

耐候鋼的鐵銹安定化處理介紹

魏豐義

中國鋼鐵股份有限公司研究發展處

耐候鋼由於耐大氣腐蝕性較碳鋼為佳，自美鋼於1930年代開發出，已逐漸被採用，然而耐候鋼若無經塗裝處理，在緻密銹層生成前，均有銹粉、浮銹和銹水等生成，以致污染環境，妨礙美觀，同時銹層若含有 Cl^- ， SO_4^{-2} 等可能影響其保護性，因此若於緻密銹層生成前塗上一層塗料，阻止 SO_4^{-2} ，

Cl^- ， Na^+ ， Ca^{+2} 等直接與鋼材反應，而僅部份之 H_2O ， O_2 能滲透過塗層與鋼材作用生成保護性銹層，則可避免這些缺點，因此近幾年來銹安定化處理於日本逐漸被開發且大量使用，如表1所示(1)。在台灣，此種處理方法也正在被試驗研究中，對未來開發使用耐候鋼，將更具美好的前景。

Year	Bare		Phosphating treatments including rust stabilization treatment		Total (ton)
	Case No.	Weight(ton)	Case No.	Weight (ton)	
1972			1	370	370
1973			2	439	439
1974			1	108	108
1975			5	2655	2655
1976			7	2819	2819
1977	1	105	13	3917	4022
1978	5	442	22	4383	4825
1979	4	639	16	1609	2248
1980	24	2880	19	1964	4844
1981	16	1282	22	1871	3153
1982	50	5638	49 *	5132	10770
1983	39	3508	52	5645	9153
1984	52	6928	62	6353	13281

* Weathering steel treated by rust stabilization was greatly used from 1982.

表1 日本歷年來使用耐候鋼來建造橋樑的數量(1)

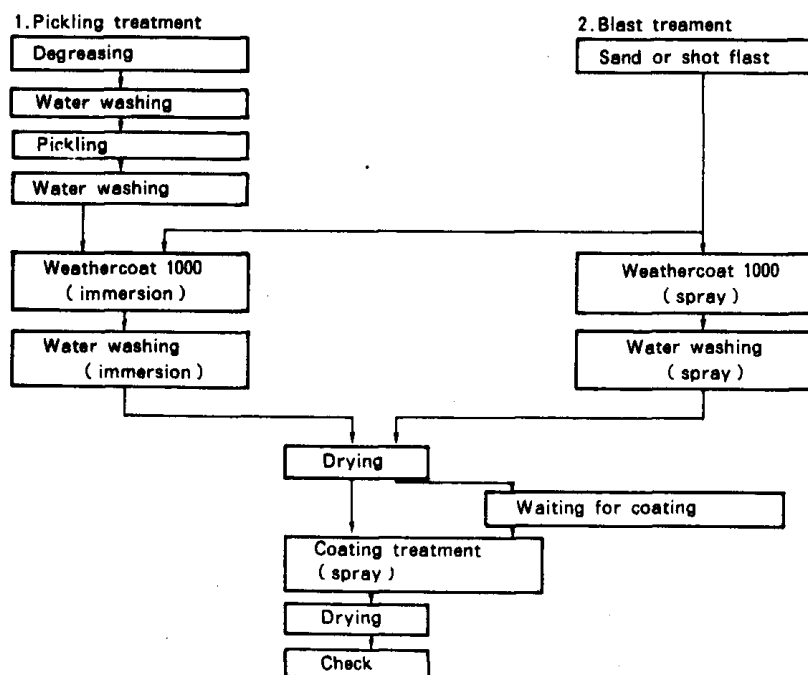


圖1 Weathercoat的處理程序圖(2)

安定化處理之研究，主要盛行於日本，依據日本鋼鐵結構物學會進行之日本耐候鋼調查研究，發現此種處理方法主要有三種，(1) Weathercoat處理，(2) オキシコート (Oxycoat) 處理和(3) N處理；其中以Weathercoat處理佔大多數(2, 3)。另外日本鋼管公司亦發展其Cuptencoat處理法(4, 5)，而川崎製鐵亦有其RS-Coat處理方法。現將這些方法及安定化機構敘述如下：

