

製品紹介

大型傾斜空中線支持フレームの製品紹介

木下 宗近* 佐々木賢一郎**
 松下 匡*** 溝井 俊之****

Large Inclined Antenna Support Frame Product

Munechika Kinoshita, Kenichiro Sasaki, Tadashi Matsushita and Toshiyuki Mizoi

本稿は、日本電気株式会社殿より受注した大型傾斜空中線支持フレームの設計・製作・検査業務を紹介するものである。当社の扱う従来の鉄塔等鋼構造物に比べ、高い製品精度の要求への対応が必須であり、設計・製作・検査各工程において、様々な協議、検討を重ね、要求性能を満足する製品構築を達成した。本製品と同様な製品精度への対応は、当社の鉄構関連事業において事業範囲拡張に寄与し、今後の受注拡大へも期待されるものである。

This paper describes the design, fabrication and inspection of a large inclined antenna support frame ordered by NEC Corporation. Compared to the conventional steel structures such as steel towers that we deal with, it was essential to meet the requirement for high product accuracy, and we achieved the development of a product that satisfied the required performance through various discussions and examinations in the design, fabrication, and inspection processes. This product and the ability to meet similar product accuracy requirements will contribute to the expansion of the scope of the steel structure-related business and is expected to expand orders in the future.

1. はじめに

当社は、空中線の支持物として様々な鉄塔等鋼構造物（以下、鉄塔等と記す）の設計・製作に携わってきた。鉄塔等は、建築基準法及び関連法令に準拠して設計が行われ、製作は日本建築学会各種規準に準拠して行われるのが一般的である。

鉄塔等に求められる製作精度は、日本建築学会の「建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事」「鉄骨精度測定指針」に準拠しており、一般的な建築鉄骨の製品精度と同等としている。

今般、当社では、大型傾斜空中線を収める空中線フレーム及びそれらを支持する大型傾斜空中線支持フレーム（以下、支持フレームと記す）を受注した。本稿では、当部門で担当した図1に示す支持フレームについて述べる。搭載される大型傾斜空中線の要

求性能を満足すべく、従来の鉄塔等に比べ高い製品精度が要求された。加えて、支持フレームの設置場所の荷重制限があり、大型鉄骨構造物ながら、精度確保のための支持フレーム剛性（外力を加えて変形しようとするとき、その変形に抵抗する性質）確保と軽量化という、相反する要求性能に対応した製品を構築する必要があった。

設計から製作・検査までの各工程間の協議を重ね、

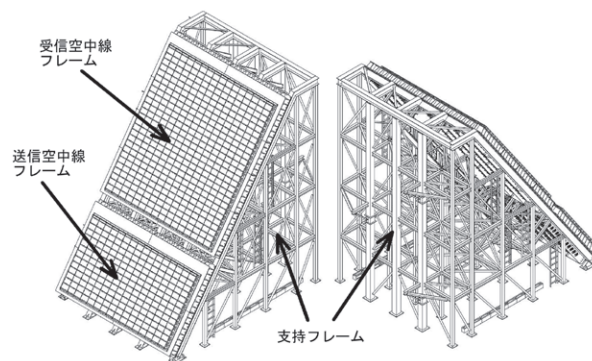


図1 支持フレーム全体図

* 支店統括部 仙台支店
 ** 中央統括部 安全品質管理部
 *** 中央統括部 中央営業部
 **** (株)デンコー 鉄構生産部

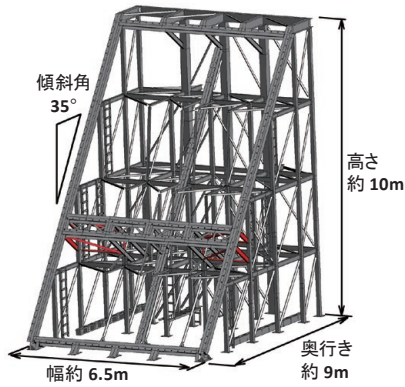


図2 支持フレーム概要図

表1 主な要求事項

No.	項目	要求事項
1	傾斜角	送受信空中線フレームを実装した状態で傾斜角35°~35.5°であること。
2	面精度	送受信空中線フレームを実装した状態で取り付け面の平面度(たわみ)が-4mm以下であること(設計+製品で-4.0mm以下を満足すること)。
3	組立再現性	現地にて、工場出荷検査同等の製品仕様を満足するよう再現性に配慮した設計とすること。
4	吊上安全性	現地にて、製品を組立てる際に、安全に吊上げ可能とすること。

