# 効率的な設備運営に向けた地際腐食鋼管柱の点検方法

NTT東日本技術協力センタでは，鋼管柱を強度の観点から点検する手法について検討し，鋼管柱部材が腐食によって減肉している状態を簡便，かつ定量的に測定することにより緊急的な対処が必要な不良設備を仕分ける方法を考案しました．ここでは，今回の検討で見直した既設鋼管柱の効率的な点検方法について紹介します．

## 鋼管柱の地際腐食と従来の点検方法

鋼管柱はNTT東日本・西日本で約400万本存在し，建設されてから年数が経過しているものも数多く存在します．長期間の使用により劣化も顕在化していることから，点検により劣化状態を確認し劣化の著しいものから順次更改などの維持管理を行っています．

鋼製の通信用設備に共通する劣化要因は主に腐食であり，腐食には水と酸素の存在が大きく影響します．鋼管柱は屋外の地中に埋設されているため，地際部（地中と地上の境目）においては，大気中に含まれる酸素の存在と雨水の滞留により腐食が進行しやすくなります．このため，地際腐食状態の確認は重要な点検項目となっています．

従来の鋼管柱地際腐食の点検方法は，腐食範囲や腐食による穴あきを点検者が写真見本を参考に目視で確認する方法を採用しており，腐食範囲の広さなどによって対処（更改等）の優先順位付けを行っていました（**図1**）．

## 不良判定柱の実態と検討課題

前述した方法での点検が定着化し，鋼管柱の地際腐食状況が把握できるようになりましたが，同時に新たな問題点がみえてきました．その問題点とは，点検結果から更改要否を判定すると更改対象設備が膨大となり，費用や稼働面で早急な対応が難しいということでした．そこで，各エリアのNTT支店や協力会社などにご協力いただき，更改が必要と判定された不良鋼管柱（約200本）の実態調査を行いました．調査にあたっては，鋼管柱の強度低下に影響を及ぼす，腐食による減肉の進行度合い（減肉量）から腐食状況を分類しました．この結果，約半数近くが減肉を伴わない軽度な腐食であることが分か

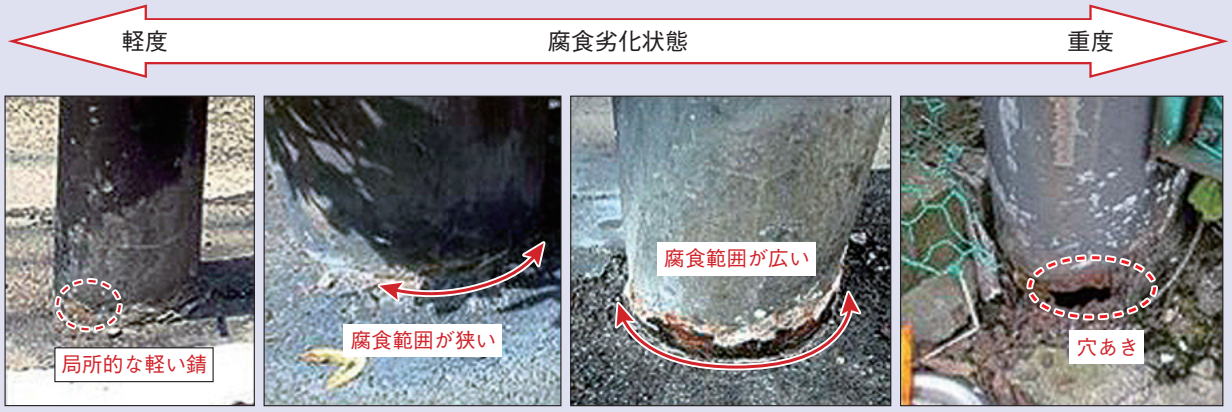



図1　鋼管柱の地際腐食事例

りました（**図 2**）．このような腐食は鋼管柱の強度低下に影響しないため，早期更改の必要性のない設備として分類されます．すなわち，従来の点検では強度低下のみられない鋼管柱と強度低下のみられる鋼管柱を同等の不良として判定・管理していたことになります．これを踏まえ，NTT東日本技術協力センタでは，地際の腐食範囲による目視判定から腐食減肉に伴う鋼管柱の強度低下度合いによる点検方法の実現と更改の優先順位について検討しました．

