

140 m 超高層建物における閉鎖型解体工事

テコレップシステム

旧グランドプリンスホテル赤坂解体工事への適用

矢島清志・市原英樹

超高層建物を、省エネルギー化を図りながら、周辺環境に配慮し、安心・安全に解体することを念頭に開発した「テコレップシステム（以下「本システム」という）」を、第2号物件として高さ140mの変則形状（雁行形状）の旧グランドプリンスホテル赤坂に適用し解体を完了した。閉鎖空間内で行われる本システムによる解体工事について、システム概要及び性能、また、実績を踏まえた工事内容を紹介する。

キーワード：テコレップシステム、超高層建物、解体、閉鎖空間、ジャッキダウン

1. はじめに

旧グランドプリンスホテル赤坂の建物概要は、図-1に示すように、地上部の構造は鉄骨造、建物高さ138.9m、地上39階、塔屋1階、地下2階の延床面積67,750m²で、1983年3月の開業より閉館される2011年3月までの28年間営業を行った。閉館後2011年4月から6月までの期間は、東日本大震災における仮設住宅として使用され、その後再開発を目的に解体に至った。

本建物の解体工事は、建物高さが138.9mと過去に実績のない建物高さであることに加え変則的な建物形状により、工事の安全性を確実に確保する必要があった。また建物の立地条件から、解体工事中の近隣環境への配慮も最重要課題となった。そこで、2010年に開発を完了し、2011年に東京駅近郊の105mのオフィ

スビルに第1号物件として適用した「本システム」を、旧グランドプリンスホテル赤坂の解体工事向けに改良し、第2号物件として適用した。

2. 本システムの概要

(1) 本システムのコンセプト

本システム（TECOREP System：Taisei Ecological Reproduction Systemの略）は、「閉鎖型による環境配慮」、「上層階からの安全な解体」、「エネルギーの転換」の三つのコンセプトから構成されている。図-2に本システムの基本概念図を示す。

1つ目の「閉鎖型による環境配慮」は、閉鎖空間の内部で全ての解体工事を完結することで工事騒音の抑



写真-1 外観写真

着工	1980年 3月
竣工	1982年11月
開業	1983年 3月
閉業	2011年 3月（築28.4年）
構造	地上：鉄骨造 地下：鉄骨鉄筋コンクリート造
建築面積	3,098m ²
延床面積	67,750m ²
フロア形状	雁行形式（68m×44m） 基準階面積約1,400m ²
階数	地上39階、塔屋1階、地下2階
高さ	138.9m
客室	761室
収容人数	1,454人

図-1 建物概要

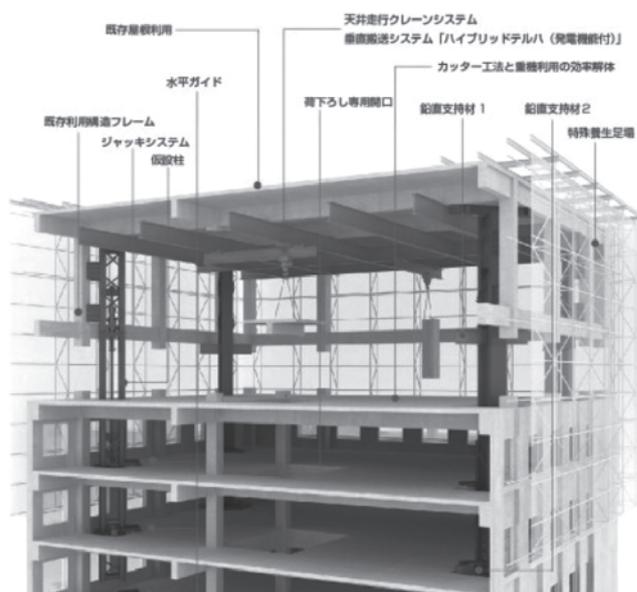


図-2 本システムの概念図

制、粉塵および解体材の飛散防止など従来問題となっていた近隣環境問題を改善するうえ、荒天候に左右されず工事の遅延が生じないことから工期短縮に繋がる。解体によって発生する鉄骨やコンクリートガラは、閉鎖空間の天井面に設置した天井走行クレーンによって水平搬送し、テルハクレーンによって垂直揚重を行う。閉鎖空間上部は、既存建物の構造フレームを利用することで、仮設材の使用量を軽減した。

