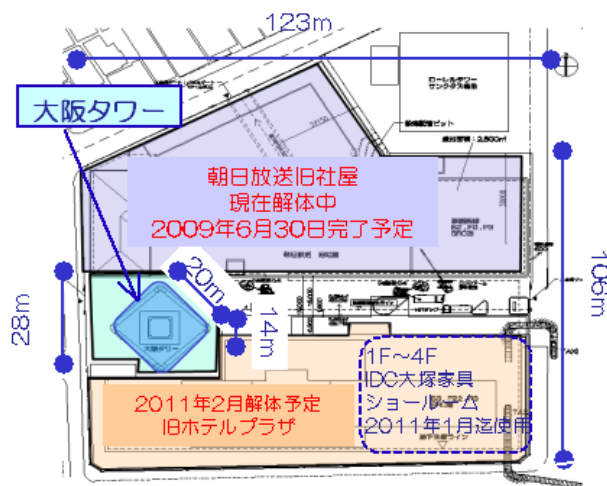


超高層タワー解体工法－竹中グリップダウン工法の開発

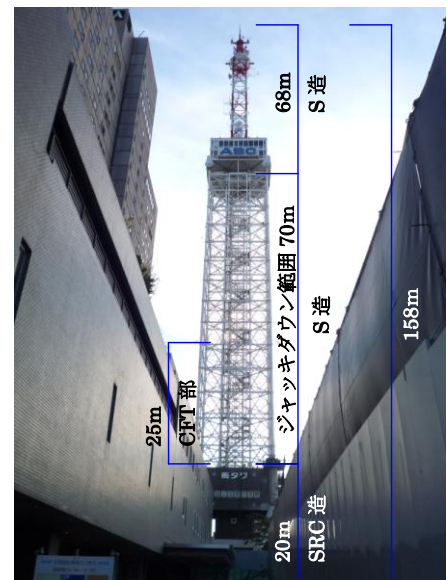
大阪本店
技術部 機械電気G 櫻井豊樹

1. 序論

1960年代後半から超高層ビルが建てられ始めて早くも40年あまりが経っている。これらの建物も老朽化が進み、近い将来建替え時期を迎えるが、超高層建物の解体は十分な実績が無く、未だ確立されていないのが現状である。一方、あらゆる面で環境配慮に対する社会的意識が高まっている現在、特に解体工事では、作業の安全性や飛来落下防止のみならず、騒音・振動の抑制といった周辺環境への配慮が極めて重要となっている。このような社会環境を背景として、昨年他社において建物をジャッキで支えながら最下階で解体する工法を開発し、高さ75mのビル解体工事に適用したことが大きな話題となった。当社においても解体技術に関する開発ニーズが高く、今後の建替市場に向けた当社独自の合理的かつPR効果の高い解体工法の開発が強く望まれていた。そこで今回、高さ158mの大阪タワー解体工事に對し、上記ニーズに合致した安全・安心かつ環境にやさしい解体工法として新たに開発したグリップダウン工法について報告する。



コンサートホール
図－1 大阪タワー敷地状況図

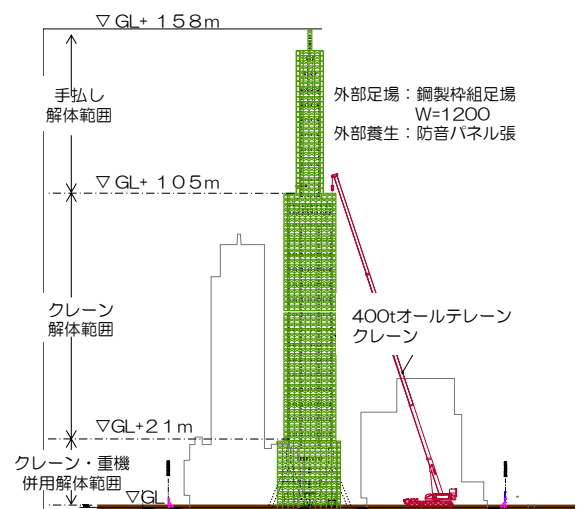


写真－1 大阪タワー全景

2. 本論

2. 1 原計画の概要と課題

大阪タワーは写真－1に示すように高さ158m、平面寸法縦横20mの塔状建物であり、地上20mまでがSRC造、45mまでがCFT造、以降S造となっている。図－1に示すとおり敷地境界までの最短離隔距離は約7mで、敷地南側にはクラシックコンサート専用ホールもあり振動、騒音に対する十分な配慮が必要であった。原計画では図－2のように、地上から頂部まで総足場を組み158m～105mは人力解体、105m～21mは大型クレーンによるブロック解体、21