## 地際腐食減肉の定量化による点検方法の検討

鋼管柱の強度は鋼材の厚さに依存し，腐食減肉の進行による鋼材断面積の減少に伴い，鋼材にかかる応力は増加していきます（**図 3**）．そこで，架渉位置に設計荷重が作用した際，地際にかかる応力が鋼材の許容応力である400 N/mm$^2$を超える減肉量を更改要否のしきい値とし，鋼材の腐食速度を推定することにより，次回点検時まで安全性を担保できない鋼管柱を仕分けられるような

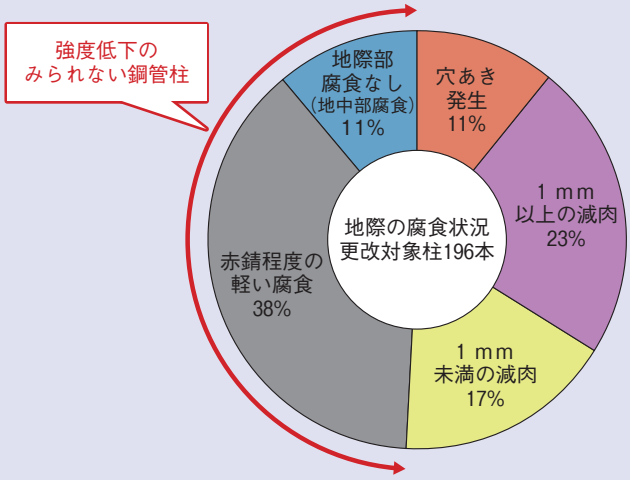



図 2　更改対象柱の腐食状況内訳

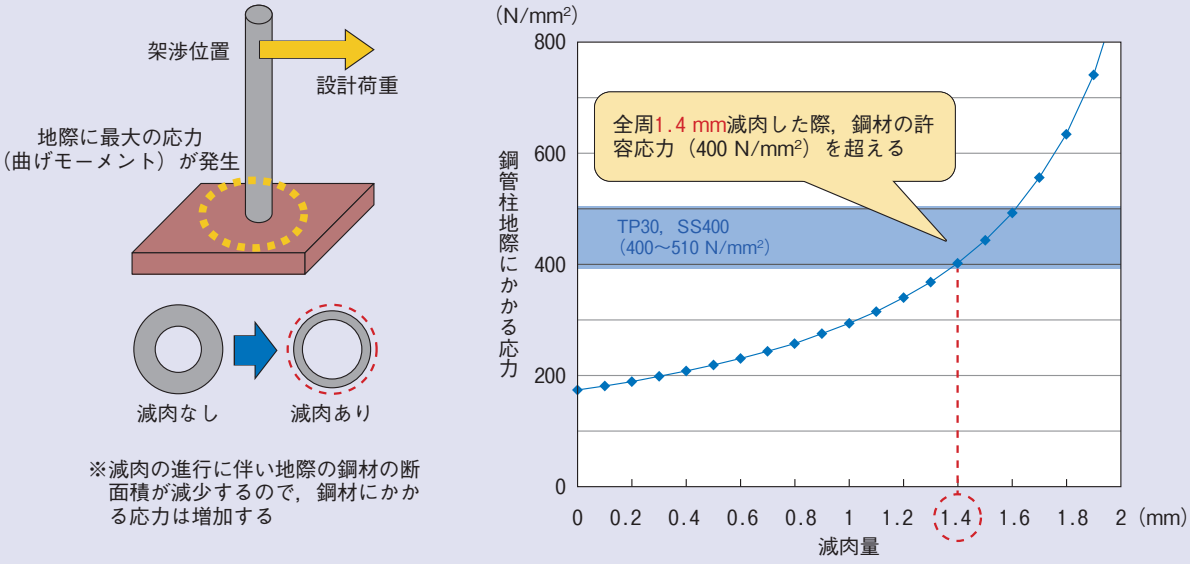



図 3　腐食減肉した鋼管柱の地際にかかる応力

管理が必要と考えました．そのためには，既設鋼管柱の地際部材厚さ情報が必要となることから，これまでの目視点検に代わる方法を検討しました．点検方法の見直しのポイントとして，測定精度，簡便な点検作業性の確保，見直しによるコストデメリットの抑制を考慮しました．その結果，以下の2つの方法を採用し，市販品による検証を実施しました．

① デプスゲージを用いた腐食減肉量測定：鋼管柱表面の腐食していない健全な個所を基準に，腐食によって厚さが減少した地際個所の深さを測定する方法（**図4**）

② 超音波厚さ計を用いた残存肉厚測定：腐食によって減少した地際の肉厚を超音波パルスの伝播速度と送受信時間の関係から測定する方法

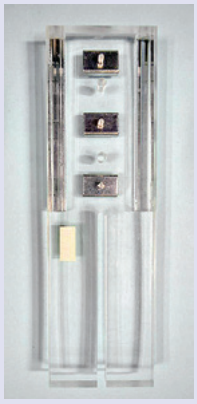