2つ目の「上層階からの安全な解体」は、閉鎖空間の中で上層階から1フロアないし2フロア解体する毎に、閉鎖空間を下階へ自動降下するシステムとした。解体作業中、ジャッキダウン中など全ての状況下において、この閉鎖空間は耐風・耐震安全性を確保できるように設計を行った。

3つ目の「エネルギーの転換」は、解体材を荷下ろしする際に発生する回生電力を無駄なく有効利用（消費）するため、従来、回生抵抗器により放電されていた電力を蓄電池（キャパシタ）に蓄え、クレーン本体の動力のみならず、仮設の電源にも利用できるシステムとして開発した。図-3に回生システムの模式図を示す。

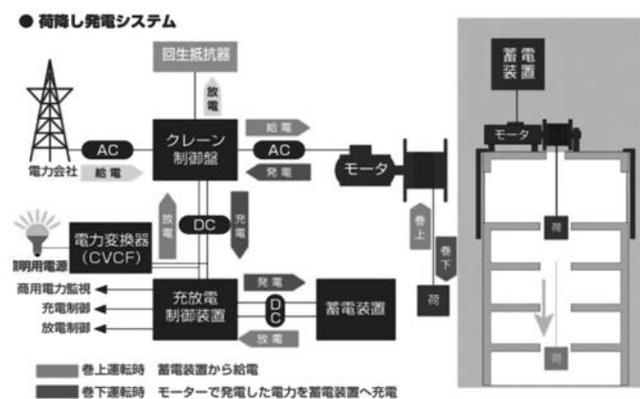


図-3 回生システムの模式図

本システムは、重量物を高い場所から荷下ろしするほど、発電量を多く確保できることから超高層建物における解体工事でより効果を発揮する。

(2) 本システムの環境性能

① 工事騒音の遮音効果

本システムは、閉鎖空間内で全ての解体工事を行うことから、従来の解体工法では達成できない遮音性能を実現できる。図-4には、従来の上面が解放されている解体工法と本システムの、工事騒音の外部への影響の比較解析結果を示す。図より本システムは外部への工事騒音影響が大幅に低減でき、最大20 dBの低減が可能となった。

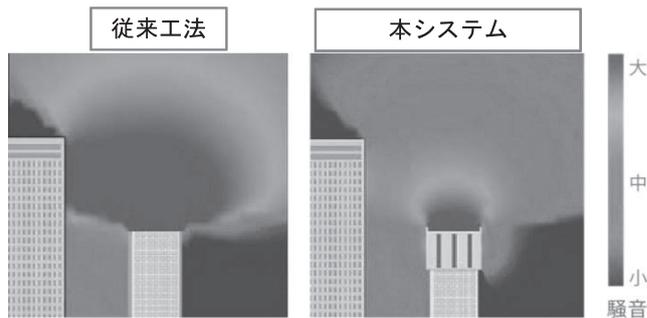


図-4 工事騒音の遮音効果

② 工事粉塵の飛散抑制効果

工事粉塵の飛散は、遮音性能と同様閉鎖することで、大幅に抑制される。図-5に従来工法と、本システムの工事粉塵の外部への影響の解析結果を示す。図より、飛散する粉塵は、従来工法では濃度及び拡散する範囲が大幅に大きくなるのがわかる。

