

技術基礎講座

通信設備・装置の硫害による劣化状況と対策

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
NTT西日本 設備本部 サービスマネジメント部 カスタマサービス部門 技術協力担当

1. はじめに

電柱などの通信設備（図1）は、日本全国のいたるところに設置されており、さまざまな自然環境にさらされています。これらの設備は、金属、プラスチック、コンクリートなどの種々の材料などから構成されており、周囲の環境の影響から、徐々に腐食や摩耗などの劣化が生じています。例えば、沿岸部においては、海塩粒子が強風で金属を含む設備に飛来し、付着することで発生する塩害がよく知られた現象です。長い海岸線を有する日本にとって、塩害は避けられない現象です。また、日本は火山国でもあり、多くの温泉地を有しています。これらの地域のなかには、硫黄を含むガスである硫化水素等が噴出しているところもあります。この硫化水素は高い腐食性を有しているため、屋外だけでなく、屋

内の通信設備などにも影響を及ぼすことがあります。このような、硫化水素による腐食劣化を“硫害”と呼んでいます。硫害のひどいところでは、数カ月ごとに端末機器が故障し、保守の稼働がかかっているケースがあります。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硫害影響の調査を実施してきました。そこで、本稿では、硫化水素による腐食のメカニズムや、通信設備・装置の実際の劣化状況と対策について紹介します。

2. 硫害のメカニズムと硫害による設備劣化の発生事例

2.1 硫害のメカニズム

硫害による腐食反応は、材料表面に結露や吸着により水膜が形成されたときに進行します。硫化水素

(H₂S) が共存しない場合の鉄の腐食反応は、図2(a)に示すように、大気中の酸素が水膜中に溶解し、鉄の表面で酸素の還元と同時に鉄の溶解が起こることで生じます。さらに、水膜中に海塩が溶解した場合は、水膜の電気伝導度が高くなるため、鉄の腐食速度も大きくなります。一方で、硫化水素が共存したときは図2(b)に示すように、(a)の反応に加えて、H₂Sが水膜中に溶解・解離してH⁺を生成するため、水膜が酸性環境となります。それにより鉄の溶解が促進され、大きな腐食速度を示します。

