

技術基礎講座

通信設備でのカビ発生と材料劣化への影響

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

通信設備は、金属、コンクリートやプラスチックなどの種々の材料で構成されています。これらの材料は、長期間の使用により劣化していきます。また、設備の設置環境によっては、材料の劣化速度が著しく大きくなる場合があります。設備の故障や事故の原因となることがあります。具体的には、図1に示すように、設備の設置環境において、多くの因子が影響することで劣化が進行します [1]。例えば、金属材料に対しては海塩粒子による塩害など、有機材料に対しては太陽光に含まれる紫外線などの自然現象や気象現象が劣化の原因となっていることが知られています。一方で、生物が関わる特異的な故障もあり、例えばセミ、ネズミなどによって架空設備に被害が出た事例 [2] が報告されています。また、通信設備の環境によっては、カビが発生し、材料劣化などの原因となるのではないかと問い合わせを現場よりいただいています。そこで、本稿では、通信設備でのカビの発生状況と設備材料への影響について調査した事例について報告します。

2. カビの特徴と通信設備への影響

カビは、人間の居住環境や、空気中にも浮遊することがあり、屋内や屋外を問わずにあらゆる場所に存在します。また、人体に健康被害を与えるカビも知られているため注意が必要です。カビの発育は、胞子がさまざまな環境下で着床し、糸状の菌糸先端から栄養や水分を吸収しながら伸び続け、胞子が空気中に飛散し、拡散することで進んでいきます。[3] カビの発育には、主に栄養、温度、水分(湿度)が必要となります。カビの発育可能温度領域は0~40℃(発育最適温度は25~28℃)とされています。さらに、カビの生育には水分が不可欠です。

水分が減少すると生育速度の低下や生育が停止するなどカビの増殖に非常に重要な因子となっています。カビが発生しない環境を維持するためには温度変化にかかわらず相対湿度を常に60%以下に保つことが必要となります [4]。

一方で、金属の腐食反応も、酸素と水分(湿度)が主要な影響因子(図1)として共存することで進行します。また、温度が高くなると、このような腐食の反応速度も高くなり、材料劣化が促進されることが懸念されます。さらに、カビが発生し、死滅することなく発育が継続することは、設備の設置環境の湿度が常に高い状態で維持されていることが示

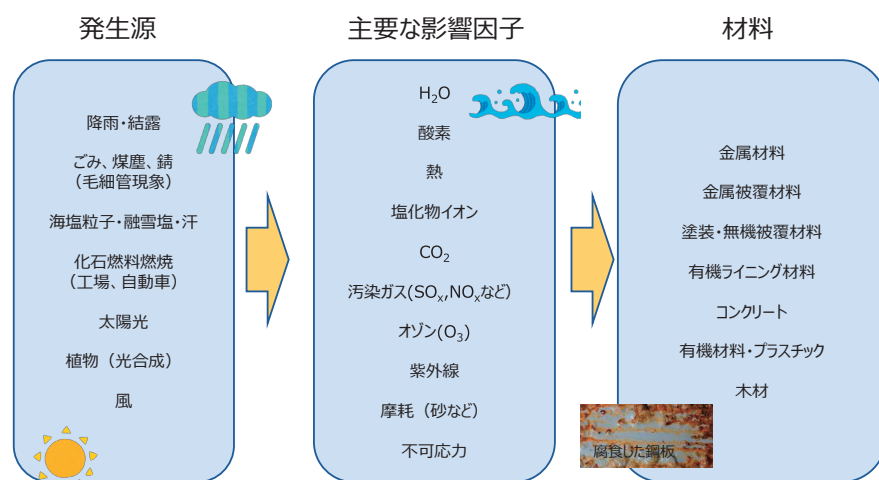


図1 大気における材料劣化の主要影響因子

唆されます。

つまり、カビの発育環境である高湿度環境による材料劣化が考えられるため、カビが発生しないような環境を維持することは、材料劣化を防ぐためにも有効であると考えられます。

本稿では、カビの発生事例として2つ紹介します。3章で屋外BOX壁面の事例を、4章で通信センター機械室の事例を紹介します。

3. 屋外BOX壁面での異物調査

3.1. 異物発生の状況

1つ目の事例として、屋外BOX壁面での調査について紹介します。屋外BOXの一部の壁面に黒い付着物があり、付着している箇所の一部で塗装の剥がれが発生しているという報告がありました。当該BOXの壁面の状況を図2に示します。現地からは、付着している異物の同定と塗装剥がれへの影響についての調査依頼がありました。

