

304 不銹鋼鈍化處理之環境耐腐蝕研究 Study on Environmental Corrosion of 304 Stainless Steel after Passivation

陳學奇

Hsueh-Chi Chen

黎明技術學院創意產品設計系

Department of Innovative Product Design, Lee-Ming Institute of Technology

王恩海 賴全

En-Hai Wang, Chuan-Lai and Shih-Bin Wang

黎明技術學院機械工程系

Department of Mechanical Engineering, Lee-Ming Institute of Technology

摘 要

本研究是探討 304 不銹鋼鈍化處理後對於自來水、海水、水溝水、雨水之耐腐蝕研究，以便應用於水力發電廠相關設備及零組件，在材料的使用上做為重要參考資料。經實驗結果得到結論有：1.耐腐蝕效果最佳為於溫度 35°C 20% 硝酸濃度浸泡 10 分鐘鈍化處理過試片(B 試片)，最差是未鈍化處理過之試片，耐腐蝕效果依序為，溫度 35°C 20% 硝酸濃度浸泡 10 分鐘(B 試片)→溫度 35°C 40% 硝酸濃度浸泡 20 分鐘(E 試片)→溫度 35°C 20% 硝酸濃度浸泡 20 分鐘(C 試片)→溫度 35°C 40% 硝酸濃度浸泡 10 分鐘(D 試片)→未鈍化(A 試片)。2.自來水對 304 不銹鋼不管有否做鈍化處理均不受腐蝕影響。3.耐腐蝕效果最佳為 B 試片，以 20% 硝酸濃度浸泡 10 分鐘鈍化處理過試片。

關鍵詞：304 不銹鋼、鈍化處理、腐蝕介質

Abstract

The research of this study is to investigate how the 304 stainless steel with perspiration treatment react with tap water, sea water, and sewage water in terms of corrosion. The research can be an important reference for the use of materials in hydroelectric power plants and components. There were three experimental results of the research. First, the specimens are sequenced from the good corrosion resistance to poor: B specimen → C specimen → E specimen → D specimen →



A specimen. Second, there is no effect on corrosion of tap water to the 304 stainless steel regardless whether it has been treated with perspiration or not. Third, the best corrosion resistance test piece was B specimen. The perspiration treatment of B specimen was to immerse it in 20% concentration of nitric acid solution for 10 minutes.

Key Words: 304 stainless steel; Perspiration treatment; Corrosive media



1. 前言

近年來隨社會的進步和科學技術的不斷發展，不銹鋼越來越廣泛的使用於食、衣、住、行、育、樂外，在各工程中如捷運系統、污水處理廠、抽水站、醫院、水庫堰壩、海水淡化廠及相關水工構造物、水力發電及其他特殊建築工程，都大量的使用不銹鋼，因臺灣是典型的海島氣候國家，濕度大海岸更含高的鹽份，腐蝕是相當大的問題，除了腐蝕造成經濟上嚴重損失外，工程各個建築腐蝕也帶來相當大的危害及損失。304 不銹鋼是一種通用性的不銹鋼材料，防銹性能比 200 系列的不銹鋼材料要強。耐高溫方面也比較好，能高達到 1000°C-1200°C [1]-[5]。304 不銹鋼具有優良的不銹耐腐蝕性能和較好的抗晶界腐蝕性能。對氧化性酸，在實驗中得出：濃度≤65%的沸騰溫度以下的硝酸中，304 不銹鋼具有很強的抗腐蝕性[6]-[7]。對鹼性溶液及大部分有機酸和無機酸亦具有良好的耐腐蝕能力。但經加工完成後的不銹鋼產品，易於表面受到加工汙染，如油脂或是吸附空氣中的一些微塵粒子或雜質元素於表層上，而這些影響因子確實會干擾不銹鋼鈍化膜的形成。若經由鈍化處理，即將不銹鋼表層之污染物清除並以化學的方式再提供一形成環境，以增進不銹鋼表面生成更緻密、均勻的氧化層保護。因此本研究以商用 SUS 304 不銹鋼(Cr-Ni 系不銹鋼) 於不同濃度硝酸溶液中做鈍化處理，使表層形成一層保護性氧化膜，在不同的腐蝕液中探討其耐腐蝕情形 [8]-[10]。希望藉著這次不銹鋼鈍化處理之環境耐腐蝕研究，能在各工程之相關設備及零組件的材料使用上，能提供些許參考資料，而多多少少降低危險和損失。

