

漁船의 腐蝕과 防蝕 (3)

技術部長 梁 學 允

5. 電氣防蝕法

5-1. 電氣防蝕의 原理

海水中的 鐵鋼表面은 陽極部와 陰極部가 局部的으로 들어가 있어 局部電池作用에 依해 陽極部에서 陰極部로 海水를 통하여 腐蝕電流가 흘러 陽極部가 腐蝕해 가는 것은 앞에서도 알렸지만 이것을 圖示하면 圖-1과 같다.

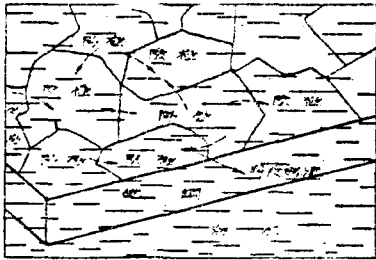


圖-1. 鐵鋼表面의 自然腐蝕狀態

이와같은 狀態로 되어가는 鐵鋼表面에 外部에서 適當한 方法으로 強制的으로 直流電流를 流入시키면 電流는 電位差의 關係로 局部電池가 陰極部로 流入하나 이에 따라 陰極部의 電位는 陽極部의 電位에 近接한다.

이때 外部에서 防蝕電流를 높이면 陰極部의 電位는 陽極部의 電位와 같게 된다. 即 圖-2에 表示하는 바와 같이 陽極部와 陰極部의 電位差는 없어지고 局部電池가 消滅되어 完全防蝕狀態로 된다.

이와같이 外部에서의 直流電流에 依해 防蝕狀態로 되는 것을 一般的으로 電氣防蝕(陰極防蝕라고도 함)이라고 稱한다.

이때의 電流를 防蝕電流(I_p)라 함.

海水中에서는 I_p 는 I_c (腐蝕電流)와 대체적으로 같으나 若干 큰 程度이다.

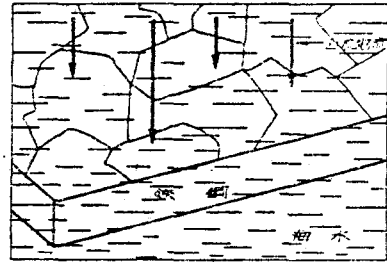


圖-2. 鐵鋼表面의 完全防蝕된 狀態

5-2. 熱力學에서의 電氣防蝕 原理

鐵鋼이 腐蝕할 때를 熱力學的으로 研究한 벨기 M. 푸루베는 腐蝕狀態와 電位 및 pH의 關係를 나타내는 狀態圖를 그렸다.

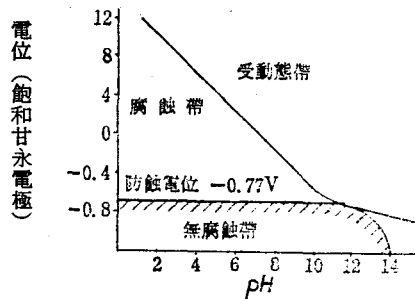


圖-3. 鐵鋼의 腐蝕狀態圖

圖-3는 鐵鋼의 腐蝕狀態圖를 腐蝕帶, 無腐蝕帶, 受動態帶等 3個의 帶域으로 區分되어 있다.

無腐蝕帶는 腐蝕原因을 消滅하여 全然 腐蝕하지 않는 帶域이다. 電氣防蝕法은 이 帶域으로 維持시키는 方法이다. 受動態(不動態라고도 함)帶는 鐵鋼表面에 受動態皮膜이 生成되어 그 以上 腐蝕이 되지 않는 帶域이다.

鐵鋼의 경우 海水와 같은 中性環境中에서는 이 受動態帶에 維持되기에는 無腐蝕帶에 維持하는 것 보다 더 큰 電流가 必要해 經濟的이 못된

다.

6. 電位測定

6-1. 電位測定の 方法

漁船의 船體가 어느 程度 防蝕되어 있는가 알기 위하여는 圖-4와 같이 船體를 測定器의 (-) 端子에, 基準電極을 (+) 端子에 接續해서 基準電極을 舷側에 따라 測定點을 海中에 넣어 防蝕狀態를 測定한다.

