

한국부식학회지
Journal of the Corrosion Science Society of Korea
Vol. 13, No. 2, Jun. 1984.

〈研究論文〉

磷酸水溶液의 市販用 純알루미늄 腐蝕에 미치는 Aniline 誘導體의 영향

金 起 柱

全北大學校 工科大學 化學工學科

(Effect of Substituted Anilines on the Corrosion
of Commercial Pure Aluminum in Phosphoric Acid)

Ki-J. Kim

Dep't of Chemical Eng. Chonbuk National University

ABSTRACT

The inhibition of commercial pure aluminum by substituted anilines in aqueous phosphoric acid has been studied.

1. The inhibitive efficiency increases with increase in the concentration of the substituted anilines. At substituted anilines concentration of 0.1–0.5 wt % in 0.33 M H_3PO_4 at $10^\circ C$, the efficiencies are as follow; aniline: 11.5%–30%, methyl aniline; 6%–26%, o-toluidine: 0–17.5%.
2. The inhibitive efficiency decreases, with rise in temperature from $20^\circ C$ to $50^\circ C$ in 0.33 M H_3PO_4 contained 0.5 wt % substituted anilines, as follow; aniline: 29.4%→9%, methyl aniline: 26%→8%, o-toluidine: 17.5%→12%.

1. 序 論

알루미늄은 輸送, 建築, 電氣機器, 包裝, 日用品關係 등에 널리 쓰이고 있는 金屬으로 그 消費量은 最近에 急增되고 있다.

알루미늄은 空氣中에서는 表面의 얇은 酸化物膜 때문에 安定하다. 이 膜은 弱酸性 또는 弱鹼基性 溶液에서는 安定하나 強酸이나 強鹼基 溶液에서는 알루미늄의 保護作用이 없다¹⁾.

알루미늄의 電氣化學的인 表面處理에 앞서 脫脂의 方法으로 酸洗滌이 널리 利用되는데 酸溶液의 腐蝕作用을

抑制할 필요가 있다²⁾.

Aniline이나 glycerine, thiourea, glucose 및 gelatine 등을 磷酸과 같은 酸溶液에 添加하여 알루미늄 등의 金屬을 浸漬하면 金屬의 腐蝕은 抑制되면서 脫脂 效果와 光澤을 얻을 수 있다^{4,5)}.

인도의 Talati⁶⁾는 酸性溶液의 Al-Mn 合金 腐蝕에 관한 研究에서 腐蝕抑制劑로 aniline 誘導體를 택하여 이들의 效果를 밝힌 바 있다.

本 研究은 磷酸의 市販用 純알루미늄板의 腐蝕을 抑制할 수 있는 腐蝕抑制劑 開發을 목적으로 하고 있다.

一段階로 aniline과 -CH₃基의 誘導體인 methyl aniline 및 o-toluidine이 磷酸水溶液의 腐蝕作用에 미치는 影響에 關하여 腐蝕減量 測定法을 利用하여 研究하였다.

2. 實 驗

2-1 試片 및 腐蝕媒体

試片은 두께 0.8mm인 市販의 平滑한 純알루미늄板이며 그의 化學組成은 Table 1과 같다.

이 알루미늄 試片은 50mm×40mm 크기의 直四角形으로 하고 쪽에 걸 수 있도록 上部 中心에 직경 8mm의 구멍을 뚫었다. 이들 試片은 表面을 증류수로 깨끗이

Table 1. Chemical composition of the aluminum specimen

Elements	Cu	Zn	Mn	Mg	Cr	Ni	Ti	Fe	Si	Al
wt %	0.007	0.018	0.003	0.001	0.005	0.005	0.012	0.35	0.16	99.439

2-2 實驗方法

1) 試片의 腐蝕減量 測定

腐蝕媒体인 磷酸水溶液을 230ml씩 유리 비이커에 取한 후 試片을 한 片씩 完全히 浸漬하여 空氣中에 放置하였다. 혹은 同一한 寸기의 유리봉을 利用하여 試片이 腐蝕媒体內에서 浸漬되는 동안 支持할 수 있도록 만들었다. 所定의 時間동안 浸漬된 試片을 噴射蒸溜水로 깨끗이 씻고 定溫(50℃) 乾燥하여 desiccator 內에 放置한 후 直示天秤(Shimadz M-S-7 sensibility : 0.1mg)을 사용하여 腐蝕減量을 求하였다.