図－2 原計画

m以下は解体重機による破砕解体としていたが、仮設材、解体材等の周辺への落下や部材溶断時の火気飛散および振動、騒音に関して非常に懸念されていた。

2. 2 解体工法アイデアコンペの実施

前述した課題解決に向け、昨年発足した大阪本店技術開発委員会と協業し、大阪本店全部門を対象に超高層建物解体工法のアイデアコンペを実施した。その結果、図-3に示す最下層でのジャッキダウン機構を用いた鉄塔解体工法案が課題解決に有効と判断し、その具現化に向け、部門横断型の推進チームを発足、年初から検討を進めた。

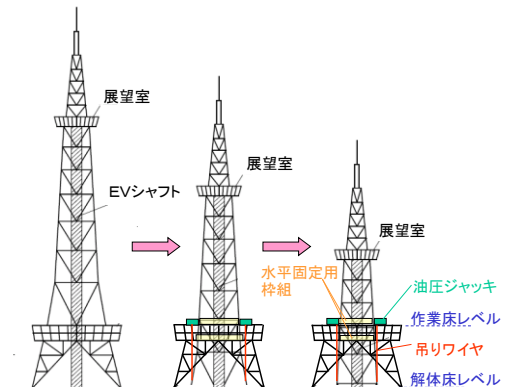


図-3 アイデアコンペ案

2. 3 竹中グリップダウン工法の開発

2. 3. 1 開発工法の概要

開発工法の機構・手順の概要を図-4に示す。高層建物を下層で解体する場合、①建物をどのように支持・降下させるか、②風、地震時の水平力をどう処理するかが重要となる。塔状建物の場合、これらに加えて、③転倒モーメントにより生じる引拔力を如何に処理するかが大きな課題となる。この引拔力への対応を可能とし、常に全方向支持しながら建物を降下させる（＝グリップダウン）機構が本工法の最大の特徴である。

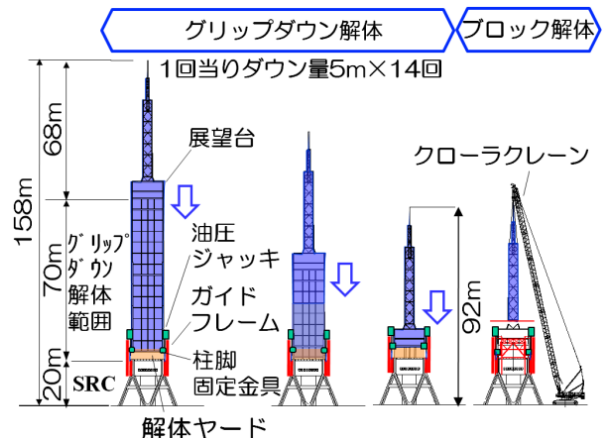


図-4 解体機構・手順概要

2. 3. 2 タワー解体における構造検討

(1) 仮設材低減、解体の安全性向上を考慮したタワー支持計画

本解体計画における構造設計上の特徴は、タワー下部躯体および基礎構造が元々有する荷重支持能力を生かしながらタワー本体を下部から解体することにある。仮設材等が必要最小限となるよう、タワー支持仮設鉄骨（ガイドフレーム）を解体部分に限定し、解体資材の低減を図るとともに、堅牢な下部躯体上で部材解体ができる計画とした。具体的には図-4～6に示すように解体場所を地上20mのSRC躯体上部とし、タワー自重および地震・風荷重時の転倒モーメントによって生じる圧縮力はガイドフレーム柱を介して、引拔力はネジ鋼棒（以下、引抜防止ネジ）を介してSRC躯体に伝達し、水平力はガイドフレームのブレースを介して躯体に伝達する計画とした。ガイドフレームは既存の外部鋼管柱に新たに溶接固定した外ダイヤフラムで支持し、仮設鉄骨量、あと施工アンカー工事を大幅に低減させた。