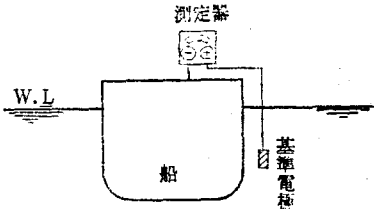


圖-4. 電位測定

6-2. 基準電極

一般으로 作用되고 있는 基準電極은 (-) 船體 / 海水 / 基準電極 (+)의 起電力을 測定하는 것이다.

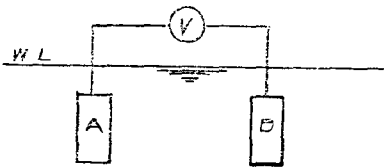


圖-5. 金屬間的 半電池

그 原理는 圖-5에 보이는 A, B의 金屬이 海水中에 넣으면 各各의 表面에 起電力 E_a , E_b 가 생기고, 接續하면 2金屬 사이에 一種의 電池作用에 의해 電壓이 생기고, A, B金屬은 各各 半電池의 역할을 한다.

表-1 基準 電極

基準電極의 種類	構 成	飽和甘汞鐵鋼의 電極基準防蝕電位	
		電 位	電 位
飽和甘汞電極	Hg/Hg ₂ Cl ₂ 飽和KCl	0	-V
海水甘汞電極	Hg/Hg ₂ Cl ₂ 海水	0.0544	0.77
飽和鹽化銀電極	Ag/AgCl 飽和 KCl	-0.0456	0.83
海水鹽化銀電極	Ag/AgCl 海水	0.0088	0.73
飽和硫酸銅電極	Cu/ 飽和 Cu SO ₄	0.074	0.78

A가 一定의 起電力 E_a 를 갖으면 이것을 基準으로 해서 B의 起電力 E_b 를 알 수 있게 된다. 이 A를 標準半電池 또는 基準電極이라 한다.

一般으로 使用되고 있는 基準電極은 表-1과 같다.

7. 電氣防蝕의 方法

電氣防蝕의 方法에는 流電陽極方式과 外部電源方式 두가지 方法이 있다.

7-1. 流電陽極方式

船體外板의 腐蝕을 防止하기 爲하여 propeller 周圍의 船尾와 船體에 防蝕用亞鉛陽極板이라던가 알미늄 陽極板이 取付되어 있으나 이 陽極板은 異種金屬間的 電位差를 利用하여 電池作用(流電作用)에 依한 防蝕電流를 얻기 위한 것이다. 船體의 鐵鋼板을 防蝕할 때에는 鐵鋼板보다 低電位의 亞鉛合金, 알미늄合金이 陽極板으로서 使用되고 있다.

이 方式은 外部로부터의 電源을 必要로 하지 않고 圖-6에 나타난 것과같이 陽極을 船體外板에 直接 볼트로 取付하던가 陽極으로부터 나와 있는 芯金을 溶接 或은 電源에서 接續시키므로써 兩者의 電位差에 依하여 陽極으로부터 船體外板에 電流가 흘러 防蝕하게 된다. 陽極은 電流의 發生에 따라 溶解된다. 陽極은 電流의 發生에 따라 溶解消耗되므로 一定時間마다 補充 또는 交換하여야 할 必要가있어 이 陽極을 犧牲陽極이라 하고 있다.

流電陽極方式에 依한 防蝕을 實施할 때에는 用途에 따라 가장 適合한 性能을 갖인 陽極材料를 選定함과 同時에 陽極形狀, 取付數量, 設置位置를 바르게 設計하여 施工하는것이 重要하다.

表-2은 現在 많이 使用되고 있는 各種 陽極材料의 性能表 이다.