2) 溫度 및 浸漬時間 變化

恒溫槽를 사용하여 腐蝕媒体의 溫度를 20℃, 30℃, 40℃ 및 50℃까지 10℃間隔으로 變化시키며 各 溫度에서 1時間동안 試片을 浸漬하였고 또 10℃에서 浸漬時間을 1時間의 間隔으로 5시간까지 變化시켜 各時間의 試片의 무게 減量을 求하였다.

3. 結果 및 고찰

3-1 試片의 表面 관찰

腐蝕媒体에 浸漬된 試片의 表面은 얇은 회색膜이 生成되었는데 이 膜은 噴射水나 고무마개등으로 문지르면 쉽게 除去되었다. 試片에서 分離된 膜質은 그 腐蝕媒体에 다시 溶解되었고 이로인한 不純物의 量은 증가될 것으로 예상되었다. 浸漬된 試片을 깨끗이 씻고 관찰하면 表面이 均一하게 浸蝕되어 있는 것을 볼 수 있었으며 이를 끝 anilines가 添加된 溶液에 넣으면 鈍濁한 表面

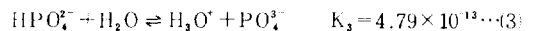
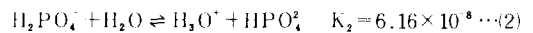
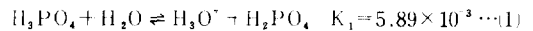
및 ethyl alcohol을 문힌 개로 50회 닦아낸 후 tri-chloro ethylene, ether에 常溫에서 30分間 浸漬한 다음 데시케이터內에서 乾燥하여 秤量한 후 사용하였다.

腐蝕媒体는 H₃PO₄(Wako, E. P)와 再蒸溜水로 調製한 0.33M (1 normal H₃PO₄), 0.66M, 1.32M, 1.65M, 1.98M, 2.31M 및 2.64M의 H₃PO₄水溶液과 이들 溶液에 역시 Wako의 E. P品인 aniline, methyl aniline 및 o-toluidine을 重量比로 各各 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% 및 0.5%가 되도록 添加한 溶液을 使用하였다. 여기서 aniline, methyl aniline 및 o-toluidine을 易易上 anilines라 하였다.

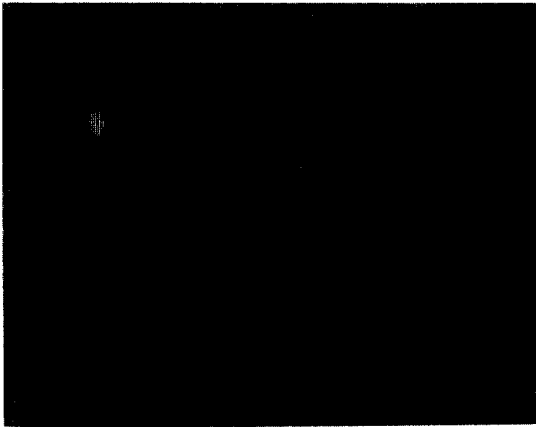
으로 變하였다. anilines의 添加量이 증가하면 그 膜은 더욱 단단하고 알루미늄의 表面에 密着되어 除去되기 어렵게 되었다. 알루미늄의 表面을 SEM에 의해 관찰하면 Fig. 1에 나타난 바와 같다. (a)는 試片을 腐蝕 媒体에 浸漬하지 않고 表面을 走査한 것이며 比較的 平滑한 表面으로 나타나있다. (b)는 aniline이 添加되지 않은 0.33M의 H₃PO₄液에 20℃에서 4시간동안 浸漬한 것으로 表面은 大部分 腐蝕이 活發하게 나타나 있으며 (c)는 0.33M의 H₃PO₄液에 0.5wt%의 aniline을 添加하여 20℃에서 4시간 浸漬한 것인데 表面은 孔蝕 痕迹을 볼 수가 있으나 (b)보다 腐蝕이 抑制된 것으로 나타났다.