(2) 各施工段階における構造解析

各施工段階において、タワー本体既設部材およびガイドフレームの構造安全性を立体架構解析・地震応答解析により検証した。検証に際しては、タワーの架構応力を評価するツールを開発し、多段階にわたるジャッキダウンステップ、複雑な荷重パターンの全てにおいて架構の応力状態を把握し、ジャッキダウンの安全性を確認した。具体的構造検討項目は以下のとおりである。

- ①解体中各段階における常時鉛直反力、地震・風荷重時反力と架構安全性
- ②ジャッキダウン時の反力変動や架構安全性から決まる施工管理値の設定
- ③ジャッキダウン機構の故障等、非常時の架構安全性検証

図-7に解析モデルと応力検討例を、図-8に支点反力解析結果例を示す。

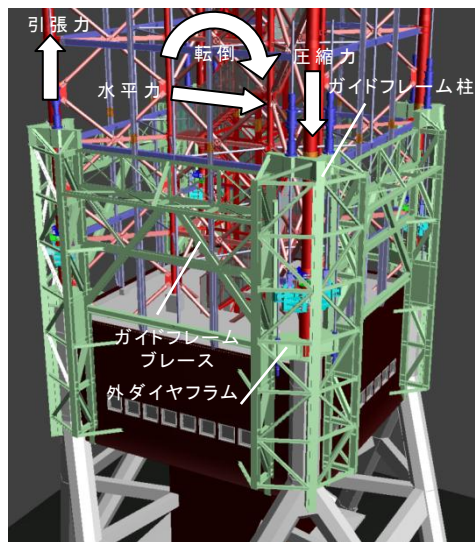


図-5 荷重支持機構

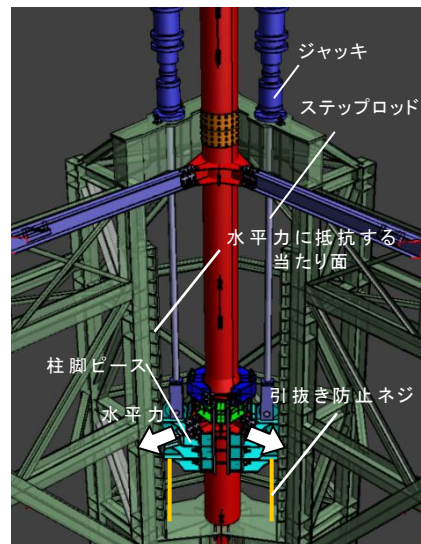


図-6 グリップダウン機構

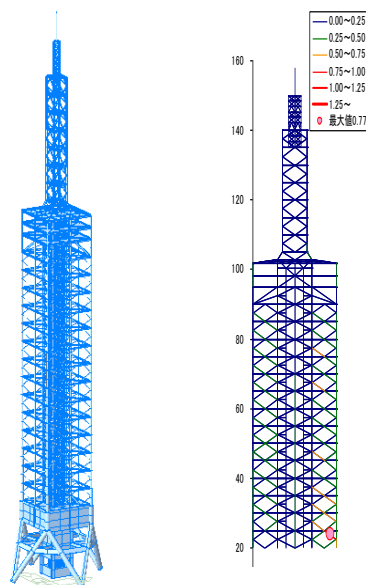


図-7 解析モデルと応力解析例

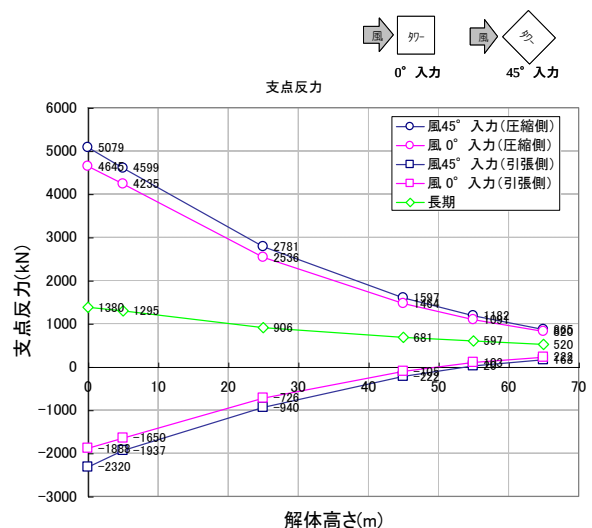


図-8 支点反力解析結果例

2. 3. 3 グリップダウン設備

前項の構造解析から得た荷重条件をもとに各設備の仕様を下記のとおりとした。

