

〈研究論文〉

分極抵抗에 의한 海水中の 알루미늄과 알루미늄 합금의  
最適陰極防蝕電位の 研究

—實用金屬과 合金의 最適防蝕電位の 研究(3)—

田 重 錫 · 田 大 熙 · 李 明 勲

韓國海洋大學 防蝕研究室

A Study of the Optimum Cathodic Protection Potentials of Aluminum and  
its Alloys in Seawater by their Polarization Resistances

—Optimum Protection Potentials of Common Use Metals and Alloys(3)—

J. S. Jeon · D. H. Jeon · M. H. Lee

Corrosion Laboratory, Korea Maritime University

ABSTRACT

The optimum cathodic protection potentials of aluminum and its alloys in natural static seawater were evaluated by their potentiostatic polarization resistances. The theoretical optimum cathodic protection potentials obtained in present study were consistent with such empirical values as NACE standard, British criterion, and Nagakawa's and Ido's propositions. The empirical method which is decided a practical cathodic protection potential by the potentiostatic polarization curve is applicable to aluminum and its alloys as well as carbon steels and copper alloys.

1. 序 論

알루미늄은 實用輕金屬中에서 需要가 가장 많고 耐蝕Al合金과 高力Al合金 등이 開發됨으로써 高速船, 飛行機, 車輛, 兵器 등에 까지 많이 活用되고 있다. 이 合金을 高速船體나 機器 등과 같이 腐蝕性液中에서 使用할 때는 電氣防蝕(陰極防蝕)을 하여야 하나 이에서 가장 重要한 適正防蝕電位 基準이 아직 明確히 決定되어 있지 않고 單順한 經驗

的 資料에 依存하고 있는 現實이다.

알루미늄合金의 防蝕電位에는 다음과 같은 經驗值가 發表되어 있다. NACE<sup>1)</sup>에 의하면 그 合金의 腐蝕電位에서 150mV 陰分極시키면 孔蝕이 防止되고, 그 防蝕電位는 -0.90V(以下 모든 電位는 SCE로 表示) 内外라고 하였으며, 英國의 陰極防蝕電位基準<sup>2)</sup>에 의하면 -0.88~-1.13V, Nagakawa(中川)<sup>3)</sup>는 大体로 -0.85V라고 하였다. 또 Ido(伊藤)<sup>4)</sup>는 不動態域에서 孔蝕을 防止하는 데는 3% NaCl中의 알루미늄은 -0.84V, Al-Cu-Mg 合金은 -0.69V라 하였다.

\* 本 論文은 韓國腐蝕學會 1986年度 春季學術發表會 (4. 12. 海軍士官學校)에서 發表한 것임.

筆者들은 最近에 分極抵抗에 의한 實用金屬의 最適防蝕電位の 決定法을 開發하고, 이것을 炭素鋼, 스테인레스鋼, 銅合金 등에 適用<sup>5),6)</sup>하여 큰 成果를 올렸다. 이 方法은 從來의 重量減少測定法이나 發生水素가스量 測定法 등에 比해서 아주 簡單하고 精度도 높다고 評價되고 있다. 本報는 이 決定法을 天然靜海水中の의 알루미늄과 알루미늄合金에 適用해서 그 最適防蝕電位를 求하고 이들의 既發表된 防蝕電位와 比較하는 한편 그들의 既發表된 經驗的 防蝕電位決定法의 適否를 檢討하였다.

筆者들이 開發한 「分極抵抗에 의한 實用金屬의 最適防蝕電位の 決定法<sup>5),6)</sup>」은 다음과 같다. 卽, 「어떤 金屬의 最適防蝕電位는 그 定電位分極曲線에서 Tafel勾配가 一定할 경우는 그것이 成立하는 電位範圍에서 分極電流가 最小인 電位(Case A)이고, Tafel勾配가 分極電流에 따라 變하는 경우는 分極電流가 極小인 電位(Case A)이다. 또 適正防蝕電位가 두 곳 以上일 때의 最適防蝕電位는 그 各 電位에서의 防蝕率과 防蝕電位에 따라 決定된다.」

### 2. 試料와 測定條件

本 研究에 使用된 試料는 Table 1과 같이 一般 Al系인 1827, 1860과 耐蝕性Al合金系인 5086, 6237, 其他系인 8235의 5種이다.