3-2 H₃PO₄水溶液의 알루미늄 腐蝕 拳動

水溶液에서 磷酸의 解離는 다음과 같은 식으로 표현된다⁹⁾.



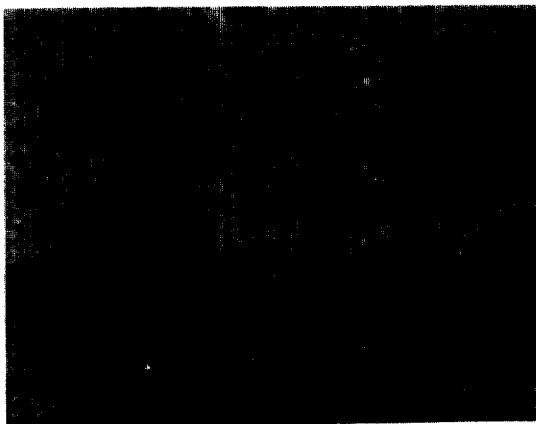
解離常數의 크기를 比較하면 알루미늄의 腐蝕은 (1)의 反應에 의하여 支配된다고 할 수 있다. 그 이유는 (1)과 같은 磷酸의 解離反應으로 溶液의 pH가 3以下가 될 것이며 이 pH값은 알루미늄의 耐蝕酸度 以上이 되기 때문이다. K₁에 比해 K₂도 작지만 K₃는 無視할 수 있으므로 磷酸水溶液은 主로 非解離 상태인 H₃PO₄와 H₃O⁺, H₂PO₄⁻가 대부분이라고 할 수 있고 PO₄³⁻이온은 거의



a) not immersed.



b) immersed in 0.33 M H₃PO₄ for 4 hrs at 20°C.



c) immersed in 0.33 M H₃PO₄ contained 0.5 wt% aniline for 4 hrs at 20°C.

Fig. 1 SEM micrograph of the surface of the aluminum specimen (x1,000)

存在하지 않는다고 할 수 있다.

알루미늄의 인산염의 용해도의 크기는 $Al(H_2PO_4)_3 > Al_2(HPO_4)_3 > AlPO_4$ 이므로 인산수용액의 알루미늄 부식반응은 다음 반응식으로 표현된다⁴⁾.

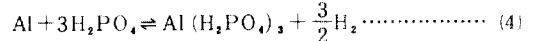


Fig.2는 H₃PO₄ 수용액의 농도변화에 의한 알루미늄의 부식량과 그 용액의 pH (pH meter: Metron CH-900) 변화를 나타낸 것이다. H₃PO₄의 농도가 0.33M 일 때 부식량은 0.5mg이었고 농도 2.64M 이면 부식량은 2.2mg이었으며 H₃PO₄의 농도가 증가하면 부식량도 증가하였다. 용액의 pH는 1.45에서 1.05로 변화하였는데 알루미늄의 부식으로 인한 인산의 소비로 생기는 용액의 산도의 변화는 pH계로 확인할 수 없었다.

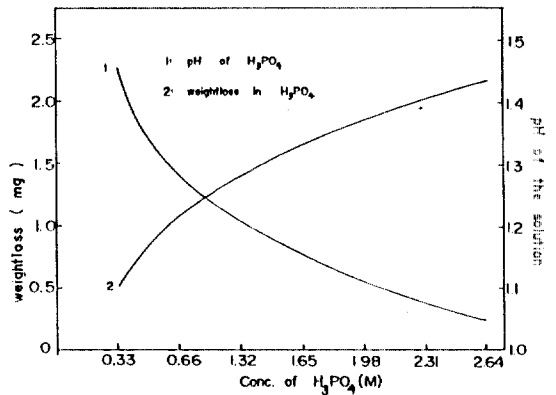


Fig. 2 Effect of H₃PO₄ concentration on the weight loss of the aluminum and change in pH of the solution at 10°C for 1 hr

침漬時間에 따른 부식량의 변화를 조사하기 위하여 5 시간동안 알루미늄을 인산수용액에 침漬하면서 毎시간의 부식량을測定하여 Fig.3에 나타내었다. Fig. 3은 毎시간의 부식량을 各各 다르게 나타내고 있다. 그러나 부식의 현상은 비슷하다고 할 수 있다. 즉 初期에는 活潑하고 그 후(浸漬 2시간째)에는 減小되다가 다시 점차 活潑해진다. 浸漬된 2시간째의 부식의 감소 현상은 인산의 농도가 클수록 甚한데 이와같은 현상은 부식반응에 隨伴되어 生成되는 수소의 원인 인듯하다. 初期에 부식반응이 活潑하여 수소의 量은 急増되고 溶液에 포화되어 지는데 그동안 부식반응은 抑制되나 過飽和 상태에 이르면 수소는 溶液外部로 發散되면서 反應은 다시 活潑해갈것이다.