2.2 硫害の発生状況

2.2.1 屋外設備の状況

図3に、温泉地における屋外設備の硫害の事例を示します。図のように、下部支線ロッドや電柱に設置されている金属製のバンドや足場ボル

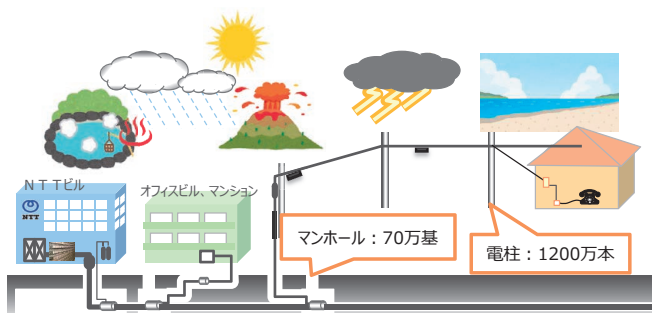


図1 通信設備の概要

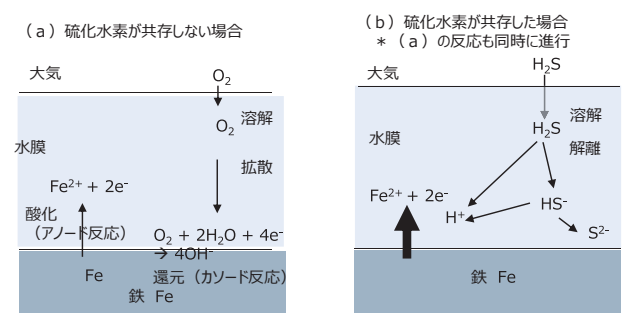


図2 腐食のメカニズム

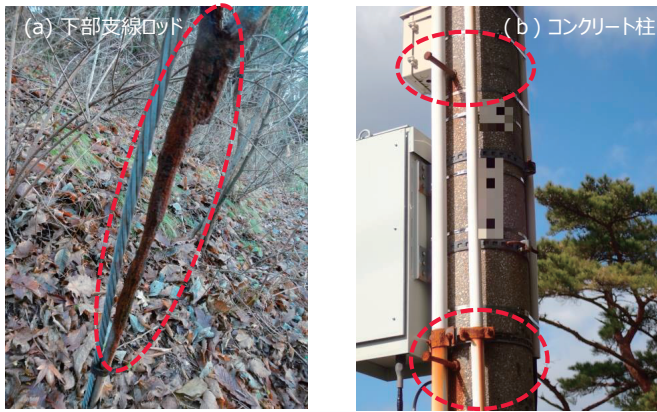


図3 屋外設備での硫害の事例

トにおいて、顕著な赤錆の発生が確認されました。特に、下部支線ロッドにおいては、ロッド中央部位に減肉が見られることから、今後、腐食が進行して破断する可能性があります。このような腐食は塩害、硫害のどちらでも発生しますが、この温泉地は、沿岸部から遠く離れた山間地域にあるため、塩害の影響は小さいと考えられます。また、図中の(a)、(b)の場所でのガス濃度測定では、それぞれ1.5ppm (ppm: parts per million、100万分の1の意)、0.9ppmと硫化水素が検知されました。したがって、これらの腐食現象は、硫化水素が主要因である硫害であると考えられます。なお、悪臭防止法に基づく硫化水素の大気濃度規制値[1]は0.06–0.2ppmであり、労働安全衛生法における安全な労働環境の条件である作業環境管理濃度[2]は1ppmと定められています。したがって、測定されたレベルの値は、この場所に硫化水素が高濃度に存在していることを意味しています。

2.2.2 屋内装置の状況

屋外の環境に対して、屋内環境での金属等の腐食速度は、腐食を促進する要因である海塩粒子や硫化水素ガスの侵入が妨げられるため小さくなるのが一般的です。しかし、屋内環境であっても、部屋の密閉性が不十分であった場合には、屋内への

海塩粒子や硫化水素ガスの侵入により腐食現象が発生します。さらに硫化水素はガス状であるため、屋内への侵入を完全に抑止することは困難です。これまで技術協力センターでは、温泉地のお客様において、ホームゲートウェイ (HGW) 等の端末機器が繰り返し故障するという現場からの技術相談を受け、数多くの調査を行ってきました。図4に、現地調査において明らかになった硫化水素ガスの発生源、硫害事例が起きた屋内での金属の腐食状況の例と端末機器内の回路基板の顕微鏡観察写真を示します。例えば、硫化水素ガスの発生源と思われる温泉柵や噴気孔付近の硫化水素ガス濃度は、それぞれ0.1ppm、0.9ppmでした。また、屋内環境においても、窓や蛇口などの金属部位が著しく発錆していることを確認し、屋内に硫化水素ガスが侵入することで腐食が促進されていると考えられます。当センターの調査の例では、屋内においてもppb (ppb: parts per billion、1ppbは1/1000ppmに相当し、10億分の1の意) レベルの硫化水素ガスが検知される事例があります。また、図中の錆についてエネルギー分散型X線装置付属走査型電子顕微鏡 (SEM-EDS) 分析を実施したところ、錆の主成分は硫化物であることを確認し、金属と硫化水素ガスの反応が生じていることが確認されました。同じ屋内に設置



図4 室内装置での硫害の事例

された故障端末機器から回収した回路基板を顕微鏡で観察したところ、銅の配線や貫通孔のところに黒色の錆が発生していることが確認されました。この黒色錆にSEM-EDS分析を実施したところ、上記と同様に錆に硫黄が含まれていました。また、この錆のX線回折分析を行ったところ、主成分が硫化銅であると同定されました。回路基板上の配線パターンが硫化水素によって錆びて硫化銅になると、それが基板上で成長し、隣接する配線や貫通孔等とつながっていきます。硫化銅は導電性を有しているため、本来、つながってはいけない配線や貫通孔間で短絡が生じ、故障が発生したと考えられます。

3. 硫害対策

3.1 硫害対策の基本方針

電子情報技術産業協会規格 (産業用情報処理・制御機器設置環境基準 JEITA IT-1004) [3] では、端末機器の設置基準として硫化水素ガス濃度を3ppb以下に制御することを推奨しています。硫化水素ガスによる腐食抑制方法には、表1に示す対策が考えられます。本稿では、コス