2. 實驗步驟

2.1. 實驗試片製作及鈍化處理

本實驗之不銹鋼試片，選用市售直徑為 10 mm 之 304 不銹鋼棒以水冷式砂輪切割機切成為 11 mm 厚純，如圖 1 所示。

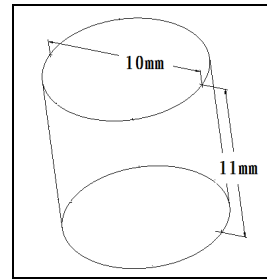


圖 1 試片圖

試片須經由約 90°C 熱水脫脂處理，再放入去離子水中超音波沖洗乾淨後，進行溫度為 25°C 硝酸分別以濃度 20% 及 40% 做 10 分鐘及 20 分鐘的鈍化處理。其試片名稱與鈍化處理方式關係如表 1 所示。

表 1 試片名稱與鈍化處理方式關係

試片名稱	A	B	C	D	E
鈍化處理狀態	未鈍化	溫度 35°C 20% 硝酸濃度 浸泡 10 分鐘	溫度 35°C 20% 硝酸濃度 浸泡 20 分鐘	溫度 35°C 40% 硝酸濃度 浸泡 10 分鐘	溫度 35°C 40% 硝酸濃度 浸泡 20 分鐘

2.2. 試片之環境耐腐蝕實驗

測試試片半懸掛浸泡在溫度 35°C 恆溫之腐蝕介質中來進行實驗，其示意圖如圖 2 耐腐蝕實驗示意圖所示。



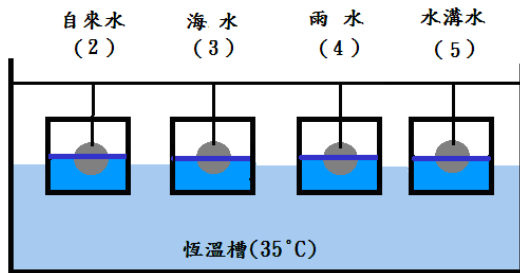


圖 2 耐腐蝕實驗示意圖

分別以未腐蝕(1)以及不同腐蝕介質如自來水(2)、海水(3)、雨水(4)及水溝水(5)中腐蝕，其試片代號與腐蝕介質關係如表 2 所示。

表 2 試片代號與鈍化處理方式關係

試片代號	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
腐蝕介質	未腐蝕	自來水	海水	雨水	水溝水