溫度변화에 따른 부식량을 구하여 Fig. 4의 半对數紙에 나타내었다.

溫度가 10°C 증가하면 부식량은 약 2배의 증가가 있

는데 H_3PO_4 의 濃度가 클수록 알루미늄의 腐蝕은 온도의 影響을 크게 받는 것으로 나타났다.

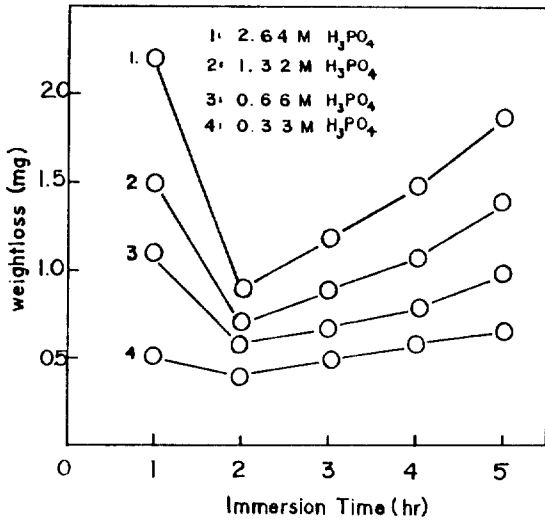


Fig. 3 Effect of immersion time on the weightloss of the aluminum in H_3PO_4 solution at different concentrations at 10°C

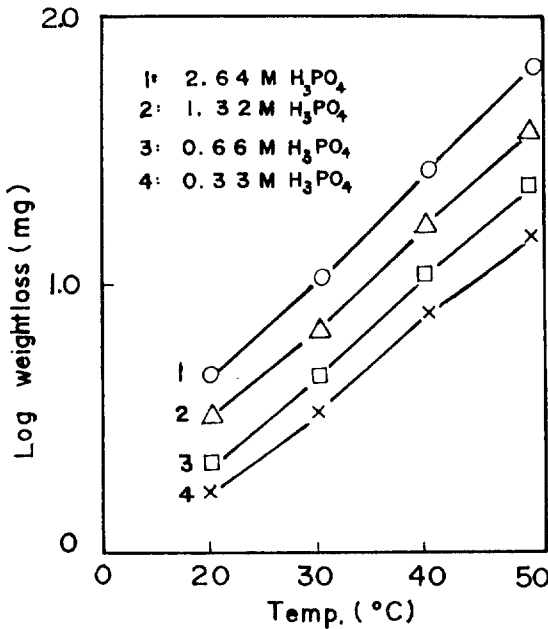


Fig. 4 Effect of temperature on corrosion of the aluminum in H_3PO_4 at different concentrations for 1 hr

3-3 Anilines의 添加 影響

酸이나 알칼리용액인 腐蝕媒体에 aromatic compounds를 添加하여 腐蝕을 抑制할 수 있다는 것은 이미 많이 알려져 있다¹⁰⁻¹²⁾. 그중에서도 B. G. Ateya¹³⁾ 등은 triphenyl tetrazolium chloride의 腐蝕抑制 效果를 活性化 에너지의 變化 및 腐蝕 potential의 變化에 의해 比較하였고 B. Donnelly¹⁴⁾ 등은 R(alkyl)基의 電子共鳴性에 의해 R-CS-NH₂의 腐蝕抑制性을 밝혔다. 특히 酸性溶液인 腐蝕媒体에 anilines의 添加에 의한 腐蝕抑制效果에 관해서는 Talati⁶⁾를 비롯하여 T. M. Salem¹⁵⁾과 B. M. Badran¹⁶⁾ 등이 研究하였는데 anilines의 分子의 크기 및 塩基度와 anilines의 질소원자의 電子密度등이 중요한 影響을 갖는다고 밝히고 있다.