(1) Weathercoat處理法。此法之工作流程如圖1所示，主要為去除銹皮，再附上一內層無機質之Weathercoat 1000皮膜，其主成份為磷酸，外層為多孔質的有機被覆膜，使空氣水份能適度通過皮膜，生成安定銹。典型被覆圖如圖2所示

(3)。新日本製鐵將此法稍加修改(7)，利用短棒鋼材除銹皮 (Shot-flasting)，然後噴塗以酒精系列溶劑稀釋之 Fe_2O_3 ， Fe_3O_4 ， H_3PO_4 ， $ZnCrO_4$ 和PVB樹脂的水溶液，膜厚為 $10\sim 20\mu m$ ，採自然乾燥；另亦可用浸泡於此溶液(90°C) 5分鐘，再水洗、乾燥來進行，最後均再塗上一層丙烯醛的塗料 $20\sim 25$

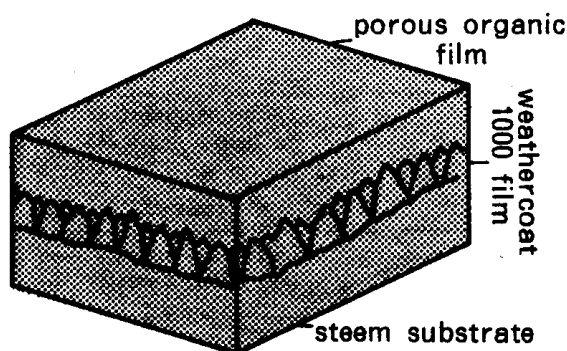


圖2 Weathercoat塗膜構造之模型(3)

Element Wt % Steel	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	others
Structural steel	0.15	0.24	1.36	0.011	0.009	0.01	0.01	-	--
Weathering steel- I	0.08	0.52	0.40	0.070	0.024	0.29	0.59	-	Ni : 0.22
Weathering steel- II	0.13	0.38	1.03	0.011	0.010	0.28	0.67	-	Ti : 0.01 V : 0.02

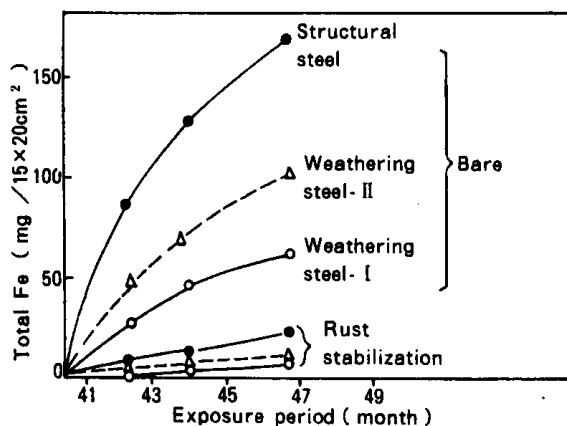


圖3 蒐集自試片流出之鐵的量和曝露時間之關係(7)

μm 。經過將近 4 年的試驗，其流出的銹量如圖 3 所示。在處理膜內之 ZnCrO_4 會和 H_3PO_4 及 H_2O 反應生成 $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ (圖 4)，然後於鋼材表面生成磷酸鹽薄膜，而 PVB 樹脂在長期曝露中，會逐漸分解，使水和空氣進入，此種磷酸鹽的腐蝕反應被推論會助長非晶質保護性銹層的生成，經 8 年試驗之表面及經 10 年曝露試驗之銹層內元素分佈，如圖 5 所示。

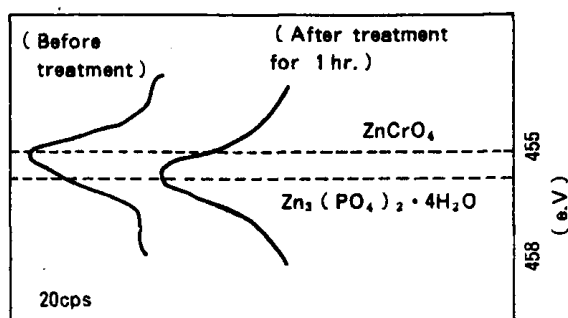


圖 4 處理液之化學分析電子分光儀 (ESCA) 付光譜(7)

