

# 赤錆について

2024/11/25

生産管理課 高橋

成形協力会社へ貸与した金型をメンテナンス・修理のために社内へ持ち込む日程を調整する際に、日本 1022 地点のうち降水量が 901 位（偏差値で 40 程度）のほぼ晴れの国である福山市においてもしばしば天気を見て「当日は雨が降るので金型は別日の持ち込みにしましょう」などとやり取りすることがごく稀にあります。これは降水や結露によって濡れた金型表面が錆びてしまうのを防ぐためですが、何故水分は金属を錆びさせてしまうのでしょうか。

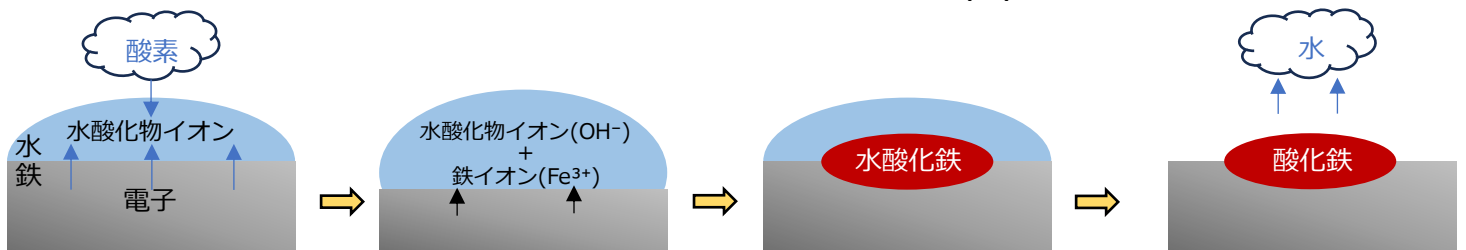
錆は品質的なリスクや単純に見た目が悪だけでなく、安全上の懸念や経済的な損失の原因となってしまう。日本の錆対策費(初期費用+管理費)は年間 5 兆円を超え、特に柿原工業のようなほぼ臨海部で化学薬品・高圧ガス・危険物を取り扱う企業については腐食が起こりやすく、設備の破損により事故が発生すると、単純に作業者にとって危険だけでなく社会的な責任が伴う可能性もあります。しかし、金属は錆びるとたいてい強度が低下しますので、堅い話ではなく今回は錆についてやわらかく書いていきます。

## ◆錆とは

錆とは金属が酸化・腐食して出来るものですが、鉄が錆びると酸化して赤茶色になってしまいます。この鉄の錆のことを酸化鉄と呼び、鉄に酸素が結びついた状態です。実は自然界にある鉄(鉄鉱石)のほとんどが酸化鉄の状態、我々が普段目にする鉄は製鉄所で鉄鉱石を加工して酸素をできる限り取り除いた鉄(鋼)となっております。また酸化鉄(錆)の状態で放置して鉄(鋼)の状態に戻ることはありません。鉄からしたら安定した自然の状態に早く戻りたいかもしれませんが…

## ◆何故水分で錆びるのか

- ①空気中の酸素が鉄表面に付着した水分に溶解し、水分と酸素が化学反応を起こすために必要な電子を鉄から取り込みます。水分と酸素が化学反応を起こすと水酸化物イオンが出来ます。電子を奪われた鉄は鉄イオンとなり水分に溶解します。
- ②水分にある水酸化物イオンと鉄イオンはどちらも不安定な状態のため、安定状態になるろうと結合して水酸化鉄となり、水分がなくなって酸化鉄(錆)となります。



少し難しい話になってしまいましたが、水に酸素が溶け込んで、電気的な力が作用して鉄と酸素が結びついて錆が作られるということになります。

つまり、金属の表面に付着した水分の酸素濃度が濃いほど錆びやすくなり、水分の電気が流れやすいほど錆びやすくなるということです。逆に酸素が供給されないか電気が流れにくくなると錆びにくいということになります。

#### ◆海水は錆びやすい？ 錆びにくい？

海水は錆びやすいとよく言われます。水中の塩分濃度が濃くなると電気が流れやすくなりますが、一方であまりにも塩分濃度が濃すぎると水中に酸素が溶け込める隙間がなくなり、錆びにくくなります。しかし、海水の標準的な塩分濃度は 3%(アサリの塩抜きに用意する水と一緒にくらい)で、これは電気が流れやすく酸素を取り込みやすいバランスの良い濃度となっております。そのため海水中の金属は錆びやすいのです。

また、海水が含む塩分(塩素+ミネラル分)は海から飛来して鉄に付着し、錆の侵攻をより促進させます。塩素により鉄表面の皮膜が破壊され、無防備になった鉄が部分的に錆びる現象(孔食)が発生してしまいます。さらに海から飛来した塩分は潮解する(空気中から勝手に水分を取り込んで溶ける)性質があるため錆をより加速させてしまうのです。