本 研究의 磷酸溶液에 添加된 anilines의 影響은 아래의 (5)식을 이용하여 구한 腐蝕抑制效果, I(Inhibitive efficiency)¹⁷⁻¹⁹⁾ 값, 에 의해 比較하였다.

$$\text{腐蝕抑制效果 (I)} = \frac{W_u - W_i}{W_u} \times 100 \dots\dots\dots(5)$$

여기서 W_u , W_i 는 anilines가 添加되지 않은 경우와 添加된 경우의 알루미늄의 腐蝕量(mg)이다.

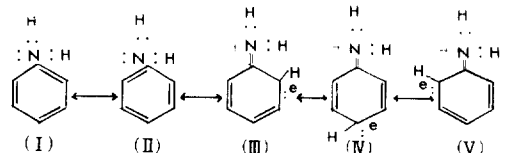
Table 2는 anilines의 解離度와 磷酸溶液의 酸도에 미치는 影響을 나타낸 것이다. Table 2로부터 anilines는 磷酸溶液의 酸도를 弱화시키는 塩基性 物質이라고 할 수 있다

Table 2. pK_a values of the anilines and pH values of 0.33M H_3PO_4 contained 0.5% anilines

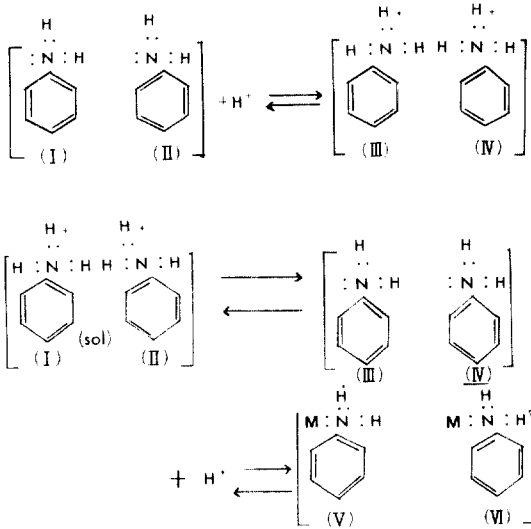
anilines	pK_a^*	pH
Nil		1.45
Aniline	9.30	3.45
Methyl aniline	9.60	3.09
o-Toluidine	9.47	2.95

* Data from 20, 21.

그런데 芳香族 아민類는 일반적으로 脂肪族 아민類보다 塩基性은 弱한데 그 이유는 芳香族 아민을 구성하고 있는 질소 원자는 脂肪族 아민에 비해 非共有電子雙이 부족하고 또 電子密度는 非偏在되어 다음과 같이 共鳴구조를 이루어 安定하기 때문이다^{6, 20)}.



脂肪族 아민에 비해 강한 염기성인 芳香族 아민은 酸性溶液의 pH를 크게 변화시키지는 못하며 또 磷酸溶液의 酸基에 의해 遊離塩基로 存在하지 못하고 알루미늄과의 接觸界面에 陽이온 형태인 anilinium 이온으로 存在하다가 알루미늄의 腐蝕反應이 시작되면 그 表面의 anodic points에 靜電氣적으로 附着하던지 아니면 cathodic sites의 塩基성을 生成하여 알루미늄 表面에 吸着할 수 있는 遊離塩基를 증가시키게 한다.^{6, 20}



이와같은 吸着은 腐蝕을 抑制하는 投割을 하게 되는데 이는 Table2의 anilines가 添加된 磷酸溶液은 알루미늄의 耐蝕作用이 불가능한 pH가 3.5이하 인데도 I 값을 18% - 30% (Fig5) 얻을 수 있다는 사실로도 알 수