每個試片在不同的介質下浸泡條件，經過 30 天，取出試片以金相觀察腐蝕表面狀態並測量其重量損失方式，來分析耐腐蝕情況，其整個實驗流程如圖 3 所示。

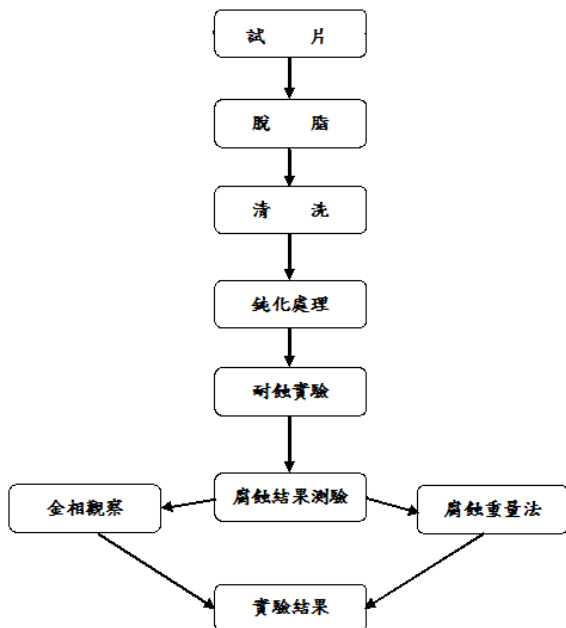


圖 3 實驗流程圖

3. 結果與討論

3.1. 腐蝕重量損失分析

試片在不同的介質下經過 30 天的浸泡後，取出試片之照片如圖 4 所示：

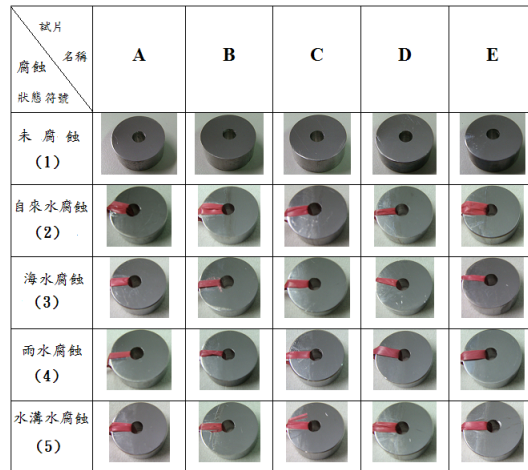


圖 4 試片於不同的介質浸泡 30 天後取出之照片圖

再量測其浸泡前後之重量變化情形，結果以表格記錄如表 3 所示：

表 3 浸泡前、後重量記錄表

試片符號	重量(g)		試片符號	重量(g)	
	前	後		前	後
A(2)	40	40	C(4)	40	40
A(3)	42	42	C(5)	40.6	40
A(4)	39	39	D(2)	41	41
A(5)	39	40.5	D(3)	40	39
B(2)	40	40	D(4)	39	39
B(3)	39	39	D(5)	39	39
B(4)	38.6	38	E(2)	41	41
B(5)	41	41	E(3)	41.6	41
C(2)	39	39	E(4)	40	40
C(3)	39.8	39	E(5)	41	41

將上數據分別以 A 未鈍化處理、B 20% 硝酸濃度浸泡 10 分鐘、C 20% 硝酸濃度浸泡 20 分鐘、D 40% 硝酸濃度浸泡 10 分鐘及 E 40% 硝酸濃度浸泡 20 分鐘等鈍化處理後，於不同