要求性能を満足するための構造形式の決定、製作ディテールの構築、検査手法の確立など、様々な課題をクリアし製品実現に至った。

2. 製品概要及び要求事項

支持フレームは、図2に示す通り、高さ約10m、奥行き約9m、幅約6.5m、傾斜角35°~35.5°の三角錐体構造である。傾斜部分が支持フレームの正面、送受信空中線及び空中線支持フレームの取り付け面である。この取り付け面は、空中線の性能を維持するために高い精度が要求されている。主な要求事項を、表1に示す。

3. 支持フレームの設計

支持フレームの設計においては、空中線支持フレーム取り付け面の剛性と面精度確保、及び支持フレーム軽量化のための構造形式の選定が重要であった。

まず、剛性確保のためには、一般的に支持フレームの構成部材の大型化を進める必要があり重量増大に繋がる。本製品は、重量制限により軽量化をも達

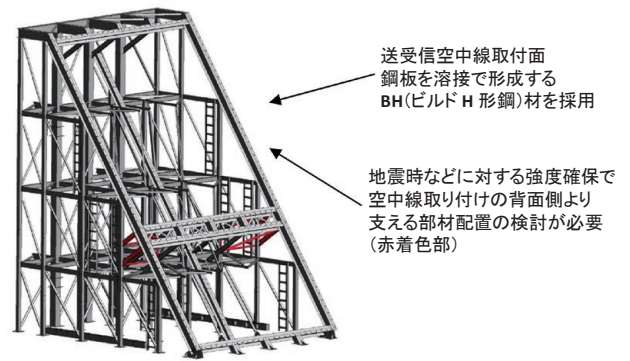


図3 支持フレームの構造

成しなければならない。最適化設計のために構成部材サイズと構造形式を変更しながら繰り返し解析を行う必要があった。そのため、設計の初期計画段階より、空中線フレーム、製作・関連部門とのデザインレビューを頻繁に実施し、空中線フレーム取り付け面への支持方法、取り付け面の構造形式、加工方法など、様々な協議を行った。

支持フレームの構造は、4層のトラスとラーメンの複合形式を採用した。図3に支持フレームの構造を示す。送受信空中線取り付け面は、H形鋼を採用することとしたが、面精度の観点から、鋼板を溶接で形成したBH(ビルドH形鋼)材を採用した。

面精度確保のため、等間隔で側面を鋼板で補強している。送受信空中線フレームは、送信、受信それぞれ分割構造となるため、上部及び下部に大きな開口部が必要となり、構造的に地震時などに対する剛性の確保が難しい。取り付け面を背面側より支える部材の配置について工夫が必要であった。

4. 支持フレームの製作

支持フレームの製作においては、送受信空中線フレーム取り付け面の平面度確保のため製作上の構造形式選定が重要となった。写真1に示す通り、送受信空中線フレーム取り付け面構造材のBH材の前面に、厚さ22mmのステンレス板を全長にわたり溶接接合で張り付け、機械加工を施し製品面精度を確保することとした。

製品製作に先立ち、送受信フレーム取り付け面の部分的試作を実施し、機械加工方法及び構造形式の妥当性を確認することとした。試作部分を図4及び写真2に示す。

通常、鉄塔の仮組は製品寸法確認のため部分的に



写真1 BH材前面加工状況



写真3 仮組立状況(背面)

