

高湿度環境における金属腐食の防止に関する研究（第1報）

山口貴嗣*

Study on prevention of metal corrosion in high humidity environments (I)

YAMAGUCHI Takashi*

高湿度環境における腐食の再現促進試験の検討を行った。昼間の時間のみ空調を使用した工場を模した室内での温湿度測定を実施し、実際の湿度変化の様子を観察した。

また、これらのデータ収集を基に腐食促進試験のパターンを検討し、実験を行った。本試験により比熱容量の大きな物体と接触している試験片については、室内の温度変化と異なる挙動が確認でき腐食されやすいことが確認された。

1 はじめに

県内企業の生産活動において、製品の保管時および部品輸送時の腐食による不良品の増加は、コスト増加に直結し、同種の製品における競争力低下の一因とされている。また、当研究所の技術相談においても、定期的このような問題が持ち込まれている。

保管時の腐食要因として、梅雨時や夏場の高湿度環境や段ボールから発生するガス類などが考えられるが、これらの事象に関する具体的な検証例はあまり見られない。

さらに、海外からの船便での部品輸送時には、密閉性の高いコンテナ内の温度上昇に伴い、製品等からの含有水分の蒸発、段ボール等からのガス成分の揮発、および若干の塩分の影響によって、腐食が促進される可能性が高いと考えられる。

本年度の研究では、工場内の高湿度環境における腐食条件を検討し、再現試験を実施することで腐食を防止できる条件を見出し、企業へのアドバイスを行うことで、不良品の減少と県内企業の競争力強化に貢献することを目的とした。

2 工場内での高湿度環境を再現した腐食試験

県内企業の工場の一例として、空調が入っているものの、搬入・搬出の関係で外と通じている建物が多く見られる。これらの建物はカーテンやシャッターで外と隔てられているため、湿度が外部の影響を受けやすい。

2.1 温湿度データの収集

このような背景から、実環境でのデータ取得方法として、9時から17時まで空調稼働させ、17時から翌9時までは無制御とした室内で、チトセ工業株式会社製 Logbee を使用して、天井付近と床から約1mの位置、および定盤上の温度・湿度データを5分間隔で取得した（図1）。