Table 1. Specimens of Aluminum and its Alloys

No.	AA Symbol No.	Main Elements	Pitting* Characteristics	Remark
1	1827	Al>99.0%	Not Pitting after 150h	
2	1860	"	Pitting after 40h	
3	5086	Al-Mg	Not Pitting after 150h	Anti-Corrosion Alloy
4	6237	Al-Mg-Si	"	"
5	8235	Al-XX	Pitting after 17h	

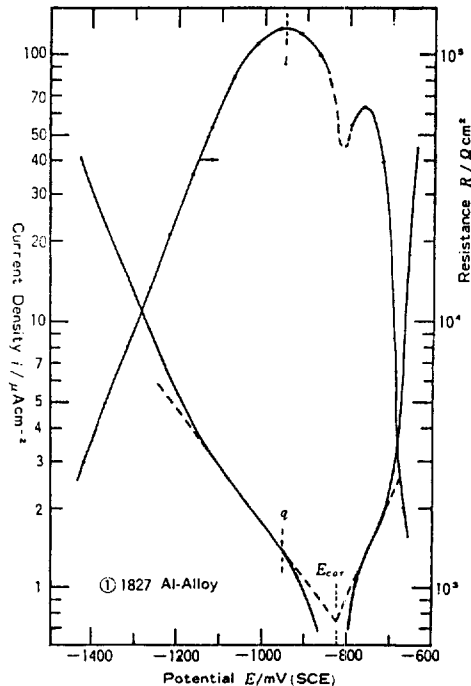
\* in natural static seawater

試驗片은 測定端子를 붙인 後 試驗面으로서 1.0 cm만 남기고 그 全表面은 에폭시樹脂로 絶緣被覆하였으며, 測定端子와의 接續抵抗이 0.2Ω 以下인 것만을 選擇하였다. 試驗用수는 天然靜海水 (25℃)의 ρ: 22.3Ωcm, pH: 7.8) 이고 試驗水温은 21~23℃이다.

이들의 試驗片은 海水중에 浸漬하였을 때 6時間程度로서 電位가 거의 安定되고 17時間程度로서 孔蝕이 생기는 것(Table 1參照)이 있으므로 腐蝕電位와 分極曲線은 試驗片을 海水중에 6時間 浸漬해서 安定시킨 後에 測定하였다. 이들의 測定은 再現性을 確認하기 위해서 5回以上 反復하고 그 中에서 代表的인 것을 選擇해서 分極曲線을 解析하였다.

### 3. 測定結果와 考察

Fig. 1의 ①~⑤는 그 順序에 따라 1827, 1860, 5086, 6237 및 8235의 알루미늄과 알루미늄合金의 實測定電位分極曲線(i-E: 實線)과 그 曲線에서 求한 分極抵抗曲線(R-E: 點實線)을 表示한다.