(1) 躯体支持・降下装置

上部躯体の支持・降下装置として、既存ダイヤフラム直下の柱を圧着固定した金具（以下、柱脚ピース）を移動架構工法で用いるリフティングジャッキで懸垂支持し、連続降下させる機構を採用した。ジャッキはタワー四隅の外周柱に配置し、大地震時の荷重を考慮し、1柱当たり200tジャッキを2台とした（図-6）。各ジャッキから降ろした吊り材（ステップロッドφ140mm）先端にピン固定した柱脚ピースは既存鋼管柱を左右から挟み込むように総ネジPC鋼棒φ36で固定し、CFT部分ではPC鋼棒を緊張・圧着させる計画とした。また既存ダイヤフラムを有効利用するため長期軸力の2倍の荷重に対して中期許容応力度以下となるようダイヤフラムを補強し、地上4.5m以上のS造部分では既存ダイヤフラムのみでタワーを支持する機構とした。

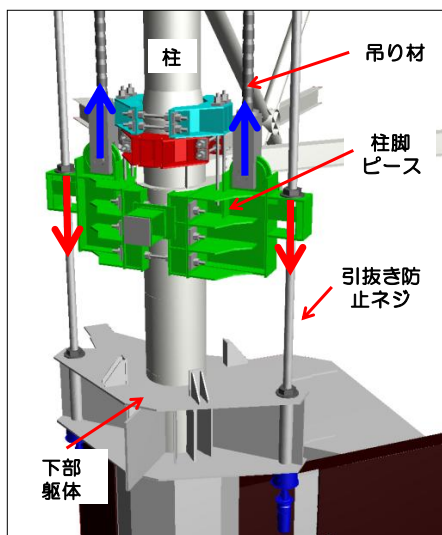


図-9 柱脚支持機構

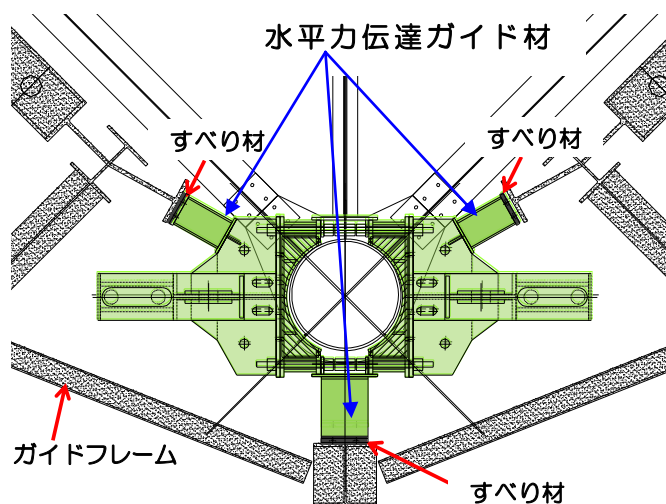


図-10 水平伝達機構

(2) 水平力処理方法

リフティングジャッキを設置するために下部躯体から立ち上げたガイドフレームで建物に作用する水平力を負担させることとした。水平力伝達用ガイド材にはH形鋼を用い、柱脚ピース3方向にボルト固定した。摩擦力を低減するため、ガイド材先端にナイロン樹脂製すべり材を取付ける計画とした。

