

技術基礎講座

塩害環境での設備故障事例 ～支線・マンホール内での事例紹介～

NTT東日本 ネットワーク事業推進本部 サービス運営部
技術協力センター 材料技術担当

1. はじめに

NTTが保有する通信設備は、日本全国のいたるところに、さまざまな自然環境下で設置されています。通信設備の材料としては金属、コンクリート、プラスチック等が用いられており、紫外線や雨水・海水などの周囲の環境による影響で劣化が進行します。

これまで、技術協力センターでは、現場からの要望を受けて、屋外設備や屋内装置の塩害影響による設備の故障原因の調査を実施してきました。

本稿では、沿岸部に設置された支線やマンホールの腐食による設備の故障事例とともに設備を塩害から守るための対策事例について紹介します。

2. 塩害の発生要因

材料劣化の原因の1つである塩害は、図1に示すように、海塩粒子（塩分）が強風で金属を含む設備に飛来し付着することで金属の腐食が加速される現象です。塩害による腐食反応は、塩分を含む電解質により電気伝導性が高まり、腐食電流が流れやすくなることで腐食が加速されます。塩分は吸湿性があることから、大気中の水分を吸収して濡れやすくなるため、腐食しやすい状態となります。長い海岸線を有する日本にとって、塩害は避けることのできない現象です。海水の飛沫から飛来した海塩粒子は、その飛来距離に限界があるため、沿岸部で落下し、塩害の影響は海岸線に近い設備ほど顕

著になり、結果として設備の早期劣化につながります。

3. 塩害による設備劣化の発生事例

3.1 塩害による支線腐食事例

本事例は、支線の中間部分に著しい腐食が発生した事象であり、当該設備は海から約30mの距離に設置されたもので、技術協力センターが開発・提供する塩害マップ [1] [2] では強塩害を示す地域でした。図2に、沿岸部に設置された支線の腐食事例の設備状況を示します。

3.1.1 調査方法

現地より回収した支線について、①著しい腐食箇所の残存強度、②当該腐食箇所以外の腐食進行の確認を実施しました。

3.1.2 調査結果

①著しい腐食箇所の残存強度について、支線の断面は図3に示すとおりであり、サンプル試験を実施したと

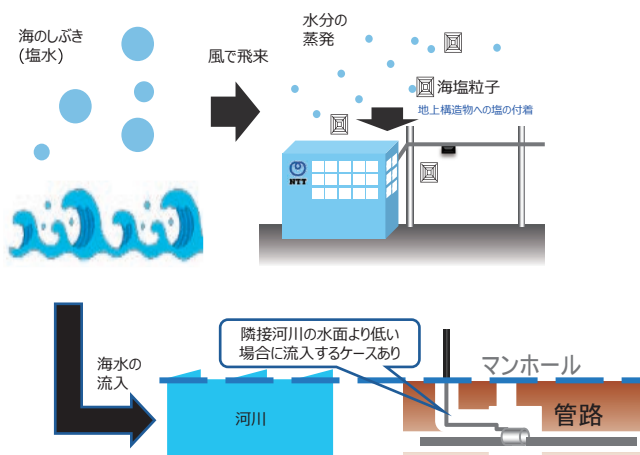


図1 塩害の原因（塩分の飛来、流入経路）について

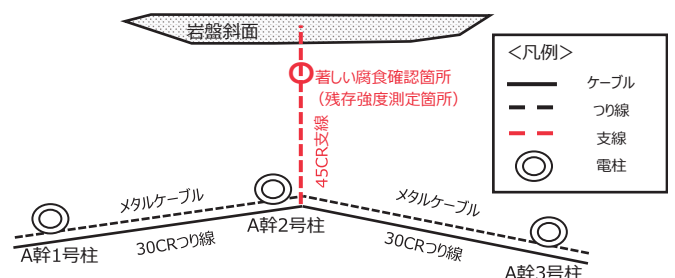


図2 設備状況

ころ、表1のように平均で▲77%程度強度が低下していました。②当該腐食箇所以外での腐食進行については、図4に示すとおり、一部外周素線破断箇所（×で表示）の確認により、電柱側から岩盤側に向かうにつれ、一部外周素線破断箇所が増加していることから、電柱側より岩盤側に腐食箇所が多いことを確認しました。