3.2. 現地の環境調査および異物の分析

壁面付着物の特定のために、(1)外観調査、(2)付着物の観察と分析を行いました。また、外壁塗膜の劣化状況を確認するため、(3)塗膜の付着力試験を行いました。



図2 屋外BOXの外観
左：日当たりが悪い面 右：日当たりがよい面



図3 壁面の付着物および塗装剥がれ箇所の拡大図

(1) 外観調査

目視による外観調査にて、屋外BOXの外壁に、付着物を確認しました。設備の設置位置から日当たりがよい壁面には付着物は確認されず、日当たりが悪い壁面においては付着物が確認されました。また、付着物が確認された壁面において、塗装剥がれが生じていることを確認しました(図3)。付着物のない壁面の塗装においては、顕著な塗装剥がれは確認されませんでした。

(2) 付着物の観察と分析

壁面付着物を光学顕微鏡および走査型電子顕微鏡-エネルギー分散型X線分光(SEM-EDS)装置を用いて観察しました(図4)。

EDSによる分析結果から、付着物は主に炭素と酸素で構成されており、有機物であること、また、この屋外BOXは山間部に位置するという周辺環境から、付着物は苔や塵などの有機物も含んでいると考えられますが、合わせて観察した顕微鏡画像から、胞子の形状、大きさ、色などの特徴と、主に日かげで発生していることから、カビであることを確認しました。

(3) 壁面塗膜の付着力試験

健全な塗膜は、基準以上の付着力

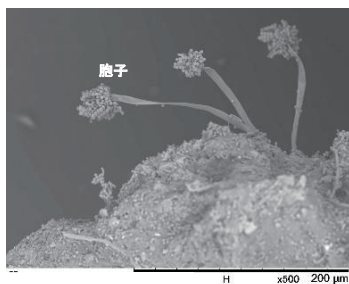


図4 壁面の付着物
上：光学顕微鏡、下：SEM像

を有することで酸素や水分の侵入を防ぎ、設備を構成する鋼材を腐食から守ることができます。そこで、所定の方法を用いて屋外BOX壁面の塗膜付着力を全体的に測定しました。

付着物の存在する壁面や存在しない壁面での塗膜の付着力を比較したところ、付着物の有無による塗膜付着力の差は見られず、屋外BOX全体で基準以下の塗膜付着力の箇所が確認されました。

3.3. 考察および対策

これらの調査結果から、付着した有機物にカビが含有されることが確認されました。付着物の有無によらず屋外BOX全体で基準以下の箇所が確認されたことから、カビが付着力低下の直接的な要因ではないと考えられますが、付着力の低下した塗膜は、カビなどが付着することで高湿度状態となり、さらに塗装剥がれなどの劣化が促進されたと推定されます。

このようなカビなどの壁面の付着物は、塗膜劣化の見落としの原因となることや、塗膜の劣化を促進する要因となるため、点検時に屋外BOXの壁面を洗浄して除去することが必要です。また、塗膜の付着力低下や塗装剥がれなどの劣化が確認された場合は、塗装替えなどの補修が必要です。

4. 通信センター機械室の二重床下の異物調査

4.1. 異物発生の状況

2つ目の事例として、通信センター機械室の事例を紹介します。通

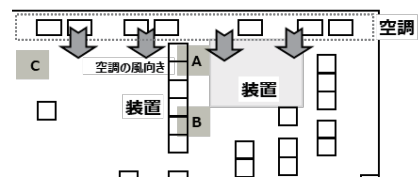


図5 機械室の設備状況

信センタビル機械室の二重床下において、ケーブルに付着した白い異物が発見されました。この機械室での設備設置状況を図5に示します。

調査の結果、図中の箇所Aおよび箇所Bには白い異物が確認され、箇所Cでは確認されませんでした。現場からは、白い異物がカビなのか、設備や人体への影響についての調査を依頼されました。

4.2. 現地の環境調査および異物分析

(1) 目視調査

異物の詳細な状況を確認いたしました。図6のように、機械室の箇所A、箇所Bにおいて、ケーブル、二重床の下面、ダクト口などに異物の付着が確認できました。また、付近の装置内を確認したところ、装置内部に収容されたケーブルの立ち上がり箇所にも異物が確認されました。

(2) 温湿度測定

室内の一部の箇所だけで異物が発生する原因を調査するため、長期間の温度および湿度の測定が可能な温湿度データロガーを設置し、異物発生箇所と未発生箇所での温湿度に差異があるかを調査しました。測定期間（4月下旬～5月上旬）における、

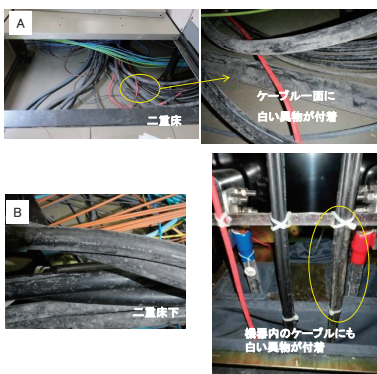


図6 設備状況

表1 温湿度の測定結果
(期間中の測定値の範囲)

