

2024年11月26日
一般財団法人電力中央研究所

2024年度理事長表彰について

当研究所は、所内の特に優れた研究成果や取り組みを対象とした2024年度理事長表彰の表彰式を2024年11月25日に開催し、下記2件を表彰しました。

受賞件名

1. 「電力系統における広域での効率的な需給・周波数制御の実現に資する技術の開発」
2. 「送電用鉄塔の耐風・耐雪・耐震設計法の構築と送電用鉄塔設計標準（JEC規格）への反映」

受賞案件の紹介

1. 「電力系統における広域での効率的な需給・周波数制御の実現に資する技術の開発」

【研究の背景・目的】

需給バランスや周波数の維持のための需給・周波数制御は、エリア単位で中央給電指令所（中給）から電源を指令・制御することで行われます。社会的に最適な中給システムの実現や、将来の制度変更への柔軟な対応のため、送配電システムズ合同会社が、次期中給システムを開発することになりました。そこで、次期中給システムの開発のため、当所において、以下の技術的課題の検討を進めました。

【成果の概要】

（1）広域のLFC^{※1}手法の開発

広域のLFCシミュレーションモデルを構築するとともに、**広域LFC手法（既存中給用の現状活用案および次期中給用の仕様統一案）を開発**し、実用化に向けた詳細な検討を実施しました。我が国では調整力に関して、広域的な調達・運用による競争活性化・コスト低減の取り組みが進められています。一方で、広域LFCでコスト低減のために全国大メリットオーダー^{※2}を追究することは、周波数品質を損なう懸念があります。このような課題に対して、**周波数品質向上と運用コスト低減を両立できるLFC手法の提案と解析による検証を短期間で実施**しました。

（2）発電機起動停止計画（UC）^{※3}策定機能の開発

連系設備およびエリア内の潮流制約を考慮できるUC（SCUC）の策定論理を開発し、**全国大のUC策定への適用性を示**しました。我が国では、これまでエリア内では系統混雑が発生しないように設備形成・運用を行ってきましたが、今後は系統混雑が発生することを前提とした設備形成・運用に移行するため、系統制約を踏まえたUCが必須となります。

（3）国際標準に基づく発電機指令用通信仕様の策定

全国大で共通化する発電機指令用通信仕様について、**IEC 61850（通信ネットワークとシステムの国際標準）の利用提案と、IEC 61850およびIEC 62351（サイバーセキュリティの国際標準）に基づく仕様案の作成**を行いました。

【成果の社会的意義】

これらの技術開発は外部関係機関との連携の下で行われ、上記成果を基に次期中給の仕様が策定され、各種機能が実現される予定です。現状活用案の広域 LFC 手法は、次期中給システムの運開に先立って、既存中給の改修により実運用に供される予定です。

次期中給システムにより我が国の電力システムは、1951年の9電力体制の開始から構築されてきた9電力エリア毎の需給・周波数制御を基本とするシステムから、広域的運用により再エネをはじめとする電源の広域活用とコスト低減を追究するシステムへと大きく発展することになります。本成果は、この発展に技術的礎として資するものです。

