2. 地上デジタル放送の送信技術

2-4. 東京スカイツリー

渡 邊 薫[†]

キーワード 東京スカイツリー, 電波塔, 地上デジタル放送

1. ま え が き

東京都墨田区に現在建設中の地上デジタル放送用の新タワー「東京スカイツリー」(図1)は、2008年7月の着工から2年近くが経過し、高さは300mを超え、すでに日本国内では最も高い建築物となった。2011年12月の竣工に向け、電波塔としては世界一の高さ634mを実現する予定である。本稿では東京スカイツリーの建築の概要、導入される技術について紹介する。

2. 計画経緯

表1に開発経緯を示す。東京スカイツリーは2005年2月に、東武鉄道がこの事業に取組むことを放送事業者・墨田区に表明し、計画がスタートした。

3. 建築概要

計画地は東武鉄道所有の操車場跡地を利用しており、東西方向を長辺とした約400m×80mの細長い敷地形状となっている(図2)。本施設は、西街区、タワー街区、東街区の三つの街区から成り、東京スカイツリーは中央のタワー街区に計画されている。なお、低層部には、商業施設、ミュージアム、オフィスなどを配置し、タワーへの集客力を核とした大規模複合施設としている。以下に建築全体概要を示す。

名称	： 押上・業平橋駅周辺土地区画整理事業
建設敷地	： 東京都墨田区押上一丁目
敷地面積	： 約36,900m ²
建築面積	： 約31,600m ²
延床面積	： 約230,000m ²
高さ	： 634m
建築規模	： 地上31階(東街区オフィス部分)、地下3階
構造	： 鉄骨造、鉄骨鉄筋コンクリート造、鉄筋コンクリート造
基礎工法	： 場所打杭、地中連続壁杭
着工	： 2008年7月

[†] 株式会社日建設計 設備設計部門 設備設計室
 "Tokyo Sky Tree" by Kaoru Watanabe (Mechanical & Electrical Design Section, M & E Engineering Department, Nikken Sekkei Ltd., Tokyo)

表1 開発経緯(抜粋)

2003年 12月	在京放送事業者6社(NHK・民放キー局)が600m級の新タワーを求めて、「在京6社新タワー推進プロジェクト」を発足
2004年 12月	墨田区・地元関係者が東武鉄道に対し、新タワー誘致の協力を要請
2005年 2月	東武鉄道として新タワー事業に取組むことを放送事業者・墨田区に表明
3月	放送事業者が墨田区押上地区を第1候補地に選定
2006年 3月	新タワー建設地として最終決定
11月	新タワーデザインの事業者案を公表
2008年 5月	環境影響評価書提出
6月	環境影響評価事後調査計画書提出 新タワーの名称が「東京スカイツリー」に決定
7月	建設工事に着手
2009年 2月	東京スカイツリーのカラーデザインが決定
10月	東京スカイツリーの最高高さが「634m」に決定 東京スカイツリーライティングデザイン決定
2011年 12月	竣工(予定)

図1 新タワー完成予想図

図2 計画敷地

図3 タワー断面形状

竣工予定 : 2011年12月

建築主 : 東武鉄道株式会社, 東武タワースカイツリー株式会社

設計・監理: 株式会社日建設計

施工 : 株式会社大林組 (タワー街区)

東京スカイツリーは電波塔であるが、展望台や各種機械室を擁するため、法規上の扱いとしては工作物と建築物の複合体となる。建築基準法上は床が存在する部分を階とみなすため、東京スカイツリーは29階建てとなる。

4. タワーのデザイン

計画地は時代を越えて悠久の流れを育む隅田川と荒川、そして、南側に東西に走る鉄道や幹線道路等の交通軸に囲まれた、三角形の地勢の中心に位置している。この3辺に直交するさまざまな“通り”が、タワーに向けて集まる焦点に位置しており、これらの通りに正対する三つのゲートが人々を迎える三角形の平面形状とした。

この3点に絞られ地盤に降り立つ構造体は、古代中国の礼儀に用いられた鼎(三つの足でどのような場所でも自立する)を想起させ、見るものに安定感を与える。また、三角形は最小の部材数で安定した構造解を導き、周辺地域への構造体の圧迫感を抑さえ、鉄骨数量の軽減という環境への配慮も意図した。一方、展望ロビーは、1周360°の関東一円を見渡せる体験を重視し、円形がふさわしいと考えた。この結果、平面的には、低層部の三角形から高層部の円形へと変化する、世界にも例のないタワー形状が生まれた。

