

塗裝材料耐久性試驗研究一  
戶外曝曬與加速劣化試驗方法之探討



內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 97 年 12 月



PG9703-0258

097301070000G1019

# 塗裝材料耐久性試驗研究－戶外 曝曬與加速劣化試驗方法之探討

受委託者：國立台灣海洋大學

研究主持人：楊仲家

協同主持人：卓世偉

研究員：翁在龍

研究助理：江慶堂、李嘉娟

內政部建築研究所委託研究期末報告

中華民國 97 年 12 月



## 目次

表次 .....	III
圖次 .....	IX
摘要 .....	XV
ABSTRACT .....	XVIII
第一章 緒論 .....	1
第一節 研究緣起與背景 .....	1
第二節 研究方法與內容說明 .....	3
第三節 蒐集之資料與文獻分析 .....	6
第二章 塗料分類與劣化形式 .....	8
第一節 塗裝材料的種類 .....	8
第二節 塗裝材料劣化原因與缺陷 .....	12
第三節 塗裝材料與基材之關係 .....	13
第三章 塗料試驗相關標準規範 .....	17
第一節 塗料檢驗的抽樣與試驗條件標準 .....	17
第二節 塗料化學成份與物理性質分析 .....	18
第三節 塗膜工作性與硬固性質試驗 .....	21
第四節 硬固後的耐久耐候性質 .....	24
第四章 研究規劃與實驗設計 .....	32
第一節 研究規劃 .....	32
第二節 實驗變數設計 .....	34
第五章 試片製作與試驗方法 .....	44
第一節 試片製作 .....	44

第二節	鹽霧加速劣化試驗 .....	48
第三節	日光加速劣化試驗 .....	52
第四節	自然曝曬試驗 .....	54
第五節	塗膜性質分析試驗 .....	57
第六章	研究結果與討論 .....	63
第一節	塗料劣化後目視觀察 .....	63
第二節	塗料劣化後色差分析 .....	68
第三節	塗料劣化後光澤分析 .....	120
第四節	塗料劣化後接觸角變化分析 .....	143
第五節	碳鋼劣化後腐蝕速率分析 .....	151
第六節	水泥砂漿透水性能與劣化後氯離子 分析 .....	157
第七章	塗料建材耐久耐候試驗標準程序架構 .....	159
第八章	結論與建議 .....	184
第一節	研究發現 .....	184
第二節	建議事項 .....	186
參考資料	.....	188
附件 1	CNS K2 類塗料相關標準名稱 .....	192
附件 2	CNS K6 類塗料檢驗相關標準名稱 .....	204
附件 3	各階段劣化試片目視觀察照片 .....	215
附件 4	專家座談會議記錄 .....	237

## 表 次

表 1-1	執行工作內容與報告內容對照表.....	5
表 2-1	市面上常見塗料之分類（以塗膜組成分類）....	11
表 3-1	塗料檢驗的抽樣與試驗條件相關標準與名稱....	19
表 3-2	塗料化學成份檢驗相關標準與名稱.....	20
表 3-3	塗料物理性質檢驗相關標準與名稱.....	20
表 3-4	塗膜工作性檢驗相關標準與名稱.....	22
表 3-5	塗膜視覺特性檢驗相關標準與名稱.....	22
表 3-6	塗膜物理性質與化學抗性檢驗相關標準與名稱	23
表 3-7	塗膜耐久耐候性質檢驗相關標準與名稱.....	24
表 3-8	三種鹽霧劣化試驗之差異性.....	26
表 3-9	金屬和無機被覆材料曝曬試驗參考規範.....	29
表 4-1	碳鋼物力性質與化學成分標準（ASTM A36 一般結構用碳鋼）.....	35
表 4-2	本計畫使用之水泥砂漿配比（SSD 狀態）.....	36
表 4-3	曝曬點相關氣候資訊.....	39
表 4-4	碳鋼基材試片編號.....	41
表 4-5	水泥砂漿基材劣化變數與編號.....	42
表 4-6	木材基材劣化變數與編號.....	43
表 5-2	本計畫碳鋼試片塗裝表面處理與底漆塗裝方式	46
表 5-3	鹽水噴霧裝置之運轉設定.....	49
表 5-4	氙弧燈耐候試驗機運轉條件設定值.....	54
表 6-1	鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 1（碳鋼基材）.....	70
表 6-2	鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測	

	結果 2 (碳鋼基材) .....	71
表 6-3	鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測 結果 3 (碳鋼基材) .....	72
表 6-4	鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測 結果 1 (水泥砂漿基材) .....	73
表 6-5	鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測 結果 2 (水泥砂漿基材) .....	74
表 6-6	鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測 結果 3 (水泥砂漿基材) .....	75
表 6-7	鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測 結果 1 (木材基材) .....	76
表 6-8	鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測 結果 2 (木材基材) .....	77
表 6-9	鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測 結果 3 (木材基材) .....	78
表 6-10	日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測 結果 1 (碳鋼基材) .....	79
表 6-12	日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測 結果 3 (碳鋼基材) .....	81
表 6-13	日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 刺激值量測結 果 1 (水泥砂漿基材) .....	82
表 6-14	日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測 結果 2 (水泥砂漿基材) .....	83
表 6-15	日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測 結果 3 (水泥砂漿基材) .....	84
表 6-16	日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測 結果 1 (木材基材) .....	85
表 6-17	日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測 結果 2 (木材基材) .....	86



表 6-18	日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 3 (木材基材)	87
表 6-19	自然曝曬劣化試驗色差分析三刺激值量測結果 (碳鋼基材, 基隆曝曬點)	88
表 6-20	自然曝曬劣化試驗色差分析三刺激值量測結果 (碳鋼基材, 台北曝曬點)	89
表 6-21	自然曝曬劣化試驗色差分析三刺激值量測結果 (砂漿基材, 基隆曝曬點)	90
表 6-22	自然曝曬劣化試驗色差分析三刺激值量測結果 (砂漿基材, 台北曝曬點)	91
表 6-23	自然曝曬劣化試驗色差分析三刺激值量測結果 (木材基材, 基隆曝曬點)	92
表 6-24	自然曝曬劣化試驗色差分析三刺激值量測結果 (木材基材, 台北曝曬點)	93
表 6-25	鹽霧劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值 (碳鋼基材)	94
表 6-26	鹽霧劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值 (水泥砂漿基材)	95
表 6-27	鹽霧劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值 (木材基材)	96
表 6-28	日光劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值 (碳鋼基材)	97
表 6-29	日光劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值 (水泥砂漿基材)	98
表 6-30	日光劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值 (木材基材)	99
表 6-31	自然曝曬劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值 (碳鋼基材, 基隆曝曬點)	100
表 6-32	自然曝曬劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值 (碳鋼基材,	

	台北曝曬點) .....	101
表 6-33	自然曝曬劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值(砂漿基材, 基隆曝曬點) .....	102
表 6-34	自然曝曬劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值(砂漿基材, 台北曝曬點) .....	103
表 6-35	自然曝曬劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值(木材基材, 基隆曝曬點) .....	104
表 6-36	自然曝曬劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值(木材基材, 台北曝曬點) .....	105
表 6-37	自然曝曬與加速劣化總色差關聯性 (以日光加速劣化 2000 小時為基準) .....	120
表 6-38	鹽霧劣化試驗光澤度量測結果 (碳鋼基材) ..	121
表 6-39	鹽霧劣化試驗光澤度量測結果 (水泥砂漿基材) .....	122
表 6-40	鹽霧劣化試驗光澤度量測結果 (木材基材) ..	123
表 6-41	日光劣化試驗光澤度量測結果 (碳鋼基材) ..	124
表 6-42	日光劣化試驗光澤度量測結果 (水泥砂漿基材) .....	125
表 6-43	日光劣化試驗光澤度量測結果 (木材基材) ..	126
表 6-44	自然曝曬劣化試驗光澤度量測結果 (碳鋼基材, 基隆曝曬點) .....	127
表 6-45	自然曝曬劣化試驗光澤度量測結果 (碳鋼基材, 台北曝曬點) .....	128
表 6-46	自然曝曬劣化試驗光澤度量測結果 (砂漿基材, 基隆曝曬點) .....	129
表 6-47	自然曝曬劣化試驗光澤度量測結果 (砂漿基材, 台北曝曬點) .....	130
表 6-48	自然曝曬劣化試驗光澤度量測結果 (木材基材, .....	

基隆曝曬點)	131
表 6-49 自然曝曬劣化試驗光澤度量測結果(木材基材,台北曝曬點)	132
表 6-50 自然曝曬與加速劣化光澤損失率關聯性(日光加速劣化 2000 小時基準)	143
表 6-51 鹽霧劣化試驗接觸角量測結果(碳鋼基材,單位:度)	144
表 6-52 日光劣化試驗接觸角量測結果(碳鋼基材,單位:度)	145
表 6-53 自然曝曬劣化接觸角量測結果(碳鋼基材,基隆曝曬點,單位:度)	146
表 6-54 自然曝曬劣化接觸角量測結果(碳鋼基材,台北曝曬點)	147
表 6-55 自然曝曬與加速劣化接觸角差異度比較	150
表 6-56 鹽霧劣化試驗腐蝕量測結果(重量損失法;單位:mpy)	152
表 6-57 日光劣化試驗腐蝕量測結果(重量損失法;單位:mpy)	153
表 6-58 自然曝曬劣化腐蝕量測結果(基隆曝曬點;單位:mpy)	154
表 6-59 自然曝曬劣化腐蝕量測結果(台北曝曬點;單位:mpy)	155
表 7-1 常用之平板型試片與其限制	161
表 7-2 塗料建材自然曝曬劣化試驗記錄表	164
表 7-3 CNS 14123 規範規定須記錄之環境因子性質項目與頻率	167
表 7-4 鹽水加速劣化之運轉設定	171
表 7-5 日光加速劣化運轉條件設定值	174

表 7-6 單位常數換算表 .....177



## 圖 次

圖 1-1	研究流程圖.....	4
圖 3-1	金屬和無機被覆材料曝曬試驗過程流程圖相關規範.....	31
圖 4-1	基隆曝曬點之對濕度大於 80% 以上的時間比例統計圖.....	39
圖 4-2	台北曝曬點之對濕度大於 80% 以上的時間比例統計圖.....	40
圖 5-1	以圖卡確認碳鋼試片噴砂達到 SSPC-SP-10 等級.....	45
圖 5-2	面漆為環氧樹脂試片的製作過程.....	47
圖 5-3	木材試片塗裝過程.....	48
圖 5-4	CTP96 鹽霧複合耐候試驗機外觀.....	49
圖 5-5	試片 X 形刻痕製作.....	51
圖 5-6	試片放置於鹽霧試驗機之情形.....	51
圖 5-7	SUGA X75 氬弧燈耐候試驗機外觀.....	53
圖 5-8	試驗槽內之氬弧燈與試片迴轉框.....	53
圖 5-9	台北景美實驗室曝曬場之開放型曝曬架.....	56
圖 5-10	固定曝曬試片用的 PP 固定座.....	56
圖 5-11	塗料試片光澤度量測情形.....	58
圖 5-12	塗料試片顏色差異量測情形.....	59
圖 5-13	腐蝕電化學量測設備.....	60
圖 5-14	FTA 188 接觸角量測試驗設備.....	61
圖 5-15	透水試驗設備.....	62
圖 6-1	鋼板基材塗裝防火漆經鹽霧劣化 200 小時後情形	

	.....	64
圖 6-2	鋼板基材無塗裝經鹽霧劣化 200 小時後情形 ...	64
圖 6-3	木材基材防火漆塗裝 (a) 與無塗裝 (b) 經日光劣化 200 小時後情形.....	66
圖 6-4	鋼板基材防火漆塗裝經鹽霧劣化 2000 小時情形.....	67
圖 6-5	水泥砂漿板材防火漆塗裝經日光劣化 2000 小時情形.....	67
圖 6-6	木板基材防火漆塗裝經日光劣化 2000 小時後情形.....	68
圖 6-7	鹽霧劣化試驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖 (碳鋼基材).....	106
圖 6-8	鹽霧劣化試驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖 (水泥砂漿基材).....	107
圖 6-9	鹽霧劣化試驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖 (木材基材).....	107
圖 6-10	日光劣化試驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖 (碳鋼基材).....	108
圖 6-11	日光劣化試驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖 (砂漿基材).....	108
圖 6-12	日光劣化試驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖 (木材基材).....	109
圖 6-13	鹽霧劣化試驗過程各試片 1000 小時的總色差值.....	110
圖 6-14	日光劣化試驗過程各試片 1000 小時的總色差值.....	111
圖 6-15	鹽霧劣化試驗過程各試片 2000 小時的總色差值.....	112
圖 6-16	日光劣化試驗過程各試片 2000 小時的總色差值	

.....	112
圖 6-17 自然曝曬劣化試驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖 (碳鋼基材, 基隆曝曬點) .....	114
圖 6-18 自然曝曬劣化試驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖 (砂漿基材, 基隆曝曬點) .....	114
圖 6-19 自然曝曬劣化試驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖 (木材基材, 基隆曝曬點) .....	115
圖 6-20 自然曝曬劣化試驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖 (碳鋼基材, 台北曝曬點) .....	115
圖 6-21 自然曝曬劣化試驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖 (碳鋼基材, 台北曝曬點) .....	116
圖 6-22 自然曝曬劣化試驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖 (木材基材, 台北曝曬點) .....	116
圖 6-23 壓克力樹脂塗裝於不同基材及不同劣化方式總色差變化結果 .....	117
圖 6-24 氧樹脂塗裝於不同基材及不同劣化方式總色差變化結果 .....	118
圖 6-25 PU 樹脂塗裝於不同基材及不同劣化方式總色差變化結果 .....	118
圖 6-26 防火漆塗裝於不同基材及不同劣化方式總色差變化結果 .....	119
圖 6-27 鹽霧劣化試驗時間與光澤度改變關係圖 (碳鋼基材) .....	133
圖 6-28 鹽霧劣化試驗時間與光澤度改變關係圖 (水泥砂漿基材) .....	134
圖 6-29 鹽霧劣化試驗時間與光澤度改變關係圖 (木材基材) .....	134
圖 6-30 日光劣化試驗時間與光澤度改變關係圖 (碳鋼基材) .....	135

圖 6-31	日光劣化試驗時間與光澤度改變關係圖（水泥砂漿基材）	135
圖 6-32	日光劣化試驗時間與光澤度改變關係圖（木材基材）	136
圖 6-33	自然曝曬時間與光澤度改變關係圖（碳鋼基材，基隆）	137
圖 6-34	自然曝曬時間與光澤度改變關係圖（砂漿基材，基隆）	137
圖 6-35	自然曝曬時間與光澤度改變關係圖（木材基材，基隆）	138
圖 6-36	自然曝曬時間與光澤度改變關係圖（碳鋼基材，台北）	138
圖 6-37	自然曝曬時間與光澤度改變關係圖（砂漿基材，台北）	139
圖 6-38	自然曝曬時間與光澤度改變關係圖（木材基材，台北）	139
圖 6-39	壓克力樹脂塗裝於不同基材及不同劣化方式光澤損失率變化結果	140
圖 6-40	環氧樹脂塗裝於不同基材及不同劣化方式光澤損失率變化結果	141
圖 6-41	PU 樹脂塗裝於不同基材及不同劣化方式光澤損失率變化結果	141
圖 6-42	防火漆塗裝於不同基材及不同劣化方式光澤損失率變化結果	142
圖 6-43	鹽霧與日光加速劣化時間與接觸角變化關係圖	149
圖 6-44	基隆與台北自然曝曬劣化時間與接觸角變化關係圖	149
圖 6-45	各種塗裝方式於不同劣化下日光加速劣化試驗接	



觸角試驗結果.....	150
圖 6-46 無塗裝裸鋼試片於不同劣化下腐蝕速率試驗結果.....	156
圖 6-47 不同塗裝系統之水泥砂漿試片透水試驗結果..	158
圖 6-48 不同塗裝系統之水泥砂漿試片氯離子侵入試驗結果.....	158
圖 7-2 常用之試片標示工具（數字衝頭鋼印、中心衝錐.....	163
圖 7-3 本所已建置之開放式曝曬架.....	166
圖 7-4 試片安裝所使用之 PP 材質之螺栓與絕緣墊片..	168
圖 7-5 建研所設置 CTP96 鹽霧複合耐候試驗機.....	169
圖 7-6 鹽水補給桶與空氣飽和桶.....	170
圖 7-7 建研所設置 SUGA X75 氙弧燈耐候試驗機.....	172
圖 7-8 SUGA X75 氙弧燈耐候試驗機冷卻水補給桶..	173
圖 7-9 試片置放至 SUGA X75 迴轉架上.....	174
圖 7-10 建研所設置 SUGA SM-T 分光測光儀.....	178
圖 7-11 建研所設置之 BYK 光澤度量測儀.....	180
圖 7-12 建研所設置之 FTA 188 接觸角量測儀.....	181
圖 7-13 以軟體量測液體與塗膜的接觸角.....	182



## 摘要

關鍵詞：塗裝材料、耐候性、耐光性

### 一、研究緣起

在結構物使用過程中，由於設計時所考量的安全係數，導致劣化的過程往往並非結構設計不當或超載等力學因素所造成。泰半係因為建築材料本身無法抵抗所處環境中劣化因子的侵襲所造成。而塗裝材料除了替結構體增加視覺美感外，最重大的功能便是保護各單元之組成建材，避免結構體造成耐久性問題的第一線角色。對塗裝材料而言，起泡、變黃、粉化、與龜裂等現象均是導致其保護基材效果喪失的主要徵兆，而暴露環境中的空氣塵埃、溼氣、與陽光卻是導致上述缺陷產生的主要因素。而我國除有屬於海島型海域環境腐蝕問題，亦因地理位置屬於亞熱帶與熱帶交界的區域，因此一年氣候中往往有大半時候屬於陽光的晴天，因此當高日照時間與高度經濟發展所帶來的空氣汙染便造成塗裝材料極不利的侵蝕環境。因此本計畫針對塗裝材料耐久耐候性試驗進行探討，計畫除針對各種塗裝材料耐久耐候試驗規範進行整理外，亦配合進行試片劣化試驗實際操作，初步建立國內本土性氣候環境戶外自然曝曬與加速劣化之關係。

### 二、研究方法及過程

本計畫將常見的壓克力樹脂漆、環氧樹脂漆、PU 樹脂漆、與防火漆四種塗裝材料運用於碳鋼、水泥砂漿、與木材基材上。並藉由 2000 小時的鹽霧與日光加速劣化試驗和 6 個月的自然曝曬劣化過程探討塗裝材料的耐久耐候性。

研究於今年二月開始執行至今，已完成各種塗裝試片的製作工作，並依設計之劣化期程，完成各項劣化試驗與分析工作。

### 三、重要發現

由研究發現，各種塗裝系統在經歷加速與自然曝曬劣化期程後，腐蝕速率仍明顯低於未塗裝裸鋼系統，顯示底漆系統發揮保護基材的效果。但防火漆塗裝的試片於劣化過程中雖無腐蝕現象產生，但表面已產生剝離龜裂現象。而未塗裝的木材試片於 200 小時日光加速劣化過程已從木紋處開裂。防火漆塗裝的木板試片也有相同現象，其他塗料則無此現象，顯示防火漆在加速劣化試驗過程中已失去保護木板基材的性質。環氧樹脂塗料於未開始進行劣化試驗時，塗膜的光澤度最佳，但開始進行日光模擬加速劣化時，於 200 小時後塗膜光澤度值便降至 30% 以下，且 2000 小時加速劣化過程後，表面有粗糙情形產生。本計畫執行狀況良好，亦依實驗研究所得之經驗與所內人員共同研擬具實用性之標準試驗程序以供後續研究人員訓練使用。

### 四、主要建議事項

本計畫藉由塗裝材料劣化試驗研究，雖受限於 11 個月研究期程，僅能獲得 3 個月與 6 個月劣化期程試驗結果，但在每個曝曬架上仍留有試片，以供後續研究團隊持續進行長期劣化過程。並對後續研究提供下列建議。

立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、交通部

當使用環氧樹脂塗料為建築物外部面漆系統時，需留意其受到陽光而改變視覺性質的影響。防火漆目前大多運用於室內裝修材料耐燃塗裝上，若需使用為建築物外部面漆系統時，根據本研究初步試驗結果顯示，會有剝離龜裂現象，因此建議應當成中塗漆功能使用或許較為適當。

長期性建議—

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、交通部

建議於全國各氣候分區處建立戶外曝曬場，並由長期曝曬劣化試驗研究結果，與長期環境監控，建立各型塗料適用性資料庫。且將試驗方法整合為國家標準內使用。



## ABSTRACT

Keywords: paint material 、 weather resistance 、 lightfastness

Because Taiwan is a typical island climate with high accumulative sunshine hours and humidity, the weather resistance and lightfastness of paint are important factors for durability of steel construction, reinforced concrete, and wood structures. Although the increased demand for getting data as fast as possible makes more and more engineer turn to accelerated weathering. But no accelerated weathering program can be complete without the confirmation from and correlation to natural weathering. This objective of this research is to study the testing methods for outdoor exposing test and accelerated weathering test on paint materials. Three parts will be preceded; first, the standards and technical literature for weather resistance and lightfastness of paint materials will be collected. Second, the weather resistance and lightfastness of acrylic, epoxy, and PU coatings exposed to outdoor exposing test and accelerated weathering test will be investigated. And third, from test results and experiences, the suggestions operation procedure of outdoor exposing test and accelerated weathering test will be discussed.

## 第一章 緒 論

### 第一節 研究緣起與背景

在結構物使用過程中，由於設計時所考量的安全係數，導致劣化的過程往往並非結構設計不當或超載等力學因素所造成。泰半係因為建築材料本身無法抵抗所處環境中劣化因子的侵襲所造成。而塗裝材料除了替結構體增加視覺美感外，最重大的功能便是保護各單元之組成建材，避免結構體造成耐久性問題的第一線角色。對塗裝材料而言，起泡、變黃、粉化、與龜裂等現象均是導致其保護基材效果喪失的主要徵兆，而暴露環境中的空氣塵埃、溼氣、與陽光卻是導致上述缺陷產生的主要因素。而我國除有屬於海島型海域環境腐蝕問題，亦因地理位置屬於亞熱帶與熱帶交界的區域，因此一年氣候中往往有大半時候屬於陽光的晴天，因此當高日照時間與高度經濟發展所帶來的空氣汙染便造成塗裝材料極不利的侵蝕環境。

近年來塗裝材料的發展，除了原有所賦予的保護機能外，亦融入大量高科技元素與健康概念以強調其功能性，使得塗裝材料的化學組成（包含揮發的溶劑與不揮發的塗膜部份）相當複雜，因此各家廠商均對組成視為商業機密。而各型錄所提供的塗料性能，往往無法藉由公正的第三者加以驗證。對塗料所提及對基材的長期保護功能，國內各廠家大多僅能提供各種加速劣化的試驗結果。然而加速劣化的評估結果往往無法很真確的反應到一般氣候環境下的劣化情形。導致加速劣化試驗結果僅可能用於不同建築材料於特定環境下耐久性的比較，若要進行材料生命週期分析或建築物服務年限評估時則無法完全採用。而對於加速劣化與自然長期曝曬之間的關聯性建立方面，目

前國內大多引用國外自然曝曬的數據，對國內本土性氣候環境自然曝曬數據則較缺乏。有鑑於此，可藉由內政部建築研究所新建置的材料耐久耐候實驗室為整合平台，配合陸續購置的加速劣化試驗設備與分析儀器進行相關塗裝材料耐候耐久性評估試驗。

另一方面，塗裝材料本身不揮發塗膜部份的光澤也會受到所處環境的光線強度與日照時間所影響。在許多需考量外觀的建築物中，塗裝材料的服務年限，並非受到塗料本身所提供的保護性喪失時間而定；而是受到塗裝材料光澤改變導致美觀性喪失的因素所主控。過去塗裝材料耐久性劣化評估較偏重於塗裝材料鹽霧加速劣化試驗結果，且結果大多僅能描述塗裝材料在各種鹽霧加速劣化狀態下，塗料表層的改變，並無法提供定量的數據如基材的腐蝕速率或視覺性質等量化資訊。

因此塗裝材料的耐久性應針對基材的保護性與美觀性改變進行探討，而基材的保護性與塗料抵抗環境中惡劣因子侵蝕基材程度有關。美觀性則與塗料塗膜部份抗光照的視覺性質有關。

因此本計畫擬針對塗裝材料耐久性試驗進行探討，計畫除針對各種塗裝材料耐久耐候試驗規範進行整理外，亦就各種塗裝形式的保護機理與劣化方式進行說明，並配合進行試片劣化試驗實際操作，初步建立國內本土性氣候環境戶外自然曝曬與加速劣化之關係。另一方面亦對塗裝材料功能性在劣化環境下變化的影響進行相關文獻蒐集，並就塗裝材料在加速劣化試驗過程中光澤與表面接觸角改變進行相關試驗研究。在而由試驗過程中的劣化試驗設備與分析儀器操作，協助所內人員建立實驗標準操作程序，供後續實驗室營運與設備維護之參考。



## 第二節 研究方法與內容說明

本計畫主要分成三部份，首先針對塗裝材料自然曝曬與加速劣化試驗相關規範與文獻進行整理。其次針對塗裝材料的防護機理與劣化過程進行探討。研究方式除相關文獻蒐集外，亦經由實驗進行驗證，研究規劃與設計如本報告第四章所述，相關試驗方法與試片製作過程如本報告第五章所述。在驗證過程中並初步建立自然曝曬與加速劣化之關係。實驗過程擬依據上述所整理之試驗法，分別針對各種塗裝材料運用於碳鋼、水泥砂漿、與木材基材上進行實驗研究與驗證。其中戶外曝曬試驗擬於建研所位於台北之耐久耐候實驗室以及基隆海洋大學之曝曬場進行。而加速劣化則擬利用建研所購置之鹽霧複合耐候試驗與日光模擬劣化耐候試驗機進行。最後則由上述試驗過程所獲致之經驗撰寫各項設備與試驗方法之標準作業程序。圖 1-1 為本研究之流程圖，相關研究內容如下所述：

1. 各國塗裝材料劣化分析規範整理與差異性比較。
2. 探討各種塗裝形式對基材防護機理與劣化機制的探討。
3. 塗裝材料於戶外自然曝曬耐候與耐光特性之差異。
4. 塗裝材料於加速劣化過程耐候與耐光特性之差異。
5. 戶外自然曝曬與加速劣化的關聯性探討。
6. 劣化前後分析方法之標準程序建置。

