



## 強風から送電用鉄塔を守る

実用的で簡便な耐風設計法を提案

風速をより精確につかむ

より汎用的に、より使いやすく

より簡便に設計を支援

ひとこと 地球工学研究所 構造工学領域 上席研究員 松浦 真一

# 風速をより精確につかむ

全国隈なく張り巡らされている送電線と、それらを支える送電用鉄塔は、電力を安定して供給するために欠くことのできない大切な設備です。これらが強風下でも倒壊や損傷することなく送電できるよう、国により鉄塔の耐風設計基準が定められています。

しかしながら、平成3年9月に日本列島を縦断した台風19号が、予想をはるかに上回る強風をもたらし、送電用鉄塔にも大きな被害を与えました。

これを契機に電力中央研究所では、電気事業者からの要請もあり、国内学識経験者の協力も得て、風が構造物に及ぼす力（風荷重）の研究を精力的に進め、国の基準をフォローすべく、これまでに山間地等、特殊地域での局地強風対策や、その他の一般地域をも含めた「耐風設計合理化の指針（案）」等を取りまとめてきました。平成14年からは、実際に設計に携わる担当者が指針に基づき、簡便に、かつ精度の高い設計ができるように改良を進め、そこで得られた成果やこれまでの成果を集大成し、大幅に使い易く実用的な指針「送電用鉄塔の風荷重指針・同解説（2005）」（以下、「本指針」と略す）を新たに策定しました。

## 海岸付近の風速を適正に把握

先の「耐風設計合理化指針（案）」（以下、「合理化指針（案）」と略す）では、風が鉄塔に及ぼす力を評価する際に、鉄塔建設地近辺での風向別の10分間平均風速を、風向別の基本風速として統計処理した「基本風速マップ」を使用しています。

しかし、特に風が海岸線付近の海上から陸上へ上がる際の気流分布の度合いが、気象台の設置場所によっては過小または過大となるなどの難点がありました。

このため、これを補正すべく、地表面の凹凸度合い（粗度）の特性に見合った2次元気流解析値を単純数値モデル化して、マップに付加する等の改良を加えた結果、海岸線付近の風速値をより合理的に算定できるように改善できました。

## 二段斜面の風速を精確に評価

「合理化指針（案）」では、単一斜面の地形を駆け上る風の増速率を数表化し、簡便な算定を可能にしましたが、一段目斜面の上にさらに二段目斜面がある地形では、一段目と二段目の増速率を個々に選択した上で、双方の値の積により当該地形の増速率を求めてきました。

しかしながら、二段地形へこの方法を適用すると、風速増速率が過大評価されるとの指摘がありました。そこで「本指針」では、新たに二段の複合斜面地形の風速増速率についてもあらかじめ数表化し、適正な評価が行えるように高精度化を図りました。

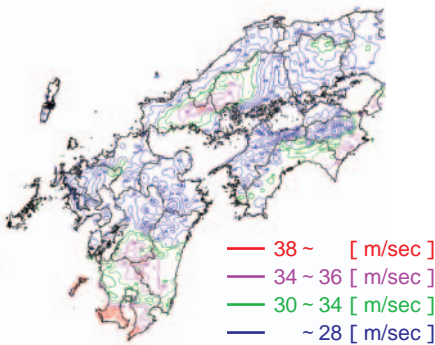


図 改良後の風向別基本風速マップ（一例）

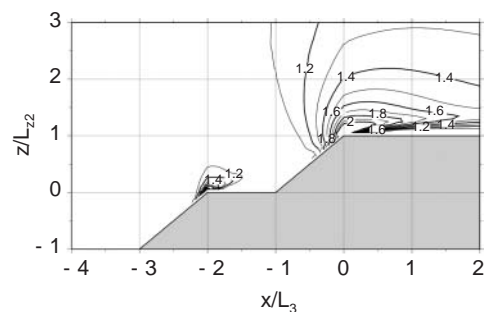
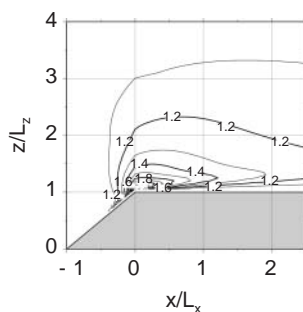


図 一段斜面・二段斜面の増速率図

# より汎用的に、より使いやすく

## 簡易に地表の凹凸影響をよむ

地表に近い風は、地表の凹凸の度合いによる摩擦のため、風速が低減します。

この風速を評価する際の基本となる粗度区分の定義づけを、より客観的、機械的に行えるよう改めるため、今回新たに国土地理院の土地利用区分を粗度区分判定に役立てることを考案しました。

具体的には、鉄塔建設地点より風上側の粗度の評価については、これまでは専門家による主観的な判定に委ねられていましたが、今回新たに鉄塔から風上へ5km、10km、15km毎に土地利用区分に基づき、算定できる方式を提案しました。

この結果、専門家以外の実際に設計に携わる担当者でもより客観的かつ簡易に粗度の評価判定ができるようになりました。

## さまざまな鉄塔を簡易に評価

「合理化指針（案）」では、あらかじめ送電用鉄塔に風の力が作用するときの鉄塔のゆれを考慮した上で、風が鉄塔に及ぼす力を評価することになっていますが、そのためには前もってゆれの影響度を設定する必要があります。