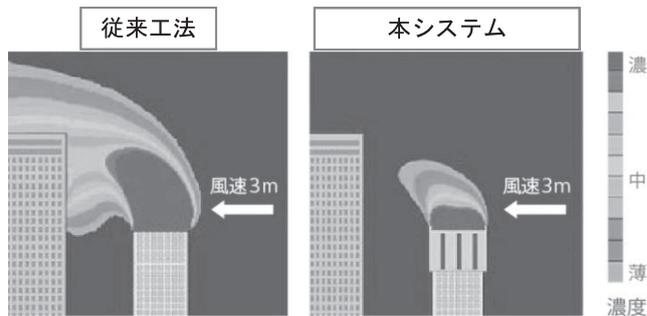


図-5 工事粉塵の飛散抑制効果

本システムでは、風の影響がほぼ無いことに加え、散水による飛散抑制対策を合わせて実施することで、重量比で90%以上の抑制効果が得られる。

(3) 本システムによる解体手順

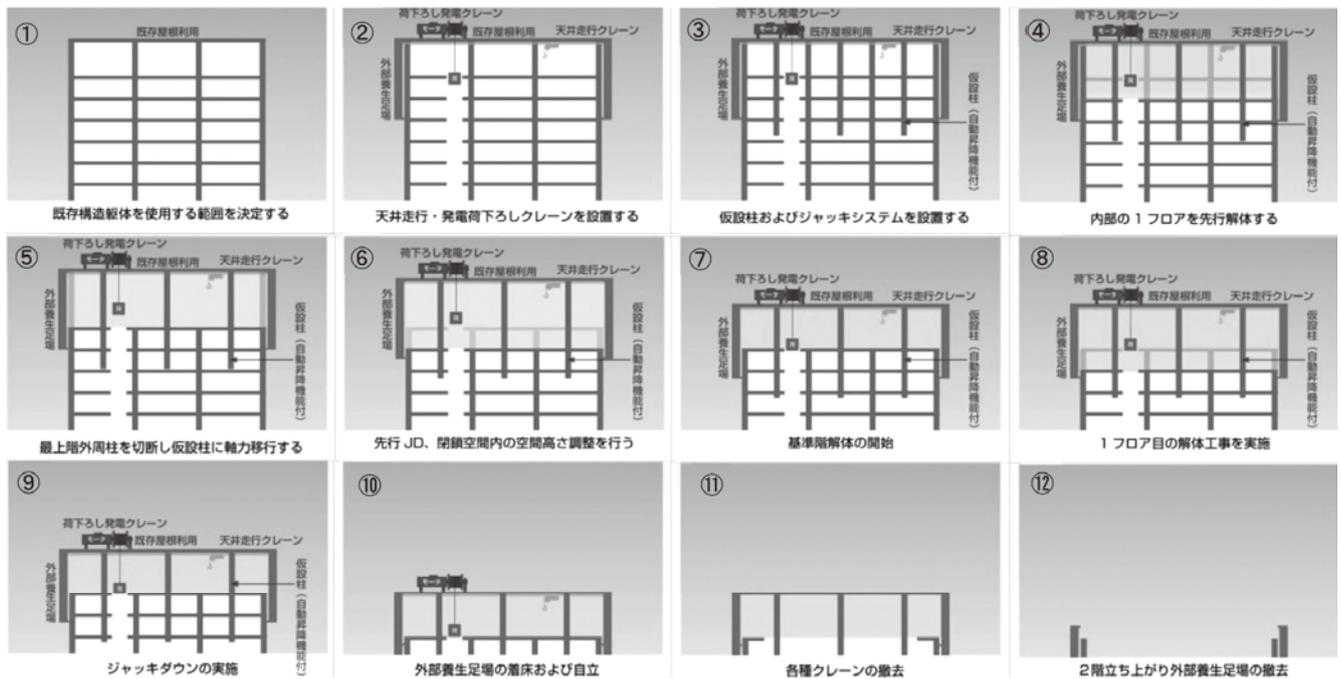
本システムによる標準的構築から建物の解体手順を図-6に示す。

【手順①】閉鎖空間構築に利用する既存建物の構造体の範囲と外周養生足場等の仮設計画を決定し、構造解析で安全性の検証を実施。

【手順②】外周養生足場を最上階付近の構造体より吊下げ支持で設置。足場を設置する範囲は、解体する層数+1層分が覆われるようにする。水平搬送用の天井走行クレーンと垂直揚重用のテルハクレーンは、解体手順を考慮して設置場所および範囲を決定し設置。

【手順③】閉鎖空間を支えるための仮設柱と自動降下させるための油圧ジャッキの設置。油圧ジャッキは仮設柱内に配置される。

【手順④】閉鎖空間構築後、最上階外周部の既存柱を残すように最上階の内部柱および床、外壁の解体を実



図一六 本システムによる解体の手順

施。

【手順⑤⑥】閉鎖空間の荷重を、既存建物の外周柱を計画的に切断撤去しながら仮設柱へ段階的に移行。荷重移行は、油圧ジャッキに掛かる荷重、閉鎖空間の変位、仮設柱の歪みなどをリアルタイムに計測しながら実施。荷重を完全に仮設柱で受け換えた後、階高調整するための調整ジャッキダウンを実施。

