は地上階 S 造であり、7.5 m グリッドの柱配置となっている。第 1 棟が 3 × 4 スパン、柱本数 20 本、地上部分 7,139 トン、第 2 棟が 3 × 5 スパン、柱本数 24 本、地上部分 9,973 トンの建物である。

表一 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 1 日～2008 年 9 月 30 日(11 カ月)		
棟	1 棟	2 棟	3 棟
竣工年	1968/08	1972/05	1983/06
築年数	39 年	35 年	24 年
建築面積	1,770.6㎡	1,350.0㎡	523.3㎡
地上延床面積	12,181.6㎡	16,712.1㎡	4,277.0㎡
最高高さ	65.4m	75.325m	36.21m
階 数	B3F/17F /PH2F	B3F/20F /PH2F	B2F/9F /PH1F
構 造	地下 RC /地上 S	地下 RC /地上 S	地下 RC /地上 S, SRC
解体工法	KC&D 工法	KC&D 工法	在来工法
柱本数	20 本	24 本	



図一 2 解体建物配置図

4. 鹿島カットアンドダウン工法

(1) 工法の目的

中高層ビル解体工事を対象に、いわゆる「だるま落とし」のように、ビルの下階から各階を順次解体するもので、地上レベル付近だけで解体作業を行う。

従来の上階から解体する方法と比べて、高所作業削減による安全性の向上を図れること、騒音や粉塵飛散の抑制、資源の分別・リサイクル作業の効率化など、環境にも配慮した技術である。

(2) システムの構成

本工法は、建物全体を支持しながら下降させる油圧ジャッキシステム、万一大地震が発生した際にも十分な耐震性を確保するコアウォール、上層階での内装材の解体撤去、下層階にて躯体解体を行う解体サイクルから構成される。

(a) 油圧ジャッキ概要

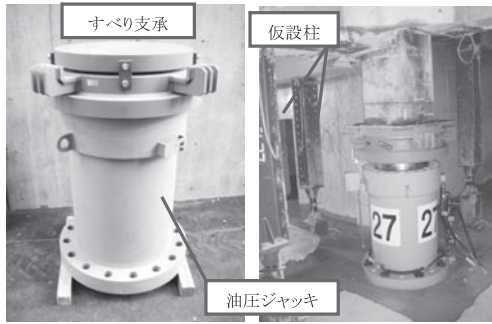
使用する油圧ジャッキには、長期荷重で最大約 640 トン、地震時には最大で 950 トンの鉛直力が作用することが想定されたため、これに対応できるジャッキを新規に設計、製作した。

油圧ジャッキの本体重量は約 3 トンになる。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 725 mm とした。

ジャッキの頂部には、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すべり支承を取り付けた。低摩擦特性をも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構成とした。

(b) 油圧ジャッキ設置

油圧ジャッキは、1 階部分の鉄骨柱を切り取って挿入、設置する。この柱の切断に先立って、柱の両隣にジャッキ挿入用の仮受け柱を架設し、2 階以上の柱の軸力を仮受けしておく。続いて本設柱を切断して



写真一 2 800t油圧ジャッキ

ジャッキを設置する。さらに、2階作業床を仮設柱で支持し、この仮設柱設置後に、ジャッキ挿入用の仮受け柱を撤去した。

上記の作業をすべての柱に施してジャッキの設置を完了した後、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。