三角形から円形への変化(図3)は、タワーのデザインに日本の伝統文化に見られる「そり」や「むくり」という形状も生み出した。三角形の頂点が描く稜線は、日本刀の持つ「そり」を、円形に変化する部分からは、奈良平安時代の寺院建築の列柱が持つ、足元に向かって断面が小さくなる「むくり」というデザインを持つこととなった。

5. タワーの信頼性

東京スカイツリーは首都圏向け放送・通信事業用鉄塔、観光拠点、災害時に於ける地域防災の拠点などの役割を担うにふさわしい高い信頼性を担保しなければならない。以下に、東京スカイツリーで採用された主要な技術とその背景について紹介する。

5.1 構造計画

タワーの構造は、地域や地盤の特性やデザインを踏襲した上で、必要な性能を確保しなければならない。前例のない高さ600mを超える建築において、さまざまな自然災害に耐え、送信設備や人体に対し悪影響を与えない計画とするために、建築基準法に規定された基準に加え「想定外の自然災害」として「計画地直下に伏在断層を想定した内陸直下型地震」と「再現期間1500年の暴風」を設定し、倒壊余力(倒壊しないための余剰耐力)に対する検証を行った。特に耐風設計においては地上600mに吹く風の性状を知る必要があったが、その基礎となる風の観測例は少なく、比較的高々度の風速を取得できるGPSゾンデ(気球による観測、200m~20km程度まで観測可能)による観測を実施した。

東京スカイツリーの構造計画において特筆すべき構造手法として、「心柱制振」がある。「心柱制振」とは、タワーの中心部に設けたPC造(プレストレスコンクリート造)の心柱と鉄骨造塔体を構造的に分離することで、二つの異なる挙動を生み出し、相互作用により、地震時および強風時におけるタワーの揺れを抑えるシステムである(図4)。

タワー基礎はタワー自重を支えるとともに、地震時・強風時に加わる引抜力に対し、十分な安全性を確保する必要がある。本計画では、前述のさまざまな想定とシミュレーションを踏まえ、地下約50mに達するSRC造(鉄骨鉄筋コンクリート造)による連続地中壁を杭として採用した(図5)。連続地中壁の引抜抵抗については、実際に現地での実物大

図4 心柱制振システム

図6 建設状況写真 (2010年3月)

図5 タワー基礎鳥瞰図

6. む す び

本稿では、東京スカイツリーの建築の概要についてご紹介した。タワーの設計にあたって、前例のない建築への挑戦は困難を極めたが、施主である東武タワースカイツリー殿のご指導の元、放送事業者各社殿のご協力を得ながら、関係者一丸となって設計を完了させ、建設工事に着手することができた。

本年からはいよいよ放送設備関連工事も着手される。竣工まで約1年半となったが(図6)、関係各社のますますのご協力を得て、我が国の最高の技術を持って世界一のタワーが実現できることを確信している。

このような設計機会を与えて頂いた東武タワースカイツリー殿、タワー機能について適切なるご助言を頂いた放送事業者各社殿、現在工事現場にて奮闘されている施工各社殿にこの場を借りて厚く御礼申し上げたい。

(2010年2月23日受付)

引抜き試験を実施し、十分な性能が得られることを確認している。

5.2 設備計画

タワーに入居が予定される放送通信事業者に対し、安定した電力供給を行うことが、今回の設備計画では最も重要な事項といえる。点検時・更新時含め停電なく電力供給を行うため、電力供給設備は完全2重化を図っている。設備計画では、その他にもさまざまな想定をし、それらに対応した計画としているが、セキュリティ上その内容についてここで紹介することはできないことをご了承願いたい。

〔文 献〕

- 1) 東京スカイツリー, <http://www.tokyo-skytree.jp/>
- 2) 東京スカイツリーパンフレット

わたなべ 肇 1992年、東京理科大学理工学部電気工学科卒業。同年、(株)日建設計入社。以来、中大規模建築物の電気設備設計・コンサルティングに従事。