【手順⑦⑧⑨】外周養生足場で囲まれている部分の上部フロア（基準階）を解体する毎に、その分の高さのジャッキダウンを繰り返し、解体工事を進捗。

【手順⑩⑪⑫】外部養生足場が地上に着床するまで解体とジャッキダウンを繰り返し、閉鎖空間に利用した既存建物の最上階部分の解体と共に油圧ジャッキなどの設備機器を取り外し、閉鎖空間の解体を完了することで、本システムによる解体工事を完了。

3. 旧グランドプリンスホテル赤坂の解体工事実施内容

(1) 工事工程

解体工事は、2011年9月より内装解体およびアスベスト除去工事より順次開始し、躯体解体を2012年6月より開始した。図一七は躯体解体開始から完了までの解体工事工程表を示す。本システムの構築は、2012年6月より10月までに完了し、動作確認や計測準備などを行ったのち、2012年11月13日に第1回目のジャッキダウンを行った。全17回のジャッキダウンと解体工事を繰り返し進め、最終ジャッキダウン



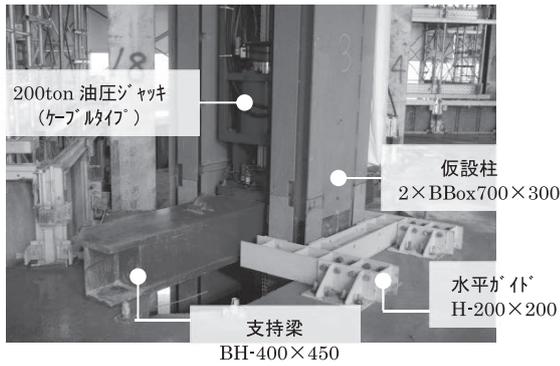
図一七 解体工事工程表

を2013年5月18日に行い、本システムが地上に着床した。その後、概ね1ヶ月間で本システムの解体を行い、2013年7月上旬に本工事を全て完了した。全工程21ヶ月間のうち、本システムによる躯体解体は、13ヶ月間であった。

(2) 工事計画

本システムの実施計画概要のモデル図を図一八に、仮設柱の仕様を写真一に示す。

閉鎖空間を大空間として解体作業の効率化を考える上で、既存建物の大梁はH-500×200×10×16と剛性が高くないことから、PHRFとRFの大梁およびRF立上りの柱を利用し、斜材を追加することにより