表1 硫害対策に関する代表的な腐食抑制の原理と通信設備への適用

腐食抑制の原理	通信設備への適用	適用状況や判断理由
適正材料の選定 (H ₂ Sガスとの反応性が低い材料の使用)	困難	現在使用されている鋼材や銅は、非常に汎用的な材料であり代替材料の選定は困難
環境からの遮断 (H ₂ Sガスとの接触を抑制)	適用可能	屋外設備：塗装やめっき 屋内装置：回路の表面コーティング
環境条件の制御 (H ₂ Sガス濃度の低下)	適用可能	・装置を閉鎖空間に設置 ・ガス吸着材を使用
犠牲電極の使用などの電気化学的な制御	困難	・非常に膨大な数の設備に対して実施することは困難



図5 屋外の通信設備の硫害対策の一例
(粉体塗装を実施した金属バンド)

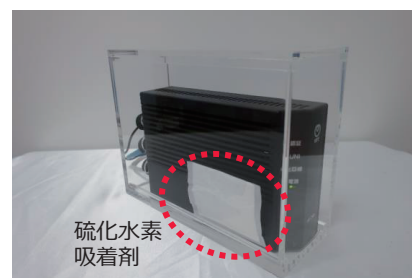


図6 屋内の通信装置の硫害対策

参考文献

- [1] 環境省ホームページ (<https://www.env.go.jp/hourei/10/000013.html>).
- [2] 厚生労働省ホームページ (<https://www.mhlw.go.jp/content/11303000/000541391.pdf>).
- [3] 電子情報技術産業協会ホームページ (<https://home.jeita.or.jp/is/publica/standard/IT-1004.pdf>).

ト面などを考慮して「硫化水素ガスの遮断」と「硫化水素ガスの濃度の低減」を対策の基本方針としました。

3.2 屋外での硫害による腐食抑制対策

屋外の硫化水素ガス濃度は、ppmレベルであり高濃度であるため、より耐食性能が高い対策が求められます。そのためには、設備が硫化水素と接触することを確実に防止することが必要です。その1つの方法として、より付着力が強い塗料の膜で素地の金属材料の表面を覆うことが考えられます。塗料の膜と素地の材料(金属)との付着力を高めることで、硫化水素が材料に直接触れることや硫化水素を含む水分(水膜)が付くことが抑制され、硫害の発生を抑えることが可能となります。図5に、対策の一例として、従来の塗装よりも高い付着力をもち、耐食性の高い“粉体塗装”を施した金物を示します。

3.3 屋内での硫害による腐食抑制対策

屋内での対策の実施例を図6に示します。図6では、端末機器を密閉可能なアクリル製ボックス内に設置し、さらにボックス内に硫化水素ガス吸着材を入れることでガスの濃度を低減することができます。実際の例では、2カ月程度の頻度で端末機器の故障が発生していたお客様に対して、アクリルボックスの対策を行ったところ、10カ月以上も故障

が発生していません。

4. まとめ

通信設備を硫害から守るためには、設備の硫化水素ガスとの接触を遮断、硫化水素ガスの濃度の低減が効果的な手法です。屋内装置については、ガス吸収剤を具備した装置のアクリル製ボックスの収納が実際に実施されています。屋外設備については、従来の垂鉛めっきよりも防食性能に優れた粉体塗装をすることが考えられます。これの対策方法の適用により設備の長寿命化が達成されます。

技術協力センターでは、硫害や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。

お・知・ら・せ

【Pエリア・協業エリアの皆様へ：OJT募集について】

NTT東日本技術協力センターでは、Pエリア・協業エリアの保守に従事する通信建設会社の皆様に対し、OJTとして来ていただける方を募集しております。

OJTでは、アドバイザーの指導のもと、基礎知識や各種測定器の使い方に加え、故障現場での切り分けノウハウを学ぶことにより、高度かつ専門的な技術力の習得を目指します。

OJTについてのご質問・お問合せは、下記までお気軽にご連絡願います。

電話 03-5480-3711

メール gikyo-ml@east.ntt.co.jp

◆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 技術協力センター

□アクセス技術担当 03-5480-3701 [光・メタルケーブル設備、光アクセスシステム 等]

□ネットインタフェース技術担当 03-5480-3702 [電話/各種NWサービス故障対応 等]

□材料技術担当 03-5480-3703 [腐食・防食、材料劣化、延命対策 等]

□EMC技術担当 03-5480-3704 [無線LAN、ノイズ・雑音、誘導対策、雷害対策 等]