알미늄合金陽極(ALAP)은 表-2에서 알 수 있듯이 單位重量當의 有效發生電氣量이 最大이므로 流電陽極材料中에서 가장 經濟性이 좋으므로 各種의 防蝕에 多量으로 使用되고 있다. 特히 漁港의 鐵鋼板岸壁, 等の 港灣施設을 防蝕할 때에는 ALAP의 自動電流調整作用을 有效하게 살린

表-2.

各種陽極材料的 性能比較

項目	陽極種類	Al 合金陽極 (ALAP)	Zn 合極陽金 (ZAP-A)	Mg 合金陽極 (MAGNAP)
陽極電位(V)(飽和甘汞電極)		-1.10	-1.05	-1.48
鐵과의 有効電位差(V)		0.25	0.20	0.71
理論發生電氣量(A·H/kg)		2880	820	2210
發生電流效率(%)		80	95	60
有効發生電氣量(A·H/kg)		2300	780	1330
比電		2.74	7.14	177
使用環境		海水中 및 比抵抗 1000Ω-cm以下の 水中, 土中,		高比抵抗의 水中 및 土中

設計를 함에 따라 一層 經濟性이 增加한다.

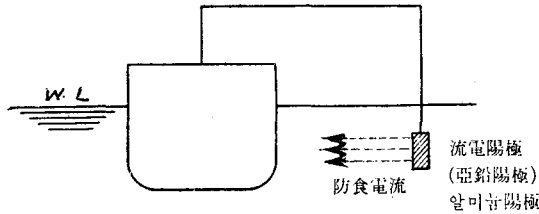


圖-6. 流電陽極方式

即 流電陽極의 發生電流는 有効電位差에 比例하므로 防蝕體의 電位(陰極電位)가 變化면 有効電位差가 變化하여 發生電流도 變化는 作用을한다.

특히 ALAP와 같이 陽極電位가 -1.1V程度의 陽極을 使用하면 鐵과의 電位差가 적으므로 自動調節作用이 뚜렷하게 보인다.

따라서 適切한 設計를 하면 陰分極의 進行에 따라서 防蝕效果가 좋을뿐 아니라 有効電位差가 적게 되므로 發生電流는 自然 最少限으로 減少되어 過剩電流를 흐르게 하지 않는다. 海水中에서 防蝕電流의 通電이 繼續하면 電解質被覆이 生成하여 이에 따라 防蝕電流가 大幅減少하여 初期의 約 1/2로 減少하므로 陽極消耗速度도 半減한다.

ALAP와 같이 高性能陽極의 出現과 그 性能을 最大限으로 活用하는 設計의 採用에 따라 流電陽極方式의 經濟性이 현저하게 向上되므로서 이 방식에 依한 방식은 今後 점점 많이 採用될 것으로 豫想된다.

亞鉛陽極板(ZAP)는 美國海軍의 MILA 18001 H와 同等品으로 世界的으로 使用되고 있는 것이다. ZAP는 高純度の 알미늄을 添加한 合金으로서 陽極電位 -1.05V, 陽極效率95%의 高性能을 長時間에 걸쳐 持續하므로 現在에도 船體

外板 防蝕에 多量 使用되고 있다.

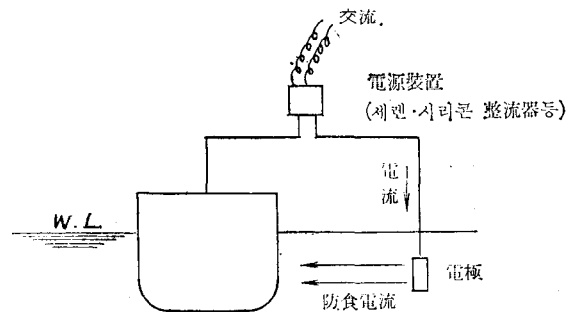
마그네슘陽極은 陽極電位가 낮으므로 (電位差가 크다) 抵抗이 낮은 海水中에서 船體外板防蝕用으로 使用하면 塗膜을 剝離시킬 우려가 있다.

또 陽極形狀이 大型으로 되므로서 流速의 抵抗때문에 最近에는 거의 使用되고 있지않다. 마그네슘陽極의 陽極電位가 낮으므로서 海水中의 鐵鋼材의 녹을 떨어트림 및 淡水中 土中等 高比抵抗의 環境中에서 使用하는데 適合하다.