2.2 高湿度環境を再現した腐食試験

前項のように収集した温湿度データを基に、試験プログラムを作成し、QFOG社製 CRH600 を使用して、高湿度な工場環境を再現するサイクル試験を実施した。

3 結果及び考察

3.1 温湿度データの収集結果

夏季の昼間のみ空調稼働させている工場における、温湿度変化をいくつか測定し、その代表的な結果を図2に示す。

床から約1mの高さで測定した場合、空調稼働開始時に一時的に湿度が低下したが、その後すぐに約60%RHで安定した。また、天井付近の温湿度は工場内

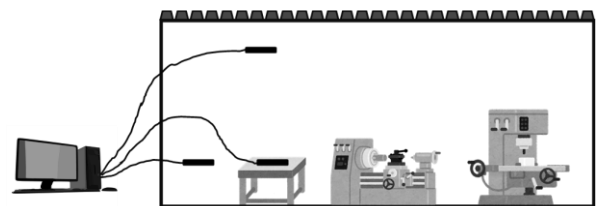


図1 温湿度データの収集のイメージ

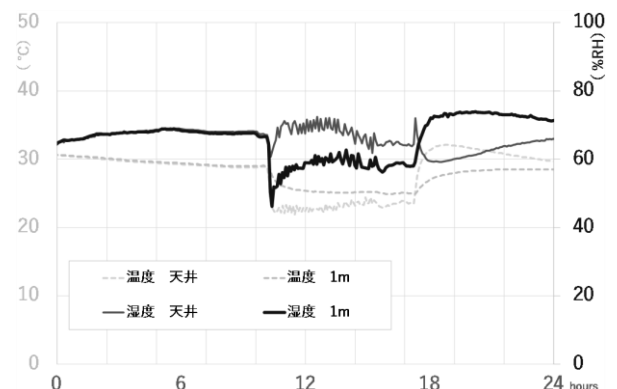


図2 夏季 空調稼働時の温湿度変化

* 技術支援部

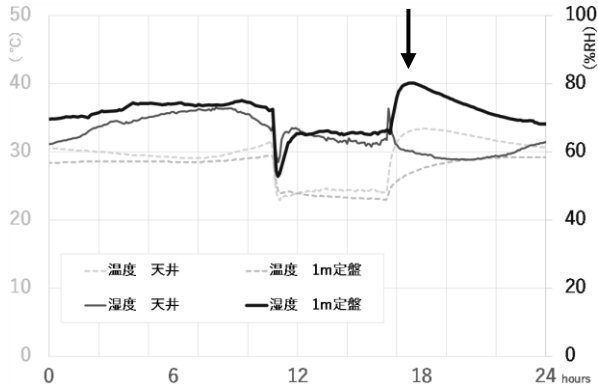


図3 夏季 空調稼働時の温湿度データ（定盤上）

の対流の影響を受けて、空調の設定とは異なる挙動が見られた。

また、同条件下での定盤上の温湿度変化の挙動を確認するために、測定したデータを図3に示す。

この測定データを見ると、空調を停止させた直後の湿度が非常に高くなり、おおよそ 80%RH まで上昇していることが確認できた（矢印部分）。

このような状況において、物質表面では、水分の吸着量は雰囲気相対湿度が 80%RH 以上で急増し、腐食が進行しやすくなるとの報告がある¹⁾。

空調停止直後の図2における温度差は約 5°C で、このときの湿度は約 70%RH であった（図4 点線）。これに対し、図3では温度差が約 7°C、湿度が約 80%RH となり（図4 実線）、結露する条件を満たしている。

この図は、温度と飽和水蒸気量および湿度の関係から作成できる図で、物質表面（製品等）と気温の温度差、および相対湿度によって結露が生じるかどうかを

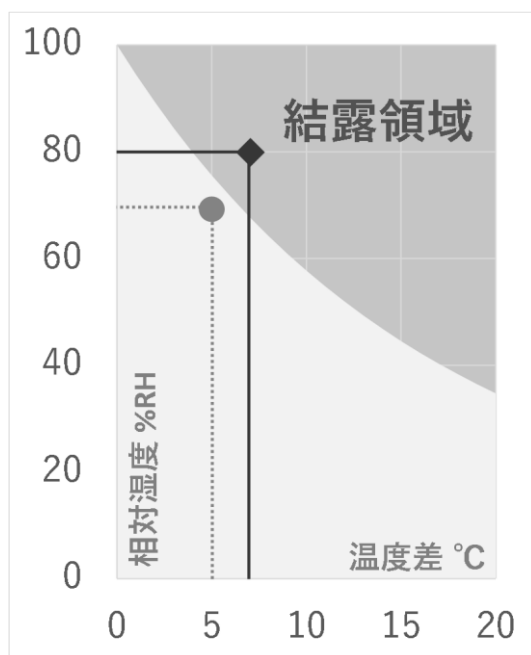


図4 相対湿度と温度差による結露条件

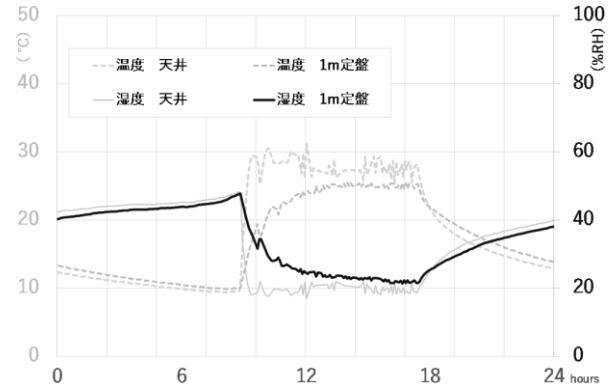


図5 冬季 空調稼働時の温湿度データ（定盤上）

判定できる²⁾。

このことから、室温の変化に追従しない比熱容量の大きな物質においては、結露が生じやすい条件であるとわかる。

次に、冬季における空調を使用した工場の温湿度変化の測定データを図5に示す。

冬季は、外気の湿度が低いため、空調を使用しても湿度上昇が少なく、結露しにくいことが確認できた。

3.2 複合サイクル試験の実施結果

図3の測定結果を基に、試験条件を作成した。

平日部分については、23°C 60%RH と 35°C 80%RH のサイクルを 3.5 時間として 5 日分、休日部分については 30°C 65%RH と 35°C 70%RH のサイクルを 3.25 時間として 2 日分、合わせて 24 時間で 1 週間分を再現する試験プログラムとした（図6）。