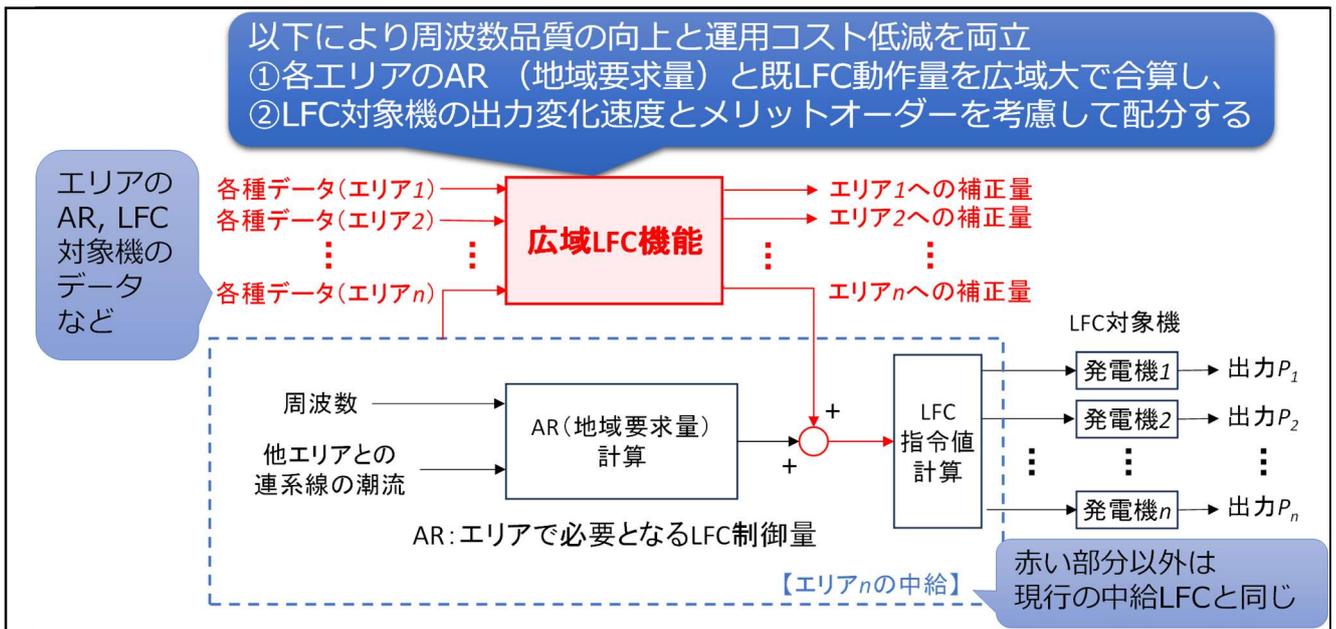


図 広域 LFC 手法（現状活用案）の概要

2. 「送電用鉄塔の耐風・耐雪・耐震設計法の構築と送電用鉄塔設計標準（JEC 規格）への反映」

【研究の背景・目的】

架空送電設備は、強風、着冰雪、地震などの非常に厳しい自然環境に晒されることから、電力の安定供給を維持するために、それらの影響を適切に考慮して設計・保守する必要があります。この拠り所として、電気学会「送電用支持物設計標準 JEC-127-1979」（以下、JEC-127）が挙げられます。JEC-127 は 1979 年に制定され、以降、電気設備技術基準（経済産業省令）を補完する民間規格として実務に貢献してきました。ただし、制定から 40 年以上経過し、新技術の反映、経験的な設計荷重に基づく評価から科学的根拠に基づく客観的な評価への移行などによる改正が望まれていました。

【成果の概要】

送電用鉄塔の耐風・耐雪・耐震設計法の構築

（1）基本風速マップの見直しと地形による増速効果の考慮

気象予測・解析システム NuWFAS^{※4} による当所独自の長期気象気候再現計算データベースを活用し、空間解像度 5km の風の再現結果で、気象官署観測値を補間する従来にない発想により基本風速マップを定めました。これにより、**山間部など観測情報のない地点でも、適切な風速設定を可能とする客観的で説明性の高いマップを実現**しました。また、新たに確認された増速地形を考慮できるよう、実務面にも配慮したうえで**簡易増速率評価法を改良**しました。

（2）着雪厚マップの作成と着雪時に重畳させる風荷重の評価

JEC-127 の基本着雪厚マップは、過去の観測記録などを参考に経験的に定められたものであり、精度にも課題がありました。そこで、当所独自の豊富な現地観測結果に基づき、**気温と相対湿度から雨雪の違いや雪質（湿り具合）を判定する方法と、その判定結果に基づく雪質に応じた着雪率（着雪のしやすさ）や着雪密度の評価式を新たに考案**しました。これにより、現地観測事例や過去の被害事例における着雪量を精度よく再現できるようになりました。この評価法と気象庁の観測データ等を用いて算定した着雪量や着雪密度の約 50 年分の時系列データをもとに、**極値統計解析を通して着雪厚マップを完成**させました。また、着雪時に重畳させる風について、気象官署の気象データから求めた着雪量と風速の関係および風の乱れが風荷重に及ぼす影響を分析し、**着雪厚別の風速を定めました**。以上により、**実現象に応じた合理的な着雪時の荷重算定法を構築**しました。

（3）立地環境に応じた地震荷重算定法の整備

JEC-127 には耐震設計に関する記載がありませんでしたが、近年の大規模地震の発生に伴い耐震性能の評価が求められるようになり、設計法が必要となりました。そこで、基準地盤の再現期間 50 年の最大加速度に基づく表層地盤別の設計用加速度応答スペクトルを提案し、**鉄塔の応答特性を考慮した地震荷重算定法を構築**しました。以上により、基本最大加速度マップ、AVS30^{※5}、構造諸元（電圧階級、鉄塔高さや重量、径間長など）のみで、建設地点の立地環境に応じた地震荷重を簡易に計算可能となりました。