これまで上記のような風の影響度を簡便に算定できる鉄塔の対象は、動的解析により評価値の精度検証がなされている「2回線鉄塔」のみに限られていましたが、「本指針」では、新たに「4回線鉄塔」および送電線の末端に位置する鉄塔で、送電線の終端が鉄塔上から地上（変電所）へ延びる場所に建つ「引留鉄塔」に対しても、その都度、動的解析をせずとも評価できるよう、ゆれの影響度を数値化しました。

これにより、現在利用されているほとんどの送電用鉄塔について、風の影響度を簡便に求められるようになりました。

表 国土地理院土地利用区分（粗度区分対応）

土地利用区分			本指針による粗度区分
番号	区分	細区分	
1	田	田	Ⅱ
2	畑	畑・空地	Ⅱ
3	果樹園	果樹園	Ⅲ
4	その他の樹木畑	桑畑・茶畑、その他	Ⅱ
5	森林	広葉樹林・竹林・針葉樹林 しゅろ科樹林・はい松地	Ⅲ
6	荒地	しの地・荒地・崖・岩 万年雪・湿地・採鉱地	Ⅱ
7	建物用地（A）	総描建物・住宅団地・独立建物（大） 建物類似の建築物・高層建物	Ⅳ
8	建物用地（B）	独立建物（小）・樹林に囲まれた居住地 2戸以上の家屋	Ⅲ
9	幹線交通用地	鉄道・道路	Ⅲ
10	その他用地	空地・その他	Ⅱ
11	湖沼	湖沼・池	Ⅰ
12	河川地（A）	河川敷（人工利用地は除く）	Ⅰ
13	河川地（B）	河川敷内の人工利用地	Ⅱ
14	海浜	海浜	Ⅱ
15	海水域	海水域	Ⅰ



写真 2回線鉄塔



写真 4回線鉄塔

## より簡便に設計を支援

### 風速、風向等の算定を単純化

「本指針」では、前述の改良に加え、以下のような簡便に設計できる方法を新たに提案し、設計の省力化を図りました。

- (1) 設計風速には、風向に係わりなく一律に鉄塔のある基準高さにおける風向別設計風速の中の最大値を適用。
- (2) 風の最大影響度の算定に必要な「平均風圧値」「突風影響度」を、基本風速、風速増速度、地表の凹凸度合いに応じて風の影響の重なり具合をも評価できるよう数表化。
- (3) 検討風向は、送電線の敷設方向に対して「0度」「60度」「90度」の3風向のみに単純化。

### 評価支援プログラムを充実

「本指針」に基づき、送電用鉄塔への風の影響度を簡便に求められるようにするため、評価支援プログラムの充実を図りました。

具体的には、鉄塔建設地点の緯度、経度、および鉄塔の種類を入力することにより8風向別の基本風速値や、地表の凹凸の影響度合い、さらには地形による風の増速率が自動的に評価できるツール（解析プログラム）を新規に開発する等、省力化のための支援システムを新たに整備しました。

これより、これまでに鉄塔の設計に要していた風荷重の複雑な算定が自動的に求められるようになりました。

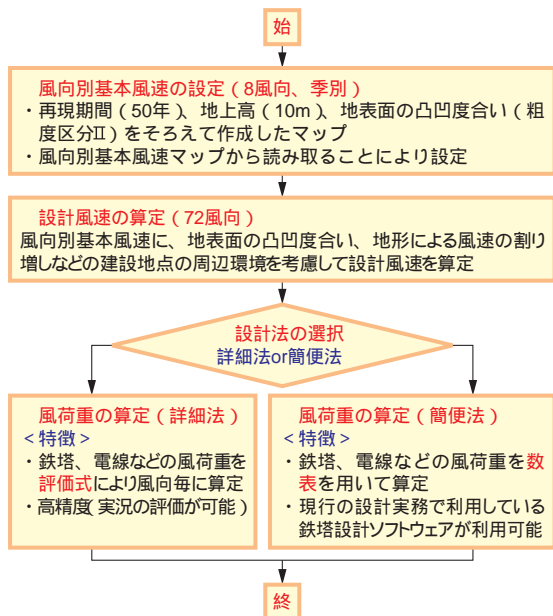


図 本指針における風荷重算定フロー図

### ひとこと



地球工学研究所  
構造工学領域  
上席研究員

松浦 真一

「送電用鉄塔の風荷重指針・同解説（2005）」は、全電力会社と電力中央研究所および学識経験者による検討結果を集大成したものです。電力各社の担当者と協力して設計の実務においても容易に適用できる簡便評価技術を用意しており、現地の状況に応じた合理的な設備形成が図られることが期待されます。

今後、ここで得られた風応答評価技術を電力設備の防災技術の開発や、送電鉄塔以外の設備の耐風設計にも生かしていきたいと考えています。

### 既刊「電中研ニュース」ご案内

No.418 CRIEPIのうごき 2005.10秋  
No.417 震源のアスペリティ分布を解明

No.416 分散型電源の影響を評価  
No.415 事故・トラブル防止システムを開発