3.1.3 腐食原因の推測と対策

岩盤側の支線の腐食が著しく、電柱側の支線の腐食が軽微であった理由は、図5のaに示すように、岩盤側では、海上で発生した海塩粒子を含む大気が海風と共に当該地点に輸送されるまでの間、海に向かって見

通しが良く、障害物がないため、大気中に含まれる海塩粒子がそのまま飛来したが、電柱側では、海風をうける際に山が障害物となり、海塩粒子が山に捕捉されたことにより、当該支線付近に飛来したときの大気中の海塩粒子量に差が生じたことで腐食状態に差が出たものと推測できます。これは、図5のbに示す、気象データによる風向き最頻方位（北西風）と照らし合わせた時、A地点の風上にある山が障害物となる位置に存在していることから裏付けられます。

今後の対策として、①塩害マップ

等を活用し、腐食進行が速く、慎重な点検が必要な箇所を特定すること、②点検実施時には、風当り等の環境条件により同一設備であっても腐食速度に差が生じる可能性があることから、対象設備全体の漏れのない点検を徹底することで、不安全設備をより確実に発見できると考えられます。また、加えて、つり線・支線更改時には、図6に示すより強固な防食処理（粉体塗装 [3]）を施した物品へ交換することなどの腐食対策を行うことで、設備の長寿命化が期待できます。

表1 当該腐食箇所の素線残存強度結果

対象素線	残存強度 [kN]	規格値 [kN]	劣化割合 (1 - 残存強度 / 規格値)
外周素線①	2.8	8.1	▲65%
外周素線②	2.8		▲69%
外周素線③	2.6		▲68%
外周素線④	1.8		▲78%
外周素線⑤	1.4		▲83%
外周素線⑥	0		▲100%
(参考) 中心素線	6.4		▲21%
外周素線平均	1.9	—	▲77%