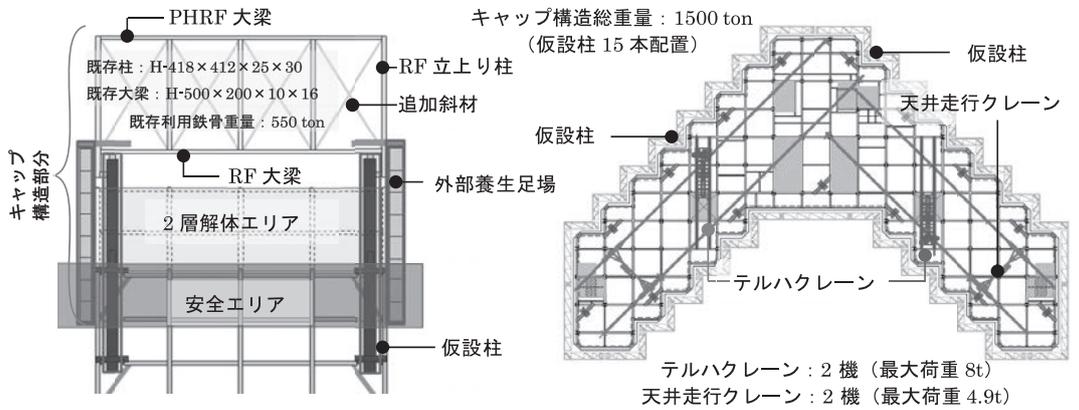
写真一 仮設柱の仕様

トラス構造の閉鎖空間を構築した。外周の養生足場は、RFの外周大梁より吊下げ方式で8段設置し、基準フロア高さ3層分を覆った。3フロアのうち上2フ

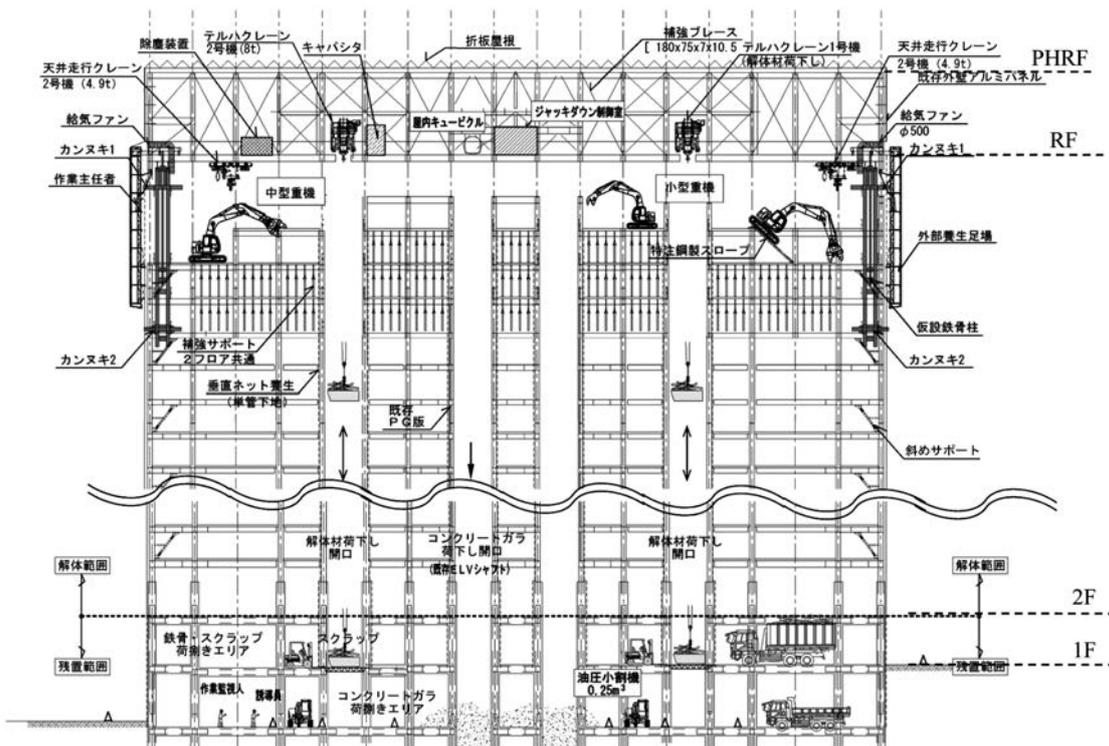
ロアは連続して解体工事を行い、下1フロアを養生足場と躯体をラップさせることで、解体部材の飛来落下や作業員の安全を確保した。

閉鎖空間全体の総重量約1,500トンは、仮設柱15本にて負担させた、仮設柱はバランスを考慮して建物外周に配置した(図一8)。

仮設計画断面を(図一9)に示す。RFの梁上に荷下ろし用のクレーン(テルハクレーン)を左右2箇所に設置し、定格荷重は8トンとした。中央部付近の既存エレベータシャフト1箇所は、コンクリートガラ荷下ろし専用の開口として使用した。RF梁下には、水平搬送用の天井走行クレーンを中央より左右に各1台設置し、定格荷重は4.9トンとした。テルハクレーンと天井走行クレーンは使用状況により、輻輳する場合は



図一 本システムの実設計画概要



図一 仮設計画断面図

あることから、エリアセンサーを本体に取り付け、衝突防止領域をクレーンと一緒に移動させることで安全性を確保した。本物件では、解体作業は重機による圧砕工法とし、小型重機2台、中型重機3台の合計5台を使用した。RFには、荷下ろし用のクレーンオペレーター室、キャパシタ（テルハ蓄電池）、ジャッキダウン制御室、油圧ジャッキのポンプユニット、換気用の送風機、除塵装置、散水用タンクなどを配置した。下階では、1Fでコンクリートガラとスクラップなど、2Fで鉄骨、外壁（アルミパネル）の解体材の集積・分別を行い、2フロアで並行作業を行うことで解体材の仕分けおよび搬出の効率を上げた。