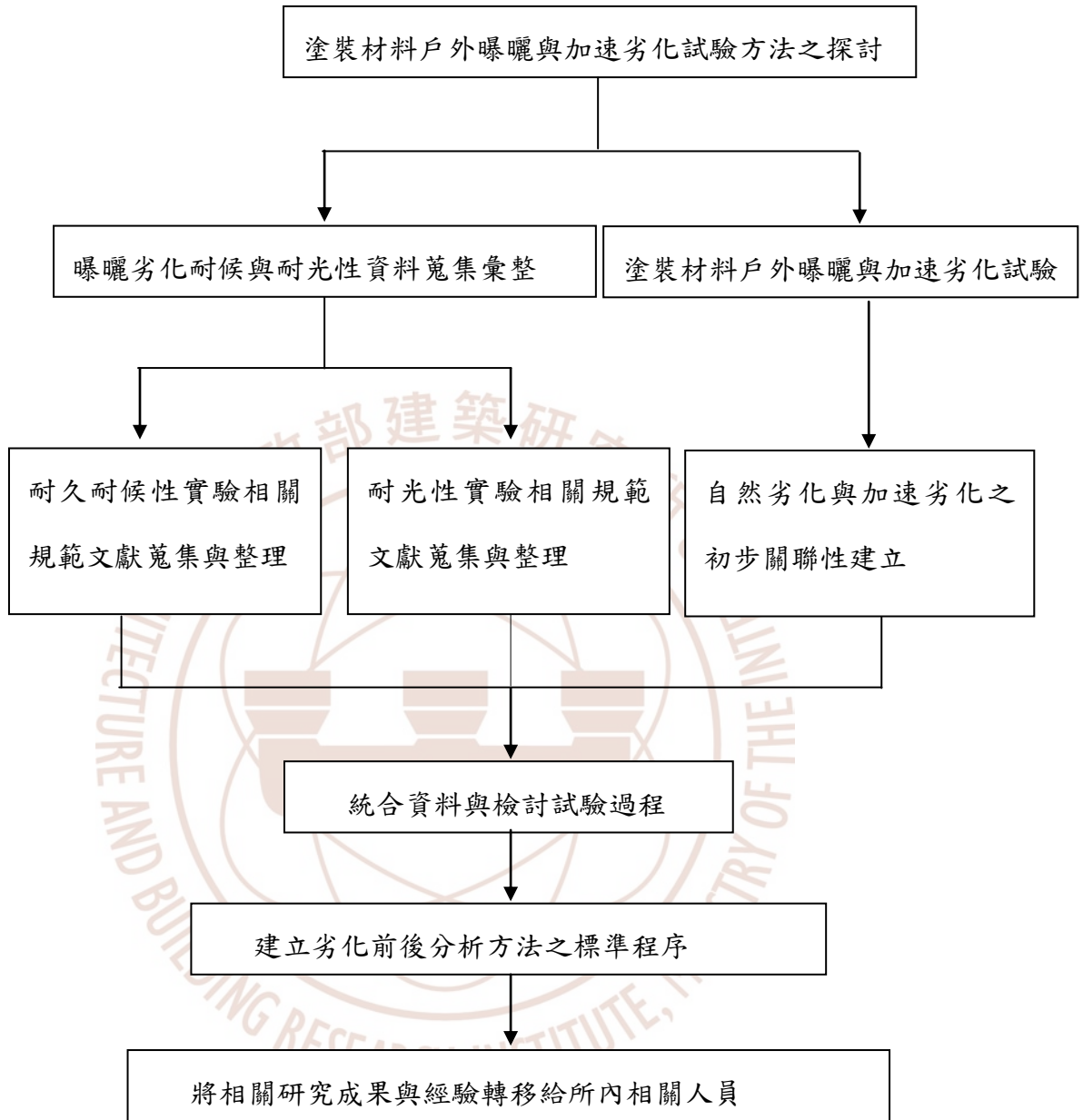


圖 1-1 研究流程圖

(資料來源：本研究自行整理)

表 1-1 將已完成工作內容與報告進行對照，主要內容係於第一章介紹本計畫之研究背景與目的。第二章針對各種建塗裝材料分類與劣化原因進行探討。第三章將目前蒐集之各種塗料性質試驗方法與規範標準加以整理介紹。第四章針對本研究之規劃與實驗設計加以說明。第五章說明試片製作過程與進行各項塗料性質試驗分析方法。第六章針對第五章試驗結果進行分析與討論。第七章為本研究依據實驗過程所得之經驗，撰寫塗料建材耐久耐候試驗方法之標準作業程序。最後則對成果作出本研究結論與建議。附件 1 為 CNS K2 類塗料相關標準名稱；附件 2 為 CNS K6 類塗料檢驗相關標準名稱；附件 3 為各劣化期程試片目視觀察之照片；附件 4 為 2 次專家座談會會議記錄。

**表 1-1 執行工作內容與報告內容對照表**

工作分項	計畫工作內容	報告位置
研究背景與目的	計畫研究流程與相關背景說明和目的 確任	第一章
文獻蒐集	塗料分類與劣化原因探討、各種塗料 性質試驗方法與規範蒐集和整理	第二章、第三章 附錄 1、附錄 2
試驗研究	實驗設計與試片製作	第四章、第五章
試驗研究	加速劣化與自然曝曬試驗進行	第五章
結果分析	劣化前後塗料性質分析	第六章
標準程序訂立	劣化與分析方法進程序建立	第七章

(資料來源：本研究自行整理)

### 第三節 蒐集之資料與文獻分析

目前有關塗料加速劣化性質的相關研究，大致為塗料於長期劣化下本身視覺與物理性能上的研究。對視覺性能而言，國內有許多針對塗料於木材基材上的研究，如台大張上鎮教授所指導的一系列論文，針對紫外光硬化塗料的耐久耐候性進行探討<sup>1,2</sup>。或屏科大林正榮教授以二氧化鈦與氧化鋅加入塗料以改善抗紫外光性能<sup>3</sup>等。對木材塗料抗全波長日光加速劣化（氙弧燈）的影響方面，林業試驗所亦有一連串木材用塗料耐候性試驗<sup>4,5</sup>。但過去較少文獻探討塗料用於其他基材，如鋼板或混凝土基材性質上的全波長日光加速劣化研究。鹽霧加速劣化下的防蝕性能也多為塗膜表面是否產生異狀的描述，如施旭原等的研究<sup>6</sup>。電化學腐蝕速率量測方面，有林筵進等針對不同塗層材料加速劣化後之電化學分析<sup>7</sup>，或林漢棠對鋅粉塗料的防蝕研究<sup>8</sup>，亦或是本研

---

<sup>1</sup>許富蘭，「紫外光硬化塗料耐光性與耐候性之比較與改善」，國立台灣大學森林研究所碩士論文，指導教授：張上鎮教授，1993。

<sup>2</sup>周佰隆，「紫外光硬化壓克力塗料對木材耐久性之改善」，國立台灣大學森林研究所博士論文，指導教授：張上鎮教授，2002。

<sup>3</sup>廖芥楓，「木材塗膜耐候性改良之研究」，國立屏東科技大學木材科學與設計研究所博士論文，指導教授：林正榮教授，2005。

<sup>4</sup>李鴻麟、鄒哲宗、夏滄淇、顧文君，「木材用塗料耐候性之研究－塗料耐候性之比較」，林業試驗所研究報告季刊，Vol. 8, pp.321-330, 1993.

<sup>5</sup>鄒哲宗、夏滄淇、陳啟榮、顧文君，「木材用塗料耐候性之研究－塗料之耐候性與耐光性」，林業試驗所研究報告季刊，Vol. 10, pp.153-160, 1995.

<sup>6</sup>施旭原，「保護塗料應用於傳統建材之抗劣化效果試驗方法初探」，國立台灣科技大學工程技術研究所碩士論文，指導教授：王惠君教授，1998。

<sup>7</sup>林筵進，「不同塗層在乾溼循環環境中之電化學阻抗性質研究」，國立成功大學材料工程與科學研究所碩士論文，指導教授：蔡文達教授，2002。

<sup>8</sup>林漢棠，「以交流阻抗技術研究有機與鋅粉塗料之行為」，元智大學化學工程研究所碩士論

究團隊過去之研究<sup>9</sup>。

對長期曝曬而言，工業研究院曾於麥寮地區進行 38 個月曝曬試驗<sup>10</sup>，國內清大施漢章教授曾對電信材料與鋼材進行長期曝曬試驗<sup>11</sup>。或台大森林系曾於南投溪頭進行塗裝木材多年期試驗觀察<sup>12</sup>。國外英國與美國曾有 80 年以上之戶外曝曬研究相關資料<sup>13,14</sup>，國內則較少有超過 50 年以上曝曬期之資訊。

---

文，指導教授：尹庚鳴教授，2002。

<sup>9</sup>葉世文、楊仲家、卓世偉，「建材耐候耐久性曝曬試驗之建置研究」，內政部建築研究所協辦研究案，2007。

<sup>10</sup>陳哲生、吳忠民，「耐候型塗料於麥寮地區曝曬行為研究」，中國工程師學會工程季刊，Vol. 80, pp.39-46, 2007.

<sup>11</sup>洪耀宗，「電信材料之大氣腐蝕及其防治研究」，國立清華大學材料工程研究所博士論文，指導教授：施漢章教授，2003。

<sup>12</sup>蕭亞方，「塗裝木材人工加速與自然劣化相關性之探討」，國立台灣大學森林學研究所碩士論文，指導教授：張上鎮教授，1996。

<sup>13</sup>ATLAS Weathering Services Group, 「Natural Weathering Testing – Asian Sites」, <http://www.atlas-mts.com/products/natural-weathering-testing-new/sites>, 2008。

<sup>14</sup>Paint Research Association Company, 「Introduction of PRA」, [www.pra-world.com/technical](http://www.pra-world.com/technical), 2008.

## 第二章 塗料分類與劣化形式

### 第一節 塗裝材料的種類

塗裝材料主要在基材表面形成塗膜，達到保護基材與美觀之功能。塗料一般由展色劑（vehicle）與顏料所組成。而展色劑又包含揮發的溶劑部分與不揮發的塗膜部分。其中揮發的溶劑部分主要功能在於協助流動與塗佈，因此其組成與塗料之施工性與養護所需時間有關，對最後形成之塗膜性質則較無太大影響。而塗料最大的不同便在於塗膜的組成，也是各家廠商研發的主要重點。因此若對塗料進行分類，可以分成對塗膜的原料進行分類或對展色劑性能進行分類。

#### 一、依塗膜原料分類

若對塗膜組成原料進行分類，目前市面上以水性乳化塗料、油性塗料、天然樹脂塗料、纖維素塗料、與合成樹脂塗料為主。水性乳化塗料最典型的代表為室內塗裝使用的水泥乳膠漆，主要係以水為稀釋劑，水分散性乳化樹脂為展色劑組合而成，其優點為無溶劑使用毒性低、以水為稀釋劑施工方便，但缺點亦在於以水做為稀釋劑導致揮發後塗膜厚度較薄，組織較鬆散，抗蝕性與耐候性較差<sup>15</sup>。油性塗料則以熟練乾性油為展色劑，典型產品為凡力水或各類調和漆，其優點在於顏料分散性佳，與低垂流性，但是因為乾性油分子量低，因此所需乾燥時間較長，且耐酸鹼能力較差，因此現在逐漸被合成

---

<sup>15</sup>陳劉旺、童欽文，「塗料製造化學」，高立圖書有限公司，1993。

樹脂塗料所取代<sup>16</sup>。天然樹脂塗料的展色劑大多為溶劑與天然植物樹脂所組成，大多使用於木材製品上，代表產品有生漆與卡士漆，乾燥時間較長為其缺點<sup>17</sup>。纖維素塗料展色劑由硝化纖維與樹脂、可塑劑所組成，優點為乾燥快與耐油性良好，可與各種漆混合。但缺點為耐候、耐磨、耐熱、與屈曲性等物理性質差，且因所含固體成分低，因此揮發後塗膜厚度較薄。典型產品為拉卡噴漆（Lacquer）<sup>16</sup>。合成樹脂塗料系在展色劑不揮發部分採用各種高分子聚合物樹脂以達到工程上耐蝕與耐候之需求。因此建築物外牆與長時間與惡劣環境接觸的金屬或木構造，大多使用合成樹脂塗料。其缺點則為合成樹脂塗料揮發部分使用大量酮、醇、酯或其它芳香族碳氫化合物等引火點低的溶劑做為稀釋劑，溶劑蒸氣的揮發會有爆炸、火災、與中毒等危險事故的產生。表 2-1 將市面上常見之產品以塗膜組成原料進行分類。

本研究擬以建築物外牆與鋼結構常用的防護塗料合成樹脂塗料進行實驗的對象，因此下述針對常用之壓克力樹脂（Acrylic resin）、環氧樹脂（Epoxy resin）、與聚脲酯樹脂（Poly Urethane resin, PU resin）之合成樹脂塗料加以說明。

壓克力樹脂於塗料中的運用極早，其學名又稱為聚丙烯酸酯塗料。可區分為常溫硬化型及加熱硬化型，其中常溫硬化型使用溶劑於室溫下自然揮發乾燥塗膜成型。而加熱硬化型則有以加熱方式使塗膜成型，或以硬化劑混合樹脂反應使塗膜成型之方式。在日常運用上，一般的壓克力噴漆（又名拉卡漆，Lacquer）為常溫硬化型產品；汽車烤漆則大多為加熱硬化型產品。在塗

---

<sup>16</sup>梁復中，「塗料製造配方」，高立圖書有限公司，1986。

<sup>17</sup>葉棋源，「塗裝工程」，大中國圖書有限公司，2000。

膜物理性質上，一般而言，加熱硬化型之耐候性佳與顏色穩定性較常溫硬化型佳<sup>16</sup>。

環氧樹脂塗料係於一個分子中含有兩個具高反應性的環氧基，環氧樹脂通常無法單獨使用，必須加入交連劑，形成三次元結構後才具有應用價值。因此環氧樹脂塗料均為二劑型產品。而環氧樹脂塗料對基材附著性、耐蝕性、物理性、與絕緣性等性能極佳，因此常用於鋼板防蝕或建材防腐與防水用途上<sup>15</sup>。

PU 塗料亦稱優力但塗料，為異氰酸酯 (Isocyanate, 含  $-N=C=O$ ) 與氫氧基化合而成。具強韌與彈性，附著性及耐候性也極佳，而光澤度及硬度也比環氧樹脂與壓克力樹脂都要高，但其最大的缺點在於照射紫外線後易變成黃色，因此較不適合於戶外使用。PU 塗料極適合用於木材基材上，因為木材細胞本身的氫氧基可與異氰酸酯結合，故對木材附著性極佳。PU 塗料與壓克力樹脂塗料一樣，可分為單劑型與二劑型產品，一液型塗料依空氣中水氣硬化之塗料，二劑型塗料係以聚元酯 (polyester) 加硬化劑之硬化型塗料。其中一劑型的 PU 塗料利用濕氣或加熱等觸媒使 PU 膜型成。而二劑型常見的則有 Polyol 硬化型 PU 塗料<sup>17</sup>。



表 2-1 市面上常見塗料之分類（以塗膜組成分類）

塗料種類	市售產品名稱	展色劑成份
水性塗料	乳化塑膠漆 (Emulsion paint)	乳化塑膠、顏料、清水
	水溶性漆 (Water Soluble Paint)	水溶性樹脂、顏料、清水
油性塗料	熟煉油 (Boiled Oil)	乾性油、乾燥劑
	凡立水 (Varnish)	乾性油、樹脂、乾燥劑、溶劑
	調和漆 (Ready Mixed Paint)	熟煉油、樹脂、溶劑
	磁漆 (Enamel Paint)	凡立水、樹脂、溶劑
天然樹脂塗料	洋干漆 (Shellac Varnish)	士力膠、酒精
	臘漆 (Copal Varnish)	谷巴膠、蓖麻油、酒精
	生漆 (Urushiol Coating)	天然植物性樹脂
	卡士漆 (Cashew Coating)	天然植物性樹脂
纖維素塗料	硝化纖維噴漆 (NC Lacquer)	硝化纖維、樹脂、可塑劑、溶劑
	醋酸纖維噴漆 (Acetyl Cellulose Lacquer)	醋酸纖維、可塑劑、溶劑
	乙基纖維噴漆 (Ethyl Cellulose Lacquer)	乙基纖維、樹脂、可塑劑、溶劑
合成樹脂塗料	醇酐樹脂漆 (Alkyd Coating)	醇酐樹脂、乾燥劑、溶劑
	酚樹脂漆 (Phenolic Coating)	酚樹脂、乾性油、溶劑
	三聚氰胺樹脂漆 (Melamine Coating)	醇酐樹脂、三聚氰胺樹脂、溶劑
	尿素樹脂漆 (Urea Coating)	醇酐樹脂、尿素樹脂、溶劑
	聚氯乙烯樹脂漆 (Vinyl Coating)	聚氯乙烯樹脂、可塑劑、溶劑
	聚合酯樹脂漆 (Polyester Coating)	聚合酯樹脂、安定劑、硬化劑
	環氧樹脂漆 (Epoxy Coating)	環氧樹脂、硬化劑、溶劑
	矽利康樹脂漆 (Silicon Coating)	矽利康樹脂、溶劑
	聚胺基甲酸酯樹脂漆 (Polyurethane Coating)	聚胺基甲酸酯樹脂、溶劑
	氯化橡膠漆 (CR Coating)	氯化橡膠、可塑劑、溶劑
	粉體塗料 (Powder Coating)	合成樹脂
無機塗料 (Inorganic Coating)	矽酸脂、溶劑、鋅粉	

(資料來源：永記造漆工業有限公司 [18]<sup>18</sup>)

<sup>18</sup>永記造漆工業有限公司，「鋼鐵處理標準與塗裝」，<http://www.rainbowpaint.com.tw>。

## 二、依展色劑性能分類

展色劑係塗料去除呈現顏色的染料後的部分，其組成有包含掌控工作性的揮發部分與塗膜物理性質的不揮發部分。因此若依工作性分類而言，塗料可以藉由所使用的溶劑不同達到控制乾燥與塗膜硬固時間。因此可分成自然乾燥型塗料、加熱硬化塗料、紫外線硬化型塗料、電子線硬化型塗料、聚合反應型塗料、濕氣反應型塗料等形式。亦可藉由稀釋劑達到控制垂流性與黏度。一般而言，酮與酯類為高沸點溶劑（沸點高於 $150^{\circ}\text{C}$ ）；醇類為中沸點助溶劑（沸點介於 $100$ 至 $150^{\circ}\text{C}$ ）；芳香族碳氫系與水為稀釋劑（沸點低於 $100^{\circ}\text{C}$ ）。藉由溶劑、助溶劑、與稀釋劑比例的調整便可達到工作性的要求 [17]。

若依塗膜物理性質與用途目的進行分類，則可分為防銹塗料、耐藥品塗料、防火塗料、耐熱塗料、耐油塗料、殺蟲塗料、防污塗料、防霉塗料、電器絕緣塗料、發光塗料、船舶塗料、剝離塗料、與汽車塗料等。如酚基樹脂塗料為防蝕及耐藥品塗料、電絕緣塗料以及木工用塗料。氯化橡膠系塗料可做為耐藥品侵蝕的與防銹塗料。矽氧樹脂為電器絕緣塗料主要成分。

## 第二節 塗裝材料劣化原因與缺陷

塗料於塗裝設計、塗裝過程、與塗膜硬固後，均有可能因人為或氣候因素產生劣化或缺陷。在塗裝設計過程中最容易發生劣化的情形為不同系統塗料相容性之問題。因此原則上不同類型的塗膜原料，如合成樹脂塗裝於舊有油性塗料表面可能會有不相容之問題產生。當不相容劣化發生時，容易引起漆膜顏色展色不良與層間剝離現象產生。塗裝過程時發生的缺陷則有刷痕、橘皮、塌凹、垂流、氣泡、滲出、乾燥不良、與顏色分離等現象。其中刷痕與橘皮均為塗裝時黏度過高所產生，可以由增加稀釋劑的方式避免。反撥為塗料表面附著水或油污染物導致塗面產生凹塗或孔穴。垂流為噴塗量太多或黏度太低所產生。氣泡的缺陷主要是因為混入塗料中的空氣留在漆膜內形成

小泡，其原因除了由於塗料黏度過高外，也有可能為攪拌過程所致。滲出則係因為底層漆之顏色被上層塗膜溶化而滲出，主要成因係底層漆乾燥不充分便在上塗裝。塗料未在規定時間應固為乾燥不良的現象，其發生原因為有過分厚塗裝、硬化劑配量不足、或施工時氣溫太低濕度過高等情形。顏色分離則發生於塗料中混有多種色彩顏料，於塗裝時發生顏色分離或不規則斑點現象，其主要成因為稀釋劑用量過多或攪拌不均<sup>18</sup>。

塗膜硬固後所產生的缺陷有變黃、變色、粉化龜裂、發霧、皺紋、光澤不均、與起泡等現象。變黃為淺色或白色塗膜經日光或高溫照射變黃，其原因為塗膜中的雙鍵脂肪酸與空氣產生氧化或受日光分解產生變黃。變色除有可能受到UV光照射影響外，亦有可能因為塗料中的銅鉛離子與硫化氫接觸變黑。粉化龜裂除因塗膜太厚或使用過分稀釋塗料所導致外，亦有受到UV光照射失去附著性所引起。發霧則為塗面產生如鏡面霧狀現象。其發生之原因主要為塗裝時在高濕度或化學瓦斯氣體場合中施工。皺紋為漆膜表面走起皺現象，主因除過分厚塗造成表裡乾燥度差異太大之情形，或因為促進乾燥，將塗面直接加熱所致。光澤不均為塗膜表面部分無光澤情形，此與塗膜厚度差異太大或陽光照射有關。起泡為塗膜發生浮腫起泡情形，主因係為水分侵入塗膜中或基材銹蝕所致<sup>17</sup>。

### 第三節 塗裝材料與基材之關係

塗裝材料除了使建築外表增添各式色彩達到美觀需求外，另一個最主要的功能為保護基材，避免外在環境中惡劣因子侵蝕基材，進而延長基材的服務年限。對建築物而言，塗裝材料所保護的基材大致為水泥質基材（混凝土或水泥砂漿）、鋼材、與木材。

對混凝土而言，在結構中所扮演的角色除承受壓應力外，對結構物內

部之鋼筋或鋼鍵也提供了一鹼性的保護層，以免鋼筋或鋼鍵迅速腐蝕。然而無論清水混凝土表層與水泥砂漿粉刷層，水泥質材料內部均為多孔性組織，因此僅能延緩暴露環境中有害離子的侵入到達鋼材表面的時間，並無法完全阻隔。所以塗裝材料對水泥質材料基材而言，基材表面的多孔性提供了塗料附著力的來源，使得塗料可以藉由毛細的吸附現象塗裝於基材的表面，而塗料緻密的塗膜提供了阻塞惡劣因子藉由連通孔隙侵蝕基材的連通路徑。另一方面厚度足夠且具防水的塗料也可適時填補微裂縫避免外在水氣與二氧化碳滲入水泥質材料內部，造成混凝土碳化與白華（efflorescence）現象。也可使室內不會產生壁癌現象。

對鋼材而言，由於金屬極易與其所接觸介質（液體或是氣體）發生氧化還原反應，而氧化反應會使得表面金屬解離失去電子，造成腐蝕現象。腐蝕會造成鋼或金屬的大量損耗。過去文獻曾指出，美國於 2002 年評估發現每年因金屬腐蝕所損失的經濟成本高達國民生產毛額的 3.17%<sup>19</sup>。而塗料緻密的塗膜便阻隔鋼材表面與水和氧氣接觸的機會，另一方面也使破壞鋼材表面鈍態膜的氯離子無法侵入鋼材內部。

木材與上述兩種基材不同，屬於天然有機物，以生物觀點而言，木材為長細胞所構成，因此容易受到蟲或黴菌的食噬，另一方面木材內部為細胞腔與細胞壁所組成的孔狀結構體，因此木材含水率變動極大，其尺寸安定性較差。所以塗料對木材而言，可以利用木材多孔性，使塗料很容易吸附於表面上，並利用其緻密的塗膜阻塞水分吸收路徑；也因塗膜的無機成分，使得外在生物無法從木材取得所需養分。

---

<sup>19</sup>蔡文達，「生活環境中的腐蝕」，行政院國家科學委員會科普知識資料庫，[http://www.nsc.gov.tw/\\_newfiles/popular\\_science.asp?add\\_year=2006&popsc\\_aid=121](http://www.nsc.gov.tw/_newfiles/popular_science.asp?add_year=2006&popsc_aid=121)，2006.