7-2. 外部電源方式

防蝕電流의 供給電源으로서 一般電力을 使用하는 방식이다.

電源裝置는 交流電力을 防蝕에 適合한 10~40V의 直流電流로 交換하는 세렌 또는 시리콘整流器가 利用되어 이것에는 降壓트랜스, 整流素子外에 電壓計, 電流計, 表示燈等の 監視機器入出力스위치, 電壓調整器 等の 操作機器를 가운 配電盤을 內藏하고 있어 防蝕裝置의 操作管理를 한다. 電極裝置는 電源裝置로 變換한 直流를 防蝕體에 流入하므로 水中, 土中에 設置하는 極으



(鉛銀合金, 白金지단등)

圖 7. 外部電源方式

表-3.

外部電源方式와 流電陽極方式의 比較

	外部電源方式	流電陽極方式
長點	(1) 適用電壓電流를 大幅으로 調節할 수 있으므로 모든 環境에 適用된다. (2) 電源裝置에 自動制御장치를 하므로서 適正한 防蝕狀態를 常時維持할 수 있다. (3) 腐蝕性에 特히 強한 環境이나 큰 防蝕電流를 必要로하는 施設에는 本法이 經濟的 (4) 不溶性電極을 使用할 때에는 裝置의 壽命이 길다 (5) 電極設置容積이 적으므로 狹少한 場所에도 電極을 裝備할 수 있다.	(1) 電源의 利用을 할 수 없는 場所나 移動하는 對象物에 適用할 수 있다. (2) 小規模로 分散된 對象이나 塗裝된 對象物의 경우 小電流 施設의 防蝕에는 經濟的 (3) 施工이 簡單하여 保守管理가 容易
短點	(1) 電力費가 必要하다. (2) 配線配管工事が 必要하다. (3) 時時裝置의 監視保守, 點檢이 必要하다 (4) 다른 金屬構造物에 對한 電流干涉에 注意를 要한다.	(1) 電流의 調節이 比較的 困難 (2) 小型의 陽極에서는 消耗에 依한 時時補充을 要한다. (3) 大型陽極을 船體外板에 取付하면 流速의 低抗이 된다. (4) 有効電壓이 작으므로 高比抵抗環境에서는 多數의 陽極을 要하여 比較的高價이다.

로 白金渡金·鉛銀合金·珪素鑄鐵等이 主로 利用되고 있다. 圖-7에서 밝힌 바와 같이 直流電源裝置의 (+)端子에 水中 或은 土中에 設置한 電極體의 케이בל을 接觸하여 (-)端子에 船體를 接觸하여 防蝕電流를 供給하는 方式이다.

7-3. 流電陽極方式과 外部電源方式의 比較

流電陽極方式과 外部電源方式과의 長點 短點을 表 -3에 表示

7-4. 電氣防蝕의 適用範圍

電氣防蝕은 水中, 土中等 塗裝이나 補修의 困難한 建造物에 對하여도 新設, 既設을 不問하고 容易하게 經濟的 效果的으로 防蝕施工이 되므로 船舶, 水中施設, 地中施設, 機械裝置에 널리 適用되고 있다.

- (1) 船 舶 : 船體外板 바라스트링크, 熱交換器, 冷却器等
- (2) 水中施設 : 鋼矢板岸壁, 鋼杭機橋, 海底管, 水門, 浮標, 浮독크等
- (3) 地中施設 : 地下埋設管, 各種基礎杭地中링크, 鐵塔脚部等
- (4) 機械裝置 : 各種冷却器, 熱交換器, 復水器 海水펌프, 海水送水管內面等

8. 防蝕電流密度

船體外板의 鐵鋼板, propeller의 銅合金等の 金屬을 防蝕電位까지 分極시키는데 必要한 單位面積當의 電位量을 防蝕電流密度라 한다. 이 値는 金屬의 種類, 塗裝의 有無種類, 膜厚等の 表面狀態, 水質, 溫度, 流速等에 依하여 다르므로