(3) 本工事におけるジャッキダウン機構

今回使用するジャッキダウン機構の手順を図-10に示す。ステップ①は2フロアの基準階解体として、nF立上りおよびn+1F立上りの解体工事を行う。2フロアの解体が完了するとカンヌキ1をn+2FレベルからnFに移動し、ジャッキダウン作業の準備が完了となる（ステップ②）。この段階ではカンヌキ1とカンヌキ2が床上に着床しているが、荷重はカンヌキ2で支持している。次に30～40mmのジャッキアップを行うことで荷重をカンヌキ2からカンヌキ1に移行し、床面より浮いたカンヌキ2を折りたたみ、降下の準備完了となる（ステップ③）。ステップ④では荷重をカンヌキ1で支持しつつ、油圧ジャッキを使用しジャッキダウンを行う。油圧ジャッキは、センターホール方式（写真-3）となっており、上部のシリンダーのピストン動作に合わせてジャッキセンターに配置した吊り材（ストランドワイヤー）を把持（グリップ）し、



①グリップの開放 → ②シリンダー上昇 → ③上昇完了(175mm) → ④グリップ閉・降下



⑤50mm 降下・確認 → ⑥100mm 降下・確認 → ⑦150mm 降下・確認 → ⑧定着モードで降下

写真-3 ジャッキストローク状況

伸ばしたジャッキのシリンダーを縮める動作を繰り返すことで、ジャッキダウンを継続する。ジャッキのシリンダーストローク量は最大175mmであった。ステップ⑤では、所定のジャッキダウンを完了する直前で、折りたたんでいた全てのカンヌキ2を開きレベル確認を行い、定着モード（荷重制御モード）によりカンヌキ2を着床させ、ゆっくりと荷重をカンヌキ1よりカンヌキ2に移行する。ステップ⑥でカンヌキ1を床上より引き上げジャッキダウンを完了とし、再び基準階解体工事を開始する。

(4) 本システム構築の準備工事

本システム構築の準備工事は、2012年6月より10月まで行った（図-7参照）。準備工事は屋上階にジブクレーン60t-m×1機、120t-m×2機を配置して（図-11、写真-4）、足場の吊り上げ、補強材の揚重及び取付け、仮設柱、天井走行クレーンおよびテルハクレーンの設置・組立などを行った。その後、油圧ジャッキの設置および調整を行い、PHRFに屋根を施工し、

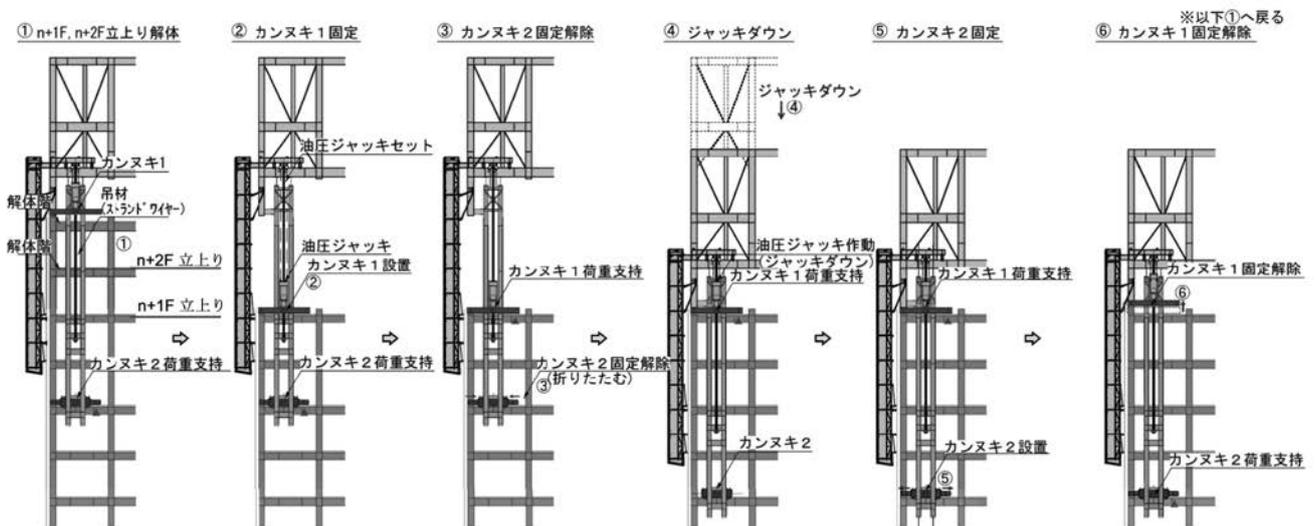
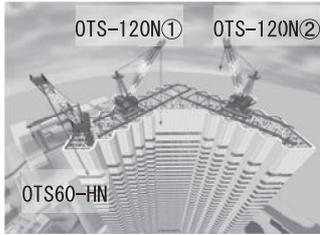


