

《2012年度 ICD日本部会・総会・認証式特別講演》

## 東京スカイツリー®建設について ～世界一への挑戦～



(株)大林組 技術本部企画推進室 部長

田 村 達 一

## ●抄 録●

当社が施工した「東京スカイツリー」は、2012年2月29日に完成を迎えた。約3年8カ月におよぶタワーの建設は、まさに当社の「チャレンジ」の象徴であった。これまで誰も経験したことのない高さのタワーをつくるにあたり、当社が保有する技術の粋を集めて、さまざまな困難を克服する必要があった。

巨大であることと精密であることを両立させながら、未知の領域での建設工事を計画通りに進めることを可能にした当社のさまざまな技術や工法の紹介を通じて、日本の力と、我々の「ものづくり」にかける情熱を感じていただければ幸いである。

キーワード：未知の高さ、超短工期、リフトアップ工法、スリップフォーム工法、ナックル・ウォール工法

### I. 未知への挑戦

634mという世界一高いタワーの建設工事は、これまでの国内超高層ビルの倍以上という高さのものを、超高層ビルと同程度の期間でつくるというものであった。この未知の難題を、安全と品質を確保しつつ工期内に完成させることを事前に約束してしまう。この点がまさに「挑戦」と呼ぶべき課題であった。

一番問題となるのは、高くなるにつれ強さを増す風対策である。風速10m/s以上の風が吹くとクレーン作業は中止となるが、この頻度はまったく読めない。しかし、このような自然条件を理由に工期を延長することはない。これが工期遵守を最も大事な商品とする日本のゼネコンのプライドだ。そして、その時間との戦いの中相手にするのは、これも誰も経験の無い、大型のパイプとパイプが複雑に精緻に組み合わされる鉄塔の構造体だ。しかも、鉄塔が故の落下物を遮る床と壁がない中で、絶対に周囲に物を落とさない安全な施工が求められる。

当社はこの課題を昼夜作業などの力技ではなく技術をもって解決し、無事、東京スカイツリーを完成させた。その概要を紹介する。

### II. 基礎部分の構築

東京スカイツリーは高さに対して足元の幅が狭く、風や地震で水平に力がかかると、足元に大きな押し込み力と引き抜き力がかかる。そこで、足元を強固に支える杭が必要となる。この問題を効率よく解決するため、当社が開発した「ナックル・ウォール工法」という独自技術が採用された。壁状の杭がタワーを支える硬い地盤に15m貫入し、その部分に節状のナックルをつける。これが硬い地盤に引っ掛かり、世界一の高さをしっかりと支えるのだ。土を掘る量が少なく、コンクリートも少なく済むので、効率的で短期間での施工も可能だ。

### III. ゲイン塔の設置

地上デジタル放送用のアンテナが取り付けられるゲ

イン塔は、地上500mを超える高さに位置する。そのため、安全・品質・工程を確保するうえでの風や湿度などの自然条件に対するリスクが最も大きくなる。この自然との闘いを回避し、上空でのリスクを最小化したのがリフトアップ工法だ。ゲイン塔の組み立て作業を地上で行い、組み上がったものを引上げて設置するというこの工法により、上空での自然環境によるリスクが抜本的に減少することになる。しかし、中央の狭い空洞内で全長約240m（下部避難階段含む）、総重量約3,000 tに達するゲイン塔を組み上げ、634mまで引き上げる工事は、前代未聞のスケールであり、技術的難易度は増すことになる。

経験の無いこの課題に総力を挙げて取り組み、組み立て装置の開発、リフトアップ装置の工夫、組み立て時における精度確保方法の確立、施工中の風や地震に対する安全性の確保など、問題を一つ一つクリアし成功へと至った。また、リフトアップ終盤の工事安全上最も不利な条件で発生した東日本大震災に耐えたことは、計画の確かさを図らずも実証する結果となった。

このリフトアップ工法は、周りの鉄塔本体の組み立てと並行して行えるメリットもあるため、大幅な時間短縮に貢献した。この工法無くして3年8ヶ月という超短工期での完成はあり得ず、成功の鍵となった。

#### IV. 心柱の構築

いいことづくめのゲイン塔のリフトアップ工法にも欠点がある。地上で組み立てるためのスペースを確保するため、タワー中央部にある鉄筋コンクリート製の心柱の施工を、ゲイン塔のリフトアップ後としなければいけないことである。心柱の施工に残された時間は半年余りで、この期間で東京タワーよりも高い375mの鉄筋コンクリート構造物をつくらなければならないのだ。これを可能としたのが、当社の保有技術、スリップフォーム工法だ。