## 第三章 塗料試驗相關標準規範

在 CNS 國家標準中，塗料的相關標準主要分布與 K2 類別與 K6 類別，其中 K2 類別主要規定各式塗料成份標準與塗料儲存條件。並參考國際 ISO 組織訂定塗料試驗前鋼材表面處理的規範（CNS 143061-1~4 系列），相關標準共計 251 種，總號與條文名稱詳如附件 1 所示。K6 類別為塗料檢驗的相關標準，包含塗料檢驗的抽樣與試驗條件、塗料化學成份與物理性質分析、塗膜工作性和硬固性質分析試驗、與塗膜耐久耐候試驗等。其中前兩者係針對塗料本身未施工前的抽樣檢驗。後兩者則針對塗膜施工過程的工作性與硬固後的物理耐久耐候性質，所有相關標準共計 200 種，總號與條文名稱詳如附件 2 所示。

### 第一節 塗料檢驗的抽樣與試驗條件標準

此部分標準規範了各種塗料的正確取樣抽檢方式，包含取樣頻率、取樣數量、與取樣操作方式。在 CNS 標準中，CNS 9007 與 CNS 15200 系列均為典型試驗標準。K6 類別中亦有部分標準以此通則所衍生。

其中 CNS 9007 標準係參考日本規範 JIS K5400 訂定，內容包含塗料檢驗取樣方式各種規定、試片製作與尺寸規定。但此規範於日本 2002 年四月已廢除，並配合國際標準組織 ISO 整合於 JIS K5600 內。我國 CNS 15200 系列也參考 JIS K5600 並配合 ISO 標準於民國 96 年 10 月新訂定之標準，目前已通過 1-1 至 1-8 部相關條文。因為並未完全訂定完成，因此我國 CNS 9007 標準尚未廢除。其中 CNS 15200 第 1-2 部的標準為取樣抽檢與操作方式。1-1、

1-4、1-5、1-6、1-7、與 1-8 部均為試片製作方式與尺寸的相關規定。CNS 15200 標準系列各部份的條文精神與 CNS 9007 均為相同，其差異性在於 CNS 15200 標準系列加強 CNS 9007 各項條文說明。表 3-1 為 CNS 9007 與 CNS 15200 系列的標準名稱與相對應的國際標準編號與名稱。

## 第二節 塗料化學成份與物理性質分析

有關塗料化學成份檢驗標準，在 CNS 中便超過 100 種，主要原因在於塗料組成多樣化且複雜所致。然而大部分塗料化學成份標準均由 CNS 10880 通則所衍生出。CNS 10880 標準說明進行塗料化學成份分析所需注意的共同事項，如試藥標示與等級規定、稀釋與滴定用水之水質規定、稀釋與溶液濃度調整配置規定、與安全注意事項。相關標準條文係參考 JIS K5407 訂定。但 2002 年 JIS 為配合 ISO 標準予以廢除。並併入 JIS K5601-1-1 標準中。JIS K5601 除納入上述通則標準外，亦將原先 36 種化學性質測定歸納分成 1-2 至 5-2 部共 11 種標準，即將塗料基本化學性質如熔點、揮發物與不揮發物成份，VOC 濃度等檢測方法重新整理列入標準內。因此未來國內 CNS 標準應會以此方向進行標準整合工作。表 3-2 為相關標準與名稱。與塗料物理性質相關的標準有 CNS 9725、CNS 9894、與 CNS 15200-1-3 等。其中 CNS 9894 規範了塗料於低溫、常溫、與加溫狀態下 (-5 至 35°C) 儲存安定性的檢測方法。CNS 9725 說明塗料物理形狀性質的檢驗方式。包括了塗料於容器內狀態的觀察、透明性、加登納色數、汙點、黏度、密度、分散度、混合性、可使用時間、稀釋性。相關條文主要亦參考 JIS K5600-2-1 至 JIS K5600-2-6 訂定。CNS 15200-1-3



部規範主要將 CNS 9725 塗料容器內狀態觀察的部分抽離出來，並詳加說明其過程與注意事項。表 3-3 為相關標準與名稱。

**表 3-1 塗料檢驗的抽樣與試驗條件相關標準與名稱**

CNS總號	標準名稱	相對應國際標準
9007	塗料一般檢驗法-取樣及試驗一般條件 Method of Test for Paints - Sampling and General Condition	JIS K5400
15200-1-1	塗料一般試驗方法-第 1-1 部:通則-一般試驗(條件與方法) Testing methods for paints - Part 1-1 : General rule - General test methods (conditions and methods)	JIS K5600-1-1
15200-1-2	塗料一般試驗方法-第 1-2 部:通則-取樣 Testing methods for paints - Part 1-2 : General rule - Sampling	JIS K5600-1-2 ISO 15528
15200-1-4	塗料一般試驗方法-第 1-4 部:通則-試驗用標準試驗板 Testing methods for paints - Part 1-4 : General rule - Standard panels for testing	JIS K5600-1-4 ISO 1513
15200-1-5	塗料一般試驗方法-第 1-5 部:通則-試驗板之塗裝(刷塗) Testing methods for paints - Part 1-5 : General rule - Coating of test panel (brush application)	JIS K5600-1-5 ISO 7877
15200-1-6	塗料一般試驗方法-第 1-6 部:通則-調節與試驗之溫度及濕度 Testing methods for paints - Part 1-6: General rule - Temperatures and humidities for conditioning and testing	JIS K5600-1-6 ISO 3270
15200-1-7	塗料一般試驗方法-第 1-7 部:通則-膜厚測定 Testing methods for paints - Part 1-7 : General rule - Determination of film thickness	JIS K5600-1-7 ISO 2808
15200-1-8	塗料一般試驗方法-第 1-8 部:通則-參比樣品	JIS K5600-1-8

(本研究自行整理)

**表 3-2 塗料化學成份檢驗相關標準與名稱**

CNS總號	標準名稱	相對應國際標準
10880	塗料成分檢驗法-通則 Method of Test for Paint Components - General Rules	JIS K5407 JIS K5601

(本研究自行整理)

**表 3-3 塗料物理性質檢驗相關標準與名稱**

CNS總號	標準名稱	相對應國際標準
9725	塗料一般檢驗法-塗料性狀 Method of Test for Paints-General Properties	JIS K5600-2-1、JIS K5600-2-2、JIS K5600-2-3、JIS K5600-2-4、JIS K5600-2-5、JIS K5600-2-6、ISO 4630、ISO 2431、ISO 2884、ISO 2811、ISO1524、ISO 9514
9894	塗料一般檢驗法-儲存安定性 Method of Test for Paints - Storage Stability	JIS K5600-2-7
15200-1-3	塗料一般試驗方法－第 1－3 部： 通則－試驗用試樣之檢查與製備 Testing methods for paints - Part 1-3: General rule - Examination and preparation of samples for testing	JIS K5600-1-3 ISO 565

(本研究自行整理)

### 第三節 塗膜工作性與硬固性質試驗

塗膜施工時的工作性主要包括了塗工作性、髹塗作業性(即將漆塗於物體的作業性)、塗佈面積(二次髹塗使用量換算面積)、平坦性(檢驗髹塗時是否因毛刷總類引起表面凹凸缺陷)、垂流性、乾燥時間(塗料失去黏性至形成塗膜之時間)、研磨容易性、上塗適合性(檢驗兩種不同塗料之相容性)、重塗適合性(檢驗新舊塗料之相容性)、與滲出性(檢驗於塗膜上重塗白色或淡色塗料,是否因原塗料滲出產生變色)。相關規範以 CNS 10756 為主。JIS 相對應的規範為 JIS K5600 第 3 部 1 至 6 節。

表 3-4 為相關標準與名稱。硬固性質方面,則區分成視覺特性(美觀性)、物理性質、與化學抗性檢驗方式。其中視覺特性方面的檢驗標準為 CNS 10756-1,內容包括了塗膜外觀目視觀察、隱避率和遮蓋力(塗膜遮蔽基材顏色性能)、塗膜顏色、視感反射率(擴散反射率,測定白色塗膜之明亮度)、與鏡面光澤度。JIS 相對應的規範為 JIS K5600 第 4 部 1 至 7 節。

表 3-5 為塗膜視覺特性檢驗相關標準與名稱。物理性質與化學抗性試驗於我國均規範於 CNS 10757,其中物理性質檢驗有評估塗膜韌性的耐屈曲性與擠壓值試驗法;評估塗膜表面狀況的耐衝擊試驗、鉛筆硬度試驗、與耐磨耗試驗;評估與基材表面關係的附著性、附著安定性、與附著強度試驗;評估力學性質的拉力強度及伸長率試驗。而化學抗性試驗包含評估塗膜對生活用品(如咖啡、醬油、蠟筆、口紅等)的抗污性;塗膜耐肥皂水的洗淨性;高溫與高濕時(35°C, RH=90%)的塗膜黏著性;加熱時安定性與過熱烘烤性;量測塗膜防蝕性及劣化狀態;量測於一定時間內塗膜的透水性、水蒸氣透過度、與氯離子透過度;以及將塗膜試片浸漬於特定液體中觀察耐水性、

耐沸騰水性、耐鹼性、耐酸性、耐鹽水性、與耐揮發油性。在國外相對應標準方面，JIS 將塗膜物理性質規範於 JIS K5600-5-1 部至 JIS K5600-5-11 部。而耐化學抗性部分則規範於 JIS K5600-6-1 部至 JIS K5600-6-3 部。表 3-6 為相關標準與名稱。

**表 3-4 塗膜工作性檢驗相關標準與名稱**

CNS總號	標準名稱	相對應國際標準
10756	塗料一般檢驗法－有關塗料的塗膜形成機能試驗法 Method of Test for Paints (Film Formability of Paints)	JIS K5600-3-1、JIS K5600-3-2、JIS K5600-3-3、JIS K5600-3-4、JIS K5600-3-5、JIS K5600-3-6、ISO 7254、ISO 1517、ISO 9117、ISO 4627、ISO 4622、ISO 3678

(本研究自行整理)

**表 3-5 塗膜視覺特性檢驗相關標準與名稱**

CNS總號	標準名稱	相對應國際標準
10756-1	塗料一般檢驗法－有關塗膜之視覺特性之試驗法 Method of Test for Paints (Visual Character of Coated Film)	JIS K5600-4-1、JIS K5600-4-3、JIS K5600-4-4、JIS K5600-4-5、JIS K5600-4-6、ISO 6504、ISO 3668、ISO 7724、ISO 2813-1、ISO 2813-2、ISO 2813-3

(本研究自行整理)

表 3-6 塗膜物理性質與化學抗性檢驗相關標準與名稱

CNS總號	標準名稱	相對應國際標準
10757	塗料一般檢驗法－有關塗膜之物 理、化學抗性之試驗法 Method of Test for Paints(Testing Methods Relating to Physical and Chemical Resistance of Coated Film)	JIS K5600-5-1 JIS K5600-5-2 JIS K5600-5-3、 JIS K5600-5-4 JIS K5600-5-5、 JIS K5600-5-6、JIS K5600-5-7、JIS K5600-5-8、JIS K5600-5-9、JIS K5600-5-10、JIS K5600-5-11、JIS K5600-6-1、JIS K5600-6-2、JIS K5600-6-3 ISO 1519、ISO 1520、ISO 6272、 ISO 15184、ISO 1518、ISO 2409、ISO 4624、ISO 7784-1、 ISO 7784-2、ISO 6344、ISO 11998、ISO 2812-1、ISO 2812-2、ISO 3248

(本研究自行整理)

#### 第四節 硬化後的耐久耐候性質

塗膜硬化後的耐久耐候性質於我國規範於 CNS 11607 中，其中包含了屬於評估加速劣化耐久性的耐鹽水噴霧試驗；耐濕性評估試驗（50℃；RH>95%）；耐乾與濕冷熱反覆性；評估抗硫酸鉀溶液的加速黃色度試驗；評估塗膜牢固性質的粉化度試驗；探討塗膜在 UV 光下光變性質的耐光性試驗；利用氬弧燈或碳弧燈照射塗膜的加速耐候性評估試驗；以及將塗膜長期自然曝曬的耐候性評估試驗。表 3-7 為耐久耐候性質相關標準與名稱。

上述各項試驗中以耐鹽水噴霧試驗、加速耐候性試驗、與自然曝曬劣化試驗為最常使用於評估塗料耐久耐候性質。許多國家也從這三種試驗中衍生出多種規範標準。本計畫亦由這三種試驗劣化過程進行塗料耐久耐候性質評估。下述則針對這三種試驗規範進行說明。

表 3-7 塗膜耐久耐候性質檢驗相關標準與名稱

CNS總號	標準名稱	相對應國際標準
11607	塗料一般檢驗法－有關塗膜之長期耐久性之試驗法 Method of Test for Paints (Long-Term Properties of Coated Film)	JIS K5600-7-1、JIS K5600-7-2、 JIS K5600-7-3、JIS K5600-7-4、 JIS K5600-7-5、JIS K5600-7-6、 JIS K5600-7-7、JIS K5600-7-8 ISO 7253、ISO 6270、ISO 11503、ISO 2810、ISO 11341、 ISO 11507

（本研究自行整理）

##### 一、鹽霧加速劣化試驗規範標準（Salt spray test）

CNS 11607 中有關塗料的耐鹽水噴霧試驗條文，近年來於 JIS 已獨立出為 JIS K5600-7-1 標準，於 ISO 則為 ISO 7253 標準。相關條文主要參考 CNS 8886 標準訂定而來，而我國 CNS 8886 標準則與國外 ASTM B117、ISO 9227 標準相對應。相關標準編號與名稱如下所述。

JIS K5600-7-1

塗料一般試驗方法—第 7 部：塗膜の長期耐久性—第 1 節：耐中性鹽水噴霧性

CNS 8886

鹽水噴霧試驗法

ASTM B117

Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus

ISO 9227

Corrosion tests in artificial atmospheres -- Salt spray tests

鹽水噴霧試驗屬於人工加速劣化試驗，主要觀察試片在劣化過程中，試片對基材防護的效果（觀察有否產生銹汗，塗膜是否膨脹剝離等）。方法為將待測試片放入包含噴霧室、溫濕度調節設施、鹽液儲存設備之鹽霧劣化試驗箱。其中噴霧室的容積至少為 0.2 m<sup>3</sup>，並包含鹽水噴霧裝置與試片支架。而鹽霧劣化的產生主要由壓縮空氣以一定的壓力將鹽水輸送至噴霧裝置噴嘴，形成 0.098±0.010 MPa 的壓力，使鹽霧均勻噴灑在試片上。其試片大多採用

70 × 150 mm 或 60 × 80 mm 的平板試片，以 20±5 度角放置在支架上。鹽霧劣化所使用的鹽液通常為 5% 的氯化鈉溶液，其濃度大於海水中氯離子的濃度。鹽霧劣化試驗一般可分為中性鹽霧劣化試驗 (neutral salt spray test, NSS)、醋酸鹽霧劣化試驗 (acetic acid salt spray test, AASS)、與含銅加速醋酸鹽霧劣化試驗 (copper-accelerated acetic acid salt spray test, CASS)。三種試驗主要差異如表 3-8 所示。

中性鹽霧劣化試驗、醋酸鹽霧劣化試驗、含銅加速醋酸鹽霧劣化試驗等三種鹽霧劣化之噴霧液、溫度、參考試片、再現性試驗驗證標準、與腐蝕性的差異彙整如表 3-8。

表 3-8 三種鹽霧劣化試驗之差異性

項目	NSS	AASS	CASS
噴霧液成分	5% 氯化鈉	5% 氯化鈉	5% 氯化鈉 + 0.205 g 氯化亞銅
噴霧液 pH 值	6.54~7.2	3.1~3.3	3.1~3.3
試片支架附近與鹽水儲存槽溫度	35°C	35°C	50°C
參考試片	冷軋鋼板	鋅板	鋅板
再現性試驗時間	96	24	24
再現性試驗標準	140 ± 30 g/m <sup>2</sup>	40 ± 12 g/m <sup>2</sup>	95 ± 25 g/m <sup>2</sup>
腐蝕性	—	約 NSS 3 倍	約 NSS 8 倍

(本研究自行整理)

## 二、加速耐候性試驗規範標準 (Accelerated weathering test)



加速耐候性劣化試驗一般分為日光碳弧燈與氙弧燈照射劣化兩種形式。其中碳弧燈光源的光譜接近短波長區域，而氙弧燈光源的光譜較接近自然光，所以現今探討塗料之加速耐候性劣化試驗較趨向使用氙弧燈做為照射光源。但碳弧燈也因為短波長加速劣化甚快的優點，常被使用於橡塑膠或汽車材料加速劣化檢驗。JIS 在加速耐候性劣化試驗標準中亦僅有氙弧燈照射劣化試驗方法。ISO 與 ASTM 亦有相對應之方法。我國 CNS 亦有 CNS 11232 標準說明試驗儀器構造與試驗方法。下述為相關標準編號與名稱。

JIS K5600-7-7

塗料一般試驗方法—第7部：塗膜の長期耐久性—第7節：促進耐候性及び促進耐光性（キセノンランプ法）

ASTM D6695

Standard Practice for Xenon-Arc Exposures of Paint and Related Coatings

ISO 11341

Paints and varnishes -- Artificial Weathering and Exposure to Artificial Radiation -- Exposure to Filtered Xenon-arc Radiation

CNS 11232

氙弧燈式耐光及耐候性試驗儀器

ASTM D6695 亦依照射時間與噴水狀態等條件規範出七種不同加速照射

劣化方式。其中以 Cycle 1 與 Cycle 2 為最常使用之試驗法。Cycle 1 為持續以氙弧燈照射劣化。Cycle 2 以 120 分鐘為 1 個循環周期，其中包括了 18 分鐘於塗膜表面噴水與 102 分鐘的氙弧燈照射劣化，我國 CNS 11607、JIS K5600-7-7、ISO 11341 均採用 Cycle 2 做為試驗方法。

### 三、自然曝曬試驗規範標準 (Natural weathering test)

塗料長期自然曝曬試驗雖於 CNS 規定於 CNS 11607 標準內，但於 JIS、ASTM、與 ISO 組織均為獨立之標準，相關編號與名稱如下：

JIS K5600-7-6

塗料一般試驗方法—第 7 部：塗膜の長期耐久性—第 6 節：屋外暴露  
耐候性

ASTM D1006

Standard Practice for Conducting Exterior Exposure Tests of Paints on Wood

ISO 2810

Paints and varnishes -- Notes for guidance on the conduct of natural weathering tests

由於塗料在長期曝曬中最主要的影響為日照所引起的光澤變化，因此對曝曬試驗場位置的選擇有特殊的規定，規定曝曬場須於正東至正南及正南至正西方位，且位置周圍虛無妨礙日光照射、通風與降雨地上物設施。曝曬架

須放置在平均日照時間 2000 小時以上，試片日射量至少 4000 mJ/m<sup>2</sup>，且歷年氣候變化不大之區域。塗料性質試驗觀察週期則規定第一年內需每 3 個月進行量測；第二年以後，以 6 個月為量測週期。塗料性質除以目視觀察是否有龜裂、針孔、膨脹、與剝離情形外，亦需依 CNS 10756-1 進行光澤保持率、與色差量測。曝曬劣化期間的天氣、氣溫、濕度、降雨量、日照期間、與日射量均需加以記錄。

自然曝曬試驗除上述標準條文外，亦須參考 CNS 13127「金屬和無機披覆-靜態戶外曝露腐蝕試驗通則」與 CNS 14123「金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕測試（現場測試之一般要求）」進行，而此標準內容又包含數個子標準，分別為 CNS 13401「金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性之分類」、CNS 13753「金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性（測定標準試片之腐蝕速率以評估腐蝕性）」、CNS 13754「金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性（污染之測定）」、與 CNS 14122「金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕-試片腐蝕生成物清除法」。在所對應的美國材料試驗學會規範分別為 ASTM G1 與 ASTM G50。而國際標準組織（International Organization for Standardization, ISO）亦有分別對應之規範，詳如表 3-9 所示，圖 3-1 為金屬和無機被覆材料曝曬劣化試驗之流程圖與相關應用之規範。

**表 3-9 金屬和無機被覆材料曝曬試驗參考規範**

CNS (中國國家標準)	ASTM (美國材料試驗學會標準)	ISO (國際標準組織)
CNS 13127	ASTM G50	ISO 8565
CNS 13401		ISO 9223、ISO 9224
CNS 13753		ISO 9226
CNS 13754		ISO 9225
CNS 14122	ASTM G1	ISO 8407
CNS 14123	ASTM G50	ISO 8565

(本研究自行整理)

圖 3-1 試驗流程圖中說明金屬和無機被覆材料曝曬試驗需進行第一年曝曬的流程。由於試片進行曝曬試驗，其銹蝕程度會隨著置放地點氣候環境的不同而有極大的差異性，不同種類金屬放置在不同地點時，就無法比較兩者之間抗銹蝕的能力。因此在進行試片自然曝曬試驗過程中，第一年需進行大氣環境腐蝕性分類量測，其進行分類的方法主要藉由曝曬開始後第一年大氣環境因子的資料蒐集與標準試片中氯離子速率之量測結果相互比對，推估暴露環境的大氣腐蝕性。當待測金屬試片曝曬劣化至一定時間後，必須利用化學或電解方式去除腐蝕生成物，再藉由試片劣化前後重量的差異性的得到待測金屬試片的腐蝕速率。下述則為其試驗方法進行說明。

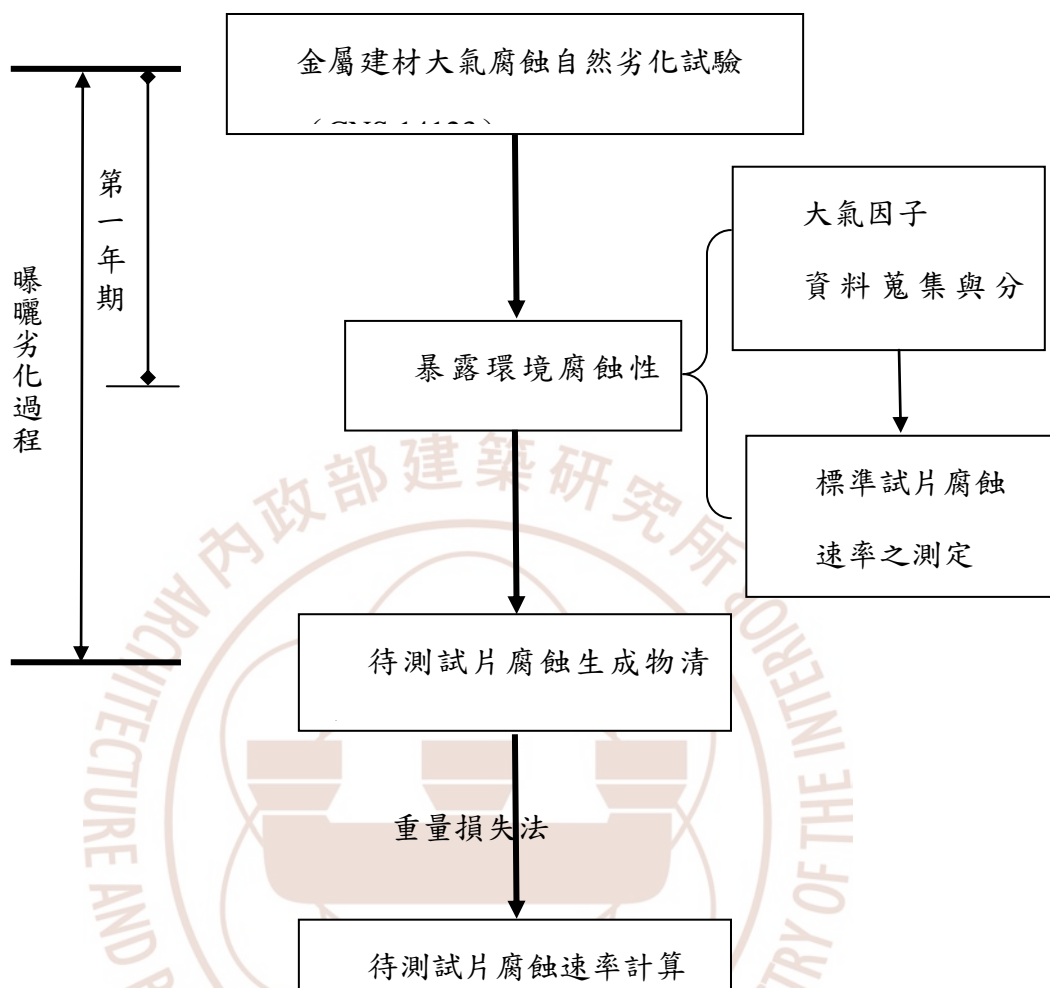


圖 3-1 金屬和無機被覆材料曝曬試驗過程流程圖相關規範  
(本研究自行整理)

## 第四章 研究規劃與實驗設計

建研所於台北景美的材料實驗群建築設施已於去年竣工使用，並已陸續建置各種耐久耐候試驗設備。如新購置的日光模擬劣化耐候試驗機、色差分析儀、光澤度計、與接觸角計等，配合過去購置的鹽霧複合耐候試驗機、壓汞孔隙儀、與離子層析儀等，可初步對建築材料進行劣化試驗分析與可靠度分析研究。然而所有的加速劣化研究，仍需藉由自然曝曬劣化的試驗結果加以佐證才有較大的用途，如可用於建築材料生命週期估算中，對建立本土性建築材料耐久性規範與結構物服務年限預估模式有重大的意義。因此建研所去年便開始著手建立曝曬場基礎設施－開放型曝曬架，並由本研究團隊開始進行長期的自然曝曬劣化研究，去年期的研究主要針對鋼板與混凝土的曝曬研究，並進行一年期曝露環境腐蝕性分類研究（CNS 13404）。因此今年延續過去在劣化試驗之研究成果針對塗裝材料耐久性進行研究。下述針對本研究之規劃過程與實驗設計進行說明。

### 第一節 研究規劃

本計畫擬就塗裝材料耐久性進行研究，並特別針對戶外曝曬與加速劣化試驗方法進行探討。因此除須針對上述塗裝材料相關試驗標準進行蒐集整理外，亦須藉由實驗進行探討各項劣化過程對塗裝材料的影響。最後整合試驗過程的各種經驗，提出塗裝材料加速劣化與自然曝曬試驗之標準作業程序，以供後續建研所營運之參考。

由於本研究期程僅為 11 個月。因建研所鹽霧複合耐候試驗機由台南風雨風洞實驗室搬遷北上與日光模擬劣化耐候試驗機的採購與驗收時程，整個試驗研究需於四月才可以啟動。且相關試片製作過程需耗費 2 個月的時間，因此研究初期（2 至 4 月）規劃以蒐集文獻整理與劣後試片製作為主。由於過去已有自然曝曬與鹽霧加速劣化試驗基礎，故此階段之劣化試驗針對日光模擬劣化耐候相關試驗流程瞭解與分析儀器操作訓練為主。

參考過去文獻與試驗標準，一般建議加速劣化試驗最高時數為 1000 小時（41.67 天），但本研究考量未來可與長期自然曝曬建立關係，因此將加速劣化試驗提高至 2000 小時（83.33 天）。並於每 1000 小時量測塗膜之防蝕性質與視覺性質之改變。然而當加速劣化試驗開始 100 小時後，經目視觀察發現部分試片已經開始產生變化，因此除原計畫之每 1000 小時量測頻率外，亦增加 200 小時、400 小時、600 小時、800 小時的塗膜之視覺性質量測。整個加速劣化試驗於 4 月底開始進行，預計與 7 月上旬可完成 1000 小時試驗過程，8 月底前可完成 2000 小時劣化試驗。

在自然曝曬劣化試驗方面，本研究依 CNS 11607 建議於每年四月開始進行試驗，由於考量本計畫期程，因此預計進行 3 個月與 6 個月的自然曝曬劣化期程。但也預留試片與曝曬架上，可供未來 5 年的長期研究（每年 1 次）。

經由上述劣化試驗的過程，本研究初步可以建立塗料進行加速劣化試驗與長期自然曝曬劣化在耐久性和視覺性質上的關係。並可藉由研究過程建立劣化試驗研究的標準作業程序與相關分析模式。

## 第二節 實驗變數設計

本計畫實驗研究部分擬進行鹽霧與日光加速劣化試驗、與自然曝曬劣化試驗，因此在變數上除 4-1 節劣化期程實驗設計外，尚包括塗料種類設計、基材設計、與曝曬點。

### 一、基材設計

相關塗裝材料所保護之基材，本計畫擬以常用建材：碳鋼、水泥砂漿、與木材進行。下述則為基材之材料變數設計。

#### 1. 碳鋼基材

本計畫擬以一般結構常用之鋼材進行劣化試驗研究。待測試片裸鋼之力學性質與化學成分必須符合 ASTM A36 一般結構用碳鋼要求。相關力學性質與化學成份標準如下表 4-1 所示。相關標準亦符合 CNS 13573 規範規定金屬標準試片。試片尺寸訂定方面，本計畫之試片依 ASTM G50 規範規定，於鹽霧及自然曝曬劣化試驗研究中採用長 1000 mm×寬 150 mm 尺寸之試片。於日光模擬劣化試驗中配合設備試片架規格採用長 70 mm×寬 150 mm 尺寸之試片，為避免機械加工所造成的晶界腐蝕與長期曝曬的銹穿，其厚度均設定為 6 mm（規範要求須大於 0.75 mm，且建議小於 6.25 mm）。