(c) カットアンドダウンの手順

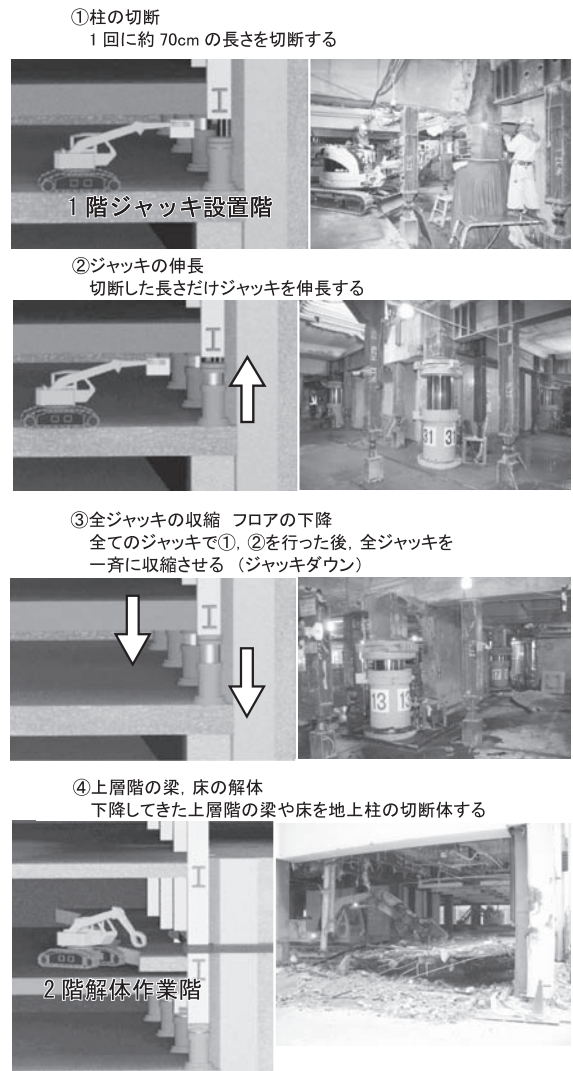
カットアンドダウン工法のフローは図一3に示すとおり、①柱の切断、②ジャッキの伸長、③全ジャッキ斉収縮によるフロアの下降、④躯体の解体、からなる。①から③の工程を繰り返すことにより、2.5日間で1フロア分の高さ(3,375mm)が下降する。④の下降してきたフロアの解体には3.5日かかる。したがって、1フロア分のカットアンドダウンと躯体解体には6日を要することになった。

(d) ジャッキの制御管理

ジャッキ伸縮の制御システムでは、指令室に配備した操作盤にて全ジャッキの集中管理を行う。光ファイバー通信によりジャッキストロークと作用荷重をフィードバックし、適切なレベル制御をするとともに、異常検出や設計上限荷重を超えないよう荷重管理も行う。さらに、全ジャッキの状況が一目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、万全のフェールセーフ機構を構成、建物を鉛直下方へまっすぐに下降させた。

(e) 柱切断の手順

荷重のかかった柱を切断し、引き抜く方法として、「吊るし切り」を採用した。これは、柱が宙に浮くまでジャッキストロークを下げていき、梁から吊るされた状態の柱を切断する施工方法である。宙に浮いた柱が負担していた荷重は、その柱と梁で接続されている隣接する複数本の柱にて分配支持させる。吊るし切りする柱は、10mm程度沈下変形するが、構造計算により、骨組み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



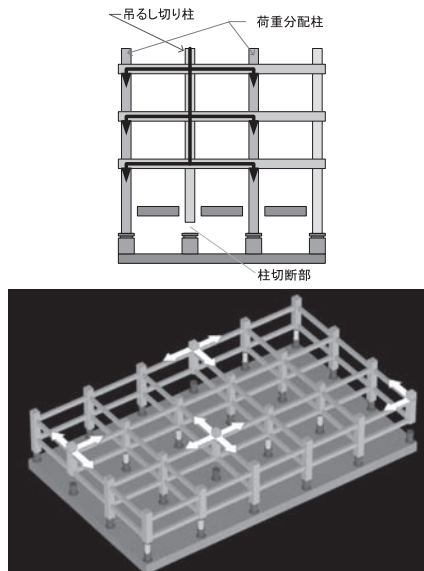
図一 3 カットアンドダウン工法

を確認している。

吊るし切りの施工においては、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良い切断順序となるように配置、切断タイミングが狂わないように順次移動させていった。

(3) 耐震性の確保

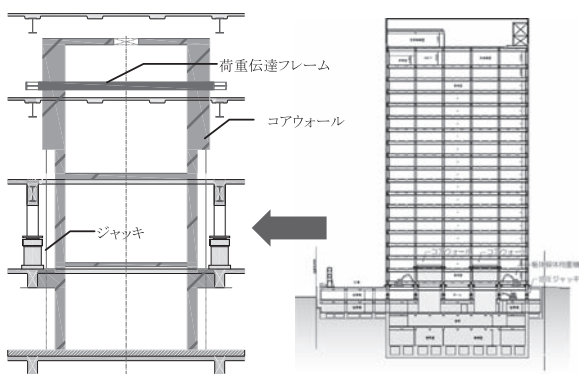
本工法では、施工時に建物基礎部分と上部構造がジャッキ設置部分で分断された状態となり、切断した柱を単純にジャッキで支持しているだけでは、地震時の耐震性能が著しく低下してしまう。そこで解体中の建物でも解体前と同じ耐震性能を確保するために、「コアウォール」と「荷重伝達フレーム」を新たに考案した。コアウォールと荷重伝達フレームとは、大地震が発生する直前に「くさび制御装置」を介して連結される。



