

材料解析のためのアドバンストキャラクタリゼーションに関する研究 (第7報)

— コンジョイント分析による腐食要因の影響度 —

機械材料科 材料スタッフ 吉岡正行* 植松俊明* 菊池圭祐*

Study on Advanced Characterization for Analysis of Industrial Materials (7th Report)

— Influence Level of Corrosion Factor by Conjoint Analysis Method —

Masayuki Yoshioka, Toshiaki Uematsu and Keisuke Kikuchi

1. はじめに

近年の試験分析機器の性能や利便性、ソフトウェア機能の向上により「これまでではできなかった分析ができるようになったケース」や「分析によって得られる情報」が飛躍的に増えた一方で、不良・不具合解析において、事象品をどんなに分析しても原因がわからないというケースも多い。

そこで当スタッフでは近年、不良・不具合を推測し、仮定を基に再現した材料のデータを解析して、不良・不具合原因調査に生かすことを推奨・提案している。

例として、オートバイ・自動車等の輸送用機器のスイッチ部品内の接点・端子に生じた腐食に起因する導通不良・動作不良を想定し、コンジョイント(要因)分析に基づく電解促進腐食実験を行い、接点部品の腐食に関与する因子の影響度を調べた事例を紹介する。

2. 実験方法

2.1 因子と水準

以下に示す4因子(各3水準)を設定し、直交表L9に割付けた。

A: 陽極端子板 材質

①Cu-Zn、②Cu、③Al

B: 陰極端子板 材質

①Znめっき鋼板、②陽極と同一材質、③SUS304

C: 抵抗

①10.2Ω、②40Ω、③100Ω

D: 滴下液 NaCl濃度

①雨水想定 (6 mg/L)、②中間、③海水想定 (30g/L)



図1 電解腐食促進実験における接触反応部分の拡大図

2.2 実験条件

直流12Vの電源に、抵抗と接触反応部分を介した擬似的な回路を組み、図1のように接触反応部分では陽極板・陰極板の両方にかかるよう、直径約5mmの半球状に塩水を滴下した。その後、直流12Vの電圧を印加した状態で10分間保持し、電解促進腐食実験を行なった。

2.3 評価

外観評価で腐食生成物の発生が最も顕著だった組み合わせのものを5点、最も発生が少なかったものを1点として、望大特性評価を行なった。

生成物の分析には、フーリエ変換赤外分光光度計(日本分光(株) FT/IR-4200&IRT-3000)を用いた。

*) 現 材料科

【ノート】

3. 結果と考察

図2に、各因子が腐食の程度に与える影響度合いを表す「影響度グラフ」を示す。このグラフは上方に位置する水準値ほど“腐食の促進に影響を与えている”ということを表している。

因子Aは陽極板の材種で、真ちゅう(A-1)、Cu(A-2)、Al(A-3)の順で腐食生成物が発生しやすいという妥当な結果が得られた。

CuとAlの関係として、イオン化傾向はAlの方がCuよりも大きい、Alは最表面に極薄で緻密な不導態膜が存在し、未処理でも若干の耐食性を有することが広く知られており、その効果と考えられる。

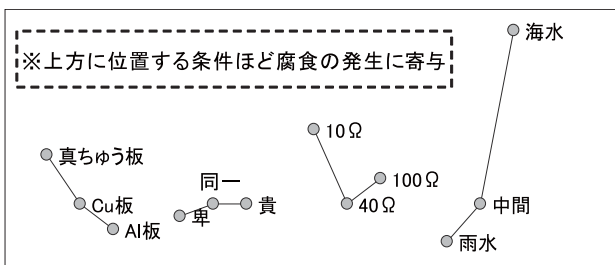


図2 影響度グラフ

因子Bは陽極に対する陰極板の材種で、陽極材のどれよりもイオン化傾向が大きいZnめっき鋼板(B-1)、陽極と同一材質(B-2)、そしてイオン化傾向が小さいステンレス板(B-3)を設定したが、水準間の差および影響度は小さいという結果になった。

因子C(回路の抵抗値)であるが、10.2Ω(C-1)、40Ω(C-2)、100Ω(C-3)と大きくなるのに対しグラフがV字になり、“ばらつき”が示唆されるが、その中でもC-1の影響度の高さは顕著であると言え、それは因子Dの滴下塩水の濃度の影響度と比較した場合、海水想定濃度(D-3)には及ばなくとも、雨水を想定した塩分濃度(D-1)、中間(D-2)よりもはるかに腐食に対する影響度を有することが推測される。言い換えれば、A(アンペア)オーダーの電流が流れるスイッチ部品内では、有意な濃度の電解質を含まないわずかな水分・湿気の浸入でも腐食生成物が生成し、導通不良・不具合につながることを示唆される。

二輪・四輪の駆動系のスイッチ部品に流れる電流値は1~5Aもしくはそれ以上とも言われており、

C-1よりもさらに小さい抵抗も設定する必要があったが、反応部や抵抗が過剰に発熱したため、10Ω未満の抵抗は取り付けることができなかった。

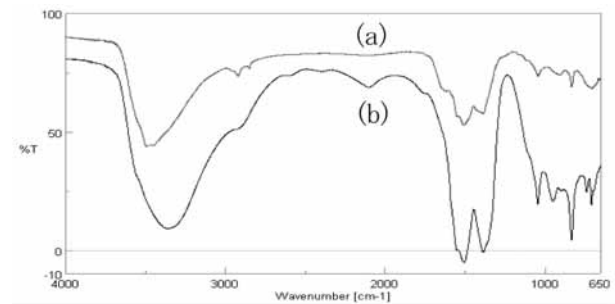


図3 真ちゅう板(陽極)白色生成物の赤外吸収スペクトル

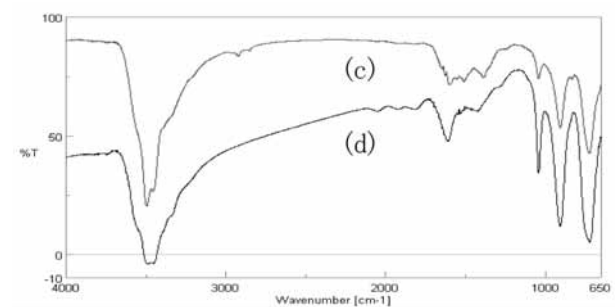


図4 真ちゅう板(陰極)白色生成物の赤外吸収スペクトル

本実験で真ちゅう板上に生成した白色物をIR分析した例を図3及び図4に示す。

図3の(a)は真ちゅう「陽極」板上に生成した白色物の赤外吸収スペクトル、(b)は試薬の塩基性炭酸亜鉛のスペクトルである。また図4の(c)は、同一実験で真ちゅう「陰極」板上に生成した白色物の赤外吸収スペクトル、(d)は試薬の塩基性塩化亜鉛のスペクトルである。それぞれのピークはよく一致しており、陽極では塩基性炭酸亜鉛が、そして陰極では塩基性塩化亜鉛が主成分であることがわかった。

腐食生成物の主成分化合物が、極により異なるということは、生成メカニズムに電気化学的要素が大きく関与していることが示唆される。

4. まとめ

コンジョイント分析に基づく電解促進腐食実験を行い、接点部品の腐食に関与する因子の影響度を調べた結果、回路にA(アンペア)オーダーの電流が流れる系では、わずかな水分が高濃度の電解質と同等の腐食促進効果があることや、イオン化傾向の異なる異種金属の接触の影響は小さいことがわかった。