表 4-1 碳鋼物力性質與化學成分標準(ASTM A36 一般結構用  
碳鋼)

鋼材	厚度 (mm)	C (%)	Si (%)	P (%)	S (%)	降伏 強度 (ksi)	抗拉 強度 (ksi)	伸長率	
								in	(%)
ASTM A36	19 以下	0.25 以下	0.40 以下	0.04 以下	0.05 以下	36 以上	58~ 80	GL =8	20 以上

(資料來源：中國鋼鐵股份有限公司<sup>20</sup>)

## 2. 水泥砂漿基材

為考量目前我國鋼筋混凝土建築物大多以水泥砂漿抹平後才進行後續塗裝工作，因此本計畫水泥質材料以水泥砂漿所製作的試體為主。而水泥砂漿之配比設計考量以實務上常用之設計為主，因此擬將水灰比設計為 0.45。水泥與砂之比例為 1：3，相關配比設計如表 4-2 所示，表中亦包含 28 天抗壓強度試驗結果。

水泥砂漿試片製作直徑 10 公分，高 20 公分之圓柱試體，以供自然曝曬試驗與氯離子等相關試驗使用。另一尺寸為日光模擬與鹽霧劣化試驗所需試片。其尺寸為 70 mm×寬 150 mm×厚 6 mm 之平板試片。相關試體或試片與硬固拆模後隨即放入水中養護達 28 天齡期後開始進行塗裝作業。

<sup>20</sup>中國鋼鐵股份有限公司,「ASTM A36 一般結構用鋼物性成分」, [www.csc.com.tw/csc/pd/spec](http://www.csc.com.tw/csc/pd/spec)

表 4-2 本計畫使用之水泥砂漿配比 (SSD 狀態)

水 (kg/cm <sup>2</sup> )	水泥 (kg/cm <sup>2</sup> )	細砂 (kg/cm <sup>2</sup> )	28 天抗壓強 度 (kgf/cm <sup>2</sup> )
235	522	1566	215

(本研究自行整理)

### 3. 木材試片

木材試片以木結構常用的 SPF 為材質 (松木或杉木, 本研究以杉木為試驗對象), 試片尺寸亦與碳鋼基材相同為長 70 mm×寬 150 mm 尺寸之板材試片, 其厚度亦設定為 6 mm (2 分板)。

## 二、塗裝材料設計

由於市面上塗裝材料種類數以萬計, 考量本計畫主要針對塗裝材料耐候性與耐光性進行探討, 因此在塗裝材料的選擇上以戶外防蝕的合成樹脂塗料為主。採用的為常用的壓克力樹脂漆, 環氧樹脂漆, PU 樹脂漆作為塗料變數之設計, 除此之外亦考量防火漆使用於戶外環境的可能性, 將防火漆列入塗料變數中。

### 1. 壓克力樹脂漆

本研究所採用的壓克力樹脂漆為兩液型, 其型號為柏林股份有限公司出產之旺氟龍可塗面漆 (型號為 F2000)。展色劑成分為壓克力基多元醇藉聚異

氰酸鹽硬化而成。塗料性質分別為閃火點 21°C；比重 1.3；主劑黏度 85~100 KU；溶劑固含量 51%；乾燥時間為 2 小時達到指觸；16 小時達到堅結；7 天達到完全硬化；耐熱性 80°C。

## 2. 環氧樹脂漆

環氧樹脂漆亦為兩液型，為柏林股份有限公司出產之環氧樹脂漆；比重 1.3；主劑黏度 75~90 KU；溶劑固含量 41%；乾燥時間為 1 小時達到指觸；8 小時達到堅結；7 天達到完全硬化；耐熱性 80°C。

## 3. PU 樹脂漆

PU 樹脂漆亦為兩液型，為柏林股份有限公司出產之 PU 樹脂漆，展色劑成分為氟樹脂與聚異氰酸鹽硬化劑及陶瓷耐磨材料組成。塗料性質分別為閃火點 28°C；比重 1.0；主劑黏度 65~85 KU；溶劑固含量 35%；乾燥時間為 2 小時達到指觸；16 小時達到堅結；7 天達到完全硬化；耐熱性 160°C。

## 4. 防火漆

防火漆為單劑型水性塗料，為柏林股份有限公司出產之防火漆，屬於薄塗膨脹型防火塗料，當塗膜受熱至 200°C 以上時，會形成緻密性炭化層以阻隔火苗。因此具備 2 小時防火時效性能。其展色劑成分為氟樹脂與聚異氰酸鹽硬化劑及陶瓷耐磨材料組成。塗料性質分別為比重 1.4；主溶劑固含量 70~75%；乾燥時間為 24 小時達到半堅結。

### 三、曝曬點選擇

本計畫在台北景美材料實驗群實驗室、與基隆海洋大學材料所頂樓設置開放式曝曬架，選擇地點除考量方便研究設施管理外，這兩處地點恰符典型的中度侵蝕都市環境與高度侵蝕的海洋環境。若將兩地點附近 15 公里內氣象測候站的氣候加以統計平均，則如表 4-3 所示，由表中可以發現基隆的年平均雨量大於台北，相對的年平均降雨日最少，亦表示日照時間最少。若依桑士維 (Thornthwaite) 對氣溫與雨量的分類法，洽分屬兩種不同氣候型態，分別為溫帶重濕氣候、溫帶潤濕氣候。在雨水年平均 pH 值方面，台北 pH 大於 5.0。基隆則小於 pH5.0，依環保署定義屬於酸雨之範圍，主要原因在於此區域屬於無天然屏障的東北季風迎風面。而酸雨對鋼材的抗腐蝕耐久性有極不利因素。

就 CNS 13401 大氣腐蝕分類而言，潤濕時間、二氧化硫污染、與空氣落鹽量為主要分類的依據。以潤濕時間而言，相對濕度大於 80% 以上的時間便可視為潤濕時間。圖 4-1 與圖 4-2 分別為基隆、與台北 2 個曝曬點之相對濕度大於 80% 以上的時間比例統計表 (統計期間為 96 年 06 月至 97 年 5 月)。其平均值分別為基隆 43.78 % 與台北 42.85 %。依分類分別為基隆為  $\tau_4$ ，與台北為  $\tau_4$ 。

表 4-3 曝曬點相關氣候資訊

項目	基隆	台北	台南	備註
年平均雨量 (mm)	3755	2325.2	1672.4	1971~2000年統計資料
年平均降雨日 (天)	206	170	94	1971~2000年統計資料
雨水年平均 pH	4.4	5.1	5.9	2006年統計資料

(資料來源：中央氣象局<sup>21</sup>)

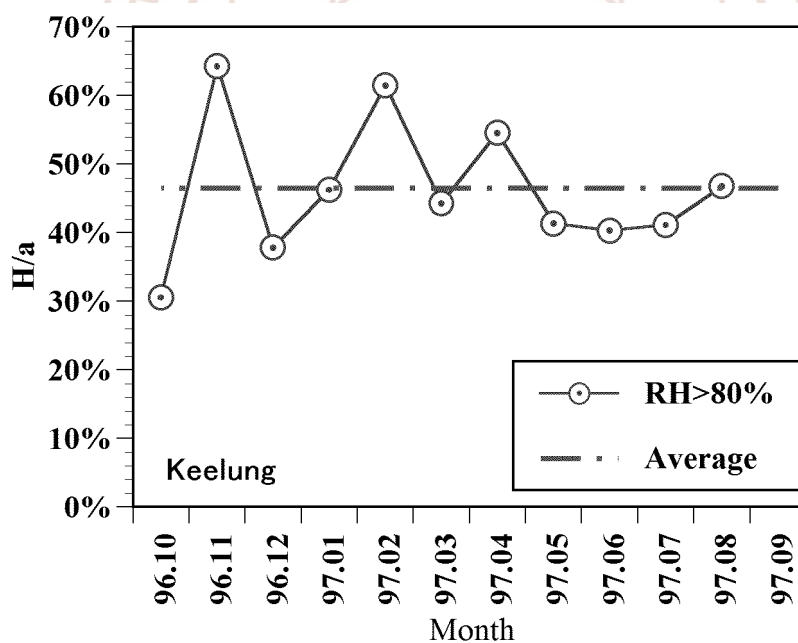


圖 4-1 基隆曝曬點之對濕度大於 80% 以上的時間比例統計圖

(資料來源：中央氣象局<sup>21</sup>)

<sup>21</sup>中央氣象局全球資訊網, 「氣候統計資訊」, <http://www.cwb.gov.tw/>, 2007.

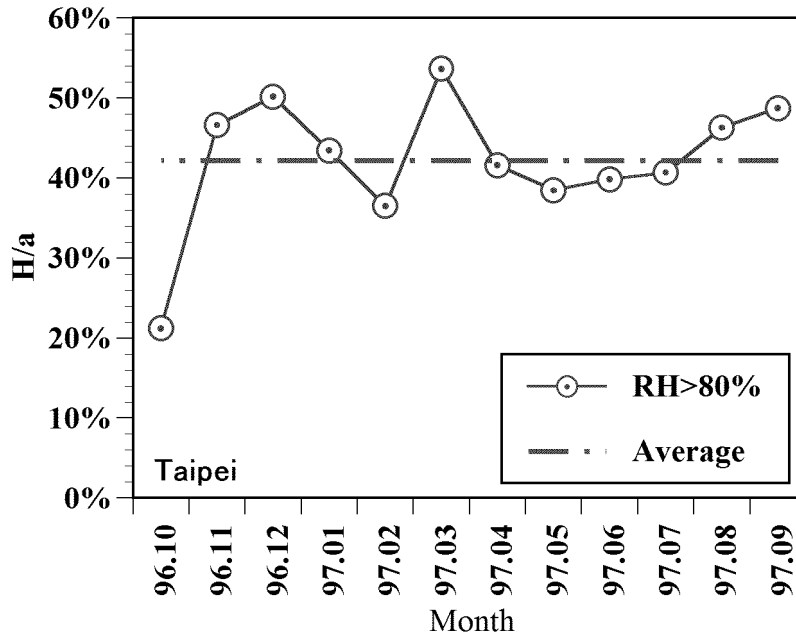


圖 4-2 台北曝曬點之對濕度大於 80% 以上的時間比例統計圖  
(資料來源：中央氣象局<sup>21</sup>)

#### 四、試片編號設計

本研究各試片依據曝曬點、基材種類、塗料種類、劣化試驗、與劣化期程變數進行編號。其中試片編號第一位數字為曝曬點，分別以 K 代表基隆，T 為台北景美曝曬點。第二位數字為基材種類，以 S 代表碳鋼試片，M 代表水泥砂漿試片，W 為木材試片。編號第三位數字為塗料種類，N 為無噴塗，A 為壓克力樹脂塗料，E 為環氧脂塗料，P 為 PU 塗料，F 為防火漆。第四位數字為劣化試驗形式，分別以 O 代表自然曝曬試驗，S 為鹽霧加速劣化試驗，X 為日光加速劣化試驗。最後的數字則為劣化期程。表 4-4 為碳鋼基材試片編號，表 4-5 為水泥砂漿基材試片編號、表 4-6 為木材基材試片編號。

表 4-4 碳鋼基材試片編號

變數	無噴塗 (N)	壓克力樹脂 (A)	環氧樹脂 (E)	PU 樹脂 (P)	防火漆 (F)
戶外 曝曬 劣化 (O)	3 個月 (90 天)、6 個月 (180 天) (基隆曝曬點)				
	KSNO3 、 KSNO6	KSAO3 、 KSAO6	KSEO3 、 KSEO6	KSPO3 、 KSPO6	KSFO3 、 KSFO6
戶外 曝曬 劣化 (O)	3 個月 (90 天)、6 個月 (180 天) (台北曝曬點)				
	TSNO3 、 TSNO6	TSAO3 、 TSAO6	TSEO3 、 TSEO6	TSP03 、 TSP06	TSFO3 、 TSFO6
鹽霧 加速 劣化 (S)	1000 小時 (41.7 天)、2000 小時 (83.4 天)				
	TSNS1k 、 TSNS2k	TSAS1k 、 TSAS2k	TSES1k 、 TSES2k	TSPS1k 、 TSPS2k	TSFS1k 、 TSFS2k
日光 加速 劣化 (X)	1000 小時 (41.7 天)、2000 小時 (83.4 天)				
	TSNX1k 、 TSNX2k	TSAX1k 、 TSAX2k	TSEX1k 、 TSEX2k	TSPX1k 、 TSPCX2k	TSFX1k 、 TSFX2k

(本研究自行整理)

表 4-5 水泥砂漿基材劣化變數與編號

變數	無噴塗 (N)	壓克力樹脂 (A)	環氧樹脂 (E)	PU 樹脂 (P)	防火漆 (F)
戶外 曝曬 劣化 (O)	3 個月 (90 天)、6 個月 (180 天) (基隆曝曬點)				
	KMNO3 、 KMNO6	KMAO3 、KMAO6	KMEO3 、KMEO6	KMPO3 、KMPO6	KMFO3 、KMFO6
戶外 曝曬 劣化 (O)	3 個月 (90 天)、6 個月 (180 天) (台北曝曬點)				
	TMNO3 、TMNO6	TMAO3 、TMAO6	TMEO3 、TMEO6	TMPO3 、TMPO6	TMFO3 、TMFO6
鹽霧 加速 劣化 (S)	1000 小時 (41.7 天)、2000 小時 (83.4 天)				
	TMNS1k 、 KMNS2k	TMAS1k 、TMAS2k	TMES1k 、TMES2k	TMPS1k 、TMPS2k	TMFS1k 、TMFS2k
日光 加速 劣化 (X)	1000 小時 (41.7 天)、2000 小時 (83.4 天)				
	TMNX1k 、 TMNX2k	TMAX1k 、TMAX2k	TMEX1k 、TMEX2k	TMPX1k 、TMPCX2k	TMFX1k 、TMFX2k

(本研究自行整理)



表 4-6 木材基材劣化變數與編號

變數	無噴塗 (N)	壓克力樹脂 (A)	環氧樹脂 (E)	PU 樹脂 (P)	防火漆 (F)
戶外 曝曬 劣化 (O)	3 個月 (90 天)、6 個月 (180 天) (基隆曝曬點)				
	KWNO3 、 KWNO6	KWAO3 、KWAO6	KWEO3 、KWEO6	KWPO3 、KWPO6	KWFO3 、KWFO6
戶外 曝曬 劣化 (O)	3 個月 (90 天)、6 個月 (180 天) (台北曝曬點)				
	TWNO3 、 TWNO6	TWAO3 、TWAO6	TWEO3 、TWEO6	TWPO3 、TWPO6	TWFO3 、TWFO6
鹽霧 加速 劣化 (S)	1000 小時 (41.7 天)、2000 小時 (83.4 天)				
	TWNS1k 、 TWNS2k	TWAS1k 、TWAS2k	TWES1k 、TWES2k	TWPS1k 、TWPS2k	TWFS1k 、TWFS2k
日光 加速 劣化 (X)	1000 小時 (41.7 天)、2000 小時 (83.4 天)				
	TWNX1k 、 TWNX2k	TWAX1k 、TWAX2k	TWEX1k 、TWEX2k	TWPX1k 、TWPCX2k	TWFX1k 、TWFX2k

(本研究自行整理)

## 第五章 試片製作與試驗方法

### 第一節 試片製作

本研究依共製作三種不同基材類型的試片，分別是碳鋼試片、水泥砂漿試體和試片、與木板試片等。相關試片製作過程如下所述。

#### 一、碳鋼試片塗裝

本研究使用之碳鋼試片為一般結構用鋼，符合 ASTM A36 規定。試片於塗裝前先將表面以噴砂進行除銹處理，處理的程序與標準係參考瑞典 SIS 鋼鐵銹蝕度與表面處理度標準進行，利用壓縮空氣將 16~40 mesh 乾燥砂噴射於鋼鐵面，完全去除黑皮鐵銹等異物，相關工作於輸送帶內進行。噴砂後並以壓縮空氣清除灰塵。其表面處理等級須藉由標準圖卡確認至表面顏色為 SIS 2 又 1/2 (等同於 SSPC-SP-10)，如圖 5-1 所示。確認達到表面處理要求後，需於 12 小時內以中心錐打點或以數字鋼印在裸鋼板打上標示號碼。編碼後須將噴砂試片秤重，並記錄各片重量，所秤重量依規範須達 0.01 g 精度。

塗裝方式參考公共工程委員會施工綱要規範第 09972 章 a 種「鋼橋外露表面塗裝系統」的鋼橋塗裝方式，底漆與表面處理如表 5-1 所示。底漆塗裝鋼板前為避免噴砂表面迅速氧化需先噴上一層約 20  $\mu\text{m}$  快乾型防護薄漆，如圖 5-1 (A) 所示。薄漆乾後隨即進行第一層厚塗型無機鋅粉底漆塗裝與環氧樹脂底漆塗裝，如圖 5-1 (B) 與圖 5-1 (C) 所示。其次噴塗含有氧化鎂的環氧樹脂 M.I.O 塗料，如圖 5-1 (D) 所示，最後為兩道面漆部分。面漆以實驗設計之四種面漆設計進行，其厚度至少為 30  $\mu\text{m}$ ，共噴塗 2 次，因此合計

面漆層厚度至少為 60 $\mu\text{m}$ ，如圖 5-1 (E) 與圖 5-1 (F) 所示。上述每道漆噴塗均間隔 1 天以上。圖 5-2 係面漆為環氧樹脂塗料之試片的製作過程。相關塗裝有柏林股份有限公司協助進行。

## 二、水泥砂漿試片塗裝

水泥砂漿除不塗裝控制組部分，其餘試體與試片以上述壓克力樹脂、環氧樹脂、聚胺基甲酸酯樹脂、與防火漆等四大系統之水泥漆作為塗料變數之設計。塗裝方式則以手刷方式均勻於試體表面塗裝。塗刷次數為 3 次，每次塗刷亦間隔 1 天以上。



圖 5-1 以圖卡確認碳鋼試片噴砂達到 SSPC-SP-10 等級

(本研究自行整理)

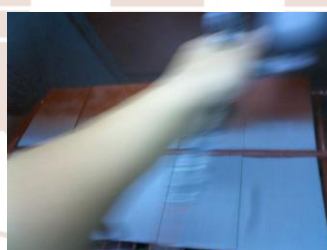
表 5-2 本計畫碳鋼試片塗裝表面處理與底漆塗裝方式

表面處理	SSPC-SP-10 以上	厚度
底漆	厚塗型無機鋅粉底漆	> 75 $\mu$ m
	中間黏層	—
底漆	環氧樹脂底漆	> 50 $\mu$ m
底漆	環氧樹脂 M. I. O 塗料	> 60 $\mu$ m
面漆	壓克力樹脂漆或環氧樹脂漆或 PU 樹脂或防火漆	> 30 $\mu$ m
面漆	壓克力樹脂漆或環氧樹脂漆或 PU 樹脂或防火漆	> 30 $\mu$ m

(本研究自行整理)



(A)



(B)



(C)





(D)

(E)

(F)

圖 5-2 面漆為環氧樹脂試片的製作過程

(本研究自行整理)

### 三、木材試片塗裝

木材除不塗裝控制組部分，其餘試片亦以壓克力樹脂 (Acrylic Resin)、環氧樹脂 (Epoxy Resin)、與聚胺基甲酸酯樹脂 (PU)、防火漆等四大系統之木質漆作為塗料變數之設計。塗裝方式首先以 240 號砂紙砂磨使表面平整，而後以手刷方式均勻於試體表面塗裝 3 次，每次塗膜乾燥後，以 320 號砂紙砂磨後，再進行後續塗裝，相關塗刷過程如圖 5-3 所示。



圖 5-3 木材試片塗裝過程

(本研究自行整理)

## 第二節 鹽霧加速劣化試驗

本研究鹽霧加速劣化試驗係依據 CNS 11607 標準 3.1 節進行，相關試驗方式以 ASTM B117 中性鹽霧試驗法 (NSS) 進行。相關試驗使用建研所設置之鹽霧試驗機進行，此設備為日本 SUGA (日本須賀試驗機株式會社) 之 CTP96 鹽霧複合耐候試驗機。除可進行中性鹽霧劣化試驗外，亦具備乾燥功能、濕潤功能、浸漬功能、與外氣導入等試驗功能，相關設備如圖 5-4 所示。



圖 5-4 CTP96 鹽霧複合耐候試驗機外觀

(本研究自行整理)

進行中性鹽霧加速劣化試驗必須調配噴霧液，相關組成依標準規定用化學試藥級的氯化鈉與導電率低於  $20 \mu\text{S}/\text{cm}$  的去離子水調配成濃度為  $5 \pm 0.5 \text{ W}/\text{V}\%$ ，且比重在  $35^\circ\text{C}$  為  $1.026$  至  $1.032$  之間的溶液，pH 值則調整於  $6.5 \sim 7.2$  範圍內。噴霧溫度設定為  $35 \pm 1^\circ\text{C}$ ，相關設定如表 5-3 所示。試片放置於試驗槽前需依 CNS 10757 第 5 節的方式，以美工刀於塗膜上刻劃 2 條交叉線至試片基材。X 形刻痕以  $30$  度角度交叉，每條交叉線長度為  $40 \text{ mm}$ ，如圖 5-5 所示。塗膜經刻劃的試片放置於試驗槽內，依標準規定，須將試驗塗面向上，對霧流主方向程平行，且與垂直線成  $25 \pm 5^\circ$ ，各試片間距應於  $85 \text{ mm}$  以上，如圖 5-6 所示。

表 5-3 鹽水噴霧裝置之運轉設定

試驗槽內之溫度	35±1°C
試驗槽內之相對濕度	99 ~98 %
加濕器之溫度	47±1°C
鹽水濃度 (35°C )	5± 0.5W/V %
噴霧用空氣壓力	0.098±0.002MPa { 1.0±0.025kgf /cm <sup>2</sup> }
收集鹽水霧所得溶液	於 80 cm <sup>2</sup> /1.0 ~2.0mL/ h
pH	6.5~7. 2 ( 33~35°C)
收集鹽水霧所得溶液密度	1.022~1.036 ( 於 35°C)
鹽水貯槽水位	須保持一定水位
加濕器水位	保持於水位計之 2 標線間

(資料來源：CNS 11607<sup>22</sup>)

<sup>22</sup> CNS 11607, 「塗料一般檢驗法：有關塗膜之長期耐久性之試驗法」, 中國國家標準, 1996.





圖 5-5 試片 X 形刻痕製作

(本研究自行整理)



圖 5-6 試片放置於鹽霧試驗機之情形

(本研究自行整理)

### 第三節 日光加速劣化試驗

日光加速劣化試驗係參考 CNS 11607 第 3.8 節進行，以氙弧燈耐候試驗機對室外用塗膜以照射光與間隔噴水霧方式進行加速劣化。本計畫使用建研所新購置的氙弧燈耐候試驗機 (SUGA X75) 進行，圖 5-7 為其外觀照片。試片尺寸均採長 70 mm×寬 150 mm 尺寸，並固定於試片框內後，再將試片框裝設於迴轉架上。使迴轉架形成一橢圓形狀的物件，並將氙弧燈包覆在中間位置。如圖 5-8 所示。當氙弧燈被點亮後，迴轉架隨即繞著氙弧燈轉動。運轉時的設定方式與 ASTM D6695 標準中的 Cycle 2 方法相同，即於 2 小時劣化週期中包含 18 分鐘的水霧噴灑於塗膜表面上，102 分鐘單純氙弧燈光照射過程，試驗時相關運轉設定如表 5-4 所示。



圖 5-7 SUGA X75 氙弧燈耐候試驗機外觀  
(本研究自行整理)

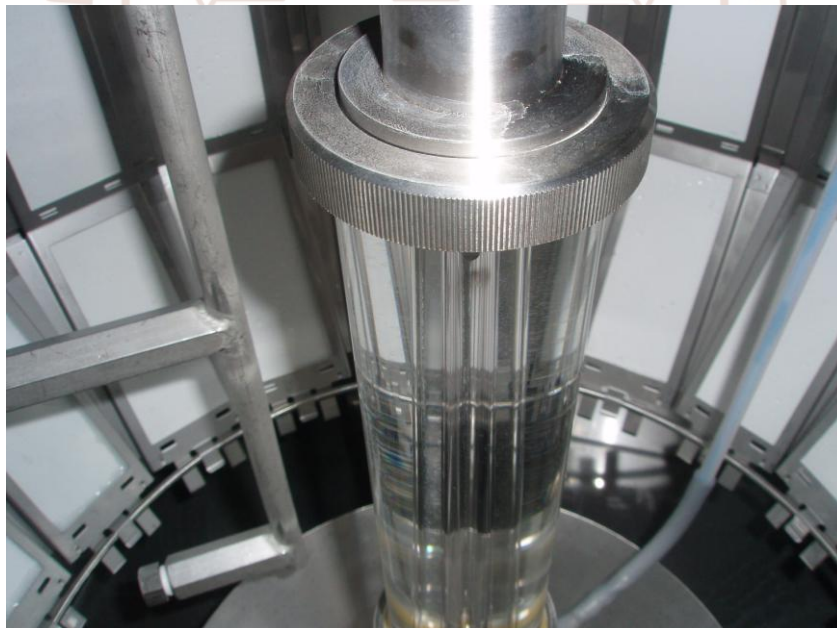


圖 5-8 試驗槽內之氙弧燈與試片迴轉框  
(本研究自行整理)

表 5-4 氙弧燈耐候試驗機運轉條件設定值

		運轉條件
放電電壓	範圍中心	48~52V
	值	50V (±2%)
放電電流	範圍中心	58~62V
	值	60A (±2%)
玻璃濾光器使用時間		須不超過 2000 小時
黑嵌板溫度計之示度		63±3°C
水之噴射條件	壓力	0.08~0.13MPa { 0.8~1.3kgf / cm <sup>2</sup> }
	水量	2100±100mL/min
	噴射時間	120 分鐘照射中，噴射 18 分鐘
	水質	pH6.0~8.0 電導率 200µ S/cm 以下
	水溫	16±5°C

(資料來源：CNS 11607<sup>22</sup>)

#### 第四節 自然曝曬試驗

本試驗在建研所台北實驗群及基隆海洋大學所設置之開放式曝曬架進行，以分別代表建築材料在具空氣污染的城市氣候與高腐蝕性的海洋氣候中的自然劣化過程。曝曬架為必免曝曬場地受到其他建築物的日照屏障與方便管制

人員進出，因此本計畫選定之曝曬地點均為建築物的頂層，設置位置並遠離女兒牆 2 m 以上之距離。在台北實驗群的曝曬架依規範將試片放置架以 45 度傾角面對赤道方向，以獲得充分之日照。海洋大學之曝曬架，則以 45 度傾角面向海洋。