送電用鉄塔設計標準（JEC 規格）への反映～TCLOAD2 の開発～

上述の成果に基づき JEC 改正が行われ、2023 年に「送電用鉄塔設計標準 JEC-5101:2022」（以下、JEC-5101）が刊行されました。また、この刊行に合わせ、既開発の風荷重に関する「送電用鉄塔の簡易発生軸力評価プログラム TCLOAD」に、着雪荷重、地震荷重の評価機能を加えることで、**JEC-5101 に準拠した新バージョン「TCLOAD2」を開発**しました。TCLOAD2 は、荷重評価に必要な各種地域別マップのデジタルデータを実装しており、鉄塔建設地点の緯度・経度、鉄塔と架渉線の構造諸元の入力により、**各種荷重と部材の発生軸力を簡易に算出**できます。

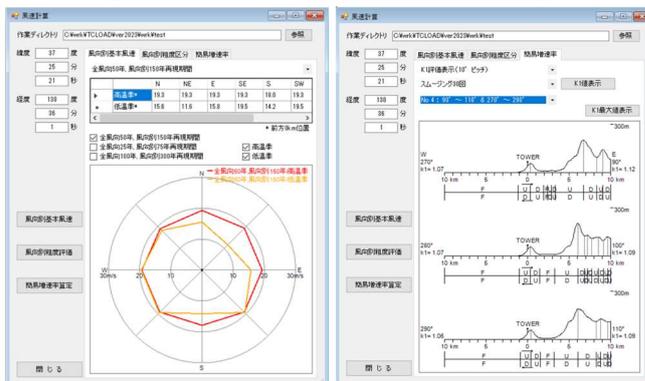
【成果の社会的意義】

送電用鉄塔は、線上構造物であり、かつ面的に広がりを持つ構造物であるため、建設地点毎に異なる自然の驚異に晒されます。これらの成果により、**様々な立地環境に応じた合理的な設計荷重を算定**できるようになりました。本成果は、**送電用鉄塔の自然災害リスクの低減に大いに貢献できる**ものです。

- 既開発の風荷重に関する「送電用鉄塔の簡易発生軸力評価プログラムTCLOAD」に、着雪荷重、地震荷重の評価機能を加えることで、JEC-5101に準拠した新バージョン「TCLOAD2」を開発
- 各種地域別マップのデジタルデータを実装しており、鉄塔建設地点の緯度・経度、鉄塔と架渉線の構造諸元の入力により、各種荷重と部材の発生軸力を簡易に算出可能

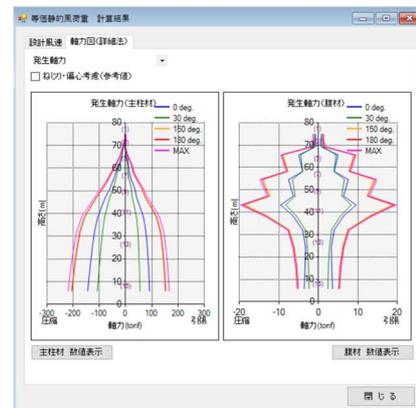
基本風速・粗度区分・増速率の算定

風荷重による発生軸力の算定



基本風速マップ(8風向)

簡易増速率評価(72風向)



鉄塔部材(主柱材・腹材)の発生軸力算定結果

図 JEC-5101 に対応した設計支援ツール TCLOAD2

用語解説

- ※¹**LFC** : 定常時における電力系統の需給バランスをとるため、周波数や潮流の変化を検出して、発電機の出力を変化させる制御。
- ※²**メリットオーダー** : 市場価格が安い電源から順番に運転していく考え方。
- ※³**発電機起動停止計画 (UC)** : 需給の計画段階での発電機の起動停止を含む運用パターンを指す。考察期間内で適切なレベルの供給予備力を確保しつつ系統の電力需要を満たし、かつ期間内の総運転費を最小にするような計画の策定が求められる。
- ※⁴**NuWFAS** : 当所が開発した数日先の気象予測や電力設備の事故発生時の気象解析が可能な気象予測・解析システム。
- ※⁵**AVS30** : 地表から 30m 深さまでの平均 S 波速度。この S 波速度とは地震波の横波 (S 波) が地盤を伝わる速度で、地盤の硬さ (剛性率) と関係がある。

以上

お問合せ : 電力中央研究所 広報グループ 担当 : 林田、藤本 TEL : 03-3201-5349 (広報グループ直通)

※本件は、文部科学記者会、科学記者会、エネルギー記者会で資料配布致しております。