コンクリートを流し込むための型枠と作業床が一体となった装置を滑り上げながら上昇させ、連続的にコンクリートを打設する工法だ。毎日コンクリートを打ち続け、中央に残る限られたスペースの中だけで作業が可能のため、この短い期間での施工が可能となる。こちらでも高さだけでなく、スカイツリーならではの難

題を一つ一つクリアし、無事終了した。

#### V. 鉄塔本体鉄骨の積み上げ作業

これまでに紹介した、ゲイン塔のリフトアップ工法と心柱のスリップフォーム工法の組み合わせで、未知の高さ故の問題を抜本的に解決し、全体工程は成り立っている。しかし、最後に忘れてはならないのが、高さ約500mまでとにかく積み上げるしかない鉄塔本体の構築だ。一般的な超高層ビルを建設する倍程度の速度で、全工程中もっとも長い2年弱の期間を費やして行われる。この成否が全体工程に影響するのは言うまでも無い。

鉄塔本体の構築は、鉄骨工事がその鍵を握る。まずは3万7,000ピースに及ぶ鉄骨の製作が重要で、精度の良いものが現場の工程に合わせ供給される必要がある。ほとんど製作実績が無く難易度の高いこの鉄骨製作が円滑に進むよう発注先の選定が行われ、全国19の工場に分散された。鉄骨は、各々の工場で品質の作り込みや納期遵守のための打ち合わせが繰り返し行われ、必要な部品を全て取付け、塗装される。一品一品ほとんど手作りで製作され、溶接部や寸法精度の綿密な検査の後、オンタイムで現場に搬入される。これらのマネジメントが当社現場職員の腕の見せ所となった。

次にこれを効率的に現場で組み立てる。その鍵となるのはタワークレーンだ。未知の高さ対策を施した特殊仕様のクレーンを高密度に建物上に載せられるだけ配置し、揚重作業全体のスピードアップを図った。また、大量の揚重用資機材をタイムリーに供給して、全てのクレーンが最大限効率よく稼働できるよう、荷捌きヤードを立体化してスペースを確保した。

作業効率と安全を両立させる足場等の設備も新しく考案した。特に絶対に物が外に落ちないように、全ての作業がネットの中で行えるように配慮した仕組みとした。

職人の高度な技量に加え、鉄骨の組み立て精度の計測や調整に独自のコンピュータと光波測量器によるシステムを導入する等、ハイテク技術も投入した。

作業現場となる東京スカイツリー上空の気象予報システムも考案。1週間先の高さ毎の1時間刻みの風向

風速、晴雨が日に2回更新して配信され、作業予定立案のよりどころとなった。また急な地震や雷、強風を察知し作業員に警報を発する仕組みも取り入れた。

このように作業の意味をゼロから考え直し、起こりうることを想定し様々な準備を行い工事に臨んだ。そして施工中も関係者が一体となり問題解決を行い、決められた期間を予定通り走りぬき、日に日に高くなるその姿を楽しみに訪れる見物客を楽しませ話題となったところである。

## Ⅵ. まとめ

施工中からこれほど注目を集めるとは全く予想していなかったこのプロジェクトも完成を迎えた。

今後、今回培った技術を活用できる機会は多くないかもしれない。しかし、当社には優れた技術を持った人が多くいて、その力を結集すれば新たなチャレンジができる。未知の工事に恐れずチャレンジする社内文化や風土が再確認できたと思っている。そういうチャレンジ精神が、当社の新しいパワーになると信じている。

---

## On the Construction of TOKYO SKYTREE —Challenging the World's No.1—

*General Manager, Technology Division, OBAYASHI CORPORATION*

Tatsuhito TAMURA

The construction of TOKYO SKYTREE, of which we were in charge, was completed on February 29, 2012. The construction period of about three years and eight months was indeed emblematic to us in terms of a challenging commitment. In erecting a tower with a height that no other construction company has ever experienced, we needed to gather our best technologies to overcome various difficulties.

Through the introduction, in this article, of our diversified technologies and methods of construction that enabled the construction in an unknown dimension to progress as planned, coping with both being hugeness and being precise, we are glad that the public recognizes the technological potentiality of Japan and know about our commitment for “manufacturing”.

**Key words :** Unexplored height, Ultra-short construction period, Lift-up method, Slip form method, Knuckle wall method