自然曝曬試驗係參考 CNS 11607 第 3.9 節辦理，本計畫使用之曝曬架為開放式型式，每個曝曬點預計放置 2 座曝曬架，其中 1 座放置本研究所進行的金屬建材曝曬劣化，另 1 座則視所內需求曝曬其他種類建材。相關材質與棚架開孔位置均依據 ASTM G50 建議之方式進行設計，各試片放置的間距亦依規範規定，避免造成腐蝕生成物或含有其物質之雨水從側面滴至另一試片上，各試片放置的間距亦有規範規定。因此每組棚架可容納 45 片 100×150 mm 平板試片，並可依實際狀況容納不同尺寸曝曬試片。試片放置曝曬架的最低離地高度，依規範須大於 750 mm 以上，以避免雨水由地面回濺至待測試片上。試片與地面傾斜角度，規範規定可採 20 度與 45 度，本計畫採用 45 度作為試片與地面傾斜角度，試片曝曬面方向在基隆以面向海洋為主，台北則擬面對赤道方向（南方），以達到最大日照面積。圖 5-9 為台北景美實驗室曝曬場之開放型曝曬架。

試片裝置於曝曬架時，由於需考量放置於棚架時不因強風吹襲而產生不必要的移動，因此須以具絕緣性質的 Nylon 或 PP 材質之螺栓固定於棚架上，且為避免試片與棚架產生伽凡尼腐蝕（Galvanic corrosion），因此其間需置放絕緣墊片或夾板。本研究採用 PP 材質之固定座做為試片與曝曬架之絕緣墊片，並已 PP 塑膠螺栓做固定。圖 5-10 為固定試片用的 PP 固定座。由圖中可以發現試片並未與棚架接觸。



圖 5-9 台北景美實驗室曝曬場之開放型曝曬架  
(本研究自行整理)



圖 5-10 固定曝曬試片用的 PP 固定座  
(本研究自行整理)

## 第五節 塗膜性質分析試驗

塗膜經各期程的劣化後，除目視觀察外，亦需進行各項性質分析試驗。其中鹽霧加速劣化試驗於每 200 小時劣化歷程進行光澤度與色差等視覺性能差異分析試驗，每 1000 小時需進行腐蝕速率量測試驗與塗膜接觸角試驗，除此之外，水泥砂漿試體亦每 1000 小時進行氯離子侵入深度與透水試驗。日光加速劣化試驗亦於每 200 小時劣化歷程進行光澤度與色差量測，每 1000 小時需進行塗膜接觸角試驗。自然曝曬劣化試驗則於第 3 個月與 6 個月劣化時間時，進行上述所有量測實驗。下述為各試驗法之說明。

### 一、光澤度量測

光澤度量測係依據 CNS 10756-1 第 7 節規範進行，主要量測入射角與受光角為 60 度時之鏡面反射率。其原理為在入射角射出開口角與入射面內呈  $0.75 \pm 0.25$  度（垂直面為  $2.5 \pm 0.5$  度）的光源，再受到塗膜反射後，進入受光器內（入射面內呈  $4.4 \pm 0.1$  度，垂直面為  $11.7 \pm 0.2$  度）量測反射率，並以基準面光澤度為 100 之百分率表示。所使用設備為建研所購置之 BYK 光澤度量測設備。圖 5-11 為光澤度量測情形。

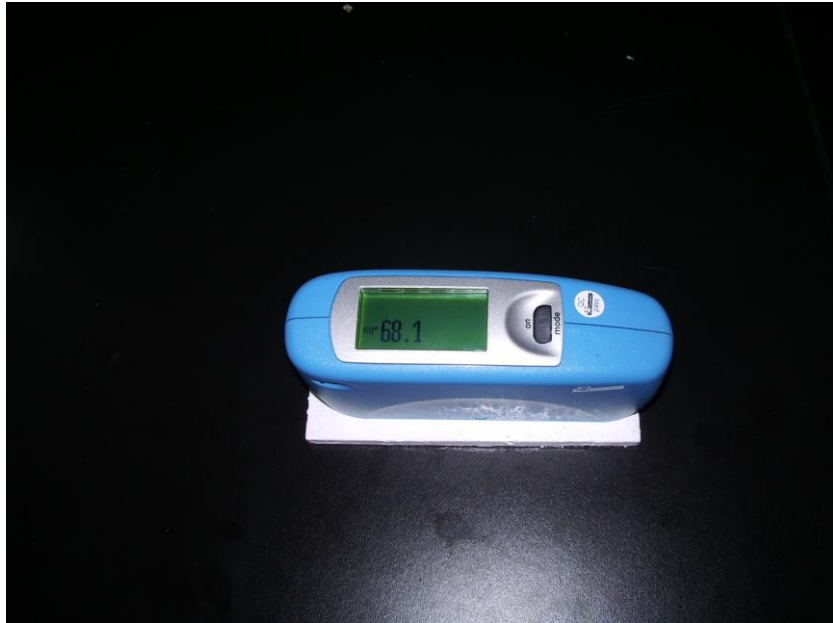


圖 5-11 塗料試片光澤度量測情形

(本研究自行整理)

## 二、塗膜色差試驗

依 CNS 10756 第 5 節規定，塗膜劣化前後顏色差異度可以由目視法與計測法進行。其中目視法為定性量測方式。計測法以分光測光儀定量分析。本研究採用建研所設置之 SUGA SM-T 分光測光儀進行，此設備可進行反射測定（8°照明，擴散受光(8/D、8/d)）與透過測定（0°照明，全透過受光）等光學條件量測。相關設備與量測情形如圖 5-12 所示。量測照明及受光條件以 CNS 11351 第 4.3.1 節條件 a 進行，即在 45 度照明，0 度受光之條件下，以標準光 C 測定三刺激值 X、Y、Z。由三刺激值可轉換  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值，並計算  $\Delta E_{ab}$  值，以比較色彩差異度。





圖 5-12 塗料試片顏色差異量測情形

(本研究自行整理)

### 三、腐蝕量測試驗

腐蝕速率量測擬藉由兩種方式進行，分別為重量損失法與電化學法。其中重量損失法係將上述碳鋼試片經不同時期曝曬劣化後，以 ASTM G1 規範進行分析工作。重量損失法係在試片劣化後，依金屬種類與塗裝形式與規範規定的方式進行腐蝕生成物的清除工作，清除後並量測試片重量後計算腐蝕速率如下式(5-1)<sup>23</sup>：

$$\text{Corrosion rate} = (K \times W) / (A \times T \times D) \quad (5-1)$$

<sup>23</sup> D. A. Jones, "Principles and Prevention of Corrosion", Prentice Hall, 2th Edition, 1996.

式中  $K$  為單位常數，若以 mpy (mils per year) 為腐蝕速率單位，其值為  $3.45 \times 10^{-6}$ ， $W$  為劣化前後重量損失 (單位為公克)， $A$  為劣化接觸面積 (單位為平方公分)， $t$  為劣化時間 (單位為小時)， $D$  為材料密度 (單位為  $\text{g}/\text{cm}^3$ )。

電化學法擬採交流阻抗法進行，分別分析其開路電位 (open circuit potentials, OCP)，將劣化後試片放置於人造海水中，以白金為輔助電極，甘汞電極為參考電極，量測開路電位的變化。開路電位量測後，在穩定電位下施加 20 mV 振幅，使電位頻率範圍自 1m Hz 掃描至 10 kHz，配合軟體繪製 Nyquist plot 並解析出基材之腐蝕電流。本試驗擬以研究團隊自有之 AUTOLAB 電位儀進行，相關設備如圖 5-13 所示。



圖 5-13 腐蝕電化學量測設備

(本研究自行整理)

#### 四、接觸角試驗

塗膜劣化後接觸角分析擬由建研所設置之 FTA 188 接觸角量測設備進行。此設備利用懸滴法量測液體表面張力以及與塗膜的接觸角。試驗方法係依據 ASTM D5725 標準進行。當進行量測時先將水滴以微量滴定管滴在塗膜表面，再利用攝影機拍攝液滴附著於塗膜表面情形，由影像的擷取配合軟體量測功能得到液體與塗膜的接觸角。圖 5-14 為其試驗設備。

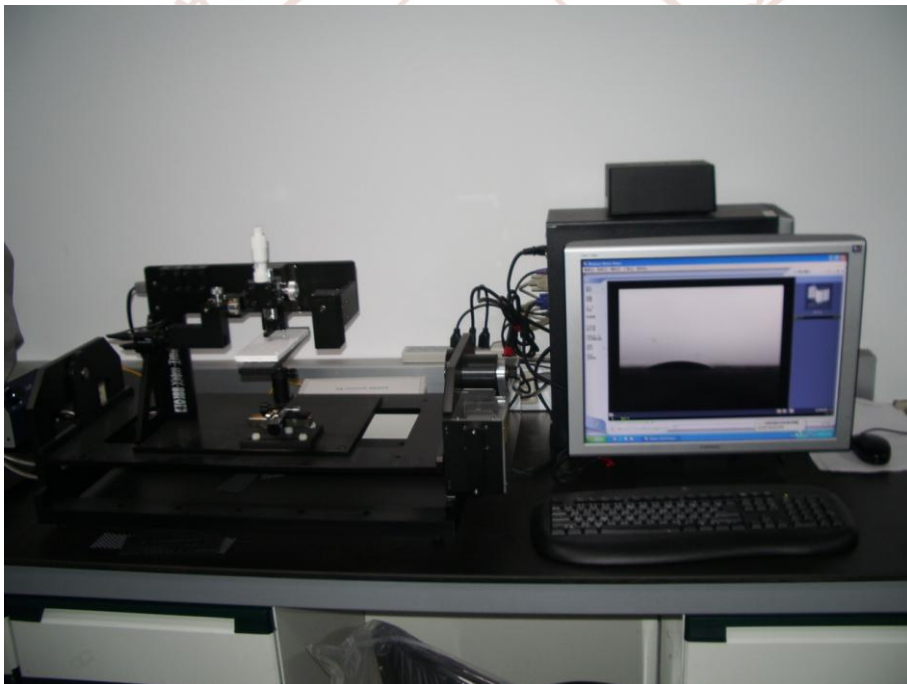


圖 5-14 FTA 188 接觸角量測試驗設備

(本研究自行整理)

## 五、水泥砂漿透水試驗

係在試體兩端以墊片密合試體，並以一定壓力之定水頭垂直施加於試體面上，由進入水泥砂漿的水量可評估其性質。圖 5-15 為其設備照片。



圖 5-15 透水試驗設備

(本研究自行整理)

## 六、水泥砂漿氯離子比色法分析

水泥砂漿建材係將達劣化時間之試體以劈裂方式剖開，再將水泥砂漿劈裂面以 0.1N 硝酸銀噴灑，由於硝酸銀碰到含有氯離子之水泥砂漿劈裂面則會呈現白色氯化銀現象，因此可評估水泥砂漿內氯離子侵入之情形。

## 第六章 研究結果與討論

本研究在蒐集整理塗料標準與文獻後，並依專家座談會議意見（如附錄 4）進行相關實驗設計與試片製作方式。並依研究規劃進行鹽霧加速劣化試驗、日光加速劣化試驗、與自然曝曬試驗。其中鹽霧加速劣化試驗與日光加速劣化試驗原規劃擬進行 1000 小時（1.39 月）與 2000 小時（2.78 月）的劣化性質分析。但試驗劣化開始 100 小時後由目視觀察部分試片已有變化，因此除原先規劃的 1000 小時與 2000 小時劣化性質量測外，於計畫中增加 200 小時（0.28 月）、400 小時（0.56 月）、600 小時（0.83 月）、與 800 小時（1.11 月）的視覺性質分析。自然曝曬試驗於今年 4 月開始進行，已完成 3 個月與 6 個月曝曬期程。下述為其試驗結果分析與討論。

### 第一節 塗料劣化後目視觀察

附錄 3 將各種塗裝試片於不同期程與不同方式劣化後試片表面之狀況拍照。由照片可以發現無塗裝部分以裸鋼與木材變化較大。而塗裝部分以防火漆部分的變化較大。因此本章將就變化較大的部分進行說明。

試片經 200 小時鹽霧劣化後，環氧樹脂、PU、與壓克力塗料無論於碳鋼基材、水泥砂漿基材、與木板基材均與劣化無較大差異性。但防火漆部分無論何種基材則表面均產生龜裂現象，如圖 6-1 為鋼板基材塗裝防火漆之劣化情形。在無塗裝部分，木材基材與水泥砂漿基材並無異狀，唯裸剛基材已產生均勻腐蝕現象，如圖 6-2 所示。



圖 6-1 鋼板基材塗裝防火漆經鹽霧劣化 200 小時後情形  
(本研究自行整理)



圖 6-2 鋼板基材無塗裝經鹽霧劣化 200 小時後情形  
(本研究自行整理)

日光模擬劣化方面，經過 200 小時加速劣化後，環氧樹脂、PU、與壓克力塗料無論於碳鋼基材、水泥砂漿基材、與木材基材於表面觀察並無太大差異變化，防火漆部分無論何種基材則表面均產生剝離龜裂現象，且較鹽霧劣化嚴重。

在木材基材方面，由於日光模擬劣化試驗的 2 小時週期內包含全波長日光照射 102 分鐘與向塗膜噴水 18 分鐘，因此未塗裝的木材基板部分於 100 小時以後便已由木紋處裂開，且木材本身已有屈曲的現象。防火漆塗裝的木板於劣化 200 小時後觀察也有裂開情形。無塗裝部分的木材表面甚至有變白的現象，如圖 6-3 所示。但同樣劣化時間其他塗裝形式則木板基材無裂開或屈曲情形，甚至於 2000 小時的劣化觀察亦無異狀，由此顯示防火漆對木材基材的保護性較差。

而 PU 和與壓克力塗料於 2000 小時各階段的目視觀察發現其塗層僅有光澤有隨劣化時間變差外，其餘並無太大差異。環氧樹脂漆則有明顯塗膜粗糙現象產生。而防火漆塗料剝離龜裂現象愈趨嚴重，且塗膜很容易可由手指剝落，圖 6-4 為碳鋼基材塗裝防火漆劣化情形。日光模擬劣化方面，防火漆塗料亦隨著劣化時間增加，剝離龜裂現象愈趨嚴重，於木板基材部分甚至木紋處裂開現象更加嚴重，如圖 6-5 為水泥砂漿基材於 2000 小時劣化情形，圖 6-6 為木材基材於 2000 小時劣化情形。



(a)



(b)

圖 6-3 木材基材防火漆塗裝 (a) 與無塗裝 (b) 經日光劣化  
200 小時後情形

(本研究自行整理)





圖 6-4 鋼板基材防火漆塗裝經鹽霧劣化 2000 小時情形  
(本研究自行整理)

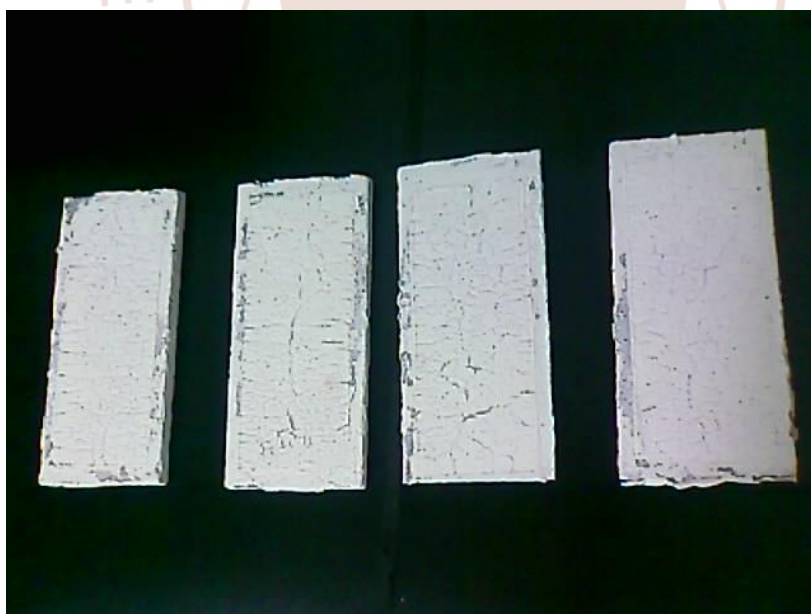


圖 6-5 水泥砂漿板材防火漆塗裝經日光劣化 2000 小時情形  
(本研究自行整理)



圖 6-6 木板基材防火漆塗裝經日光劣化 2000 小時後情形

(本研究自行整理)

## 第二節 塗料劣化後色差分析

各試片於達到劣化期程後，隨即將試片取出，並放置於通風處 1 小時，待試片表面風乾時，依 CNS 10756-1 第 5.2 節以分光測光儀量測標準光 C 之 X、Y、Z 三刺激值。表 6-1 至表 6-9 為各試片鹽霧劣化試驗結果量測值。表 6-10 至表 6-18 為各試片日光模擬劣化試驗結果。表 6-19 至表 6-24 為基隆與台北進行自然曝曬劣化的試驗結果。由 X、Y、Z 三刺激值試驗結果，可轉換成具考量亮度的 CIE  $L^*a^*b^*$  座標系統， $L^*$  為顏色的亮度，其中  $L^*=0$  代表為純黑色， $L^*=100$  代表為純白色。 $a^*$  代表顏色於紅色和綠色之間所佔的位置，負值表偏綠，正值表偏紅。 $b^*$  代表顏色於黃色和藍色之間所佔的位置，負值

表偏黃，正值表偏藍。其轉換公式如下<sup>24</sup>。

$$\begin{aligned}
 L^* &= 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16 \\
 a^* &= 500 \left[ \left( \frac{X}{X_0} \right)^{1/3} - \left( \frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} \right] \\
 b^* &= 200 \left[ \left( \frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - \left( \frac{Z}{Z_0} \right)^{1/3} \right]
 \end{aligned} \tag{6-1}$$

式中  $X_0$ 、 $Y_0$ 、與  $Z_0$  為標準照明體 C 光之 X、Y、Z 三刺激值。C 光為代表色溫為 6774 K 的平均日光，光色近似陰天的日光，其  $X_0$  為 98.07； $Y_0$  為 100.00； $Z_0$  為 118.18<sup>24</sup>。由  $L^*a^*b^*$  座標值，可進行總色差  $\Delta E^*_{ab}$  計算，其計算公式如下。

$$\begin{aligned}
 \Delta L^* &= L^*_1 - L^*_2 \\
 \Delta a^* &= a^*_1 - a^*_2 \quad \Delta b^* = b^*_1 - b^*_2 \\
 \Delta E^*_{ab} &= \left[ (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \right]^{1/2}
 \end{aligned} \tag{6-2}$$

式中  $\Delta L^* = L^*_1 - L^*_2$  為明度差，即試片  $L^*$  值與初始量測值差距。 $\Delta a^*$  與  $\Delta b^*$  為色度差。表 6-25 至 6-27 為鹽霧劣化試驗之總色差  $\Delta E^*_{ab}$  計算值。表 6-28 至 6-30 為日光模擬劣化試驗之總色差  $\Delta E^*_{ab}$  計算值。表 6-31 至表 6-36 為基隆與台北進行自然曝曬劣化的總色差  $\Delta E^*_{ab}$  計算值。

<sup>24</sup>CIE 1931, "Commission Internationale de l'Eclairage Proceedings", International Commission on Illumination, 1931.

表 6-1 鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果  
1 (碳鋼基材)

試片 編號	0 小時			200 小時			400 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
TSAS1k-1	80.62	82.12	96.13	81.95	83.49	97.61	85.73	87.90	102.14	壓克 力樹 脂漆
TSAS1k-2	80.75	82.36	96.63	80.31	81.86	95.85	83.89	86.11	100.23	
TSAS2k-1	81.92	83.40	97.93	83.28	84.85	99.10	85.85	88.03	102.46	
TSAS2k-2	80.23	81.81	96.16	81.76	83.33	97.53	83.26	85.45	99.72	
TSES1k-1	75.46	77.26	89.12	76.80	78.67	90.06	80.06	82.50	93.92	環氧 樹脂 漆
TSES1k-2	79.32	81.10	93.85	80.08	81.92	93.70	83.36	85.82	96.64	
TSES2k-1	77.02	78.75	91.39	76.94	78.76	90.06	80.12	82.74	94.72	
TSES2k-2	79.46	81.20	93.84	79.66	81.50	93.42	83.68	86.12	98.05	
TSPS1k-1	82.00	83.53	98.18	82.31	83.84	98.46	85.83	87.87	102.66	PU 樹脂 漆
TSPS1k-2	80.05	81.60	96.08	80.76	82.36	96.70	86.30	88.41	103.21	
TSPS2k-1	81.21	82.74	97.29	81.73	83.25	97.62	85.45	87.59	102.12	
TSPS2k-2	82.74	84.25	99.09	83.1	84.61	99.31	87.78	89.8	104.71	
TSFS1k-1	80.81	82.12	93.74	78.20	79.33	90.64	82.92	84.66	95.95	防火 漆
TSFS1k-2	79.77	81.11	92.75	79.75	81.05	93.05	83.29	85.05	97.25	
TSFS2k-1	79.14	80.50	91.81	79.21	80.51	92.12	81.19	82.91	91.72	
TSFS2k-2	77.51	78.83	90.00	80.59	82.02	94.23	83.22	85.08	97.14	

(本研究自行整理)

表 6-2 鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 2  
(碳鋼基材)

試片 編號	600 小時			800 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	
TSAS1k-1	81.41	82.95	97.18	80.65	82.19	95.99	壓克 力樹 脂漆
TSAS1k-2	79.44	81.04	94.80	79.81	81.47	95.28	
TSAS2k-1	82.54	84.14	98.46	82.74	84.20	98.43	
TSAS2k-2	80.79	82.39	96.11	79.42	81.02	95.08	
TSES1k-1	77.29	79.19	90.44	77.11	78.99	90.21	環氧 樹脂 漆
TSES1k-2	79.73	81.53	92.91	79.69	81.47	92.74	
TSES2k-1	78.21	80.01	91.48	75.91	77.64	87.11	
TSES2k-2	79.37	80.22	91.95	79.81	81.55	93.16	
TSPS1k-1	81.33	82.69	97.07	82.16	83.68	98.21	PU 樹脂 漆
TSPS1k-2	82.33	83.89	98.22	82.4	83.98	98.35	
TSPS2k-1	81.13	82.69	96.97	80.8	82.41	96.43	
TSPS2k-2	83.68	85.26	99.85	83.47	85.08	99.66	
TSFS1k-1	79.83	81.12	92.31	80.21	81.56	92.25	防火 漆
TSFS1k-2	80.43	81.66	93.62	80.42	81.78	93.45	
TSFS2k-1	78.73	79.93	89.96	78.38	79.68	89.36	
TSFS2k-2	79.51	80.87	92.62	80.21	81.65	93.16	

(本研究自行整理)

表 6-3 鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 3  
(碳鋼基材)

試片 編號	1000 小時			2000 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	
TSAS1k-1	80.75	82.33	96.05	--	--	--	壓克 力樹 脂漆
TSAS1k-2	79.98	81.58	95.40	--	--	--	
TSAS2k-1	82.25	83.76	97.99	80.65	81.07	97.50	
TSAS2k-2	80.21	81.81	95.62	79.84	81.15	95.20	
TSES1k-1	76.28	78.18	89.26	--	--	--	環氧 樹脂 漆
TSES1k-2	79.59	81.44	92.23	--	--	--	
TSES2k-1	78.09	79.99	91.20	78.58	81.27	91.10	
TSES2k-2	80.15	81.93	93.61	79.15	81.80	91.55	
TSPS1k-1	82.22	83.75	98.09	--	--	--	PU 樹脂 漆
TSPS1k-2	81.57	83.08	97.37	--	--	--	
TSPS2k-1	81.52	83.11	97.33	80.75	82.24	96.23	
TSPS2k-2	83.41	84.97	99.64	82.53	83.02	96.66	
TSFS1k-1	79.00	80.16	90.62	--	--	--	防火 漆
TSFS1k-2	80.20	81.58	92.19	--	--	--	
TSFS2k-1	77.83	79.01	87.43	74.85	75.81	85.74	
TSFS2k-2	81.10	82.38	94.06	73.93	75.24	88.13	

(本研究自行整理)

表 6-4 鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 1  
(水泥砂漿基材)

試片 編號	0 小時			200 小時			400 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
TMAS1k-1	87.39	88.82	103.27	85.79	87.30	100.97	91.58	93.69	107.51	壓克 力樹 脂漆
TMAS1k-2	87.01	88.41	103.02	87.35	88.83	102.90	91.49	93.54	107.78	
TMAS2k-1	87.55	88.97	103.53	87.88	89.38	103.52	91.58	93.71	107.74	
TMAS2k-2	87.23	88.68	103.16	87.85	89.33	103.40	91.56	93.66	107.56	
TMES1k-1	84.29	85.86	97.94	85.41	87.14	98.32	88.67	90.97	102.03	環氧 樹脂 漆
TMES1k-2	84.24	85.82	98.05	84.38	86.05	97.55	88.27	90.54	101.90	
TMES2k-1	84.27	85.80	98.02	85.30	87.00	98.42	88.30	90.59	101.67	
TMES2k-2	84.25	85.84	98.15	85.38	87.07	98.84	87.80	90.06	101.23	
TMPS1k-1	86.88	88.38	101.91	87.05	88.6	101.69	91.17	93.33	106.57	PU 樹脂 漆
TMPS1k-2	87.01	88.51	102.27	87.02	88.57	101.82	91.12	93.25	106.57	
TMPS2k-1	86.98	88.49	102.14	87.49	89.05	102.36	91.23	93.39	107.01	
TMPS2k-2	86.88	88.36	102.18	87.09	88.62	101.81	91.12	93.3	106.46	
TMFS1k-1	82.84	84.2	95.38	84.74	86.21	98.29	87.30	89.27	100.46	防火 漆
TMFS1k-2	83.37	84.78	96.14	84.72	86.1	98.59	87.35	89.31	100.88	
TMFS2k-1	80.2	81.56	91.93	81.75	83.06	94.6	83.25	85.10	95.98	
TMFS2k-2	84.54	85.92	98.03	84.71	86.1	98.66	87.55	89.52	101.74	

(本研究自行整理)

表 6-5 鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 2  
(水泥砂漿基材)

試片 編號	600 小時			800 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	
TMAS1k-1	87.79	89.28	103.06	87.55	89.04	103.15	壓克 力樹 脂漆
TMAS1k-2	86.98	88.45	102.64	87.15	88.62	102.76	
TMAS2k-1	88.01	89.51	103.58	87.85	89.36	103.8	
TMAS2k-2	87.85	89.32	103.26	87.79	89.26	103.59	
TMES1k-1	85.31	87.05	98.09	84.81	86.52	97.18	環氧 樹脂 漆
TMES1k-2	85.78	87.46	98.92	85.28	86.97	98.18	
TMES2k-1	84.58	86.26	97.30	85.47	87.18	98.34	
TMES2k-2	84.99	86.65	97.69	85.23	86.94	97.91	
TMPS1k-1	87.51	89.04	102.31	87.39	88.91	102.00	PU 樹脂 漆
TMPS1k-2	87.34	88.86	102.22	86.25	87.75	100.87	
TMPS2k-1	87.65	89.22	102.60	87.39	88.91	102.11	
TMPS2k-2	87.11	88.64	101.44	86.92	88.45	101.57	
TMFS1k-1	83.51	84.9	95.03	82.66	83.98	93.98	防火 漆
TMFS1k-2	85.09	86.49	98.2	84.58	86.00	97.68	
TMFS2k-1	80.11	81.44	91.67	79.46	80.73	90.53	
TMFS2k-2	83.73	85.12	96.73	83.36	84.75	95.88	