沿岸部に駐車しているとそれなりに塩分が付着し、塗装がされてない部分は錆びてしまうので、愛車を大事にしたい人はコーティングとこまめな洗車が必要です。

また、海水だけでなく血液にも塩分は含まれるため、魚の調理後の包丁はこまめに洗ってしっかり水分を取らないと錆びてしまいます。

#### ◆錆は何故広がってしまうのか

下関市で 4 階建て屋上の手すりの錆びを落とす作業をしたところ、飛来した錆が近隣の自動車約 80 台に付着して車が錆びてしまったということがありましたが、これは錆が錆びを呼んで錆が広がってしまう「もらい錆」という現象です。

この原因は 2 点ほどあって、1 点目に錆びてしまった金属が他の金属に触れると酸化鉄が移動して錆が発生してしまうこと、2 点目に異なる金属同士(例:酸化鉄と鉄)が接触すると電位差が生じて電気化学的な反応が起こりやすくなってしまい、この反応によって生じた電流(腐食電流)が錆び(電蝕)の進行を促進させてしまいます。

防錆するために錆を落とすことは理にかなっていますが、近くの金属にも配慮してあげないととんでもないことになる可能性があるということです。

#### ◆金属が錆びないようにするには？

錆は基本的に表面から発生するため金属の表面を塗装やめっきやセラミックや防錆油、酸化被膜などで覆ってしまえば酸や酸素から遮断すれば錆びから金属を守ることが出来ます。また金属表面についた塩分や水分や錆をこまめに取り除くことでも防ぐことができます。

文字だけだと読んでいて面白くないと思いますので、上記を踏まえて本社工場の錆びた壁を補修したので改善実例を交えて紹介いたします。

### ◆防錆実践編

それでは実践です。錆によって著しく劣化した鉄壁を補修していきましょう。  
工程は ①表面の塗料と錆を剥がし ②下塗り防錆剤の塗布 ③塗料の塗布となります。

まずは何年もの時を経て錆びた鉄壁を用意します。  
表面の塗料が劣化してパリパリになり、剥がれ落ちた塗料の隙間から錆が見えています。  
これをサンドペーパーやグラインダー(※勤務中での使用は要資格)で磨いていきます。

磨いて均した表面に錆止め塗料を下塗りして、下塗り塗料が乾燥してから本塗装します。  
本塗装は塗料乾燥後の塗装のひび割れをなんとか防ぐために二度重ね塗りをしており  
ます。(それなりに技術がある人が施工すれば綺麗に塗装できると思います😊)

しかし2年後、表面は綺麗ですが角から小さな錆が出始めています…。



錆びた鉄壁



① 薄く磨いた鉄壁



② 下塗りした鉄壁



③ 本塗りした鉄壁



再塗装した壁の2年後👍



角部分の小錆が目立つ😓

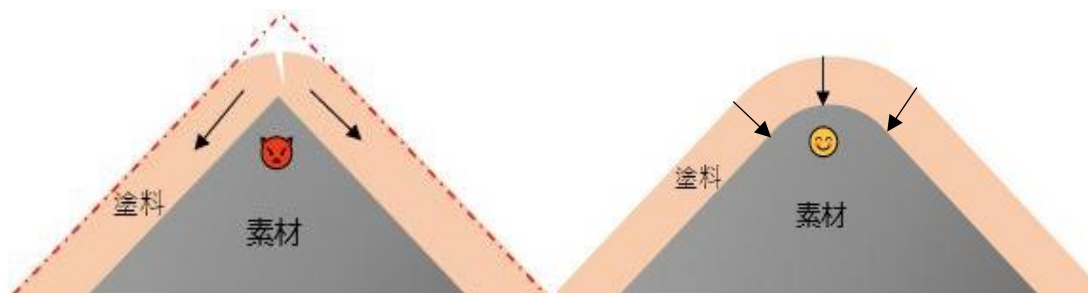
今回施工した壁は本社事務所からめっきライン側に向かって出た時に最初に見える場所の為、実質工場見学の一丁目一番地という壁になっています。

再塗装直後は言葉通りの自画自賛でかなり綺麗な状態でしたが 2 年も経つと角やバリ部分から小さな錆が出始めています・・・。



そもそも一般的な液体塗料が何故素材表面に固体となって定着するかというと、塗料のシンナーや油などの溶剤が蒸発しているからです。溶剤が蒸発すると塗料の体積が小さくなり、塗料内部では縮む方向に力が作用します。

また塗料を均一に塗ろうとすると角部分は平面部に比べて表面積が小さくなってしまい、乗るべき塗膜が薄くなります。下図は角が立っている部分が平面部よりも塗膜が薄くなっていることが補助線からも分かるかと思います。対して角が丸まっていると塗膜の厚さが一定に保たれているため縮む際の力が一定にかかりやすくなります。



そのため、角部の塗膜が薄い部分が引っ張られさらに薄くなってしまい、最悪内部で育ったド根性錆が塗膜を破ったり、塗膜が破れて錆の原因となったりしてしまいます。  
※工場見学をしてみると柱の角やバリ部分に錆やハゲが集中しているのが分かります。

高度な塗装技術でこの角が錆びる問題は解消することが出来るかもしれませんが、一番手軽な方法は上図からも分かるように下処理の段階で角を丸めれば塗装の劣化を防ぐことが出来ます。最近は工場美化のトレンドが来ていますが、参考にいただければ幸いです。