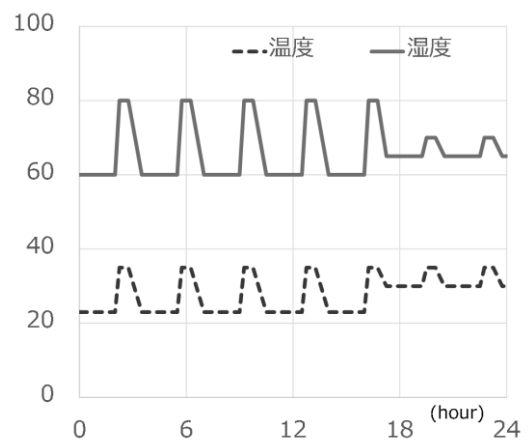


図6 複合サイクル試験のプログラム

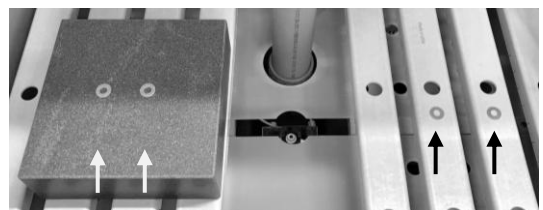


図7 複合サイクル試験槽内での試験片設置の様子

試験片は、実製品のサンプルとして SPCC 製のワッシャーを採用し、クロメート処理されているため片面研磨したものを使用した。

研磨については、腐食の状況が顕著に現れるように、少し粗めの SiC 耐水研磨紙 120 番を用いた。

また、図 7 のように試験槽内には比熱容量の大きい小型の石定盤を設置し、この上と樹脂製治具上のそれぞれで試験を実施した。

複合サイクル試験の結果を図 8 に示す。

比熱容量の大きな石定盤の上に置いた、試験片については、試験槽内で結露する温度差となり腐食が進んだと考えられる。

一方で樹脂上に置いた試験片についても、徐々に腐食が進行しているが、これについては試験片作成時に使用した耐水研磨紙が荒目であったため、研磨の溝部分で毛細管現象のような状態になり、通常よりも結露しやすくなったためであると考えられる。

この結果を踏まえると、今回作成した複合サイクルのプログラムは、高湿度環境における、比熱容量の大きな物質の腐食を良く再現していると考えられる。

4 まとめ

工場を模した室内で空調を使って温湿度のデータを取得し、再現用の複合サイクル試験プログラムを作成した。

このプログラムを用いることで、比熱容量の大きな物質の上に設置した試験片は、他の場所に設置した試験片に比べて腐食速度が増しており、高湿度環境における温度差による腐食を再現することができた。

【参考文献】

- 1) 石川ら,材料と環境,40, pp540-544,1991
- 2) 株式会社アピステ「制御盤熱対策ポータル」,
「湿気による結露／湿気による金属腐食」
<https://www.apiste.co.jp/contents/enc/control-panel-cooling/trouble/condensation-metalcorrosion/> (参照 2025/2/28)

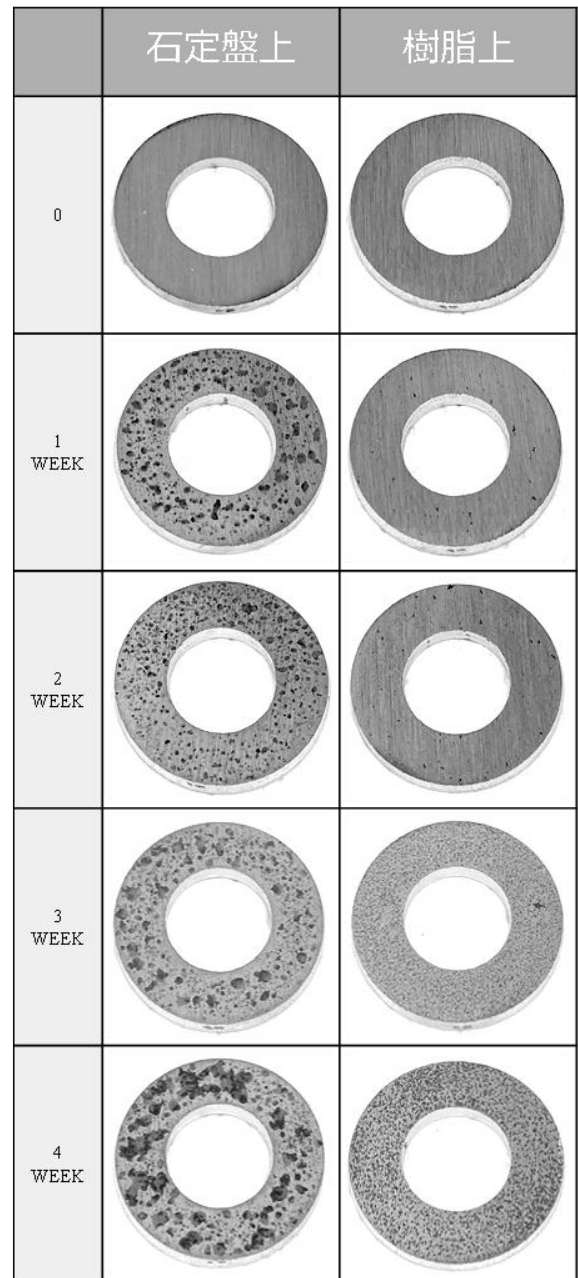


図 8 複合サイクル試験の結果