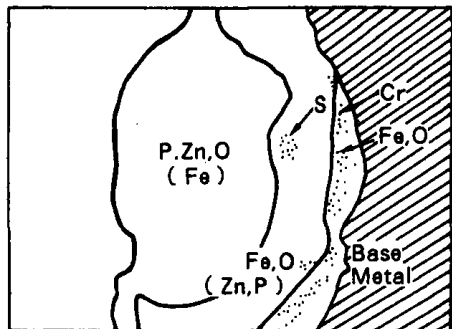


圖 5 經 Weathercoat 處理之耐候鋼，在經 10 年之大氣曝露後之元素在銹層上之分佈情形(7)

(2) Oxycoat 處理法。底材之前處理和 Weathercoat 法一樣，僅於水洗後加一道去水乾燥，然後上兩次 Oxycoat 塗料，塗料是採用疏水性的氧化物漆料和會促進銹化的添加物來塗敷，以形成有機質膜。此膜形成後，銹就不會流出，當鋼材表面安定銹層生成時，此被覆膜會逐漸消失。在嚴苛環境下，此膜厚度必須增加，而須重覆噴塗，以防蝕工程七十八年二月第二卷第三期

緩和環境的影響。塗後數個月，安定銹層即開始逐漸生成，經 1~2 年後即能完全生成。

(3) N 處理法。此法之前處理與上者同。所用之底漆為含氧化鐵之磷酸鹽等，初期會抑制銹，而緻密安定銹層有逐漸被形成的作用。初期銹的防止是由於被覆膜中的磷酸中有 Fe^{+2} 的沈積和富含 Fe^{+2} 顏料膜，於 Fe^{+2} 通過時被氧化成 FeOOH 於皮膜中之故。面漆的使用適合腐蝕環境激烈之海岸和工業地帶等此需重複上塗。由於有安定銹色的出現，因此可斷定此含氧化鐵的丙烯酸樹脂塗料有良好的耐候性和耐蝕性。

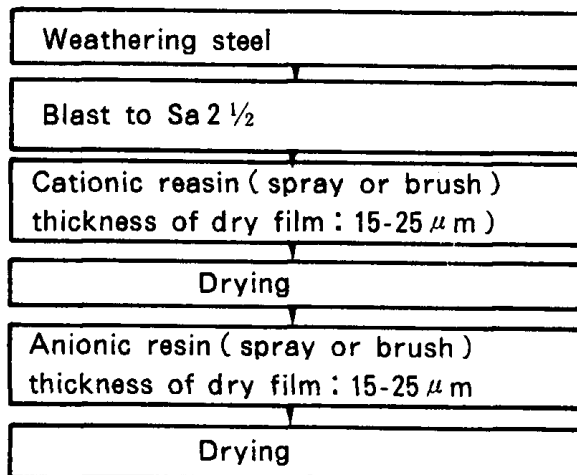
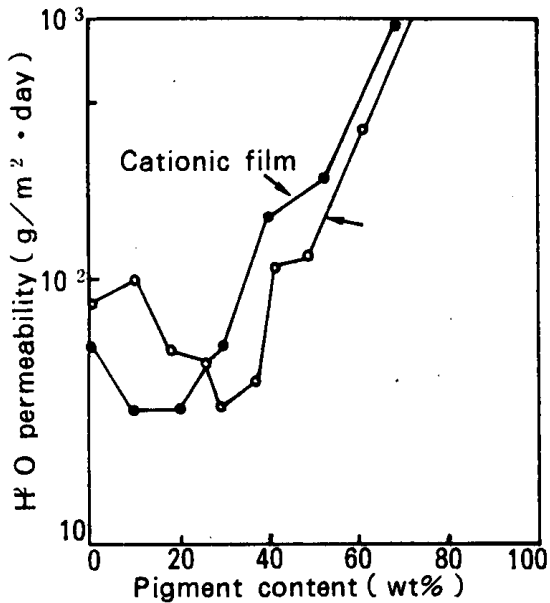


圖 6 Cuptenoat 的處理程序示意圖(4)