図-10 ジャッキダウンシステム



図一 11 仮設クレーン計画



写真一 4 仮設クレーン

仮設クレーンの解体・撤去により本システムの構築を完了とした。以下に準備工事の一部を示す。

外周養生足場は、地上部で枠組み足場、防音パネルおよび透光パネルなどを組み立て、ジブクレーンにより吊り上げ、設置した（写真一5）。総数35ユニットを、1ユニット当たり4～5トン程度の重量とし、吊り上げ後はRFの既存外周大梁より持ち出したブラ



写真一 7 仮設柱

ケット鉄骨により吊下げ方式で固定し、随時隣との連結を行うことで全周連結を行った。本システム構築完了後の基準階中央部からの内観を写真一6に示し、仮設柱設置完了後の状態を写真一7に示す。



写真一 5 足場工事

(5) 本システムによる解体工事

本システムによる解体工事は、2012年11月上旬より開始し2013年7月上旬に完了した。建物の解体は、図一8で示したように、基準階高：3.2mとジャッキダウン回数の削減による工期短縮のメリットより、2フロア（6.4m）毎のジャッキダウンとして工事を進めた。全17回のジャッキダウンと基準階解体工事を繰り返しながら工事を進めた。初回のジャッキダウンは、閉鎖空間の荷重を既存建物の外周柱から本システムの仮設柱に移行後、階高調整を目的として行った。荷重移行直後から閉鎖空間全体挙動を確認するため、重量及び変位、各仮設柱に掛かる荷重及び歪みなどの計測を継続的に実施した。

基準階の解体工事は、重機を5台使用して1サイクル（2フロア）8日間を基本として行った。1～6日目までに2フロアの躯体及び外壁の解体を実施し、7日目には重機を下階に移動したうえ場内整理およびジャッキダウンの準備を完了し、8日目にジャッキダウンを行った。

第16回目のジャッキダウンで外周足場が地上に着床した。その後、外周足場を自立させトラス屋根から切り離す工事を行った。第17回（最終回）ジャッキダウンでは、自立した外周足場の内側にトラス屋根を



写真一 6 内部中央



写真-8 ジャッキダウン実施状況 (内観)



写真-9 ジャッキダウン実施状況 (外観)

構築した PHRF と RF をスライドさせ完了とした。その後は約 1 ヶ月をかけ、油圧ジャッキ及び仮設クレーンの撤去、足場の解体と共に PHRF と RF の解体を行い、最後に仮設柱の撤去を行うことで解体工事の全工程を完了した。

各回のジャッキダウンの状況を写真-8 に示し、各回毎のジャッキダウン毎の建物高さの推移を写真-9 に示す。

が増えた場合は、従来型（海外での爆破解体も含む）の解体工法ではなく、あらゆる意味で環境に配慮され、都市型に適した解体工法が求められるケースが増えると予想される。閉鎖型解体工法である「テコレップシステム」が将来の超高層解体工法における標準的手法の一つになるように更なる技術の向上に努めたい。

JICMA

4. おわりに

今回 140 m の超高層建物を本工法テコレップシステムにて解体をしたことで、本工法の特徴である閉鎖型解体工法の有効性を改めて実証することかできた。

前回の適用物件が成型な建物形状であったのに対して、今回は非成型の変則形状の建物への適用であり、建物形状の制約に対して、このテコレップシステムが充分に対応できることを確認した。

超高層建物の解体は、国内のみならず海外でも必要に迫られており、今後再開発などによる建て替え需要

[筆者紹介]



矢島 清志 (やじま きよし)
大成建設
本社 建築本部 技術部機械技術室
課長



市原 英樹 (いちはら ひでき)
大成建設
本社 技術センター 建築技術開発部生産技術開発室
次長