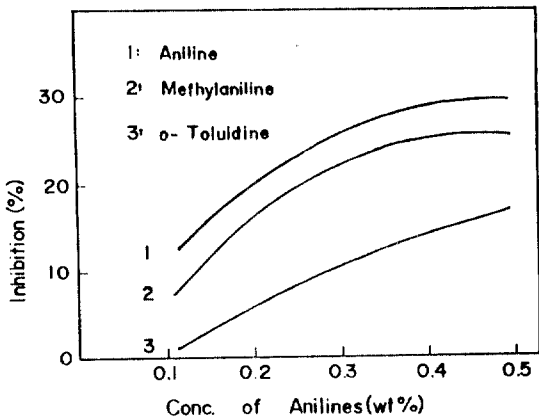


Fig. 5 Effect of the anilines concentration on the efficiency of inhibition of the aluminum in 0.33M H₃PO₄ at 10°C for 1 hr

있다. 결국 anilines는 磷酸溶液을 어느정도는 中和하여 pH의 變化를 가져오며 알루미늄의 表面에 吸着되면서 腐蝕을 抑制한다고 볼 수 있다.

1) Anilines의 添加量의 影響

anilines의 添加量 變化에 따른 I값의 變化를 Fig.5에 표시하였다.

添加量이 증가하면 I값도 증가하는데 I값의 크기는 aniline (11.5% - 30%) > methyl aniline (6% - 26%) > o-toluidine (0 - 17.5%)이다. 이미 普及된 內容에 의하면 anilines의 添加量이 많아지면 알루미늄의 表面에 anilines의 吸着量이 증가되고 따라서 I값이 증가된다고 할 수 있다. anilines의 添加量을 C라 하고 I값을 anilines의 吸着量인 a로 나타내면 Fig.5의 各 곡선은 a = αC^{1/n}의 式에 접근한다. 여기서 α와 n은 溫度와 濃度에 의해 결정되는 常數이다. 그래서 3種類의 anilines는 Freundlich's adsorption formular²²의 吸着性이 클 것으로 豫想된다.

그런데 anilines의 吸着은 알루미늄의 表面에 垂直으로 配向된 anilines의 鎂소원자의 作用力이나 또는 알루미늄의 表面에 平衡상태로 非偏在된 aniline核의 π電子群에 의해서 이루어지는 것으로 알려져 있다²³.

2) 溫度의 影響

Fig.6은 溫度變化와 添加量의 크기가 I값에 미치는 影響을 나타낸 것이다. 溫度가 증가하면 I값이 상당히 減少하는 경향이 있다. 감소폭은 0.5wt%의 anilines가 添加된 경우를 보면 aniline (29.4% → 9%) > methyl aniline (26% → 8%) > o-toluidine (17.5% → 12%) 의 크기 順이며 aniline이 가장 溫度변화에 민감한 I값의 減少性을 갖는다.

Putilova²⁴는 活性化에너지에 의해 添加物의 吸着상태를 밝혔는데 本 研究에서도 anilines의 吸着상태를 알기 위하여 Talati 등이 이용한 아래의 (6)式²⁵으로 活性化 에너지를 계산하여 Table 3과 4에 수록하였다.

$$\text{活性化에너지 (E)} = \frac{R T_a T_b}{T_b - T_a} \ln \frac{k_b}{k_a} \dots\dots\dots (6)$$

여기서 k_a, k_b는 절대온도인 T_a, T_b에서의 腐蝕量 (mg / (20cm² hr))이다.

Talati²⁵나 B. G. Arey¹⁹가 계산한 E와 Table3를 비교하면 Table3의 E값들은 큰差異가 없이 비슷하다. 그래서 磷酸의 알루미늄 腐蝕反應의 E는 평균값인 62.84 KJ/mol로 推定되며 30°C ~ 40°C의 溫度에서 溫度依存性이 증가됨을 알 수 있다.

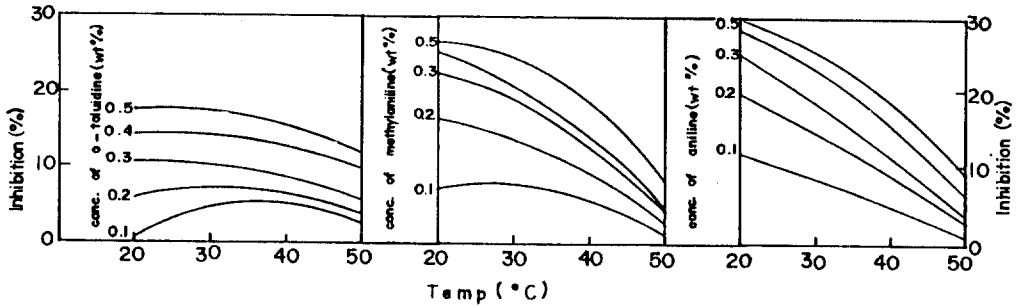


Fig. 6 Influence of Temperature on the inhibitive efficiency of the anilines at different concentrations for the aluminum in 0.33 M H₃PO₄