(4) Cuptenoat 處理法 (4, 5)。此方法是將去除了銹皮的鋼材，先塗一層陽離子型樹脂，再上一層陰離子型樹脂，厚度各約為 $10\sim 20\mu\text{m}$ ，圖 6 為處理流程。陽離子型樹脂主要成份為 Fe_2O_3 ， Al_2O_3 和 Cr_2O_3 等陽離子型顏料；陰離子型樹脂之主成份為 Fe_3O_4 ， FePO_4 等陰離子型顏料，其使銹安定化之機構如圖 7 所示。其中塗料中之 pigment 量影響膜的透水性

及膨脹性，一般含量應在50%以上（圖8）。經此處理之耐候鋼，三年大氣曝露後，Cu和Cr有濃縮於內層銹的現象（圖9）。日本鋼管（N.K.K）公司在申請專利之公報



(a)塗膜中顏料 (Pigment) 含有量和水滲透率的關係

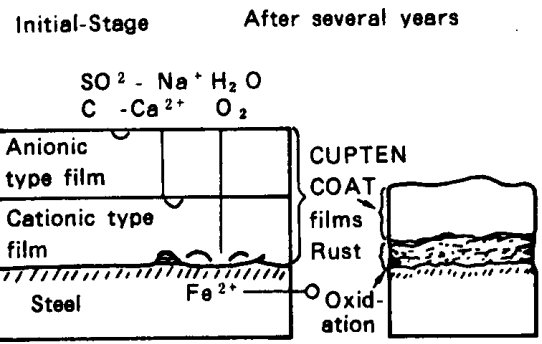
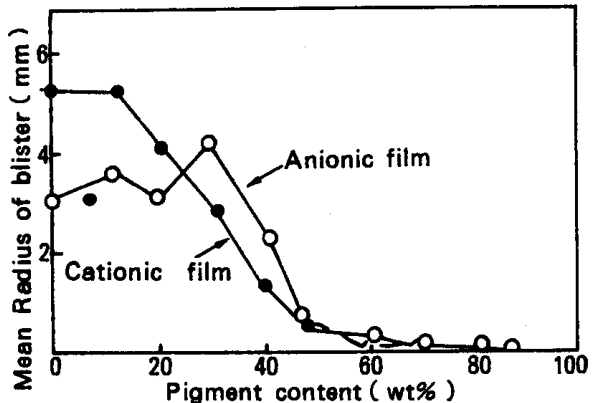
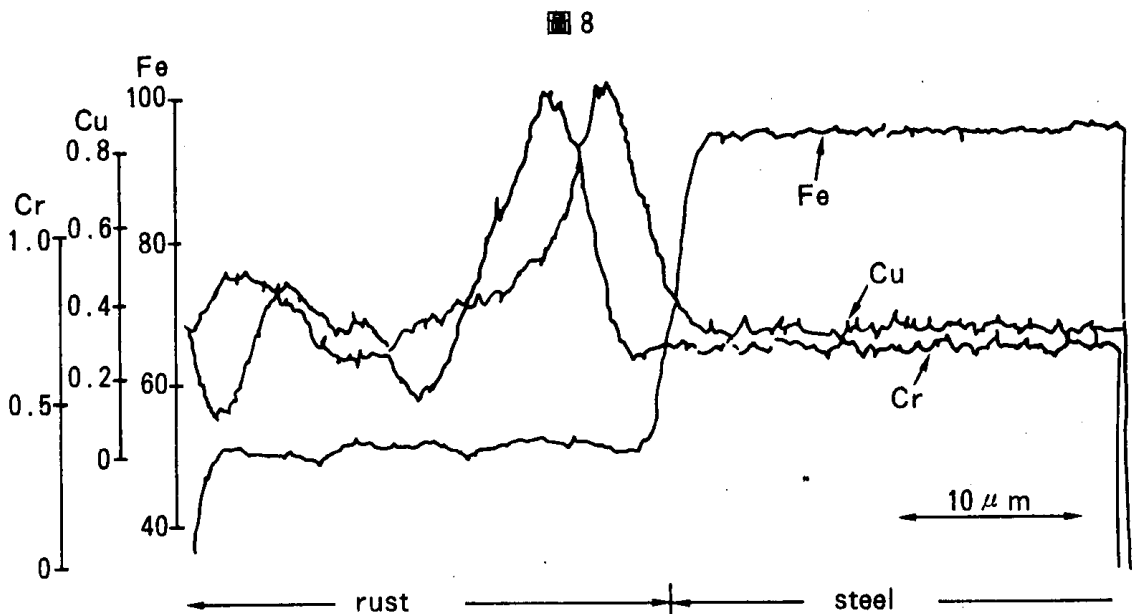