検証の結果，両者とも測定精度に問題があることが分かりました．デプスゲージによる計測の場合，鋼管柱の健全な個所にデプスゲージの基準面を据付けますが，曲面状であると基準面を固定し難いという問題がありました．一方，超音波厚さ計による計測の場合，送受信センサからパルス波を鋼材の一端から入射し，鋼材反対側の端部からの反射波がセンサに到達した時間を測定しますが，反射面が曲面状のため端面からの正確な反射波が計測し難いこと，入射面が凸凹で超音波を入射し難いという問題がありました．それぞれの測定方法における課題について，改善難易度（コスト）を考慮した結果，デプスゲージによる計測方法を選定することにしました（**表1**）．

## 鋼管柱地際減肉量測定ツールの開発

デプスゲージを用いた腐食減肉量測定を精度良く実施するためには，デプスゲージを鋼管柱の健全個所（基準面）と腐食減肉個所へ正確に位置決めできる機能が必要です．そこで，デプスゲージ固定台（ゲージ台）を鋼管柱に設置する方法を考え，ゲージ台を作製し，デプスゲージとゲージ台で構成される「鋼管柱地際減肉量測定ツール」を試作しました（**図5**）．

鋼管柱地際減肉量測定ツールはゲージ台表面の位置を基準として，鋼管柱の健全個所から地際腐食個所までの距離を測定し，その差分（減肉量）を計測します（**図6**）．鋼管柱は上部方向（末口方向）ほど直径が細くなるテー

図4　デプスゲージでの減肉量測定



(a) ゲージ台

(b) デプスゲージ

図5　鋼管柱地際減肉量測定ツール

表1　地際減肉量測定方法の比較

| | 超音波厚さ計 | 市販デプスゲージ |
|---|---|---|
| 測定精度 | 低い（±0.1 mm以上の誤差） | |
| 測定精度が低い理由（問題点） | ・曲面状のため，端面からの正確な反射波が測定し難い<br>・減肉測定個所が凸凹で超音波を入射し難い | ・曲面状のため，市販デプスゲージの基準面を鋼管柱表面に固定し難い |
| 問題点の改善難度 | 高い<br>（高価な超音波測定装置等が必要） | 低い<br>（簡易な位置決め治具で改善可能） |