(本研究自行整理)



表 6-6 鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 3  
(水泥砂漿基材)

試片 編號	1000 小時			2000 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	
TMAS1k-1	87.42	88.91	102.93	--	--	--	壓克 力樹 脂漆
TMAS1k-2	87.31	88.76	103.03	--	--	--	
TMAS2k-1	87.85	89.37	103.80	85.29	86.84	101.75	
TMAS2k-2	87.71	89.21	103.51	85.14	86.70	100.98	
TMES1k-1	84.43	86.14	96.89	--	--	--	環氧 樹脂 漆
TMES1k-2	84.58	86.25	97.79	--	--	--	
TMES2k-1	84.50	86.20	97.24	82.28	83.90	92.86	
TMES2k-2	84.51	86.19	97.76	83.10	83.86	95.34	
TMPS1k-1	87.29	88.76	102.13	--	--	--	PU 樹脂 漆
TMPS1k-2	87.14	88.68	102.11	--	--	--	
TMPS2k-1	87.21	88.75	102.09	84.86	86.55	99.88	
TMPS2k-2	86.91	88.42	101.59	84.62	87.09	99.97	
TMFS1k-1	80.04	81.23	89.10	--	--	--	防火 漆
TMFS1k-2	83.90	85.32	96.43	--	--	--	
TMFS2k-1	79.62	80.90	90.66	77.66	78.91	89.15	
TMFS2k-2	82.73	84.14	94.96	79.14	82.58	93.72	

(本研究自行整理)

表 6-7 鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 1  
(木材基材)

試片 編號	0 小時			200 小時			400 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
TWAS1k-1	86.98	88.40	102.89	87.46	88.95	103.28	90.85	92.96	107.06	壓克 力樹 脂漆
TWAS1k-2	86.24	87.66	101.89	86.61	88.06	102.12	90.67	92.85	106.67	
TWAS2k-1	85.38	86.77	100.81	86.46	87.94	102.05	90.47	92.65	106.09	
TWAS2k-2	87.14	88.57	103.13	87.27	88.73	103.03	91.28	93.43	107.26	
TWES1k-1	84.17	85.76	98.26	84.68	86.25	98.64	88.16	90.42	102.53	環氧 樹脂 漆
TWES1k-2	84.55	86.11	98.49	84.99	86.61	98.65	88.89	91.14	103.11	
TWES2k-1	83.99	85.50	97.70	85.04	86.62	98.67	88.89	91.13	103.11	
TWES2k-2	83.52	85.02	97.17	83.91	85.48	96.88	87.36	89.59	101.30	
TWPS1k-1	86.13	87.63	101.33	86.31	87.83	101.46	89.95	92.10	105.90	PU 樹脂 漆
TWPS1k-2	86.84	88.31	101.66	86.55	88.04	101.00	90.85	92.97	106.14	
TWPS2k-1	86.83	88.30	102.03	86.47	87.96	101.54	90.67	92.82	106.38	
TWPS2k-2	86.84	88.34	101.90	86.64	88.12	101.42	90.41	92.55	105.73	
TWFS1k-1	83.13	84.53	96.24	80.09	81.71	88.11	80.81	82.82	87.27	防火 漆
TWFS1k-2	82.87	84.29	94.99	79.88	81.21	87.53	83.99	85.83	92.48	
TWFS2k-1	82.71	84.09	95.60	80.96	82.44	90.25	82.58	84.61	91.02	
TWFS2k-2	81.41	82.81	93.11	81.96	83.33	92.32	84.16	86.06	94.05	

(本研究自行整理)

表 6-8 鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 2  
(木材基材)

試片 編號	600 小時			800 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	
TWAS1k-1	87.56	89.01	103.40	87.28	88.80	102.83	壓克 力樹 脂漆
TWAS1k-2	86.78	88.25	102.33	86.29	87.76	101.83	
TWAS2k-1	86.87	88.35	102.43	86.64	88.11	102.26	
TWAS2k-2	87.26	88.76	103.07	87.30	88.80	103.01	
TWES1k-1	84.80	86.46	97.99	84.52	86.14	98.37	環氧 樹脂 漆
TWES1k-2	85.23	86.88	98.81	84.63	86.25	98.26	
TWES2k-1	85.17	86.79	98.73	84.70	86.29	98.37	
TWES2k-2	83.84	85.48	96.88	83.41	85.03	96.34	
TWPS1k-1	86.04	87.54	100.90	86.00	87.50	101.07	PU 樹脂 漆
TWPS1k-2	86.58	88.08	101.11	86.59	88.09	101.26	
TWPS2k-1	86.54	88.04	101.15	86.64	88.16	101.63	
TWPS2k-2	86.72	88.24	101.35	86.79	88.35	101.71	
TWFS1k-1	75.74	77.07	80.22	75.56	76.54	80.88	防火 漆
TWFS1k-2	71.73	72.84	75.48	74.40	75.41	80.02	
TWFS2k-1	78.66	80.03	86.29	78.48	79.75	85.98	
TWFS2k-2	78.18	79.41	86.03	75.85	76.98	82.49	

(本研究自行整理)

表 6-9 鹽霧劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 3  
(木材基材)

試片 編號	1000 小時			2000 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	
TWAS1k-1	87.07	88.56	102.63	--	--	--	壓克 力樹 脂漆
TWAS1k-2	85.65	87.18	100.45	--	--	--	
TWAS2k-1	86.61	88.11	102.21	85.01	86.46	100.15	
TWAS2k-2	87.13	88.63	102.89	84.59	87.03	99.97	
TWES1k-1	84.81	86.42	98.68	--	--	--	環氧 樹脂 漆
TWES1k-2	83.20	84.86	96.63	--	--	--	
TWES2k-1	84.61	86.21	98.34	82.17	83.98	96.47	
TWES2k-2	83.55	85.20	96.81	81.10	84.68	95.86	
TWPS1k-1	85.98	87.48	101.12	--	--	--	PU 樹脂 漆
TWPS1k-2	86.56	88.06	101.26	--	--	--	
TWPS2k-1	86.56	88.06	101.49	85.58	85.44	99.50	
TWPS2k-2	86.58	88.10	101.41	85.35	85.52	98.44	
TWFS1k-1	74.86	76.00	78.95	--	--	--	防火 漆
TWFS1k-2	69.42	70.20	73.30	--	--	--	
TWFS2k-1	77.99	79.22	85.06	76.22	77.46	84.50	
TWFS2k-2	66.66	67.23	68.12	68.58	69.34	71.23	

(本研究自行整理)

表 6-10 日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 1  
(碳鋼基材)

試片 編號	0 小時			200 小時			400 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
TSAX1k-1	80.81	82.34	96.65	80.76	82.27	96.45	80.18	81.75	95.13	壓克 力樹 脂漆
TSAX1k-2	81.28	82.83	97.04	81.46	82.95	96.89	81.22	82.81	96.12	
TSAX2k-1	80.29	81.83	96.05	82.98	84.45	99.08	82.28	83.90	97.59	
TSAX2k-2	81.22	82.76	96.98	81.45	82.95	97.32	81.43	82.94	96.80	
TSEX1k-1	77.03	78.76	90.80	74.30	76.22	75.41	74.21	76.15	75.00	環氧 樹脂 漆
TSEX1k-2	76.92	78.64	90.41	77.45	79.35	87.01	78.05	79.92	88.69	
TSEX2k-1	74.27	76.07	87.63	74.07	76.10	84.08	74.20	76.09	84.45	
TSEX2k-2	79.37	81.12	93.49	80.33	82.30	90.60	81.09	82.90	92.12	
TSPX1k-1	80.95	82.48	96.40	81.50	82.98	96.34	81.93	83.47	96.82	PU 樹脂 漆
TSPX1k-2	80.02	81.55	95.66	81.38	82.90	96.96	81.35	82.89	96.53	
TSPX2k-1	82.13	83.58	98.06	82.94	84.41	98.75	82.63	84.13	97.75	
TSPX2k-2	83.43	84.85	99.58	83.59	85.07	99.15	83.61	85.10	98.83	
TAFX1k-1	78.87	80.20	91.53	77.67	78.96	90.74	76.90	78.24	89.54	防火 漆
TAFX1k-2	80.63	81.94	93.64	77.16	78.45	89.53	75.89	77.18	87.77	
TAFX2k-1	79.44	80.79	92.39	73.48	74.71	85.71	73.02	74.34	85.01	
TAFX2k-2	80.29	81.57	93.23	79.17	80.55	92.71	78.72	80.16	92.01	

(本研究自行整理)

表 6-11 日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 1

(碳鋼基材)

試片 編號	600 小時			800 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	
TSAX1k-1	80.04	81.64	94.41	80.39	81.99	93.99	壓克 力樹 脂漆
TSAX1k-2	81.12	82.70	95.45	80.73	82.35	94.22	
TSAX2k-1	82.60	84.07	97.28	81.34	82.98	95.02	
TSAX2k-2	81.32	82.85	95.84	80.98	82.61	95.46	
TSEX1k-1	73.83	75.70	73.22	72.93	74.76	71.47	環氧 樹脂 漆
TSEX1k-2	77.96	79.81	88.42	77.15	79.01	86.57	
TSEX2k-1	74.78	76.64	84.80	74.36	76.27	83.83	
TSEX2k-2	80.87	82.65	91.70	80.22	82.02	90.31	
TSPX1k-1	81.82	83.36	96.12	81.44	83.01	95.36	PU 樹脂 漆
TSPX1k-2	81.56	83.14	96.46	81.23	82.86	95.68	
TSPX2k-1	82.46	83.96	96.72	82.24	83.80	96.48	
TSPX2k-2	82.97	84.50	97.09	82.91	84.50	96.86	
TSFX1k-1	76.38	77.74	88.49	76.34	77.78	87.92	防火 漆
TSFX1k-2	76.88	78.22	89.09	77.58	78.98	89.74	
TSFX2k-1	72.87	74.21	84.42	72.18	73.54	83.03	
TSFX2k-2	78.74	80.10	91.56	77.96	79.43	90.10	

(本研究自行整理)

表 6-12 日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 3  
(碳鋼基材)

試片 編號	1000 小時			2000 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	
TSAX1k-1	85.64	87.22	99.16	---	---	---	壓克 力樹 脂漆
TSAX1k-2	86.15	87.71	99.70	---	---	---	
TSAX2k-1	85.77	87.31	98.84	79.71	81.26	92.87	
TSAX2k-2	86.54	88.11	100.48	79.29	80.84	93.06	
TSEX1k-1	84.34	86.15	93.56	---	---	---	環氧 樹脂 漆
TSEX1k-2	83.83	85.63	92.44	---	---	---	
TSEX2k-1	84.17	85.97	92.70	73.28	75.13	81.80	
TSEX2k-2	84.32	86.12	93.48	78.23	80.05	87.42	
TSPX1k-1	86.16	87.71	99.44	---	---	---	PU 樹脂 漆
TSPX1k-2	85.65	87.20	98.78	---	---	---	
TSPX2k-1	86.25	87.79	99.57	80.06	81.57	93.34	
TSPX2k-2	86.00	87.53	99.30	80.18	81.64	93.05	
TSFX1k-1	75.72	77.13	86.59	---	---	---	防火 漆
TSFX1k-2	79.14	80.71	90.91	---	---	---	
TSFX2k-1	78.25	79.79	89.56	70.95	72.30	81.30	
TSFX2k-2	75.58	77.06	86.83	75.35	76.79	86.80	

(本研究自行整理)

表 6-13 日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 刺激值量測結果 1(水泥砂漿基材)

試片 編號	0 小時			200 小時			400 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
TMAX1k-1	87.71	89.15	103.82	87.05	88.44	102.37	86.45	87.97	101.43	壓克 力樹 脂漆
TMAX1k-2	87.14	88.53	103.13	87.15	88.60	102.92	87.06	88.57	102.63	
TMAX2k-1	87.53	88.94	103.57	87.37	88.82	102.91	86.92	88.45	102.17	
TMAX2k-2	87.21	88.63	102.96	87.20	88.66	102.58	87.01	88.53	102.00	
TMEX1k-1	84.86	86.41	99.11	85.05	86.77	95.75	85.36	87.06	96.15	環氧 樹脂 漆
TMEX1k-2	84.56	86.10	98.63	84.52	86.29	94.44	85.10	86.77	95.43	
TMEX2k-1	84.50	86.04	98.59	85.59	87.35	96.50	85.75	87.46	96.60	
TMEX2k-2	84.65	86.20	98.72	85.19	86.97	95.98	85.55	87.27	96.42	
TMPX1k-1	87.11	88.60	102.09	87.52	88.98	103.05	87.36	88.88	102.67	PU 樹脂 漆
TMPX1k-2	86.81	88.28	101.73	86.78	88.20	102.06	86.49	88.01	101.31	
TMPX2k-1	87.11	88.60	102.04	87.31	88.77	102.57	87.14	88.66	101.97	
TMPX2k-2	86.82	88.25	101.88	87.07	88.50	102.46	87.01	88.50	102.04	
TMFX1k-1	81.49	82.88	94.07	78.26	79.59	91.84	77.30	78.69	90.04	防火 漆
TMFX1k-2	83.93	85.33	97.34	81.30	82.70	95.07	80.32	81.78	93.58	
TMFX2k-1	82.47	83.83	85.30	80.50	81.88	94.41	79.32	80.80	91.98	
TMFX2k-2	81.40	82.80	94.28	78.49	79.84	92.14	77.24	78.62	90.48	

(本研究自行整理)



表 6-14 日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 2  
(水泥砂漿基材)

試片 編號	600 小時			800 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	
TMAX1k-1	86.36	87.88	100.90	86.08	87.63	100.06	壓克 力樹 脂漆
TMAX1k-2	86.47	87.97	100.85	86.20	87.71	100.10	
TMAX2k-1	86.57	88.06	101.06	86.16	87.67	99.98	
TMAX2k-2	87.13	88.63	101.90	86.60	88.15	100.76	
TMEX1k-1	85.17	86.88	95.34	84.46	86.25	93.94	環氧 樹脂 漆
TMEX1k-2	84.85	86.56	94.65	84.41	86.16	93.83	
TMEX2k-1	85.41	87.14	95.59	84.46	86.25	93.49	
TMEX2k-2	85.15	86.91	95.15	84.69	86.49	94.28	
TMPX1k-1	87.09	88.57	101.52	86.69	88.23	100.49	PU 樹脂 漆
TMPX1k-2	85.64	87.07	99.29	85.77	87.31	99.34	
TMPX2k-1	86.77	88.25	100.96	86.43	87.96	100.02	
TMPX2k-2	86.81	88.26	101.31	86.43	87.94	100.46	
TMFX1k-1	77.19	78.58	89.09	76.24	77.68	87.47	防火 漆
TMFX1k-2	79.94	81.42	92.54	79.53	81.07	91.67	
TMFX2k-1	78.64	80.06	91.03	77.88	79.35	89.52	
TMFX2k-2	76.04	77.46	88.04	76.44	77.89	88.15	

(本研究自行整理)

表 6-15 日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 3  
(水泥砂漿基材)

試片 編號	1000 小時			2000 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	
TMAX1k-1	85.64	87.22	99.16	--	--	--	壓克 力樹 脂漆
TMAX1k-2	86.15	87.71	99.70	--	--	--	
TMAX2k-1	85.77	87.31	98.84	83.68	85.15	97.22	
TMAX2k-2	86.54	88.11	100.48	84.11	85.61	98.07	
TMEX1k-1	84.34	86.15	93.56	--	--	--	環氧 樹脂 漆
TMEX1k-2	83.83	85.63	92.44	--	--	--	
TMEX2k-1	84.17	85.97	92.70	82.15	83.87	91.25	
TMEX2k-2	84.32	86.12	93.48	82.16	83.89	91.65	
TMPX1k-1	86.16	87.71	99.44	--	--	--	PU 樹脂 漆
TMPX1k-2	85.65	87.20	98.78	--	--	--	
TMPX2k-1	86.25	87.79	99.57	83.98	85.46	97.50	
TMPX2k-2	86.00	87.53	99.30	83.80	85.26	97.43	
TMFX1k-1	75.72	77.13	86.59	--	--	--	防火 漆
TMFX1k-2	79.14	80.71	90.91	--	--	--	
TMFX2k-1	78.25	79.79	89.56	76.35	77.80	88.00	
TMFX2k-2	75.58	77.06	86.83	74.15	75.55	85.84	

(本研究自行整理)

表 6-16 日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 1  
(木材基材)

試片 編號	0 小時			200 小時			400 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
TWAX1k-1	86.61	87.98	102.50	86.61	88.00	102.22	86.30	87.75	101.49	壓克 力樹 脂漆
TWAX1k-2	87.06	88.50	103.06	86.82	88.21	102.42	86.47	88.00	101.58	
TWAX2k-1	86.41	87.82	102.44	86.16	87.60	101.87	86.03	87.52	101.46	
TWAX2k-2	86.58	87.97	102.33	86.35	87.78	101.57	86.20	87.70	101.06	
TWEX1k-1	84.50	86.06	98.33	85.08	86.83	95.30	85.51	87.20	96.38	環氧 樹脂 漆
TWEX1k-2	84.36	85.85	98.31	84.83	86.49	95.39	85.12	86.76	96.20	
TWEX2k-1	84.77	86.29	98.56	85.56	87.26	95.95	86.09	87.75	97.09	
TWEX2k-2	84.79	86.41	98.70	84.82	86.58	94.95	85.37	87.06	96.14	
TWPX1k-1	86.77	88.24	101.66	86.78	88.20	102.20	86.59	88.08	101.67	PU 樹脂 漆
TWPX1k-2	86.72	88.16	101.67	87.19	88.62	102.67	87.12	88.59	102.29	
TWPX2k-1	86.74	88.22	101.66	86.78	88.20	102.20	87.22	88.70	102.48	
TWPX2k-2	86.74	88.21	101.73	86.97	88.39	102.54	86.92	88.41	102.28	
TWFX1k-1	81.29	82.52	93.99	78.80	80.06	91.00	77.71	79.05	88.93	防火 漆
TWFX1k-2	82.91	84.26	96.17	81.36	82.74	94.24	78.19	79.52	89.36	
TWFX2k-1	82.71	84.07	96.00	79.92	81.25	92.53	79.03	80.41	90.65	
TWFX2k-2	81.44	82.81	93.79	79.42	80.69	91.48	77.80	79.13	88.82	

(本研究自行整理)

表 6-17 日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 2  
(木材基材)

試片 編號	600 小時			800 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	
TWAX1k-1	86.45	87.91	101.46	86.11	87.67	100.63	壓克 力樹 脂漆
TWAX1k-2	86.53	88.03	101.46	86.34	87.81	101.08	
TWAX2k-1	86.22	87.72	101.25	85.84	87.37	100.20	
TWAX2k-2	86.25	87.75	100.85	85.88	87.42	100.19	
TWEX1k-1	85.39	87.06	95.72	85.06	86.82	95.02	環氧 樹脂 漆
TWEX1k-2	84.88	86.56	95.15	84.53	86.31	94.79	
TWEX2k-1	86.11	87.79	96.85	85.68	87.43	96.08	
TWEX2k-2	85.23	86.95	95.27	84.54	86.31	94.01	
TWPX1k-1	86.79	88.27	101.66	86.54	88.06	101.04	PU 樹脂 漆
TWPX1k-2	87.13	88.59	102.09	86.61	88.12	100.88	
TWPX2k-1	87.20	88.67	102.09	86.80	88.30	101.24	
TWPX2k-2	86.92	88.40	101.87	86.49	88.02	100.94	
TWFX1k-1	76.05	77.40	86.28	75.83	77.21	85.92	防火 漆
TWFX1k-2	76.85	78.26	87.78	73.18	74.65	83.54	
TWFX2k-1	77.77	79.25	88.30	76.90	78.35	87.20	
TWFX2k-2	71.83	73.26	81.66	70.06	71.60	79.48	

(本研究自行整理)

表 6-18 日光劣化試驗色差分析之 X、Y、Z 三刺激值量測結果 3  
(木材基材)

試片 編號	1000 小時			2000 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	
TWAX1k-1	86.45	87.91	101.46	---	---	---	壓克 力樹 脂漆
TWAX1k-2	86.53	88.03	101.46	---	---	---	
TWAX2k-1	86.22	87.72	101.25	83.16	84.63	97.11	
TWAX2k-2	86.25	87.75	100.85	83.36	84.85	97.26	
TWEX1k-1	85.39	87.06	95.72	---	---	---	環氧 樹脂 漆
TWEX1k-2	84.88	86.56	95.15	---	---	---	
TWEX2k-1	86.11	87.79	96.85	83.08	84.76	93.07	
TWEX2k-2	85.23	86.95	95.27	82.23	83.91	91.73	
TWPX1k-1	86.79	88.27	101.66	---	---	---	PU 樹脂 漆
TWPX1k-2	87.13	88.59	102.09	---	---	---	
TWPX2k-1	87.20	88.67	102.09	84.21	85.67	98.25	
TWPX2k-2	86.92	88.40	101.87	83.95	85.42	98.07	
TWFX1k-1	76.05	77.40	86.28	---	---	---	防火 漆
TWFX1k-2	76.85	78.26	87.78	---	---	---	
TWFX2k-1	77.77	79.25	88.30	74.63	76.06	84.72	
TWFX2k-2	71.83	73.26	81.66	64.80	66.30	74.04	

(本研究自行整理)

表 6-19 自然曝曬劣化試驗色差分析三刺激值量測結果（碳鋼  
基材，基隆曝曬點）

試片 編號	0 個月			3 個月			6 個月			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
KSAO3-1	80.88	81.17	98.17	80.72	80.99	97.88	--	--	--	壓克 力樹 脂漆
KSAO3-2	81.36	82.21	99.92	57.99	58.01	66.57	--	--	--	
KSAO6-1	81.62	82.32	97.58	81.48	82.09	97.38	81.35	82.19	97.21	
KSAO6-2	81.19	82.86	96.42	57.81	58.76	65.74	58.10	58.94	65.64	
KSEO3-1	75.52	77.39	80.77	74.82	77.21	80.46	--	--	--	環氧 樹脂 漆
KSEO3-2	77.82	79.53	88.96	67.67	69.42	68.89	--	--	--	
KSEO6-1	74.39	76.43	85.78	75.01	76.13	85.56	74.88	74.92	85.19	
KSEO6-2	80.63	82.48	92.49	62.83	64.17	69.10	69.02	70.46	78.65	
KSPO3-1	81.45	82.98	96.64	81.36	82.99	96.51	--	--	--	PU 樹脂 漆
KSPO3-2	80.90	82.52	96.47	60.28	61.99	69.18	--	--	--	
KSPO6-1	82.56	84.11	98.24	81.98	84.02	97.86	81.85	83.85	97.68	
KSPO6-2	83.53	85.10	99.25	61.47	62.49	70.42	64.62	65.64	74.19	
KSFO3-1	75.34	77.07	80.26	73.99	76.48	79.82	--	--	--	防 火 漆
KSFO3-2	78.26	80.32	89.37	77.62	79.98	89.10	--	--	--	
KSFO6-1	75.45	77.31	86.52	74.37	75.87	84.65	72.85	74.37	83.67	
KSFO6-2	80.61	79.22	90.98	77.76	79.04	90.85	71.27	72.39	82.79	

（本研究自行整理）

表 6-20 自然曝曬劣化試驗色差分析三刺激值量測結果（碳鋼基  
材，台北曝曬點）

試片 編號	0 個月			3 個月			6 個月			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
TSAO3-1	80.67	82.20	96.16	80.54	80.11	96.78	---	---	---	壓克 力樹 脂漆
TSAO3-2	81.40	82.95	96.77	56.95	59.06	64.87	---	---	---	
TSAO6-1	81.93	83.48	97.66	81.74	82.86	97.46	81.42	82.36	96.92	
TSAO6-2	81.45	82.97	97.12	57.89	59.06	66.49	57.26	58.88	65.89	
TSEO3-1	75.32	77.18	80.50	74.99	77.05	80.16	---	---	---	環氧 樹脂 漆
TSEO3-2	77.82	79.53	88.96	67.27	67.15	78.64	---	---	---	
TSEO6-1	74.39	76.35	85.78	73.98	76.16	84.65	72.99	76.21	83.87	
TSEO6-2	77.58	79.37	87.60	63.91	65.82	76.64	64.02	64.46	77.01	
TSPO3-1	81.01	82.52	96.12	80.84	82.18	96.08	---	---	---	PU 樹脂 漆
TSPO3-2	80.46	82.38	95.97	60.28	61.98	68.38	---	---	---	
TSPO6-1	82.11	83.70	97.72	81.85	82.85	97.61	81.54	83.19	97.08	
TSPO6-2	83.60	81.88	98.13	61.47	62.49	70.42	64.62	65.64	74.19	
TSFO3-1	75.86	77.33	84.70	74.32	76.17	83.64	---	---	---	防火 漆
TSFO3-2	76.58	78.43	88.25	75.31	75.46	85.89	---	---	---	
TSFO6-1	73.12	74.65	84.60	72.85	74.31	82.54	71.67	73.86	83.02	
TSFO6-2	79.70	77.20	88.57	78.75	75.97	87.48	76.49	74.71	85.81	

（本研究自行整理）。

表 6-21 自然曝曬劣化試驗色差分析三刺激值量測結果（砂漿基  
材，基隆曝曬點）

試片 編號	0 個月			3 個月			6 個月			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
KMAO3-1	87.14	88.60	102.69	87.02	88.35	102.42	---	---	---	壓克 力樹 脂漆
KMAO3-2	87.35	88.61	103.04	67.01	69.99	79.82	---	---	---	
KMAO6-1	87.21	89.13	102.66	87.46	88.84	101.85	87.09	88.62	102.17	
KMAO6-2	87.19	88.65	102.19	68.94	70.03	78.14	71.89	73.00	82.41	
KMEO3-1	85.21	86.82	97.13	85.03	85.60	95.75	---	---	---	環氧 樹脂 漆
KMEO3-2	84.79	86.08	96.32	67.37	69.85	73.25	---	---	---	
KMEO6-1	85.41	87.46	97.35	85.49	86.70	96.52	84.98	86.00	95.48	
KMEO6-2	85.19	86.82	96.68	66.97	68.16	73.10	65.99	67.85	72.79	
KMPO3-1	87.31	88.78	102.56	86.57	88.26	102.60	---	---	---	PU 樹脂 漆
KMPO3-2	86.79	88.23	101.88	68.28	69.49	78.36	---	---	---	
KMPO6-1	87.20	88.68	102.29	86.54	87.65	101.48	86.27	86.31	101.58	
KMPO6-2	86.94	88.37	102.16	68.05	69.05	77.12	62.13	62.99	69.67	
KMFO3-1	78.24	79.57	91.82	78.17	79.32	90.72	---	---	---	防火 漆
KMFO3-2	81.28	82.68	95.05	78.85	78.95	89.62	---	---	---	
KMFO6-1	80.48	81.86	94.39	80.18	81.26	94.27	80.05	80.92	94.11	
KMFO6-2	78.47	79.82	92.12	77.04	78.28	88.84	70.82	71.14	81.30	