圖7 複合型樹脂使鍍層安定化之結構(4)



(b)在經過鹽水噴霧30天後，塗膜上起泡的平均半徑和顏料含有量的關係(4) (膜厚為40 μm)



9 經Cuptencoat處理之耐候鋼在大氣曝露三年後，其鍍層橫截面之元素濃度分佈曲線(4)

上，此陽離子型樹脂則含有MnO₂，H₃PO₄，ZTO，NiO和樹脂，而陰離子型樹脂則含鐵紅、滑石粉和樹脂等肆種不同組合的成份(5)。

(5)RS-Coat處理法(6)。此方法之處理流程示於圖10，主要是使用氨基甲酸樹脂 (Urethane resin) 再添加一些顏料 (Pigment)，約

為40~60 vol%，塗膜厚度為40~50 μm（溼膜厚為120~150 μm），其成份之作用如圖11所示。經過600天曝露試驗，流出鐵量的趨勢和圖3者相近，如圖12所示。RS-Coat和上Wash primer比較見於圖13，經5年試驗後，Wash primer上有許多裂縫的銹層，而在RS-Coat下

生成緻密且薄的銹層。利用EPMA分析亦證實RS-Coat下之銹層富含Cr,Cu和P。

由以上之資料顯示經鐵銹安定化處理之耐候鋼將會阻止銹粉、銹水之流出，達到直接生成美觀且具保護性之安定銹層之目的，值得研究開發，以適用於各種環境。

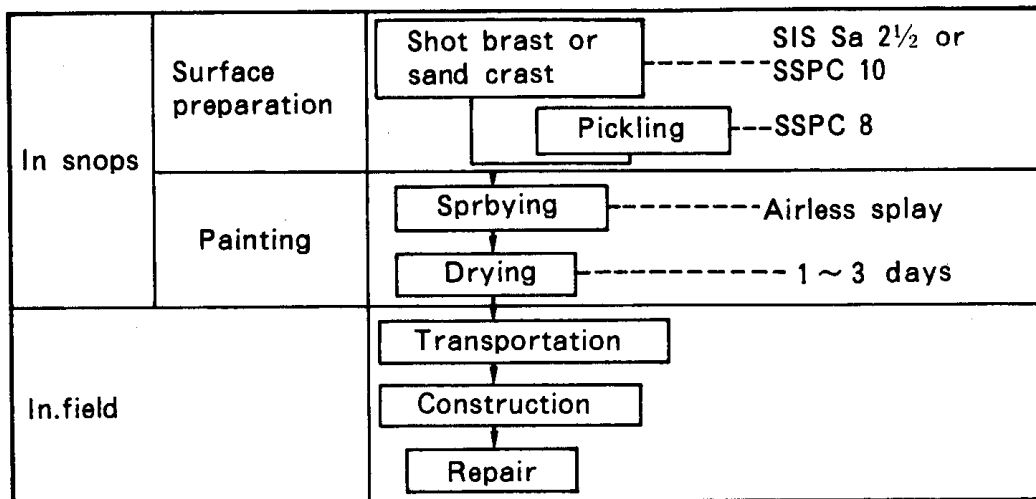


圖10. RS-Coat之處理程序圖(5)

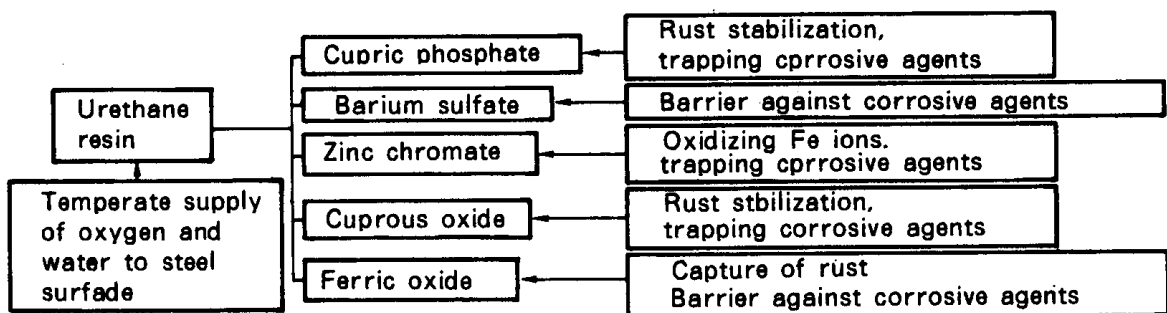


圖11 RS-Coat處理液之化學成份和其作用(6)

