

アルミニウム合金孔食挙動における鉄の影響

The Effect of Fe Iron, on Pitting Corrosion in Aluminum Alloys

増子 昇*・世利 修美*

Noboru MASUKO and Osami SERI

1. ま え が き

アルミニウム合金は中性の水環境では安定な酸化皮膜を形成し、耐食性にすぐれた金属材料としてよく知られている。しかし、環境中に塩素イオン等のハロゲンイオンが含まれていると、その表面皮膜は局部的に破壊され、しばしば孔食を生じ、実用上問題になる。

金属材料の省資源の一環として、アルミニウム材の再生循環利用が進められているが、この再生過程で不可避免的に混入する鉄などの不純物の孔食に及ぼす影響について系統的かつ基礎的な研究は心ずしも十分ではない¹⁾

本報では、基礎研究の一つとして、低電流密度溶出法により、孔食形態や孔食分布におよぼす不純物としての鉄の影響を調べた。

2. 実験方法

試料組成を表-1に、試料形状を図-1に示す。前処理として、各試片は80℃の10% NaOH水溶液でアルカリ洗浄を行い、室温の30% HNO₃水溶液で中和処理を行い、水洗後、供試材とした。

溶液は室温の0.1M NaCl水溶液とし、窒素ガスによる脱気とマグネチック・スターによる攪拌を行った。

各電解槽には同量の電流量が流れるように直列接続とし、各試片をアノード溶解(電流密度: 10 μA/cm²)させた。通電時間は200時間とした。

実験終了後、試片の腐食生成物を除去し、表面の孔食分布と孔食形態を解析した。

3. 実験結果

代表的な孔食分布写真として、試料番号F1を図-2に、その孔食部拡大写真を図-3に示す。図-3で孔食の穴回りの環は腐食生成物の付着跡である。

表-1 試料組成

試料番号	化学成分 (%)						熱処理
	Fe	Si	Cu	Zn	Ti	Mn	
F0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	500℃, 3hr 炉冷
F1	0.32	0.10	0.02	0.01	0.01	tr.	
F2	0.59	0.09	0.02	0.01	0.01	0.01	
F3	1.04	0.10	0.02	0.01	0.01	0.01	
F4	1.45	0.11	0.01	0.01	0.01	tr.	

(注) 分析方法はカントメータによる。

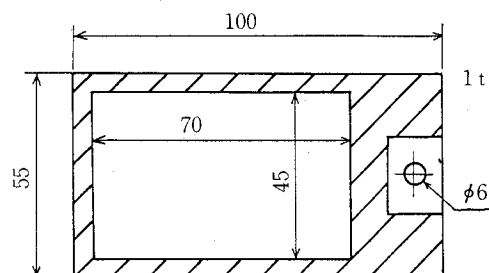


図-1 試料形状(斜線および裏面は絶縁塗料被覆)

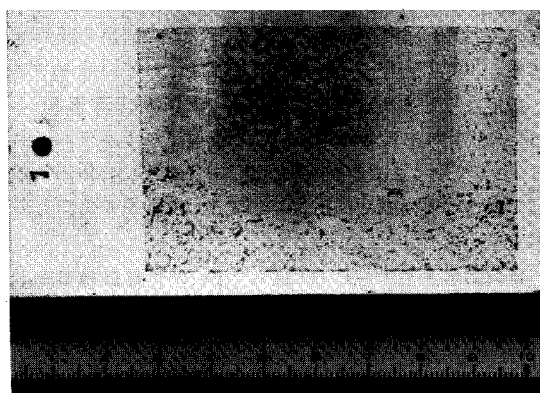


図-2 孔食分布写真(試料番号F1)

* 東京大学生産技術研究所 第4部

表-2 孔食形態

試験番号	孔食総数	孔食の大きさ [μm]				孔食の分布度: H	ポアソン分布による孔食の分布度: H ₀	D (=H-H ₀)
		最大深さ	平均深さ	平均長径	平均短径			
F0	168	570	239	184	133	5.3685	6.1487	-0.7802
F1	3427	370	303	217	141	6.6147	6.6484	-0.0337
F2	3818	392	294	208	147	6.5762	6.6249	-0.0487
F3	2445	374	294	209	160	6.4865	6.6142	-0.1277
F4	2300	386	304	253	172	6.5942	6.6259	-0.0317



図-3 孔食部拡大図 (試験番号 F1)

孔食形態についての結果を表-2に示す。孔食の大きさは試片面の孔食10個を任意抽出し、光学顕微鏡を用いた計測により求めた。孔食の分布度、Hは実験後の試片面の孔食を数え、均一度関数²⁾を使って求めた。H₀は孔食分布がランダムな分布(この場合、ポアソン分布)になるとした場合の計算値である。DはHとH₀の差(D=H-H₀)である。

4. 考 察

ファラデーの法則に従い、各試片から226.8クーロンの金属量が強制的に溶出している。この溶出の様相は結果として、孔食の大きさと数に反映されている。

試験番号F1からF4の孔食数はF0(99.999%Al)のそれと比較して非常に多い。これはアルミニウム材中のFe(これは主に金属間化合物、α(Fe-Si)の析出物として存在している。)が孔食の端緒として作用することを示している。³⁾

試験番号F1からF4に従ってFeの含有量は順次多くなるが、その序列的影響は孔食の平均短径にだけあらわれている。

Dはパラメータとして、孔食分布が「regular」な場合にはD>0、「singular」な場合にはD<0となる。本実験ではすべてD<0であり、孔食分布は「singular」な規則性を示したことになる。つまり、孔食は互いに『かたまる』方向で生長したことになる。実験中の観察では、初期の頃白色の腐食生成物は全試片面に疎らに付着していたが、50時間を過ぎる頃から試験番号F1からF4の腐食生成物は流れ方向に盛り上がり、そしてその数も急激に増え始めた。一方、腐食生成物除去後の試片面の観察から、多くの孔食はその隣りの孔食と同じ腐食生成物の中に存在していたことがわかる(図-2参照)。これらのことから、この『かたまる』機構の説明の一つとして、試片面上に付着した腐食生成物が流れ方向に動き、それが媒介となって「mutual infection(相互感染)」的な相互作用を孔食間の生長におよぼしたものと考えている。

5. ま と め

鉄を含むアルミニウム材料を強制的にアノード溶解させた結果、その孔食生長は金属間化合物、α(Fe-Si)が起点になり、その孔食生長分布は「singular」な規則性を示した。その原因は腐食生成物による「mutual infection」的な機構によるものと考えられる。このことはアルミニウム合金の腐食機構を明らかにする上で貴重な知見の一つを与えるものとする。

最後に、実験に協力された東海大学卒業論文学士森道雄君に感謝します。

(1981年3月20日受理)

参 考 文 献

- 1) 増子昇, 原善四郎, 石田洋一: 生産研究 32, (1980), 102
- 2) 増子昇: 第18回腐食防食討論会講演論文集 A 309, (1971・札幌)
- 3) 井上健: 軽金属 22, (1972), 731