Table 3. Activation energy, E, (KJ/mol) for corrosion of the aluminum in H₃PO₄ solution

M of H ₃ PO ₄	Temperature range			
	20°C - 30°C	30°C - 40°C	40°C - 50°C	mean
0.33	50.996	65.372	56.137	57.502
0.66	54.396	67.188	65.818	62.467
1.32	52.696	72.636	67.751	64.361
2.64	59.495	78.084	75.495	71.027
mean	54.40	70.82	66.30	63.84

Table 4는 anilines가 添加된 상태에서의 E값이다. Table 3의 E와 큰 差異가 없다. 이는 anilines의 添加가 磷酸의 알루미늄 腐蝕의 메카니즘에 影響을 주지 못하기 때문이며 이로써 Putilova의 理論에 따르면 anilines는 알루미늄의 表面에 物理的인 吸着性이 크다고 할 수 있다.

Table 4. Activation energy, E, for corrosion of the aluminum in 0.33 M H₃PO₄ contained 0.5 wt% anilines.

anilines	E, KJ/mol for temperature range of			
	20°C - 30°C	30°C - 40°C	40°C - 50°C	mean
Nil	50.996	65.372	56.137	57.502
o-toluidine	51.171	67.621	58.907	59.233
aniline	54.185	78.913	59.499	64.199
methyl aniline	48.276	77.745	61.954	62.650
mean	51.16	72.41	59.12	60.90

Fig. 6을 보면 I값은 anilines의 添加量이 커지면 증가하고 온도가 증가하면 減小되는데 이와같은 성질은 이미 밝힌 Table 3과 4의 結果에서와 같이 ani-

lines의 物理的인 吸着性으로 설명된다. 즉 anilines의 吸着量이 I값을 결정하는데 溫度가 증가하면 吸着量은 減小하고 anilines의 添加量이 많아지면 증가되기 때문이다. 溫度가 증가되면 吸着量이 減小되는 이유로는 필요한 anilinium 이온의 遊離塩基数나 질소 원자의 作用力 또는 aniline核에 非偏在된 π電子의 密度가 弱化的 방향으로 影響을 받기 때문일 것으로 생각된다. 그와같은 성질은 o-toluidine에 比하여 methyl aniline과 aniline이 상당히 甚할 것으로 판단된다.

3) 誘導體의 影響

aniline에 存在한 誘導體(-CH₃)의 影響을 Fig. 5에서 찾아볼 수 있다. aniline의 I값과 誘導體가 存在한 anilines(methyl aniline, o-toluidine)의 I값은 다르다. 誘導體에 의해 aniline의 아민기에 存在한 질소 원자의 作用力이나 aniline의核에 非偏在된 π電子의 密度에 影響을 받기 때문이다.

aniline의 아민기가 갖고 있는 수소 한 원자와 -CH₃기가 置換된 것(aniline의 枝置換體)인 methyl aniline은 aniline보다 I값이 작다. methyl aniline의 -CH₃기는 +R(resonance)와 +I(inductive)效果인 電子주계의 作用基이지만 aniline의 I값을 減小시키는 것은 -CH₃기가 아민기의 수소 원자와 置換되면 질소 원자의 偏在된 電子密度에 影響을 미치게 되어 질소 원자의 作用力을 減小시키기 때문이다^{6,20)}.

Riggs²⁰⁾ 등에 의하면 aniline의 아민기가 갖는 질소 원자가 電子를 安定하게 받을 수 있도록 誘導體가 aniline의核에 置換되어 塩基数와 電子密度를 증가시키면 I값이 증가된다고 하는데 Fig 5에서는 o-toluidine의 I값은 aniline의 I값보다 작다. 즉 -CH₃기에 의한 aniline의核置換(ortho-position)은 aniline의 I값을 減小시킨다. aniline核의 ortho 위치에서 -CH₃기의 置換이 이루어지는 경우는 아민기에 가장 가까운 aniline

의 核置換이 되고 이는 아민기의 질소原子에 立体장해를 주게 되어 塩基度を 감소시키는 결과를 주기 때문인 것으로 알려져 있다^{6, 20}.