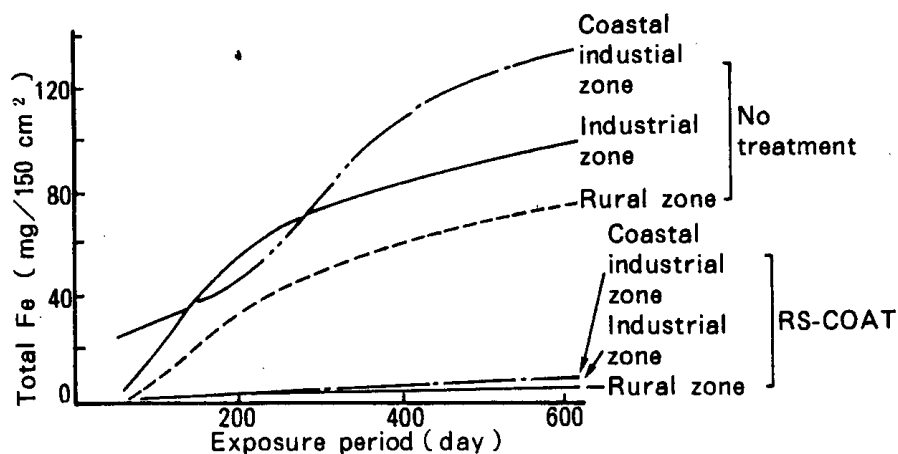


圖12 蒐集自試片流出之鐵量和曝露時間之關係(6)

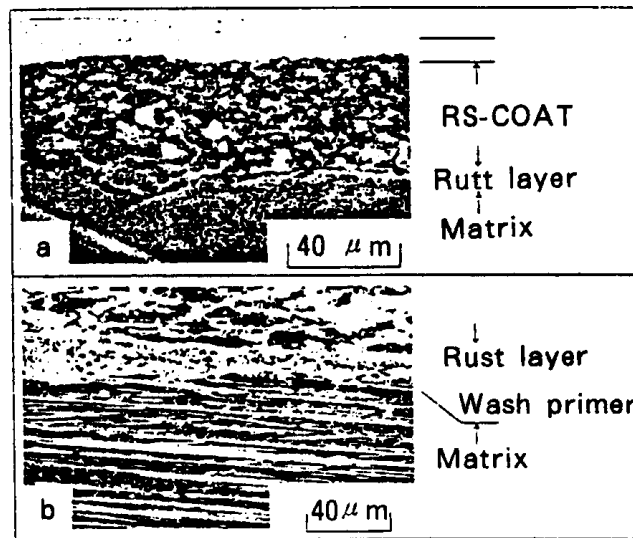


圖13 經處理之試片在海岸工業區曝露 5 年後鍍層橫截面之極化光金相圖(6)

Reference :

1. I. Matsushima ; Speaking Handont in China Steel Corp, (1986)
2. 伊藤伍郎 et.al., J. S. S. C., 178, 17 (1981) 6.
3. “耐候鋼ちび安定化處理法” , 日本パーカライジング株式會社。
4. 府賀豐文, 村尾篤彥, 武田孝, 松島嚴 ; 塗裝工學 , 7, 18 (1983) 264 。

5. 森口三昔, 村尾篤彥, 玉田明宏, 松島嚴, 府賀豐文, 佐藤教男 ; 日本國公開特許公報, 昭56-12774 .
6. T Imazu, T.Kurisu, Y. Nakai, T. Kyuno, M. Ishiwata and T. Sato ; Kawasaki Steel Technical Report, NO.10, Dec. (1984) 18.
7. 門智, 渡邊常安, 加藤忠一, 增田一廣, 田邊容道, 酒井利一, 小笠原正 ; 鐵と鋼 , (1978) S300, S301, S302, S782.