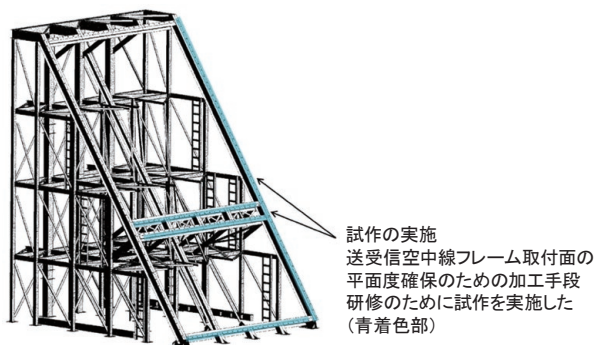


図4 支持フレーム試作材

試作の実施
送受信空中線フレーム取付面の
平面度確保のための加工手段
研修のために試作を実施した
(青着色部)



写真4 仮組立状況(正面)



写真2 支持フレーム試作材

実施することが多い。しかしながら、本支持フレームは、製品精度確保や組立再現性(現地にて工場出荷検査同等の製品仕様を満足する)の要求事項を満足させるために全数組立てによる仮組とした。組立方法・手順の構築、現場での組立再現のため部材合わせ位置をあらかじめマーキングするなど、製作時点で取り得る手立てを実施した。写真3、写真4に仮組立状況を示す。

5. 支持フレームの検査

支持フレームの検査は、従来の鉄塔等の検査手法、測定精度では対応できない高い精度が必要であり、

検査手法からの検討が必要であった。多方面の測定技術を検証した結果、レーザー光を使用した測定方法が高い精度で測定できることが分かり、レーザー光と同等の精度でありながら、簡単な方法で測定可能なDPA方式(デジタル・フォトグラメトリ)システム(以下DPA)測定器がベストであると判断し、使用することとした。

DPAは、2次元の測定方法とは異なり、光学カメラを使用して測定を行うことにより測定物の全体像の3次元測定解析ができる。合わせて、上下・左右寸法の誤差測定も可能となった。初めてDPA測定器を使用するため、検査手法の確認や検査員教育等の為、実検査測定前にデモ品を作成して検査方法のシミュレーションを行うことで、検査手法を確立した。DPAは特殊な測定方法を必要とするものではなく、汎用デジタルカメラでの撮影と同じである。基本的な操作方法を習得すれば、容易に検査業務を行うことができるため、今後の検査業務範囲の拡大、



写真5 DPA システム計測器



写真6 検査計測状況



写真7 検査計測ターゲット状況

また、施工段階の検査業務への応用も期待される。

本測定にて使用するDPAは、機器構成によりいくつかのタイプがあるが、その代表的な構成を写真5に示す。このDPA機器に検査結果の解析ソフトが加わり構成されている。

写真6、写真7に検査計測状況を示す。DPA採用により、支持フレームが、要求項目を満足していることを明確に示すことができ、製品品質の確保が確認された。

6. むすび

本稿で報告した支持フレームは、当社の手掛ける通信鉄塔とは異質で、通常の建築鉄骨では求められ

ない高い精度を要求される製品であった。設計着手段階より懸念された様々な課題を確実に解決し製品実現に至った。

今後も、本製品構築への取り組み同様に新規分野への事業拡大を進めたい。

製品実現に関わった関係各位に感謝申し上げます。

本製品に関するお問い合わせは、下記にて承ります。

〒100-0005
東京都千代田区丸の内三丁目3番1号 新東京ビル
電気興業株式会社 中央統括部 中央営業部
営業二課
TEL：03-3216-9478 FAX：03-3216-1669

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆



木下 宗近
平成11年入社
支店統括部 仙台支店
鉄塔等鋼構造物の設計管理業務に従事



佐々木賢一郎
昭和57年入社
中央統括部 安全品質管理部
鉄塔等鋼構造物の品質管理業務に従事



松下 匡
平成2年入社
中央統括部 中央営業部



溝井 俊之
平成10年入社
株式会社デンコー出向
鉄塔等鋼構造物の製作管理業務に従事