(3) 引抜き力処理方法

引抜き力対応設備に関しては、柱脚ピースと下部躯体とを引抜き防止ネジ（φ90mmの台形ネジ棒）とナットで連結し、柱脚ピース天端に設置したナットがタワーの降下速度に合わせて常に一定の隙間を保持するようネジ棒を電動モータで回転させる機構とした（特願 2009-163398）。またジャッキダウン後、柱脚ピース盛替中における引抜き力処理のために下部SRC躯体とタワーを緊結させる仮定着用金具を既存ダイヤフラム直上に予め配置する計画とした。

(4) 計測管理装置

表-1に計測管理項目と管理値を、図-11に計測機器配置を示す。

表-1 主な管理項目と管理値

管理項目	管理値	計測方法
1. ジャッキ荷重	長期軸力±50%以内	荷重計
2. 柱レベル	相対レベル差 5±3mm 以内	ストローク計
3. 引抜き力	①5t 以下 ②引抜き防止ナット隙間 4±3mm (=1~7mm)	① 荷重計 ② 隙間センサー
4. 風速	平均風速 10m/s 以下	風向風速計

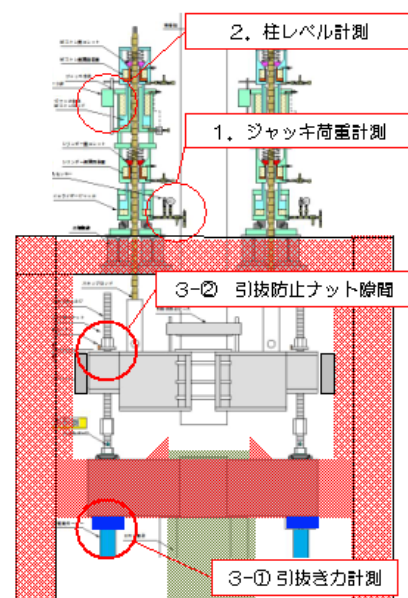
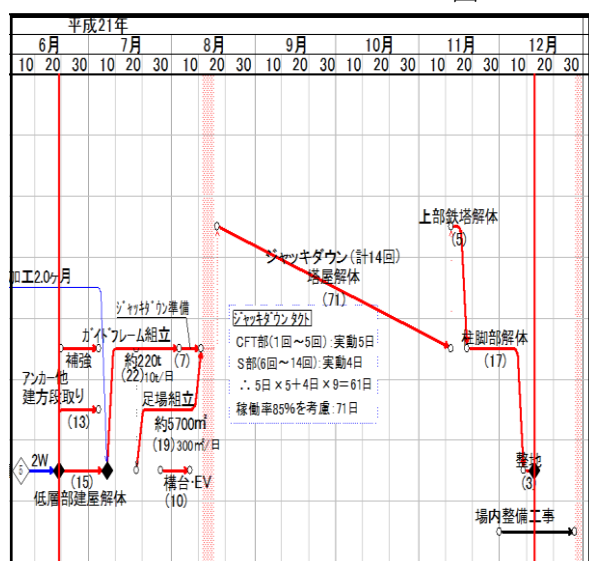
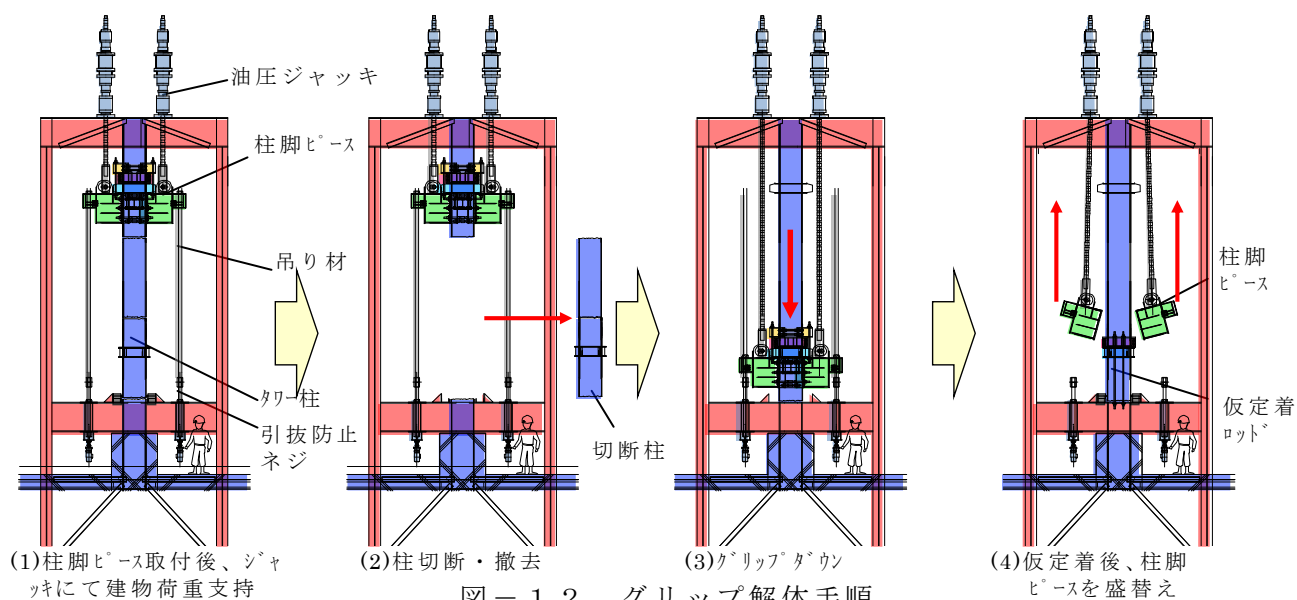