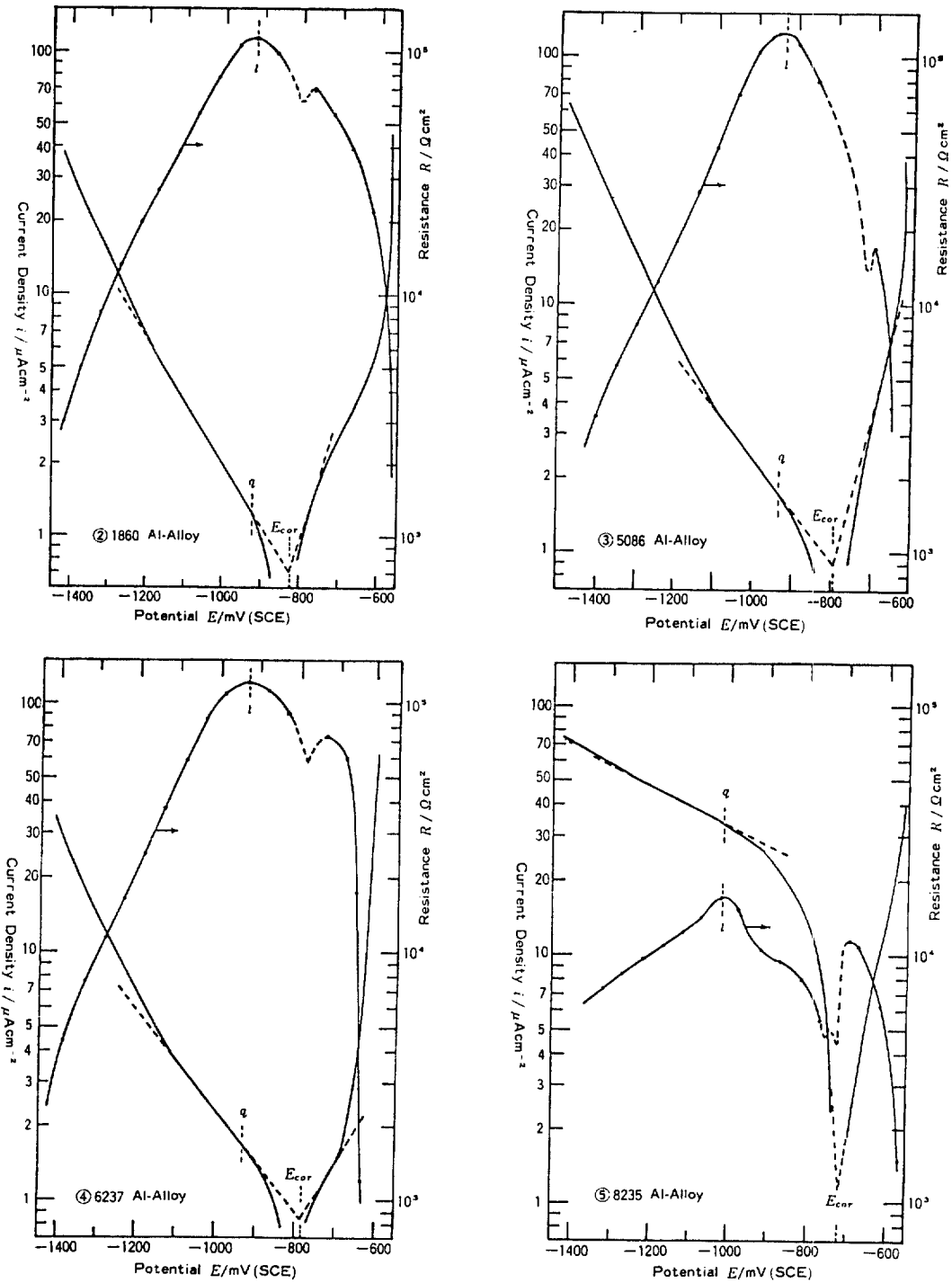


Fig. 1. Potentiostatic Polarization Curves Measured and Polarization Resistance Curves Calculated for Aluminum and its Alloys in Natural Static Seawater

이들의 分極抵抗曲線에는 共通的으로 二個의 極大點이 있으며, 그들의 分極曲線으로 보아서 이들의 極大點은 모두 筆者들의 決定法에서의 Case A의 最大點이라는 것을 알 수 있다. 또 이들에게서 高電位側의 極大點附近은 不動態域이라는 것을 直感的으로 알 수 있다. 그러나 低電位側의 極大點附近은 알루미늄의 平衡電位를 생각할 때 分明히 그 安定態域은 아니고 亦是 알루미늄의 不動態域이며 海水中の 알루미늄 합금은 不動態域에서 孔蝕이 잘 생기므로 그 不動態域에서 腐蝕速度가 가장 낮은 電位區間은 孔蝕마저도 일어나지 않은 領域이라 생각된다. 그러므로 이들의 最適防蝕電位는 孔蝕이 생기지 않는 不動態域의 適正防蝕電位(低電位側에서 分極抵抗의 極大點)라고 判斷된다.

海水중에 알루미늄과 알루미늄 합금의 安定된 腐蝕電位는 위 順序에 따라 各各 -820, -820, -790, -785 및 -720mV이고, Tafel外插法으로 求하여지는 近似的 腐蝕速度는 各各 0.74, 0.70, 0.90, 0.85 및 1.16  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 이다. 그러므로 8235 합금은 特히 腐蝕電位와 腐蝕速度가 높으나 알루미늄과 다른 그 합금은 腐蝕速度가 炭素鋼, 스테인레스鋼, 銅合金 등에 比해서 越等히 낮다는 것을 알 수 있다. 또 이들의 最適防蝕電位는 各各 -950, -920, -930, -935 및 -1020mV이고, 그 最適防蝕電位 區間은 各各 -850~-1070, -800~-1020, -800~-1020, -820~-1040 및 -970~-1060mV이며, 最適防蝕

電位와 腐蝕電位와의 差( $E_t - E_{cor}$ )는 各各 -130, -100, -140, -150 및 -300mV이다. 特히 8235 합금은 그 最適防蝕電位로 防蝕한다고 하더라도 그 電位에서 分極抵抗이 상당히 적으므로 防蝕效果가 적을 것으로 생각된다. 이들의 알루미늄과 알루미늄 합금의 腐蝕電位, 最適防蝕電位 등을 整理하면 Table 2와 같이 된다.