腐蝕介質如自來水(2)、海水(3)、(4)及水溝水(5)中腐蝕前後之重量變化，分別以棒狀圖顯示如圖 5 到圖 9 所示，以方便加以分析探討。

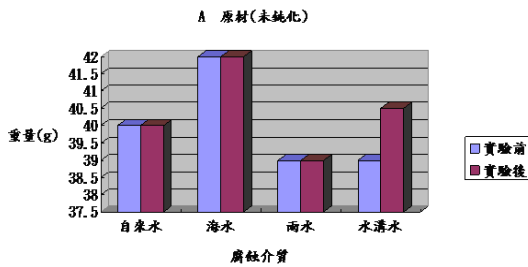


圖 5 為 A 試片在不同腐蝕介質腐蝕前後之重量變化。

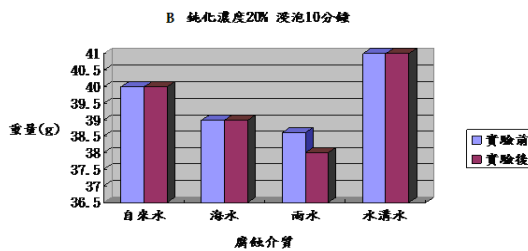


圖 6 為 B 試片在不同腐蝕介質腐蝕前後之重量變化。

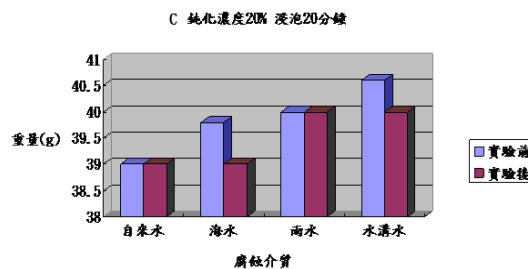


圖 7 為 C 試片在不同腐蝕介質腐蝕前後之重量變化。

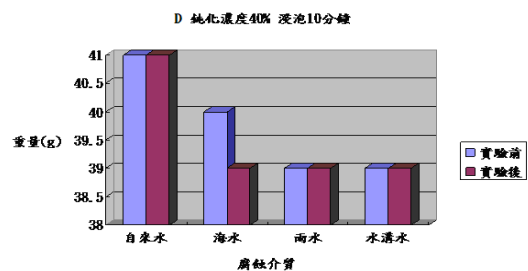


圖 8 為 D 試片在不同腐蝕介質腐蝕前後之重量變化。

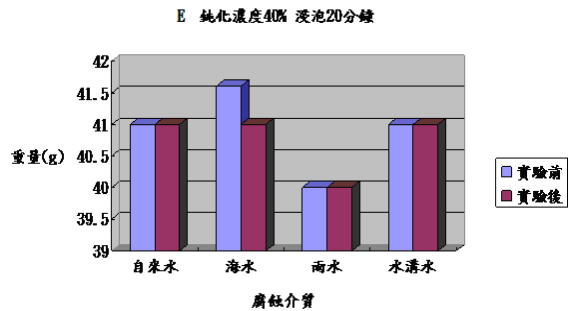


圖 9 為 E 試片在不同腐蝕介質腐蝕前後之重量變化。

由上 5 圖中可清楚看出幾項結果如下：

- 304 不銹鋼不管有否做鈍化處理均不受自來水腐蝕。因經過淨水處理場的攔污柵、沉砂池、取水口→分水井→快混、混凝池→沉澱池→快濾池→清水池、抽水站→污水池等處理程序，達到淨水。所以對 304 不銹鋼不會被腐蝕。
- 腐蝕影響最大為海水，有 3 項受腐蝕佔 60%，其次為水溝水有 2 項，影響較小是雨水只有 1 項。海水含氯化鈉、氯化鎂及硫酸鎂，時間較長的环境中附著在薄膜上，則會發生腐蝕。
- 以耐腐蝕狀態而言最差是 C 試片，20% 硝酸濃度浸泡 20 分鐘的鈍化處理，雖然其腐蝕沒有 A 試片未鈍化處理那麼嚴重，但其受到 2 項腐蝕介質海水及水溝水的影響。
- 依腐蝕表面狀態及腐蝕速率而言，最快為 A 試片未鈍化處理，重量變化達 1.5 克。而且腐蝕後應是附著於表面所以腐蝕速率不但快其重量也就增加。其次為 D 試片重量變化減少達 1.0 克，腐蝕表面狀態也非常不好。
- 以腐蝕重量變化來說，B 試片和 E 試片是相同的，硝酸濃度的增加或鈍化處理時間增加並無增大耐蝕效果，所以硝酸濃度 20% 硝酸濃度浸泡 10 分鐘即可。



3.2 腐蝕表面狀態觀察

針對上棒狀圖顯示出重量有變化的試片，進一步使用倒立式金相顯微鏡以 40 倍物鏡 10 倍目鏡，即是放大 400 倍之金相照片，觀察其浸泡介面腐蝕狀態，分別為圖 10 為 A 未鈍化處理試片於水溝水腐蝕之金相、圖 11 為 B 試片於雨水腐蝕之金相、圖 12 為 C 試片於海水腐蝕之金相、圖 13 為 C 試片水溝水腐蝕之金相、圖 14 為 D 試片於海水腐蝕之金相和圖 15 為 E 試片在於海水腐蝕之金相。