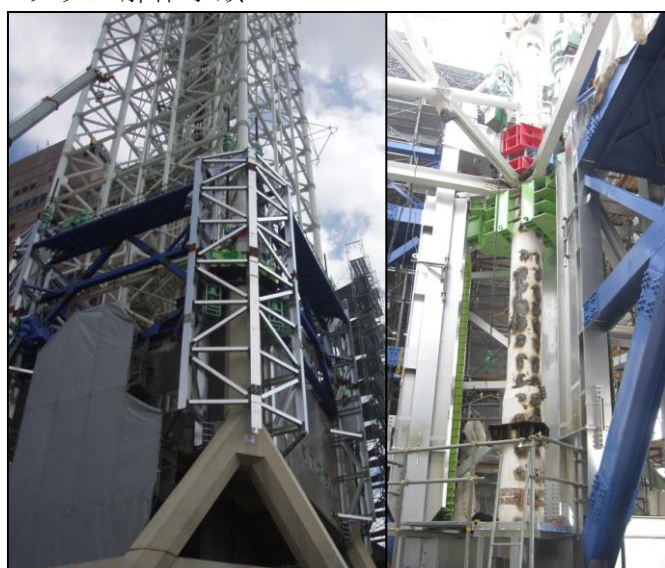
図-11 計測機器配置

2. 3. 4 解体作業手順

解体作業手順を図-12に示す。ジャッキダウンは、既存ダイヤフラムの間隔である高さ5m毎に、展望台の直下まで、全14回実施するものとした。CFT部分を5日タクト、S造部分を4日タクトで解体し、延3ヶ月でタワー部の解体を行う。図-13に全体工程およびタクト工程を示す。



図－１３ 全体工程



写真－２ ゲートフレームと柱支持状況

３．結論

グリップダウン工法の開発と大阪タワー解体工事への適用により得られた成果は、

- (１) 引抜きへの対応を可能とし、常に全方向支持しながら建物を降下させるグリップダウン機構が開発できた。
- (２) 高アスペクト比の超高層塔状建物に対するグリップダウン工法の設計・検証手法が確立できた。
- (３) 地上近傍の安定した作業床での繰り返し作業が実現でき、解体の作業性が向上するとともに、高所作業および飛来落下の危険性の大幅な低減、騒音・振動発生源の集中抑制、仮設材の低減が図れる工法が構築できた。
- (４) 今後の建替市場に有効な、安全・安心かつ環境にやさしい解体技術としてPR効果のある差別化技術を保有することができた。

【開発実施者】

(作業所) 堤 伸介、谷田 誠 (広島支店設計部) 江原勇介
(設計部) 上田博之、枡井哲也 (技術部) 森田将史、菅原敏晃
(西日本機材センター) 朝田伸一、竹内誠一、内藤 陽、三幸謙一

【間接的参画者】

(技術研究所) 嘉本敬樹