Table 2에 의하면 本法에 의해서 決定한 알루미늄과 알루미늄 합금의 最適防蝕電位는 8235 합금을 除外하면 그들의 經驗的인 NACE 防蝕電位, 英國의 防蝕電位基準 및 Nagekawa와 Ido의 提案值 등과 잘 一致하고, 腐蝕電位에서 150mV 陰分極시키면 孔蝕을 防止할 수 있다는 NACE의 防蝕電位決定法의 經驗值는 亦是 8235 합금을 除外하면 本法에서 求한 ( $E_t - E_{cor}$ )과 잘 一致한다. 그러므로 本法은 海水中の 알루미늄과 알루미늄 합금에 잘 適用되고, 既發表된 經驗的 防蝕電位와 NACE의 經驗的 決定法은 海水中の 많은 알루미늄과 알루미늄 합금에 잘 適用된다는 것을 알 수 있다.

또 Fig. 1의 ①~⑤를 보면 電位-對數電流의 定電位分極曲線에서 그 折點電流의 1.0~1.3倍한 電流에서의 電位를 防蝕電位로 잡는 經驗的인 決定法은 炭素鋼, 銅合金 뿐만 아니라 알루미늄과 알루미늄 합금에 대해서도 適用된다는 것을 알 수 있다.

Table 2. Optimum Cathodic Protection Potentials and their Protection Potential Ranges of Aluminum and its Alloys in Natural Static Seawater

No.	AA No.	$E_{cor}$	$i_{cor}$	$E_t^*$	$E_t - E_{cor}$	$E_t$ Range
		mV/SCE	$\mu\text{A}/\text{cm}^2$	mV/SCE	mV	mV/SCE
1	1827	-820	0.74	-950	-130	-850~-1070
2	1860	-820	0.70	-920	-100	-800~-1020
3	5086	-790	0.90	-930	-140	-800~-1020
4	6237	-785	0.85	-935	-150	-820~-1040
5	8235	-720	1.16	-1020	-300	-970~-1060

\* Optimum cathodic protection potential

## 4. 結 論

分極抵抗에 의한 天然靜海水中の 알루미늄과 알루미늄합금의 最適陰極防蝕電位에 관한 研究에서 다음의 主結果를 얻었다.

1. 本法에 의해서 決定되는 最適防蝕電位와 그防蝕電位區間은 海水中的의 알루미늄과 알루미늄합금에 잘 適用되고, 이들은 많은 알루미늄과 알루미늄합금에 대해서 經驗的인 NACE의 防蝕電位, 英國의 防蝕電位基準 및 Nagekawa와 Ido의 提案値와 잘 一致한다.
2. 電位-對數電流의 定電位分極曲線에서 그 折點電流를 基準으로 해서 求하는 經驗的인 防蝕電位決定法은 炭素鋼, 銅合金 등 뿐만 아니라 알루미늄과 알루미늄합금에 대해서 適用되고, 腐蝕電位에서 150mV陰分極시킨 電位를 防蝕電位로 잡는 NACE의 經驗的方法은 많은 알루미늄과 알루미늄합금에 適用된다.

## 參 考 文 獻

1. NACE T-2M Comm.: NACE Standard RP-01-69 (1972 Revision)
2. 英國 陰極防蝕電位基準, CP-1021(1973)
3. 中川雅央: 電氣防食의 實際, 地人書館, 21 (1967)
4. 伊藤伍郎: 輕金屬, 4, 91(1954), 腐食科學と防食技術, コロナ社, 306, 441(1969)
5. 田大熙, 田重錫, 李明勳: 分極抵抗에 의한 銅과 銅合金의 最適陰極防蝕電位の 研究, 韓國腐蝕學會誌, 14, 4, 11~19(1985)
6. 田大熙, 田重錫, 李明勳: 分極抵抗에 의한 炭素鋼과 스테인레스鋼의 最適陰極防蝕電位の 研究, 韓國腐蝕學會誌, 15, 1, 3~8(1986)