

## 重点課題 - 設備運用・保全技術の高度化

## 経年鉄塔の健全性評価技術の開発

## 背景・目的

高度経済成長時代に設置された送電用鉄塔の経年劣化が進んでおり、改修・建替等の平準化・効率化が求められている。一方で、東北地方太平洋沖地震では、兵庫県南部地震を超える最大加速度が観測されており、このような高レベル地震動に対する耐震性能の把握も必要となっている。

本課題では、腐食や疲労に対する余寿命評価手法・効率的な点検手法、および不同変位・地盤変状に対する安全性診断法を開発する。また、高レベル地震動に対する弾塑性挙動を考慮した耐震裕度を明らかにし、経年鉄塔の合理的な維持管理の実現に資する。

## 主な成果

## 1 鋼管内面を対象とした腐食量推定・点検法の開発

ACMセンサ\*による鋼管内腐食速度分布と、鋼管断面の肉厚測定による実腐食速度分布とを比較し、ACMセンサの有効性を実証した(図1)[Q14004]。加えて、数値流体解析を活用した鋼管内面の海塩付着量評価手法を構築し、暴露鋼管から取得した付着塩分量分布により検証した。また、鋼管内面概略

点検に関し、実腐食部材に磁歪センサによるガイド波測定法を適用した結果、鋼管内面の減肉が検知され、本手法の有効性が明らかになった(図2)[Q14003]。さらに、乾湿サイクル数の増加による腐食加速試験法を開発し、加速試験データと実環境データとの比較により、その有効性を示した。

## 2 腐食環境因子マップと腐食速度式の提案

横須賀地区と成田地区における腐食環境因子観測を継続し、腐食環境評価法の検証用データを取得した(図3)。また、海塩輸送量評価システムNuWiCC-STおよび気象予測・解析システムNuWFASによる53年間超高解像度気象再現データを用いて、腐食環境因子パラメータである飛散海塩量、気温、湿度等に関するマップ(全国版)を作成した

(図4)。加えて、既往の暴露試験データをもとに、ISO9223、9224の腐食速度式を基本とした日本版腐食速度式を提案した。本評価式とマップから面的な広がりをもって設置されている鉄塔の相対的な概算腐食量を比較できるため、巡視・点検などの保守計画策定における優先順位付けに活用可能である。

## 3 経年鉄塔データベースの構築と試運用

全電力会社の設備・保全データ、気象観測記録、腐食除去部材に関する事例調査資料、および提案した腐食速度式と腐食環境因子マップ等をデータベース化した。また、簡易

検索、ダウンロード、地図表示できる機能に加え、鉄塔の相対的な概算腐食量が比較可能なデータベースシステムを構築し、試運用を開始した。

## 4 ボルトすべりを考慮した鉄塔部材接合部の非線形解析モデルの開発

不同変位発生時、あるいは高レベル地震動や強風発生後の鉄塔の健全性確認においては、部材接合部のボルトすべりを考慮したより現実的な評価が求められている。本検討に寄与するため、鉄塔の部材接合部におけるボルトすべりを、当該箇所を導入した二重節

点と両節点間の非線形ばね要素でモデル化する構造解析手法を考案した。これにより、ボルトすべりによる応力再配分が考慮され、より高精度に健全性を評価することが可能となった(図5)。

\* 環境因子により電気化学的に発生する金属の腐食電流を計測するセンサ。

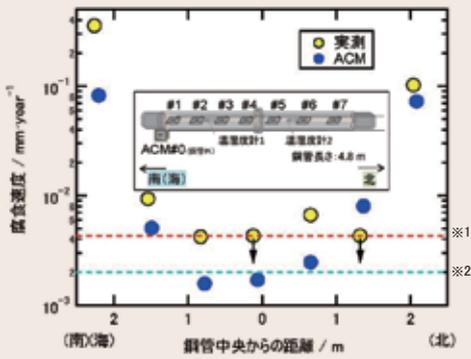


図1 鋼管内腐食速度分布

2年4ヶ月暴露した鋼管断面の残存肉厚(ACMセンサ設置位置近傍で切断し、周方向8点で求めた残存肉厚の平均)から得た腐食速度は、ACMセンサによる評価結果と同様の分布になった。