（本研究自行整理）



表 6-22 自然曝曬劣化試驗色差分析三刺激值量測結果（砂漿  
基材，台北曝曬點）

試片 編號	0 個月			3 個月			6 個月			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
TMAO3-1	87.71	89.42	100.03	86.57	89.32	99.75	--	--	--	壓克 力樹 脂漆
TMAO3-2	87.33	88.68	99.17	70.06	72.19	82.69	--	--	--	
TMAO6-1	87.91	89.63	100.09	87.86	89.21	100.10	86.99	89.00	99.67	
TMAO6-2	87.75	89.49	100.07	69.95	71.93	80.36	68.72	68.60	79.38	
TMEO3-1	86.24	87.65	97.41	84.63	85.22	94.74	--	--	--	環氧 樹脂 漆
TMEO3-2	85.83	87.18	96.43	67.68	69.04	72.98	--	--	--	
TMEO6-1	86.64	88.34	97.96	85.19	86.41	96.00	84.67	85.27	94.65	
TMEO6-2	86.36	87.96	97.48	66.89	69.35	73.67	66.25	70.15	73.68	
TMPO3-1	88.01	89.40	103.54	87.84	89.31	103.28	--	--	--	PU 樹脂 漆
TMPO3-2	87.26	88.60	102.49	63.68	63.47	70.11	--	--	--	
TMPO6-1	87.81	89.25	102.76	87.64	88.95	102.36	87.21	89.05	101.99	
TMPO6-2	87.59	89.00	102.96	63.27	62.67	70.15	62.86	62.37	69.58	
TMFO3-1	79.87	81.23	92.95	79.76	81.08	92.54	--	--	--	防火 漆
TMFO3-2	82.61	84.01	96.20	79.95	79.98	90.05	--	--	--	
TMFO6-1	81.48	82.85	89.85	81.09	82.20	88.56	80.09	81.73	88.20	
TMFO6-2	79.94	81.31	93.20	78.35	77.99	89.28	78.92	79.82	89.73	

（本研究自行整理）

表 6-23 自然曝曬劣化試驗色差分析三刺激值量測結果（木材基  
材，基隆曝曬點）

試片 編號	1000 小時			2000 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	
KWAO3-1	86.99	88.25	102.63	86.25	88.30	102.19	壓克 力樹 脂漆
KWAO3-2	87.24	88.49	102.88	69.27	68.26	75.36	
KWAO6-1	86.64	88.03	102.02	87.01	87.86	101.85	
KWAO6-2	86.83	88.21	102.15	66.18	67.14	75.55	
KWEO3-1	85.48	87.14	96.39	85.62	86.89	96.25	環氧 樹脂 漆
KWEO3-2	85.20	86.77	96.39	69.52	68.94	77.36	
KWEO6-1	85.96	87.61	96.88	85.24	89.27	95.99	
KWEO6-2	85.32	87.03	96.16	68.36	69.60	75.48	
KWPO3-1	86.68	88.13	101.90	87.02	89.07	100.82	PU 樹脂 漆
KWPO3-2	87.05	88.50	102.34	67.28	66.98	74.92	
KWPO6-1	86.88	88.33	102.17	86.54	88.27	102.28	
KWPO6-2	86.88	88.33	102.28	66.63	67.57	75.81	
KWFO3-1	79.10	80.34	91.12	78.99	80.33	90.85	防火 漆
KWFO3-2	80.93	82.24	93.40	76.17	77.36	86.54	
KWFO6-1	80.32	81.66	92.65	81.06	81.07	92.05	
KWFO6-2	79.50	80.79	91.34	75.65	76.82	86.76	

（本研究自行整理）

表 6-24 自然曝曬劣化試驗色差分析三刺激值量測結果（木材基  
材，台北曝曬點）

試片 編號	0 小時			200 小時			400 小時			塗裝 系統
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
TWAO3-1	86.86	88.23	102.45	85.99	88.02	101.98	--	--	--	壓克 力樹 脂漆
TWAO3-2	87.09	88.47	102.67	67.85	69.33	77.01	--	--	--	
TWAO6-1	86.50	87.93	102.10	86.39	87.46	101.99	85.99	87.25	101.27	
TWAO6-2	86.68	88.11	101.93	67.21	68.82	76.47	71.08	69.92	80.37	
TWEO3-1	86.92	88.38	97.97	86.70	88.41	97.28	--	--	--	環氧 樹脂 漆
TWEO3-2	86.61	87.90	97.93	70.18	69.95	77.38	--	--	--	
TWEO6-1	87.44	89.01	97.87	86.98	90.01	96.88	86.85	91.02	95.67	
TWEO6-2	86.76	88.38	97.73	69.27	69.26	76.28	68.76	69.57	74.39	
TWPO3-1	87.07	88.48	102.39	88.01	87.36	101.87	--	--	--	PU 樹脂 漆
TWPO3-2	87.46	88.85	102.85	69.99	71.26	75.86	--	--	--	
TWPO6-1	87.26	88.68	102.50	87.19	88.90	101.87	86.87	89.90	100.98	
TWPO6-2	87.28	88.71	102.78	68.27	69.38	74.98	69.99	64.67	75.36	
TWFO3-1	80.07	81.13	92.11	79.98	81.32	91.54	--	--	--	防火 漆
TWFO3-2	81.63	82.66	94.01	78.21	78.37	87.29	--	--	--	
TWFO6-1	81.33	82.59	93.07	81.07	81.99	94.17	80.65	81.82	92.38	
TWFO6-2	80.41	81.62	92.26	77.48	78.27	86.43	77.38	79.06	86.76	

（本研究自行整理）。

表 6-25 鹽霧劣化試驗總色差  $\Delta E^*_{ab}$  計算值 (碳鋼基材)

試片編號	0 小時	200 小時	400 小時	600 小時	800 小時	1000 小 時	2000 小時	塗裝 系統
TSAS1k-1	0	0.61	2.74	0.37	0.17	0.27	--	壓克力 樹脂漆
TSAS1k-2	0	0.27	1.98	0.61	0.46	0.40	--	
TSAS2k-1	0	0.73	2.36	0.44	0.45	0.28	2.68	
TSAS2k-2	0	0.72	1.94	0.54	0.37	0.35	0.59	
TSES1k-1	0	0.80	2.70	1.08	1.01	0.77	--	環氧 樹脂漆
TSES1k-2	0	0.82	2.91	0.97	1.03	1.35	--	
TSES2k-1	0	0.92	2.52	1.08	2.10	1.26	3.01	
TSES2k-2	0	0.55	2.61	1.83	0.73	0.78	2.66	
TSPS1k-1	0	0.15	2.06	0.48	0.12	0.24	--	PU 樹脂漆
TSPS1k-2	0	0.39	3.09	1.07	1.10	0.73	--	
TSPS2k-1	0	0.29	2.36	0.18	0.38	0.32	0.38	
TSPS2k-2	0	0.20	2.53	0.52	0.47	0.37	2.08	
TSFS1k-1	0	1.27	1.41	0.48	0.62	1.07	--	防火漆
TSFS1k-2	0	0.26	1.85	0.37	0.30	0.76	--	
TSFS2k-1	0	0.23	2.26	0.89	1.08	1.96	2.28	
TSFS2k-2	0	1.47	2.88	0.93	1.27	1.60	2.28	

(本研究自行整理)

表 6-26 鹽霧劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值(水泥砂漿基材)

試片編號	0 小時	200 小時	400 小時	600 小時	800 小時	1000 小 時	2000 小時	塗裝 系統
TMAS1k-1	0	0.75	2.43	0.51	0.27	0.30	--	壓克力 樹脂漆
TMAS1k-2	0	0.44	2.45	0.29	0.35	0.30	--	
TMAS2k-1	0	0.37	2.38	0.44	0.25	0.27	1.05	
TMAS2k-2	0	0.42	2.43	0.48	0.29	0.29	0.88	
TMES1k-1	0	0.92	2.68	0.97	1.04	0.92	--	環氧 樹脂漆
TMES1k-2	0	0.52	2.48	0.96	0.92	0.54	--	
TMES2k-1	0	0.85	2.63	0.87	1.04	0.87	2.12	
TMES2k-2	0	0.71	2.36	0.96	1.09	0.55	1.77	
TMPS1k-1	0	0.32	2.37	0.36	0.40	0.22	--	PU 樹脂漆
TMPS1k-2	0	0.34	2.30	0.32	0.45	0.24	--	
TMPS2k-1	0	0.36	2.31	0.40	0.37	0.25	0.91	
TMPS2k-2	0	0.44	2.48	0.68	0.46	0.42	2.02	
TMFS1k-1	0	0.96	2.41	0.81	0.76	2.34	--	防火漆
TMFS1k-2	0	0.83	2.13	0.74	0.53	0.32	--	
TMFS2k-1	0	0.92	1.75	0.11	0.50	0.47	1.21	
TMFS2k-2	0	0.28	1.82	0.42	0.72	1.02	4.37	

(本研究自行整理)

表 6-27 鹽霧劣化試驗總色差  $\Delta E^*_{ab}$  計算值 (木材基材)

試片編號	0 小時	200 小時	400 小時	600 小時	800 小時	1000 小 時	2000 小時	塗裝 系統
TWAS1k-1	0	0.30	2.29	0.29	0.40	0.31	--	壓克力 樹脂漆
TWAS1k-2	0	0.23	2.58	0.30	0.15	0.63	--	
TWAS2k-1	0	0.52	2.90	0.69	0.58	0.60	0.26	
TWAS2k-2	0	0.20	2.48	0.23	0.29	0.23	2.21	
TWES1k-1	0	0.25	2.34	0.76	0.27	0.36	--	環氧 樹脂漆
TWES1k-2	0	0.35	2.48	0.51	0.28	0.64	--	
TWES2k-1	0	0.53	2.71	0.64	0.39	0.36	0.97	
TWES2k-2	0	0.58	2.38	0.62	0.59	0.47	4.04	
TWPS1k-1	0	0.11	2.15	0.21	0.09	0.07	--	PU 樹脂漆
TWPS1k-2	0	0.25	2.25	0.21	0.14	0.14	--	
TWPS2k-1	0	0.16	2.22	0.38	0.19	0.20	3.20	
TWPS2k-2	0	0.17	2.11	0.28	0.17	0.17	2.68	
TWFS1k-1	0	3.55	4.92	6.23	5.66	6.57	--	防火漆
TWFS1k-2	0	2.99	2.97	7.05	5.30	7.78	--	
TWFS2k-1	0	2.42	3.63	3.64	3.70	4.03	3.82	
TWFS2k-2	0	0.95	2.44	2.68	3.84	9.33	8.05	

(本研究自行整理)

表 6-28 日光劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值（碳鋼基材）

試片編號	0 小時	200 小時	400 小時	600 小時	800 小時	1000 小 時	2000 小時	塗裝 系統
TSAX1k-1	0	0.09	0.60	0.99	1.48	2.92	— —	壓克力 樹脂漆
TSAX1k-2	0	0.23	0.58	0.93	1.49	2.85	— —	
TSAX2k-1	0	1.17	1.08	1.35	1.63	3.31	1.67	
TSAX2k-2	0	0.14	0.27	0.81	0.89	2.88	1.39	
TSEX1k-1	0	9.08	9.34	10.36	11.03	4.98	— —	環氧 樹脂漆
TSEX1k-2	0	2.91	2.25	2.33	2.93	5.02	— —	
TSEX2k-1	0	2.55	2.24	2.44	2.82	6.08	3.38	
TSEX2k-2	0	2.90	2.40	2.45	2.84	4.35	3.31	
TSPX1k-1	0	0.48	0.64	0.93	1.10	2.98	— —	PU 樹脂漆
TSPX1k-2	0	0.63	0.75	0.98	1.15	3.30	— —	
TSPX2k-1	0	0.40	0.66	1.16	1.20	2.81	1.79	
TSPX2k-2	0	0.46	0.68	1.35	1.52	2.44	2.29	
TSFX1k-1	0	0.71	0.91	1.13	1.27	1.72	— —	防火漆
TSFX1k-2	0	1.57	2.16	1.69	1.39	1.17	— —	
TSFX2k-1	0	2.79	2.96	3.04	3.42	1.28	4.04	
TSFX2k-2	0	0.67	0.77	0.69	1.14	2.26	2.30	

（本研究自行整理）

表 6-29 日光劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值（水泥砂漿基材）

試片編號	0 小時	200 小時	400 小時	600 小時	800 小時	1000 小 時	2000 小時	塗裝 系統
TMAX1k-1	0	0.49	0.82	1.06	1.42	1.74	—	壓克力 樹脂漆
TMAX1k-2	0	0.21	0.40	1.06	1.36	1.62	—	
TMAX2k-1	0	0.33	0.60	1.01	1.44	1.93	2.03	
TMAX2k-2	0	0.27	0.56	0.67	1.07	1.23	1.57	
TMEX1k-1	0	2.44	2.40	2.79	3.25	3.43	—	環氧 樹脂漆
TMEX1k-2	0	2.88	2.58	2.93	3.17	3.72	—	
TMEX2k-1	0	2.39	2.41	2.79	3.49	3.81	3.34	
TMEX2k-2	0	2.38	2.32	2.86	3.12	3.37	3.09	
TMPX1k-1	0	0.36	0.20	0.33	0.76	1.09	—	PU 樹脂漆
TMPX1k-2	0	0.28	0.17	0.83	0.91	1.18	—	
TMPX2k-1	0	0.23	0.10	0.45	0.85	1.03	1.45	
TMPX2k-2	0	0.21	0.17	0.36	0.69	1.16	1.42	
TMFX1k-1	0	1.80	1.95	1.92	2.38	2.66	—	防火漆
TMFX1k-2	0	1.25	1.58	1.74	1.97	2.21	—	
TMFX2k-1	0	7.69	7.00	7.01	6.65	6.30	7.05	
TMFX2k-2	0	1.57	1.99	2.41	2.24	2.67	3.29	

（本研究自行整理）



表 6-30 日光劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值（木材基材）

試片編號	0 小時	200 小時	400 小時	600 小時	800 小時	1000 小 時	2000 小時	塗裝 系統
TWAX1k-1	0	0.19	0.50	0.62	1.02	0.62	--	壓克力 樹脂漆
TWAX1k-2	0	0.24	0.62	0.69	0.79	0.69	--	
TWAX2k-1	0	0.22	0.44	0.69	1.11	0.69	1.71	
TWAX2k-2	0	0.35	0.64	0.80	1.01	0.80	1.64	
TWEX1k-1	0	2.56	2.15	2.46	2.73	2.46	--	環氧 樹脂漆
TWEX1k-2	0	2.39	2.08	2.60	2.67	2.60	--	
TWEX2k-1	0	2.44	2.11	2.30	2.51	2.30	2.54	
TWEX2k-2	0	2.55	2.14	2.62	2.97	2.62	2.90	
TWPX1k-1	0	0.38	0.15	0.03	0.29	0.03	--	PU 樹脂漆
TWPX1k-2	0	0.35	0.20	0.19	0.48	0.19	--	
TWPX2k-1	0	0.37	0.26	0.20	0.32	0.20	1.12	
TWPX2k-2	0	0.39	0.22	0.10	0.38	0.10	1.22	
TWFX1k-1	0	1.11	1.74	2.65	2.78	2.65	--	防火漆
TWFX1k-2	0	0.68	2.28	2.87	4.51	2.87	--	
TWFX2k-1	0	1.25	1.79	2.61	2.98	2.61	3.89	
TWFX2k-2	0	0.95	1.72	4.46	5.32	4.46	7.86	

（本研究自行整理）

表 6-31 自然曝曬劣化試驗總色差  $\Delta E^*_{ab}$  計算值 (碳鋼基材, 基隆  
曝曬點)

試片編號	0 個月	3 個月	6 個月	塗裝系統
KSAO3-1	0	0.10	— —	壓克力 樹脂漆
KSAO3-2	0	12.46	— —	
KSAO6-1	0	0.20	0.31	
KSAO6-2	0	11.99	11.95	
KSEO3-1	0	1.07	— —	環氧 樹脂漆
KSEO3-2	0	8.20	— —	
KSEO6-1	0	1.87	4.17	
KSEO6-2	0	8.96	5.57	
KSPO3-1	0	0.21	— —	PU 樹脂漆
KSPO3-2	0	10.28	— —	
KSPO6-1	0	0.96	0.89	
KSPO6-2	0	10.92	9.29	
KSFO3-1	0	1.61	— —	防火漆
KSFO3-2	0	0.63	— —	
KSFO6-1	0	0.96	1.52	
KSFO6-2	0	5.24	6.05	

(本研究自行整理)

表 6-32 自然曝曬劣化試驗總色差  $\Delta E^*_{ab}$  計算值（碳鋼基材，台北曝曬點）

試片編號	0 個月	3 個月	6 個月	塗裝系統
TSAO3-1	0	4.35	--	壓克力 樹脂漆
TSAO3-2	0	12.35	--	
TSAO6-1	0	0.91	1.29	
TSAO6-2	0	11.86	12.10	
TSEO3-1	0	0.44	--	環氧 樹脂漆
TSEO3-2	0	7.40	--	
TSEO6-1	0	0.79	2.88	
TSEO6-2	0	7.35	8.96	
TSPO3-1	0	0.42	--	PU 樹脂漆
TSPO3-2	0	10.29	--	
TSPO6-1	0	1.30	0.26	
TSPO6-2	0	11.61	10.22	
TSFO3-1	0	0.99	--	防火漆
TSFO3-2	0	3.68	--	
TSFO6-1	0	1.21	1.54	
TSFO6-2	0	0.85	1.79	

（本研究自行整理）

表 6-33 自然曝曬劣化試驗總色差  $\Delta E^*_{ab}$  計算值（砂漿基材，基隆曝曬點）

試片編號	0 個月	3 個月	6 個月	塗裝系統
KMAO3-1	0	0.25	--	壓克力 樹脂漆
KMAO3-2	0	9.55	--	
KMAO6-1	0	1.03	0.73	
KMAO6-2	0	8.61	7.08	
KMEO3-1	0	1.98	--	環氧 樹脂漆
KMEO3-2	0	8.79	--	
KMEO6-1	0	1.57	1.98	
KMEO6-2	0	8.78	9.01	
KMPO3-1	0	0.62	--	PU 樹脂漆
KMPO3-2	0	8.61	--	
KMPO6-1	0	0.82	3.07	
KMPO6-2	0	8.99	12.11	
KMFO3-1	0	0.65	--	防火漆
KMFO3-2	0	3.04	--	
KMFO6-1	0	0.73	1.18	
KMFO6-2	0	1.24	4.49	

（本研究自行整理）

表 6-34 自然曝曬劣化試驗總色差  $\Delta E^*_{ab}$  計算值（砂漿基材，台北曝曬點）

試片編號	0 個月	3 個月	6 個月	塗裝系統
TMAO3-1	0	1.92	--	壓克力 樹脂漆
TMAO3-2	0	7.89	--	
TMAO6-1	0	0.75	0.64	
TMAO6-2	0	7.95	10.25	
TMEO3-1	0	1.79	--	環氧 樹脂漆
TMEO3-2	0	8.63	--	
TMEO6-1	0	1.17	2.36	
TMEO6-2	0	9.11	10.29	
TMPO3-1	0	0.18	--	PU 樹脂漆
TMPO3-2	0	12.26	--	
TMPO6-1	0	0.26	0.82	
TMPO6-2	0	12.94	13.05	
TMFO3-1	0	0.19	--	防火漆
TMFO3-2	0	3.26	--	
TMFO6-1	0	0.68	0.80	
TMFO6-2	0	3.64	1.61	

（本研究自行整理）

表 6-35 自然曝曬劣化試驗總色差  $\Delta E^*_{ab}$  計算值 (木材基材，基隆曝曬點)

試片編號	0 個月	3 個月	6 個月	塗裝系統
KWAO3-1	0	1.49	--	壓克力 樹脂漆
KWAO3-2	0	10.55	--	
KWAO6-1	0	0.99	0.37	
KWAO6-2	0	9.80	8.20	
KWEO3-1	0	0.73	--	環氧 樹脂漆
KWEO3-2	0	9.10	--	
KWEO6-1	0	4.74	3.02	
KWEO6-2	0	7.99	4.93	
KWPO3-1	0	1.77	--	PU 樹脂漆
KWPO3-2	0	10.49	--	
KWPO6-1	0	0.53	0.89	
KWPO6-2	0	9.67	11.75	
KWFO3-1	0	0.26	--	防火漆
KWFO3-2	0	2.36	--	
KWFO6-1	0	2.57	1.47	
KWFO6-2	0	1.80	4.20	

(本研究自行整理)

表 6-36 自然曝曬劣化試驗總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 計算值(木材基材,台北曝曬點)

試片編號	0 個月	3 個月	6 個月	塗裝系統
TWAO3-1	0	1.24	--	壓克力 樹脂漆
TWAO3-2	0	9.08	--	
TWAO6-1	0	0.73	0.41	
TWAO6-2	0	9.14	9.57	
TWEO3-1	0	0.65	--	環氧 樹脂漆
TWEO3-2	0	8.56	--	
TWEO6-1	0	3.00	5.54	
TWEO6-2	0	9.11	8.74	
TWPO3-1	0	3.82	--	PU 樹脂漆
TWPO3-2	0	9.25	--	
TWPO6-1	0	0.77	3.47	
TWPO6-2	0	9.61	17.84	
TWFO3-1	0	0.76	--	防火漆
TWFO3-2	0	2.78	--	
TWFO6-1	0	1.37	0.39	
TWFO6-2	0	2.16	2.33	

(本研究自行整理)

圖 6-7 至圖 6-9 分別代表鹽霧劣化試驗時間與總色差  $\Delta E^*_{ab}$  關係圖，圖中並未將劣化時間 400 小時之數據放入，原因為由上述各表中發現在劣化時間 400 小時，無論何種基材總色差都有不甚合理之偏高值，經調查發現 400 小時於量測時放置錯誤的校正樣品所致。因此當忽略 400 小時量測結果時，可以發現總色差會隨著劣化時間增加而有上揚之趨勢，其中碳鋼與水泥砂漿基材以環氧樹脂塗料與防火漆之上升幅度較大，且於 2000 小時鹽霧劣化後，環氧樹脂塗料的色差改變最大。而在木材基材方面則以防火漆之色差改變最大。原因可能在於木材基材吸水性遠高於鋼與水泥砂漿基材，導致部分著色顏料有可能被鹽水所吸收進入基材中。

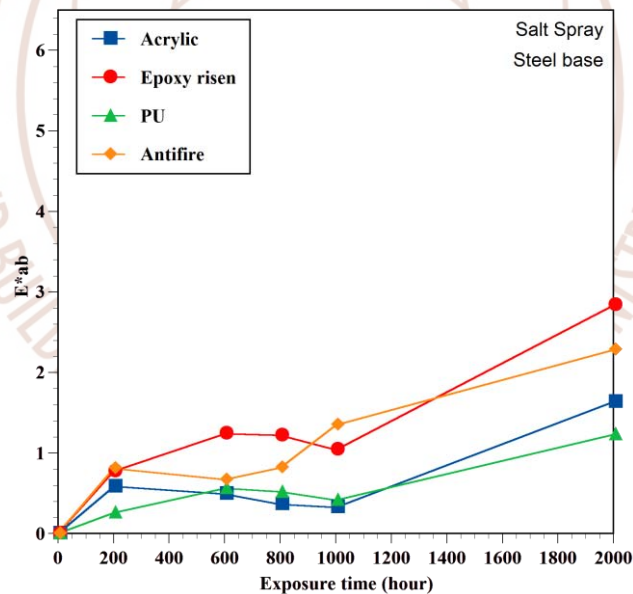


圖 6-7 鹽霧劣化試驗時間與總色差  $\Delta E^*_{ab}$  關係圖（碳鋼基材）

（本研究自行整理）



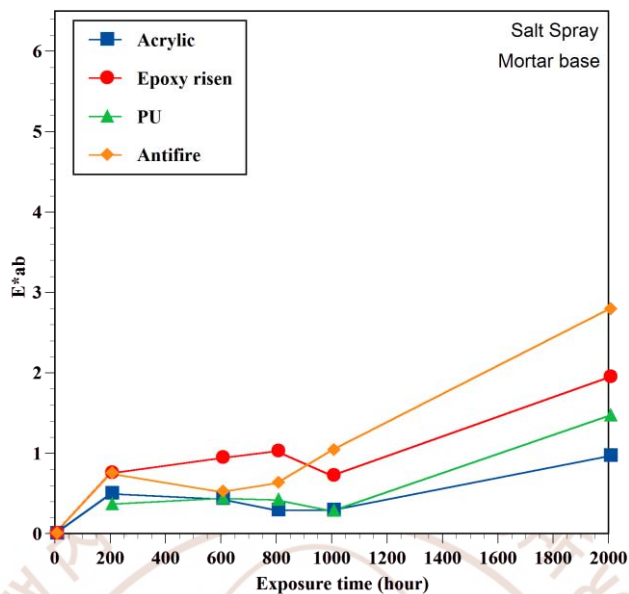


圖 6-8 鹽霧劣化試驗時間與總色差  $\Delta E^*_{ab}$  關係圖 (水泥砂漿基材)

(本研究自行整理)

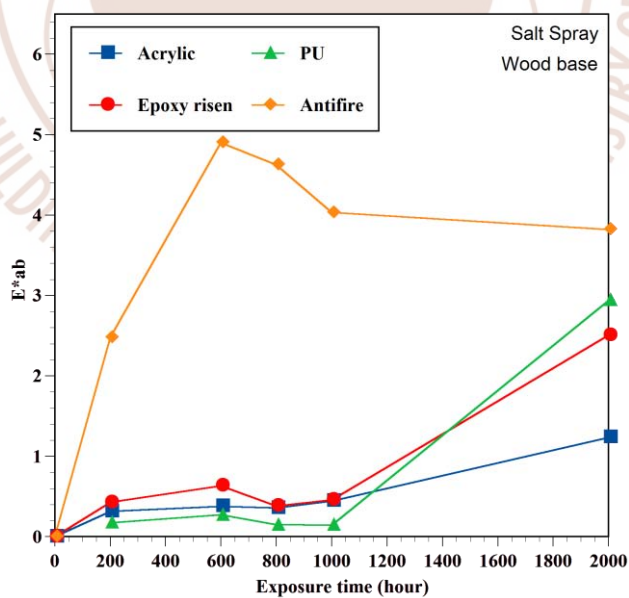


圖 6-9 鹽霧劣化試驗時間與總色差  $\Delta E^*_{ab}$  關係圖 (木材基材)