図3 当該腐食箇所の断面および外周素線腐食状況

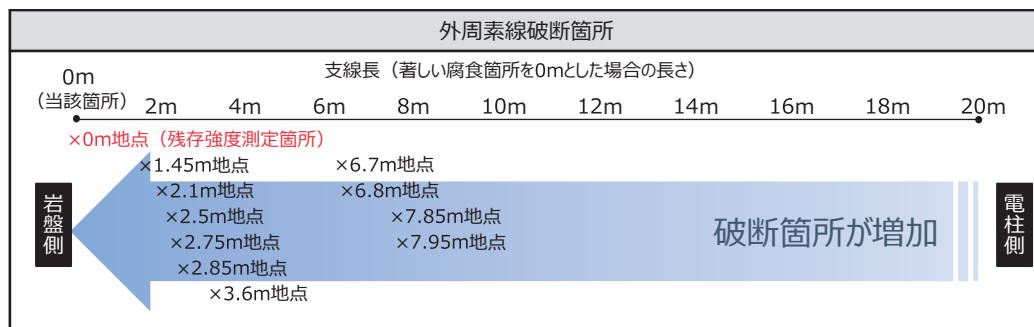


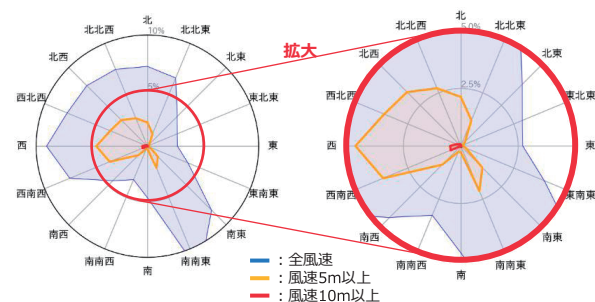
図4 当該腐食箇所以外での腐食進行（一部外周素線破断箇所：計11カ所）



a 航空写真

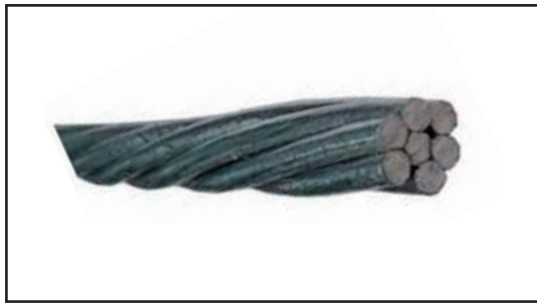
A幹2号柱付近の気象データ

- ・1時間における最大風速時の風向分布
- ・2007年～2016年の10年間の1時間ごとの観測値



b 気象データ（風向き）

図5 現地航空写真および気象データ（風向き）

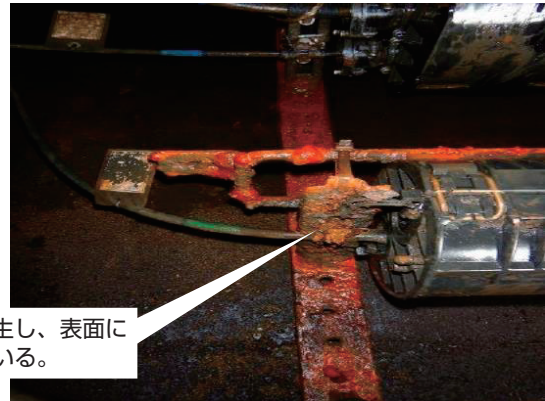


粉体塗装なし



粉体塗装あり

図6 つり線・支線の腐食対策例（粉体塗装つり線）



赤褐色の錆が発生し、表面に凹凸が発生している。

図7 マンホール内の金物腐食の様子

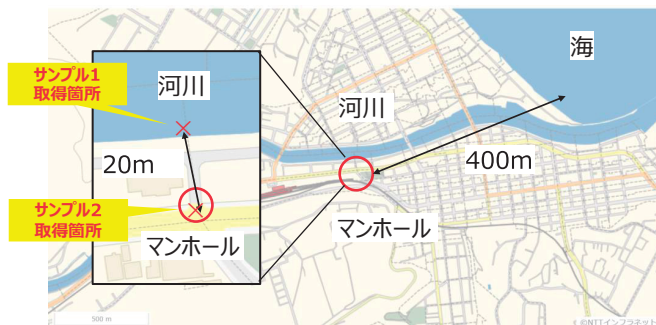


図8 マンホールの位置

表2 MH留水・河川水のイオン濃度 [単位: mg/L]

ID	塩素イオン Cl ⁻	ナトリウムイオン Na ⁺	カリウムイオン K ⁺	マグネシウムイオン Mg ²⁺	カルシウムイオン Ca ²⁺
サンプル1 河川水	4200	1800	140	220	78
サンプル2 マンホール留水	170	71	5.9	6.8	17
(参考) 内陸地マン ホール留水	42	19	4.2	7.9	43
(参考) 海水	19000	11000	380	1300	11000

3.2 塩害によるマンホール内の金物腐食事例

図7に河川沿いに位置するマンホール区間の、マンホール内の金物腐食事例の発生状況を示します。当該設備は、図8のように、河川から約20m、海から約400mに位置しており、マンホール底面が海拔0m以下であること、潮の満ち引きによりマンホール内の留水の水面が上下していることも確認されているため、河川水の流入の可能性が疑われる設備でした。

3.2.1 調査方法

当該設備の留水と腐食した金物、

河川水を観察・採取し、①マンホール留水・河川水のイオンクロマトグラフィによる含有イオン濃度分析、②浮き錆を取り除いた受金物と著しい浮き錆である金物付着物1、小程度の浮き錆である金物付着物2のX線構造解析により河川水流入の有無や腐食原因の分析を行いました。

3.2.2 調査結果

①マンホール留水・河川水の含有イオン濃度分析について、表2中のサンプル1に示すように、河川水中の塩素イオンとナトリウムイオンの

濃度が高いことが確認されました。また、同表サンプル2に示すように、マンホール留水は内陸地のものと比較して、塩素イオンとナトリウムイオンの濃度が高いことから河川水からの流入が示唆されています。②受金物、金物付着物のX線構造解析結果について、図9に示すように、金物付着物1は、鉄が腐食した時に生成される、水酸化物(FeO(OH) [針鉄鉱]、Fe₃O₄ [磁鉄鉱])のスペクトルの位置にピークが表れており、鉄の腐食生成物が含まれる