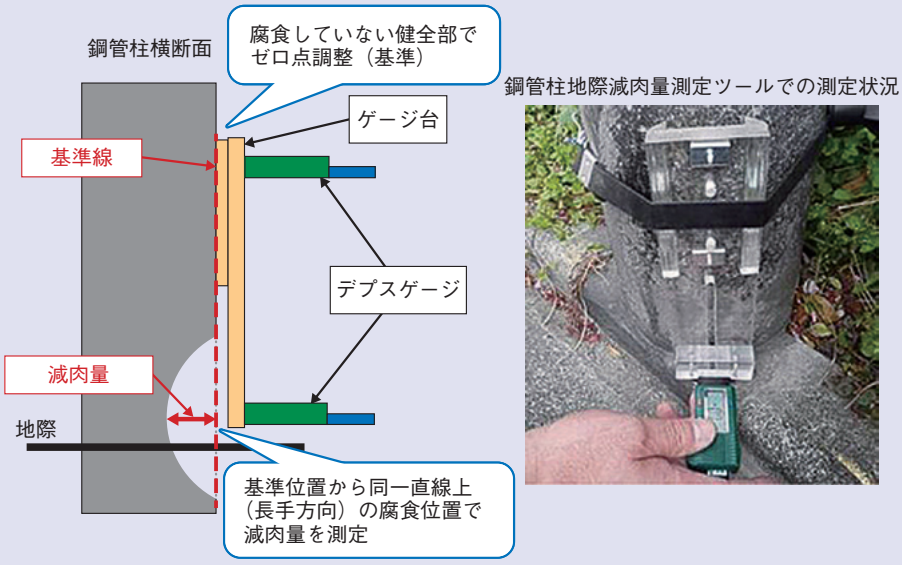



図 6　デプスゲージとゲージ台を用いた地際減肉量測定

表 2　従来の点検と新たな点検の比較

| | 点検方法 | 特　徴 |
|---|---|---|
| 従来の点検 | 腐食範囲を目視判定 | ・倒壊リスクの高いものと低いものが同列に管理されている<br>・目視判定により点検データのばらつきがある |
| 新たな点検 | ツールによる減肉量測定 | ・倒壊リスクの高いものと低いものを仕分けした管理が可能<br>・ツールを使用した数値判定により点検データのばらつきがない |

パ構造であるため，ゲージ台には測定する健全個所と地際腐食個所が鋼管柱長手方向の同一直線上に位置決めできるように形状を工夫し，固定には磁石と固定バンドを併用することとしました．また，ゲージには測定結果を視認しやすいデジタル表示形式のものを採用し，点検作業者の皆さんの負担をできる限り少なくするように心掛けました．

従来の点検方法と新たな点検方法の相違点を**表 2** にまとめます．従来は目視によって腐食の範囲を判定していましたが，新しい点検方法では測定機器を用いた鋼管柱部材厚さの腐食による減量（減肉量）の判定に変更していることが大きなポイントとなっています．

## 新たな点検方法の効果と普及

従来の目視点検による腐食範囲の判定では，倒壊する危険度の高いものとそうでないものが混在してしまい，喫緊に更改する必要がある鋼管柱が分かりませんでした．鋼管柱地際減肉量測定ツールを用いた既設鋼管柱のサンプル調査の結果，従来の目視点検で要更改と判定された不良鋼管柱の約半数が次回点検機会まで更改不要となることが分かりました．

鋼管柱地際減肉量測定ツールを用いた点検方法は，近い将来に折損・倒壊する危険性が高いものからそうでないものまでを細分化できるため，効率的な鋼管柱更改，管理が可能となります．この新たな点検方法は，すでに標準的な点検方法として採用され，今後普及されていく予定となっています．

◆問い合わせ先
NTT東日本　ネットワーク事業推進本部
サービス運営部　技術協力センタ　材料技術担当
TEL　03-5480-3703
E-mail　gikyo@ml.east.ntt.co.jp