表-4. 防蝕電流密度

對象物	環 境	塗裝程度	電流密度 (mA/m ²)
船 舶	海 水 中	塗裝(優)	3~ 15
"	"	" (良)	10~ 30
"	"	" (可)	15~ 150
propeller	海 水 中	裸	300~3,000
鋼矢板및 鋼 杭	海 水 中	裸	80~ 120
	"	"	12~ 25
	"	"	5~ 15
浮 標 浮標체인	海 水 中	塗裝(良)	10~ 30
	"	裸	100~ 120

注1) Propeller는 銅合金의 種類, 回轉數에 依하여 大幅으로 防蝕電流密度가 다르다.

注2) 外部 電源防蝕裝置의 境遇에는 電極數量이 적으므로 電流分布가 均一하지 못하기 때문에 表-4의 값보다 크게 될때가 있다.

防蝕電流密度를 適切히 選定하는 것이 重要하다
標準인 防蝕電流密度를 表 4에 表示

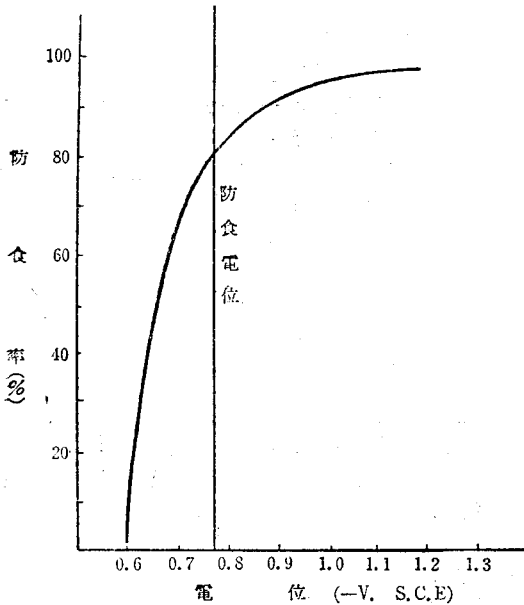


圖-8. 鐵鋼板의 率電位와 防蝕

9. 電位와 防蝕率

電氣防蝕을 실시한 鐵鋼板의 電位를 計測한 結果의 값과 防蝕 效果의 關係는 圖-8에 나타낸 것과 같이 防蝕電位以下로 維持하며 약 90%의 防蝕率을 얻을 수 있다.

防蝕率을 求하는 간단한 方法으로서는 미리 表面積과 重量을 正確히 計測한 試驗片을 電氣防蝕한 鐵鋼板에 電氣的으로 接續한 防蝕片(A)과 絶緣한 非防蝕片(B)와의 2種類를 取付하여 일정 기간 후에 떼어내어 完全히 녹을 溶어내고 重量을 計測하면 防蝕片(A) 非防蝕片(B)의 그 期間中에 있어서의 腐蝕減量을 알 수 있다. 또 兩者를 比較하면 電氣防蝕한 鐵鋼板의 防蝕 程度를 알 수 있다. (계속)

* 투 고 요 령 *

어선행정과 기술에 관하여 어민과 정부의 가교적 역할을 담당하게 될 본지에 대하여 다음과 같은 요령에 의거 원고를 모집하고 있오니 많은 성원과 이용을 바랍니다,

1. 원고내용 : 어선행정과 기술에 관한 연구논문, 자료, 나의제언, 질의 및 어민 여론이 광장 등으로써 다른 잡지에 발표되지 않은 것.
2. 원고작성 : 200자 원고지(매수는 제한없음)
3. 제출기간 : 수시
4. 원 고 료 : 채택된 원고에 한하여 소정의 고료를 지급함.
5. 편집요령 : 원고의 채택여부 및 자수의 가감 수정은 본회 심사에서 결정하여 제출된 원고는 반환하지 않음.
6. 제 출 처 : 서울특별시 용산구 한강로 2가 2-37

유미빌딩 6층
전화 792-8072

한 국 어 선 협 회