誘導體인 -CH₃기에 의한 aniline의 枝置換이나 核置換(ortho-position)은 aniline의 I값을 減小시키게 되는데 그중 核置換(ortho-position)에 의해 더욱 심한 減小의 影響을 받는 것으로 나타나있다.

4. 結 論

市販用 純 알루미늄板의 磷酸에 의한 腐蝕은 aniline 誘導體의 添加에 의하여 腐蝕抑制의 效果를 다음과 같이 얻을 수 있다.

- (1) aniline 誘導體의 添加量이 많아지면 腐蝕抑制效果도 커지는데 10°C의 0.33M H₃PO₄水溶液에 添加量이 0.1wt% - 0.5wt%일 경우에는 aniline은 11.5% - 30%, methyl aniline은 6% - 26% 또 o-toluidine은 0 - 17.5%의 腐蝕抑制效果를 얻는다.
- (2) 溫度가 증가하면 腐蝕抑制效果는 減小되는데 0.33 M H₃PO₄水溶液에 0.5wt%가 添加된 경우에 溫度가 20°C에서 50°C로 증가하면 腐蝕抑制效果의 減小은 aniline은 29.4% → 9%, methyl aniline은 26% → 8% 또 o-toluidine은 17.5% → 12%가 된다.

参 考 文 献

1. J. D. Talati and R. M. Modi, corrosion prevention & control. April (1977) 6 - 10.
2. J. D. Talati and R. M. Modi, Br. Corros. J., 14 (2) (1979) 109 - 112.
3. 高橋越民, "界面 活性劑 ハントフック", 工学図書 (1975) 224, 225, 324
4. Michael, Gulla, Ger., Offen. 1, 803, 356, 14 August (1969).
5. Evans, U. R., "The corrosion and oxidation of metals", Edward Arnold (London), (1960) 257.
6. J. D. Talati and G. A. Patel, Br. Corros. J., 11 (1) (1976) 47 - 51.

7. W. H. Ailor, "Hand book on corrosion testing and evaluation", John Willey and sons, (New York), (1971) 119.
8. 金教秀, Yeungnam univ. theses collection. 3 (1969) 171 - 177.
9. Pecsok, R. L., & Shields, L. D., "Modern Methods of chemical analysis", Willey and sons. (New York), (1968) 369.
10. N. Subramanyan, Corrosion science, 11 (1971) 115 - 123.
11. Firbonod, Corrosion science, 18 (1978) 139 - 149.
12. Meisel, K., Werkst. Korros. 29 (10) (1978) 654 - 664.
13. B. G. Ateya, Corrosion science, 22 (8) (1982) 717 - 721.
14. Donnelly, Corrosion science, 18 (1978) 109 - 116.
15. T. M. salem, Corrosion science, 18 (1978) 363 - 369.
16. B. M. Badran, Corrosion science, 22 (6) (1982) 513 - 523 - 525 - 536.
17. P. G. Fox, Corrosion science, 19 (1979) 457 - 467.
18. H. B. Rudresh, J. Electrochem. Soc., 124 (3) (1977) 340 - 342.
19. S. M. Mayanna, Corrosion science, 19 (1979) 361 - 370.
20. Morrison & Boyd, "Organic chemistry" 3rd ed. Allyn & Bacon (1973) 749 - 755.
21. Fisher, L. F., & Fisher, M., "Organic chemistry" (Asia Pub) (1962) 597.
22. Vladimir Ponce, "Adsorption on solids", Butterworths (London) (1974) 285 - 352, 437, 612.
23. Annad, R. R., J. Electrochem. Soc., 112 (1965) 138.
24. I. N. Putilova, "Metallic corrosion Inhibitors", Pergamon press (1960) 26 - 32.
25. J. D. Talati and N. H. Joshi, Werkstoffe und Korros 31 (1980) 926 - 933.
26. Riggs, O. L., Corrosion, 18 (1962) 262.