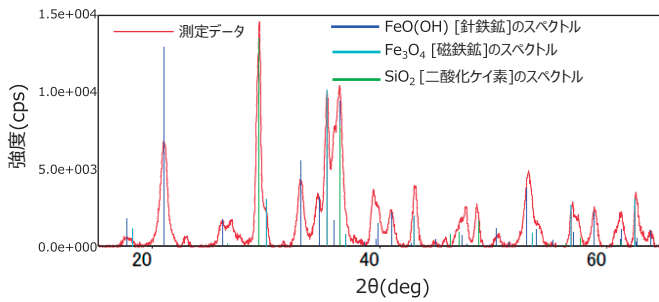


図9 金物付着物1のX線構造解析結果

ことを確認しました。また、他のサンプルについては、表3に示すとおり、鉄の腐食生成物である水酸化物(FeO(OH))が含まれることを確認しました。鉄は、塩化物イオン(Cl⁻)濃度が濃いほど腐食が促進され、FeO(OH)からFe₃O₄が生成されることから、塩害の影響があることが示唆されています。

3.2.3 腐食原因の推測と対策

調査結果より、塩分を含んだ河川水がマンホールに流入し、マンホール留水の塩分濃度が高まることで、金属腐食が促進されたと推測しました。

今後の対策として、同一設置環境である周辺マンホールも含め、海水流入を防ぐためのダクト止水栓(図10)の取付け、マンホール内の金物には図11に示す金物表面に耐食性の優れた粉体塗装[3]を施した物品への交換、または対象金属より電位が低い金属を接続することで犠牲的に腐食させ対象金属へ防食効果を与える流電陽極の設置を行うことなど腐食対策が有効と考えられます。

4. まとめ

通信設備を塩害による腐食から守るためには、屋外では鋼と塩分が直接的に接触することから、適切な重防食塗装を施す必要があること、さらに、塩害マップを使用して腐食速度に応じて精密な点検の実施が必要と考えられます。また、マンホール内においては、外部からの塩分を含む水等の流入を阻止すること、金物

表3 金物付着物等のX線構造解析による生成物の同定結果

サンプル	含有成分
受金物	FeO(OH)、SiO ₂
金物付着物1	FeO(OH)、Fe ₃ O ₄ 、SiO ₂
金物付着物2	FeO(OH)、SiO ₂

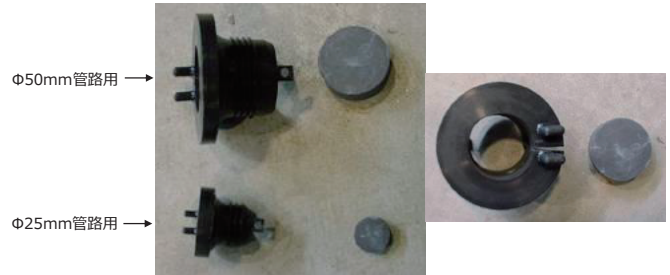


図10 止水栓例

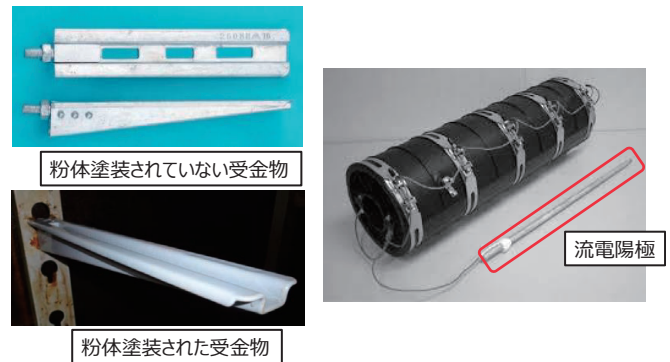


図11 金物の腐食対策例

には腐食対策を実施する必要があります。これらの対策方法の適用により、特に沿岸部の塩害地において設備の長寿命化が達成されます。

技術協カセンタでは、塩害などの腐食による設備劣化に関する課題等、現場の課題の解決に向けた技術協力活動を今後も推進し、通信設備の品質向上・信頼性向上に貢献していきます。

参考文献

- [1] Raisers, 2018年9月号「塩害マップの紹介」、p.35-37.
- [2] Raisers, 2021年11月号「塩害環境の調査と対策～RT-BOXでの事例紹介」、p.6-8
- [3] Raisers, 2020年10月号「通信設備・装置の疏害による劣化状況と対策」、p.7-9

お・知・ら・せ

なお、粉体塗装を施した、つり線、マンホール金物等の使用をご検討される場合は、販売窓口のご紹介、施工上の留意点(技術資料)のご案内ができますので、下記、問い合わせ先まで、ご連絡ください。

◆技術相談の問合せ先

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

電話 03-5480-3703

メール zairyo-ml@east.ntt.co.jp