※1 断面観察における定量下限値。  
 ※2 ACMセンサ検出下限値。

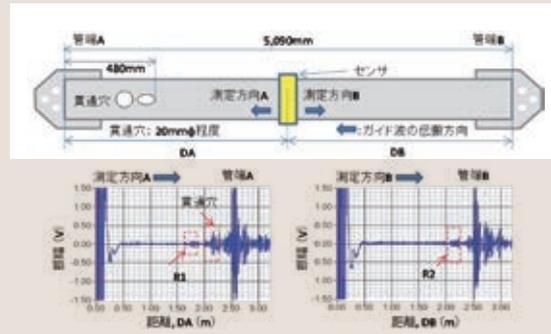


図2 ガイド波による鋼管内面減肉測定結果

外面のみペンキ塗装された実鋼管腐食部材に対し、ガイド波を管端A、Bに向けて送信した結果、管端および貫通穴以外に管端付近の位置R1およびR2において反射源が測定された。超音波厚さ測定の結果、R1、R2において程度の異なる減肉が確認された。

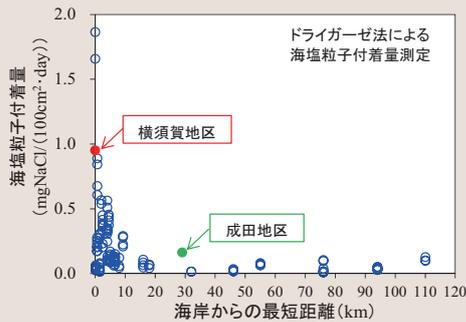


図3 腐食環境因子測定結果の一例

横須賀地区と成田地区におけるドライゲージ法(代表的な飛散塩分量測定法:JIS Z2382)による年平均飛散塩粒子付着量を表す。その他の青丸プロットは、国内文献値である。海塩付着量は海岸からの距離に応じて減じられる傾向が確認できた。

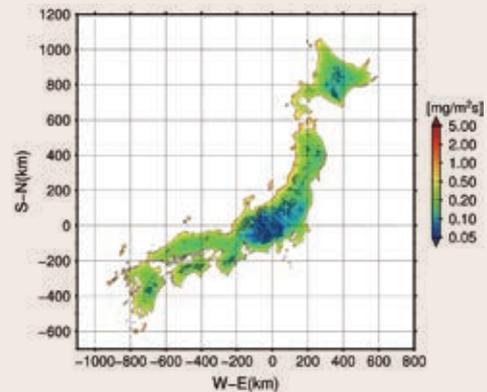


図4 年平均飛散海塩量マップ(全国版)

地上高50m、空間解像度1kmの年平均飛散海塩量のマップを表す。NuWFA53年間気象再現解析による8風向の洋上風速の頻度分布を入力条件に、NuWiCC-STにより作成した。

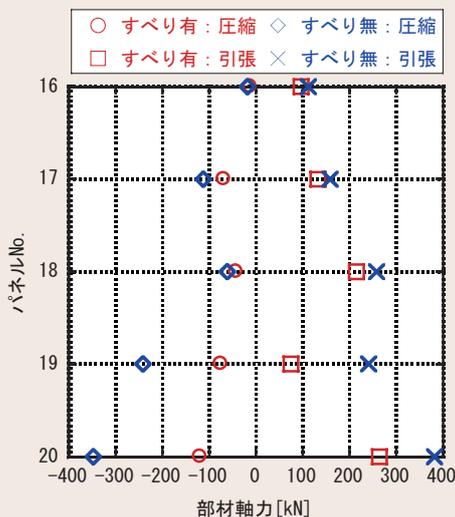


図5 ボルトすべりを考慮した風応答解析

500kV送電用鉄塔(高さ69.5m、全20パネル)を対象に、ボルトすべりを考慮した場合と無視した場合の支柱材の発生軸力を比較した。図5は、風荷重作用時に発生した16パネルから20パネル(最下パネル)の軸力の最大・最小値を表す。すべり有の値の方が小さく、すべりを考慮しない場合、過大評価となる可能性があることが示唆された。