図一4 柱の吊るし切りイメージ

(a) 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の鉄筋コンクリート造の箱状断面の中空壁で、建物中央部の2グリッドに配置され、地震時の水平力を基礎構造へと伝達する。



図一5 コアウォール

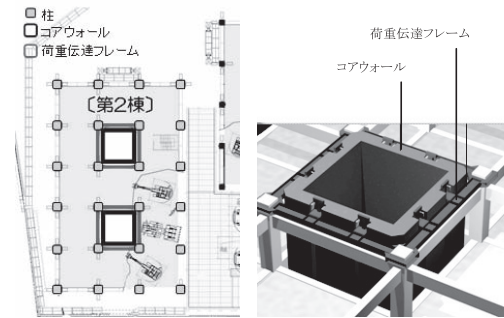
(b) 荷重伝達フレーム

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隅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。

(c) くさび制御装置

柱の吊るし切り時、及びジャッキダウンを行う際には、建物をスムーズに下降させるために、荷重伝達フレームとコアウォールとは一定のクリアランスを保っていて接触していない。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の一体化を瞬時に行う必要がある。

そこで、大地震時にはこのクリアランス部分に「鋼



図一6 荷重伝達フレーム

製くさび」を自動的に落下、挿入させて即座に隙間を埋める仕組みとした。このくさび制御装置は、直下型地震に対しては、現場内に設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。



写真一3 コアウォールと荷重伝達フレーム

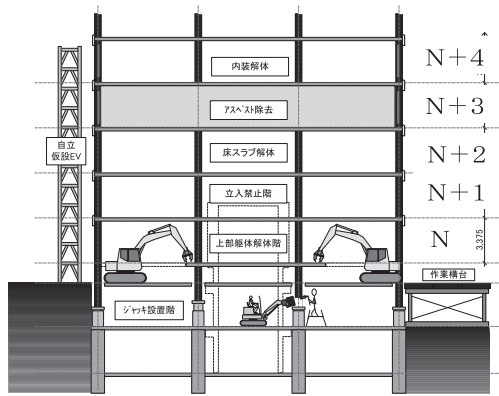
(4) 内装材の解体撤去

作業エリアについて、1階をジャッキ設置及び柱切断階、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階とした。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した。

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に伴って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、これら躯体解体作業よりも上階に位置するN+4階以上で、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。撤去材は各々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床ごと地上レベルまで降下させてから積み込み、搬出とした。

在来工法では、アスベスト除去や躯体解体工程の前に内装解体、荷降ろし、搬出を終わらせなければならない、十分なヤードがない場合には、リサイクルよりも現場



図一七 内装・外装解体

から廃材を搬出することが優先されてしまう。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、最終処分とされる割合が増加する恐れがある。

これに対して、カットアンドダウン工法では、各々の解体作業を複数のフロアに分散させ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。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定量的に内装解体材の搬出ができるので、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。

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、在来工法では約55%程度であったリサイクル率を93%まで上げることができた。

5. 本工法によるメリット

①騒音、振動、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、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、建築物がその外観のまま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に、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。建物躯体を含めたりサイクル率は99%となった。

④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も効果は絶大である。

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、カットアンドダウン工法では、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。

6. おわりに

今回、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、旧本社ビル解体工事に適用した。これにより、作業員の安全性が向上したばかりでなく、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メニューの一つとして、また、将来の超高層ビル解体に向けて、その汎用性を高めていき、環境保護に貢献していく所存である。

JICMA

【筆者紹介】

吉川 泰一朗 (よしかわ たいいちろう)
鹿島建設㈱
東京建築支店建築部機材部
次長



水谷 亮 (みずたに りょう)
鹿島建設㈱
機械部技術4グループ
次長



飯塚 満 (いづか みつる)
鹿島建設㈱
東京建築支店建築部機材部
課長