測定箇所 (図5)	温度 (°C)	相対湿度 (%)
A	17~20	40~78
B	19~21	37~69
C	25~27	23~47

温度および相対湿度範囲を表1に示します。

未発生箇所（図5中：箇所C）に対して、異物発生箇所（図5中：箇所A、B）は低温・高湿度な環境であることがわかりました。

(3) 異物の観察と分析

採取した異物についてSEM-EDS装置による成分分析および形態観察を行った結果、無機物であるマグネシウムも約7重量%検出されましたが、約50重量%が炭素であり有機物が主成分であることがわかりました。マグネシウムは難燃剤の1つとして耐燃ケーブル外被に含まれる水酸化マグネシウムに由来するものと考えられます。水酸化マグネシウムは、無害・無毒であり腐食性がないことが知られていることから、人体およびケーブルへの影響はないと考えられます。また、表面部分からのマグネシウムの析出は微量であり、ケーブルの耐燃性、電気的特性への影響も小さく、ケーブルの継続使用にも問題ないと考えられます。

(4) カビの培養試験・分析

上記の検討により有機物が主成分であったことから、異物がカビであることが推定されました。機械室内で異物が発生しているため、人体への影響も懸念されることから、異物を現場で採取し、培養することで、形態観察、微生物検査およびrDNAの配列解析（カビの属、種を確定）

により異物の詳細な分析を実施しました。

その結果、異物は主に一般的な生活環境で発生するアオカビやクロカビなどであることがわかりました（表2）。いずれも人体への影響リスクは低い菌種であることが報告されています。

4.3. 考察および対策

異物の主成分はカビでした。カビの発生要因は多湿のためであり、発生を防止するためには、相対湿度を常に60%以下に維持する必要があります [3]。また、同じ室内でもカビの発生する箇所と発生しない箇所が存在することは、温度や湿度が室内で偏りがあることを示しています。今回、確認されたカビは人体には無害ではありますが、カビが発生しやすい環境が室内の一部に存在することから、結露などが起こり機器への影響も予想されます。

そこで、カビ発生の再発防止策としては、エタノールを含んだペーパータオルなどでカビを除去すること、また、現状の外気流入の状況や温湿度分布などの管理が適切か確認し、機械室の湿度が高い原因を特定して、空調の改善を実施することが必要です。

5. おわりに

通信設備を、カビのような避けることができない自然由来の異物の付

表2 カビの培養試験・分析の結果および健康に対するリスク

菌名	リスク
Penicillium corylophilum (アオカビ)	ヒトに対する顕著な健康被害は報告されていない。
Cladosporium cladosporioides (クロカビ)	ごく稀に角膜真菌症や肺に生じた菌球の原因として分離される例があるが、健康なヒトに対するリスクは極めて低い。
Penicillium chrysogenum (アオカビ)	本種が生産するカビ毒としてPR-toxin、ロケフォルチンC、セカロン酸が知られるが、病原性は無いとされる。
Arthrinium kogelbergense	病原性についての報告は現在のところ無い。

着による設備劣化から守るためには、室外では定期的な点検により異物発生の有無の確認を行い、異物が確認された場合は、洗浄などにより異物を除去すること、機械室では適切な温湿度の管理による異物の発生を防ぐことが必要です。

技術協力センターでは、自然現象や自然の生物や微生物に由来す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] 材料環境学入門：p 170、腐

食防食協会編（1994）.

[2] 全国の現場で役立つ 通信設備のトラブルQ&A（第3版）：
p 423- p 427、電気通信協会

[3] 衛生微生物研究センター カビの基礎知識 <https://kabi.co.jp/basic-knowledge-of-kabi/>

[4] 文部科学省 カビ対策マニュアル 基礎編

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/sonota/003/houkoku/08111918/001.htm

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/sonota/003/houkoku/08111918/002.htm

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協力会社の皆様に対し、OJTのコースをご用意し、広く人材の募集をしています。

OJTのコースでは、専任のアドバイザーの指導による基礎知識や各種測定器の使い方などの習得に加えて、技術協力センターが保有する故障現場での調査、分析、切り分け等のノウハウの習得を旨るとともに、専門的な高い技術の習得に向けた指導を行っています。OJT期間や内容等については、ご要望に応える形で決めております。OJTについてのご質問・お問合せは、下記の連絡先までお気軽にご相談ください。

◆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 技術協力センター
電話 03-5480-3711 メール gikyo-ml@east.ntt.co.jp