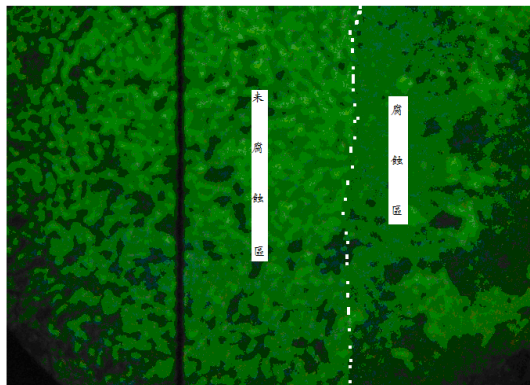


圖 10 為未化試片 A 於水溝水腐蝕金相

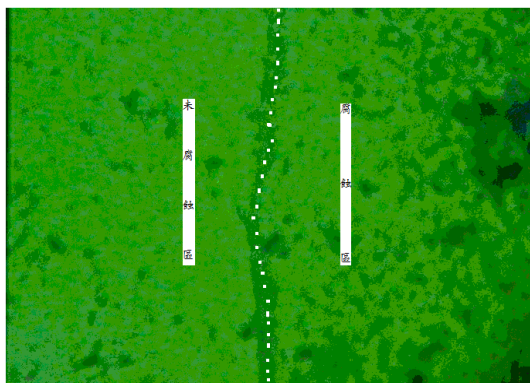


圖 11 為 B 試片於雨水腐蝕之金相

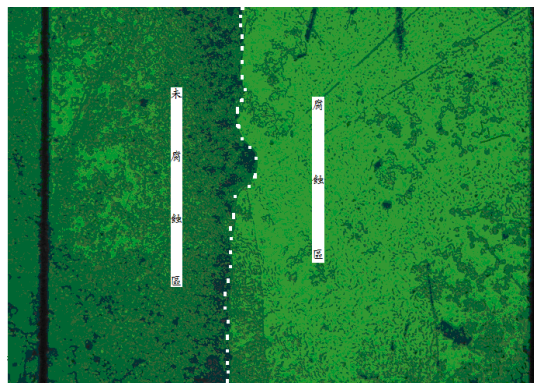


圖 12 為 C 試片於海水腐蝕之金相

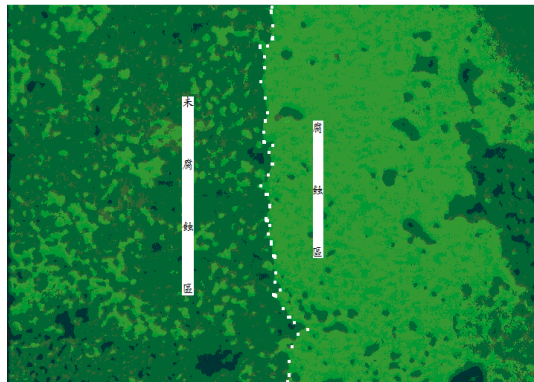


圖 13 為 C 試片水溝水腐蝕之金相

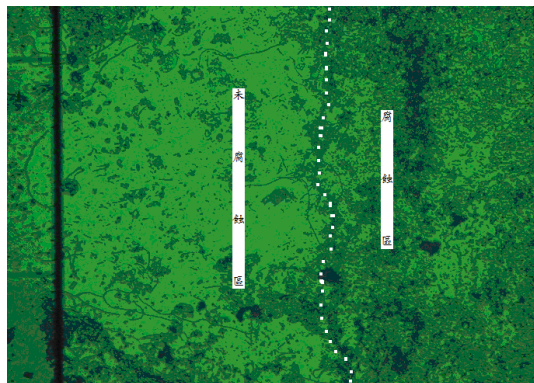


圖 14 為 D 試片於海水腐蝕之金相

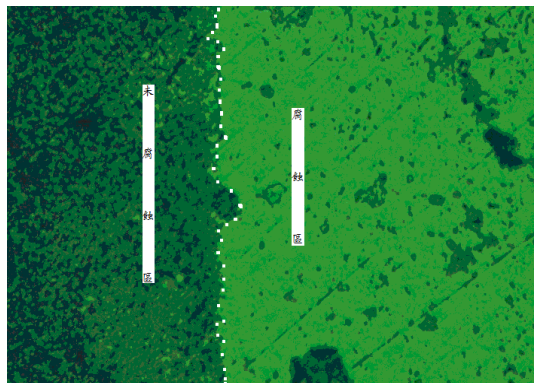


圖 15 為 E 試片在於海水腐蝕之金相



圖 3.-7.到圖 3.-12.6 張金相照片，圖 3.-7.A 未鈍化處理試片於水溝水腐蝕之金相左邊是未腐蝕區右邊是腐蝕區，可看出右邊腐蝕相當嚴重，符合重量變化最大相差 1.5 克。其次是經鈍化處理中以圖 3.-11.D 試片於海水腐蝕之金相，重量變化最大相差 1.0 克。其它則感覺相差不大。重量變化也都接近或一樣。

4. 結論

1. 耐腐蝕效果由佳至差依序為溫度 35°C 20%硝酸濃度浸泡 10 分鐘(B 試片)→溫度 35°C 40%硝酸濃度浸泡 20 分鐘(E 試片)→溫度 35°C 20%硝酸濃度浸泡 20 分鐘(C 試片)→溫度 35°C 40%硝酸濃度浸泡 10 分鐘(D 試片)→未鈍化(A 試片)。
2. 自來水對 304 不銹鋼不管有否做鈍化處理均不受腐蝕影響。
3. 耐腐蝕效果最佳為 B 試片，以 20%硝酸濃度浸泡 10 分鐘鈍化處理過試片。

參考文獻

1. 劉宏義，"鋼鐵產品之防蝕技術"，中鋼公司-新材料研處，2009 年 4 月。
2. 許樂仁，"304 不銹鋼含硫量對孔蝕影響之研究"，國立成功大學-化學研究所碩士論文，2003 年 6 月。
3. 藍一龍，"AISI 347 腐蝕疲勞行為"，國

立中央大學-機械工程研究所碩士論文，2001 年 6 月。

4. 林明嵩，"TiO₂-SiO₂-複合膜對 304 不銹鋼抗蝕性影響研究"，大同大學-材料工程研究所碩士論文，2004 年 6 月。
5. 楊寶旺，雷敏宏，廖德章，化學(上)，教育部審定版，高立圖書有限公司，頁碼:31，民國 73 年，5 月。
6. Robert E. Reed-Hill, et al., Physical Metallurgy Principles, 劉偉隆等譯，第三版，物理冶金，全華科技圖書有限公司，台北市，2004 年，8 月。
7. 王憲明，"敏化處理對 304 型不銹鋼機械性質之影響"，義守大學材料科學與工程研究所碩士論文，pp.22-25, July, 2003 年，6 月。
8. 梁維杰，"SUS430 含銅抗菌不銹鋼之性質研究"，台灣大學材料科學與工程研究所碩士論文，2000 年，6 月。
9. "Thickaluminosilicate coatings on carbon steel via sol-gel", Journal of Non-Crystalline Solids, 147&148, 1992, 467-473.
10. "Electrochemical Behaviour of SiO₂ sol-gel coatings on stainless steel", Journal of Sol-Gel Science and Technology, 4, 1995, 239-244.