(本研究自行整理)

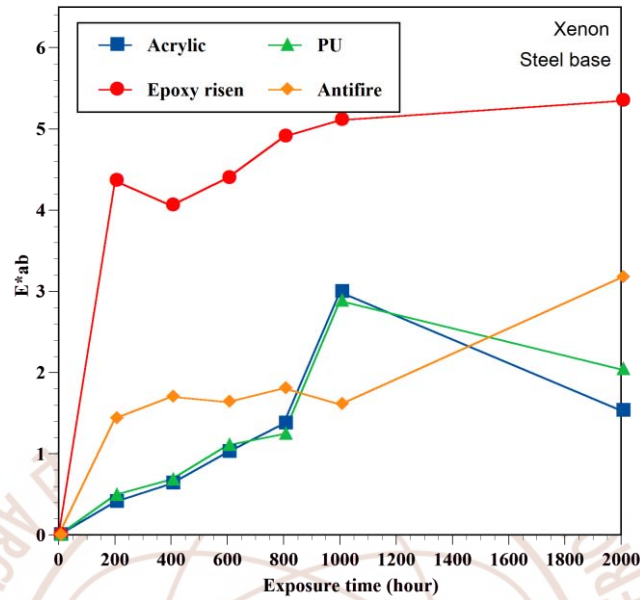


圖 6-10 日光劣化試驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖(碳鋼基材)

(本研究自行整理)

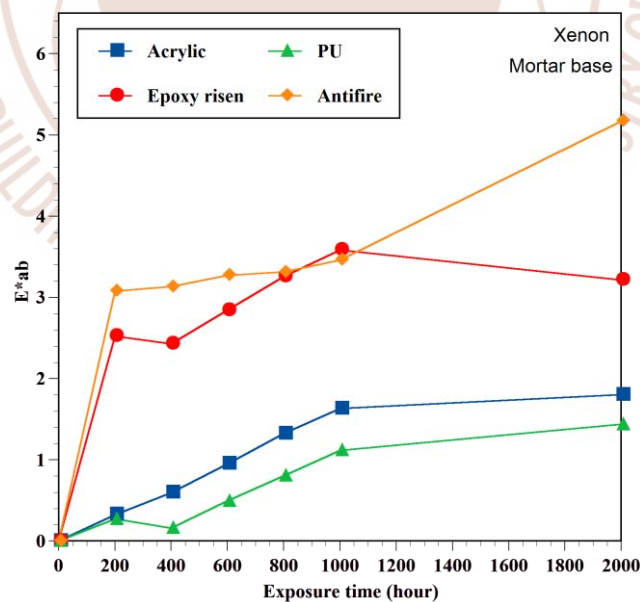


圖 6-11 日光劣化試驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖(砂漿基材)

(本研究自行整理)

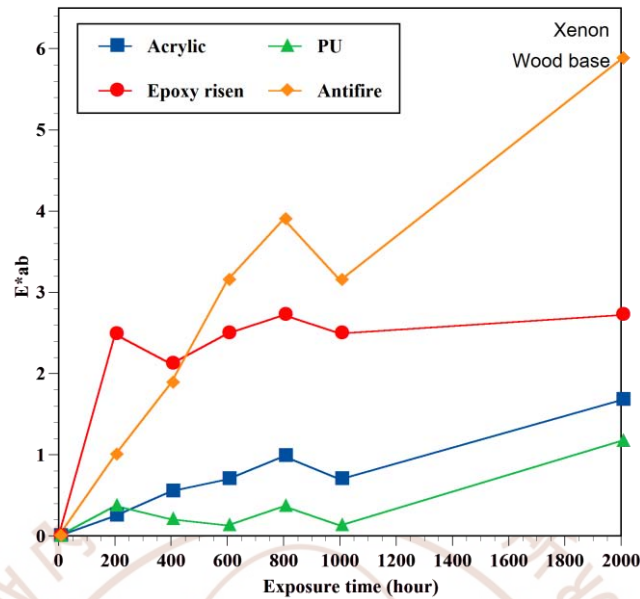


圖 6-12 日光劣化試驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖（木材基材）

（本研究自行整理）

圖 6-10 至圖 6-12 為日光劣化實驗時間與總色差 $\Delta E^*_{ab}$ 關係圖，由圖中可以發現在可以發現總色差會隨著劣化時間增加而有明顯上揚之趨勢，其中亦以環氧樹脂塗料與防火漆之上升幅度較大，壓克力塗料與 PU 塗料則較小。而鋼鐵基材環氧樹脂塗料色差變化較大。水泥砂漿與木材基材則以防火漆塗料變化較大。

圖 6-13 將鹽霧劣化實驗過程各試片 1000 小時的總色差值，由圖中可以發現以防火漆塗裝木材基材的試片與其他塗裝系統有很大的差異，此與目視觀察結果相近。而壓克力樹脂塗料與 PU 塗料總色差值均在 0.5 以下，若以美國國家標準局對色差差別感覺程度而言，可定義為顏色改變感覺輕微

( $\Delta E^*_{ab} < 0.5$ )。圖 6-14 為日光劣化結果。由圖中可以發現無論何種基材與塗裝系統  $\Delta E^*_{ab}$  均高於 0.5。且環氧樹脂與防火漆塗料的  $\Delta E^*_{ab}$  均遠大於壓克力樹脂塗料與 PU 塗料。

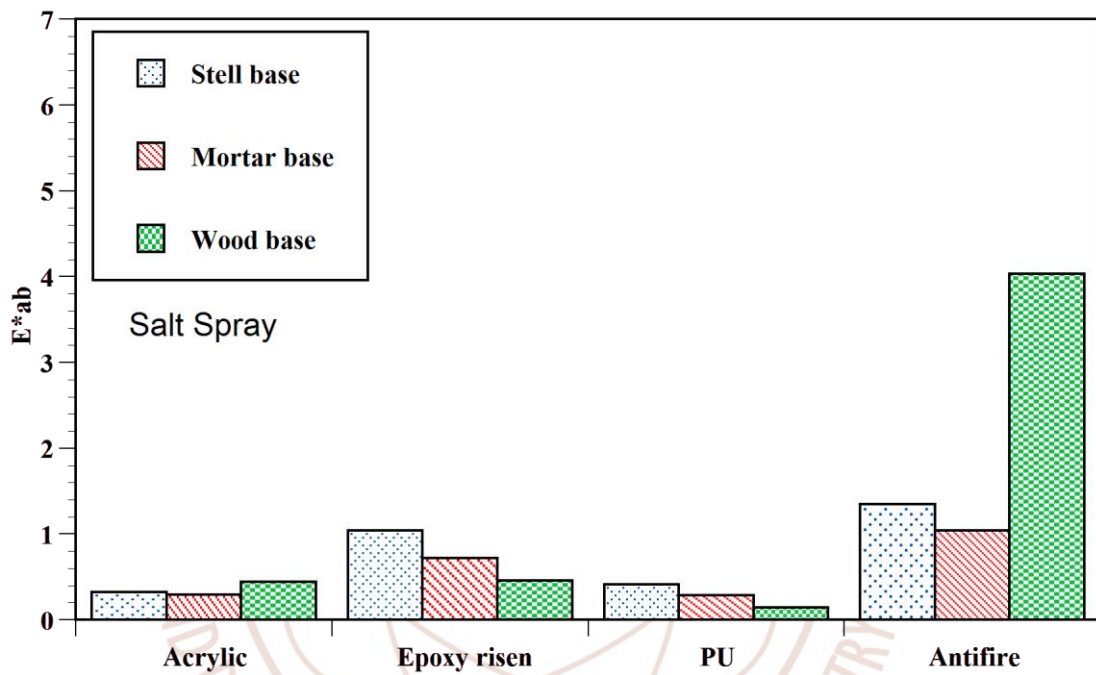


圖 6-13 鹽霧劣化試驗過程各試片 1000 小時的總色差值

(本研究自行整理)

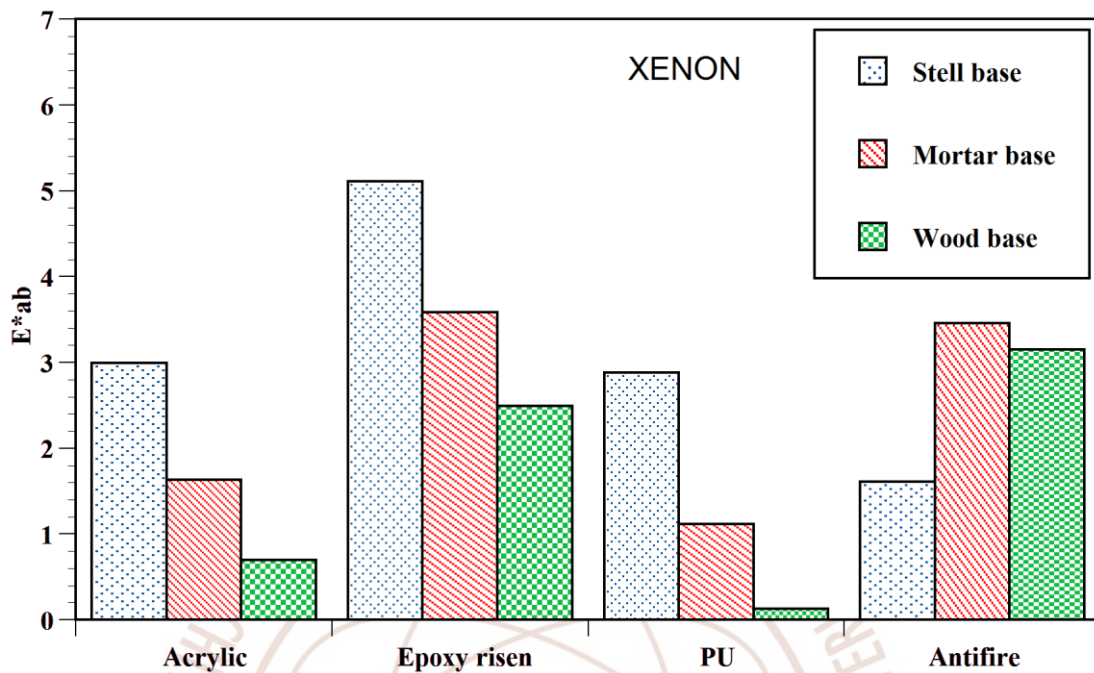


圖 6-14 日光劣化試驗過程各試片 1000 小時的總色差值

(本研究自行整理)

圖 6-15 與圖 6-16 為鹽霧劣化與日光劣化試驗過程 2000 小時總色差值比較圖。2000 小時劣化後，各種塗料的試片均高於 0.5。若以感覺輕微與感覺明顯之間 ( $0.5 < \Delta E^*_{ab} < 1.5$ ) 的標準評斷，經過 2000 小時的劣化，僅壓克力塗料在鹽霧劣化下可以低於 1.5。若以日光劣化試驗的結果來看，壓克力塗料的試驗值除碳鋼基材外，其餘也遠低於其他塗裝系統，總色差值均可低於 2。就劣化方式而言，鹽霧劣化最大總色差值在 3.5 以下，而日光劣化最大總色差值為 5.875，表示日光劣化對色差的影響較鹽霧劣化大。

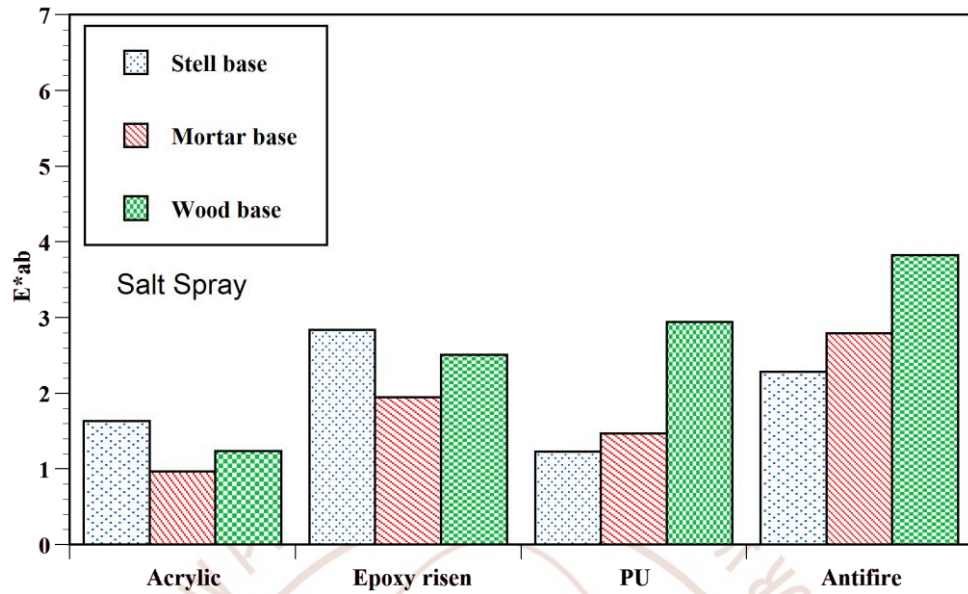


圖 6-15 鹽霧劣化試驗過程各試片 2000 小時的總色差值  
(本研究自行整理)

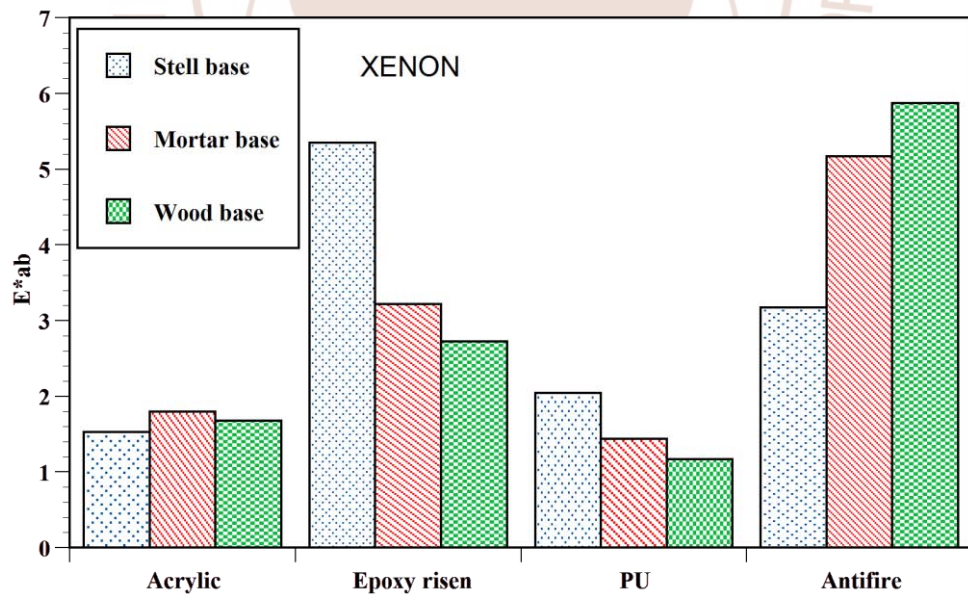


圖 6-16 日光劣化試驗過程各試片 2000 小時的總色差值  
(本研究自行整理)

在自然曝曬劣化部分，圖 6-17 至圖 6-19 為基隆曝曬點時間與總色差  $\Delta E^*_{ab}$  之關係圖。圖 6-20 至圖 6-22 為台北曝曬點時間與總色差關係圖。圖中每種塗裝系統的總色差有兩類數據。一為試片由曝曬架取下來所立即測量的數據，此類數據於圖中以折線搭配不同符號標識表示。另一類數據則將由曝曬架取下的試片的表面以空壓機吹氣清除表面的灰塵後量測，其數據則依塗裝系統僅以不同符號標識於圖上。若以未清除表面灰塵的數據來看，其色差值除了防火漆的總色差低於 5 以下，其餘塗裝均在 6 以上，甚至 PU 塗裝 6 個月的總色差大於 10。而其 3 個月與 6 個月的總色差變化不大。若以清除表面灰塵後的數據來看，3 個月與 6 個月的總色差亦變化不大，由此可以說明自然曝曬開始 3 個月後，試體塗裝表面已佈滿灰塵，導致 3 個月與 6 個月色差變化並不大。而防火漆於目視觀察發現 3 個月後表面已膨脹剝落，導致灰塵真正附著於漆面的面積較少。

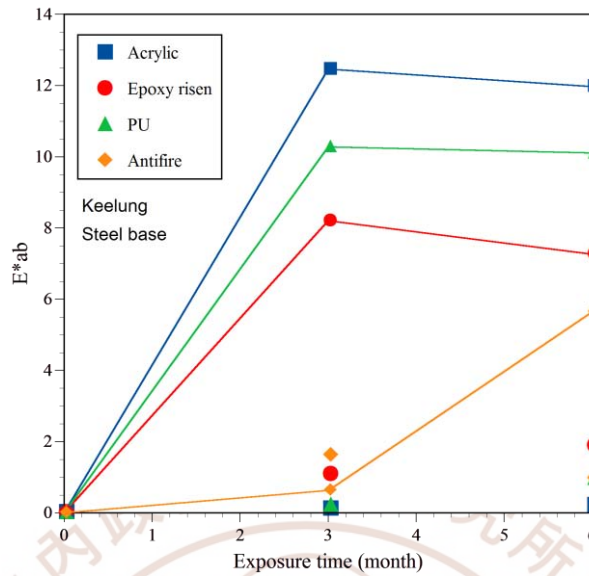


圖 6-17 自然曝曬劣化試驗時間與總色差  $\Delta E^*_{ab}$  關係圖(碳鋼基材，基隆曝曬點)

(本研究自行整理)

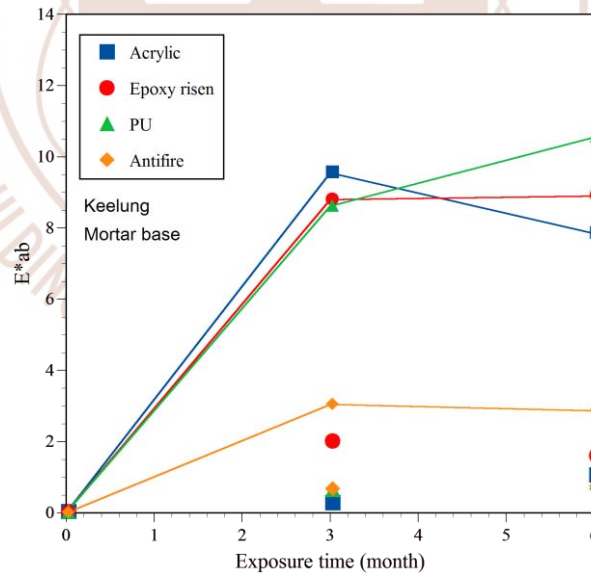


圖 6-18 自然曝曬劣化試驗時間與總色差  $\Delta E^*_{ab}$  關係圖 (砂漿基材，基隆曝曬點)

(本研究自行整理)



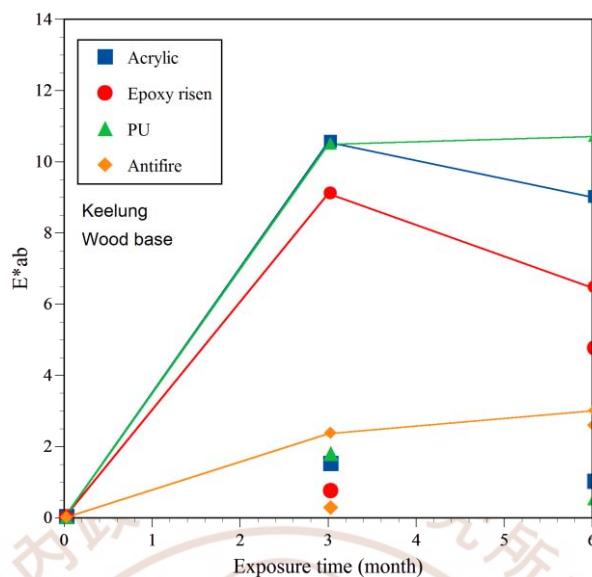


圖 6-19 自然曝曬劣化試驗時間與總色差  $\Delta E^*_{ab}$  關係圖 (木材  
基材，基隆曝曬點)

(本研究自行整理)

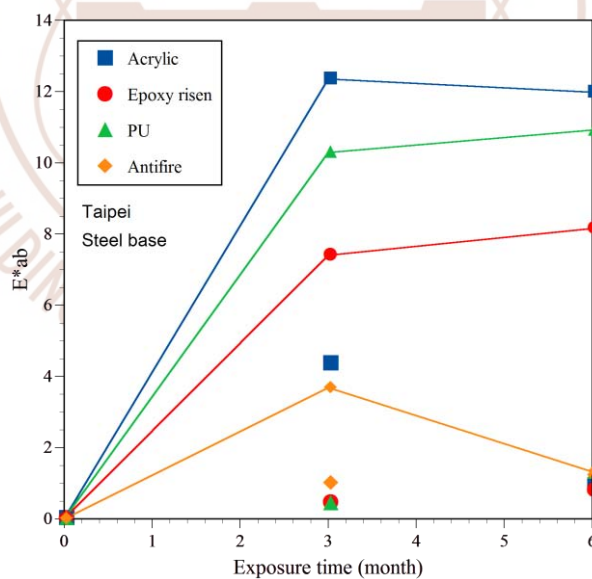


圖 6-20 自然曝曬劣化試驗時間與總色差  $\Delta E^*_{ab}$  關係圖 (碳鋼  
基材，台北曝曬點)

(本研究自行整理)

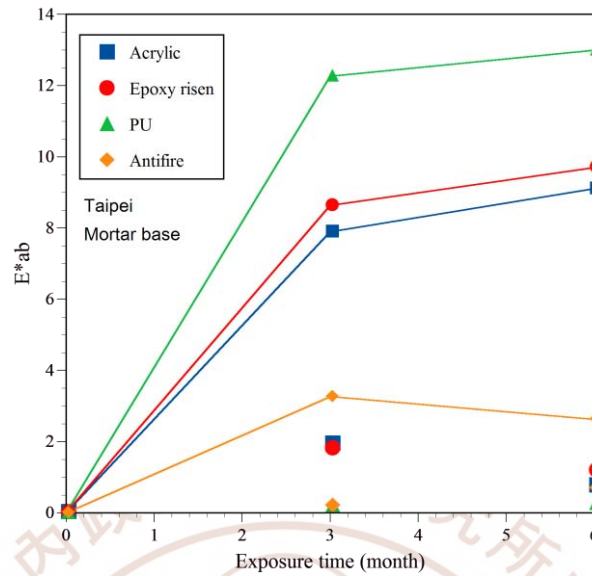


圖 6-21 自然曝曬劣化試驗時間與總色差  $\Delta E^*_{ab}$  關係圖 (碳鋼  
基材，台北曝曬點)

(本研究自行整理)

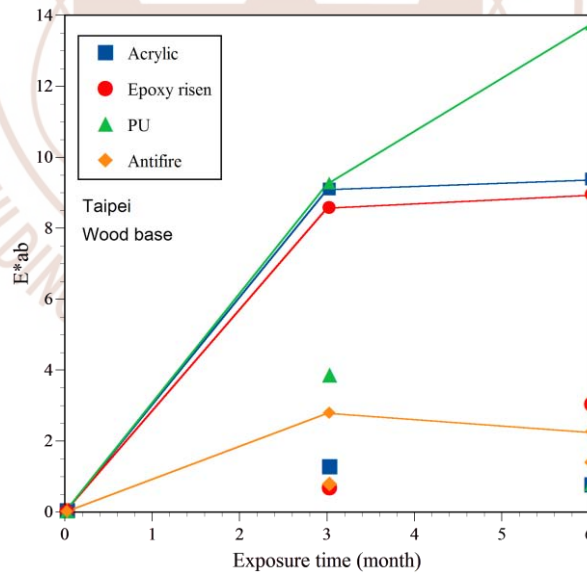


圖 6-22 自然曝曬劣化試驗時間與總色差  $\Delta E^*_{ab}$  關係圖 (木材  
基材，台北曝曬點)

(本研究自行整理)

圖 6-23 為壓克力塗裝於不同基材及不同劣化方式之總色差變化結果。圖 6-24 至圖 6-26 分別為環氧樹脂塗裝、PU 樹脂塗裝、與防火漆塗裝之情形。其中自然曝曬採用已清除表面灰塵的量測結果表示。由圖中可以明顯發現自然曝曬 3 個月與 6 個月的總色差變異並不大，而基隆曝曬點總色差變化亦較台北曝曬點大。若就加速劣化而言，其日光加速劣化 2000 小時的總色差變化最大，其次為日光加速劣化 1000 小時的總色差值。

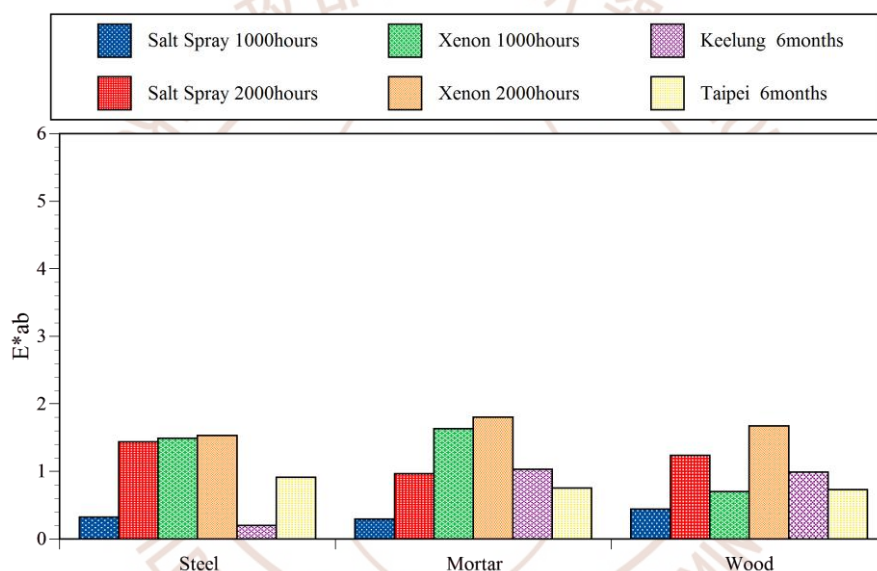


圖 6-23 壓克力樹脂塗裝於不同基材及不同劣化方式總色差變化結果

(本研究自行整理)

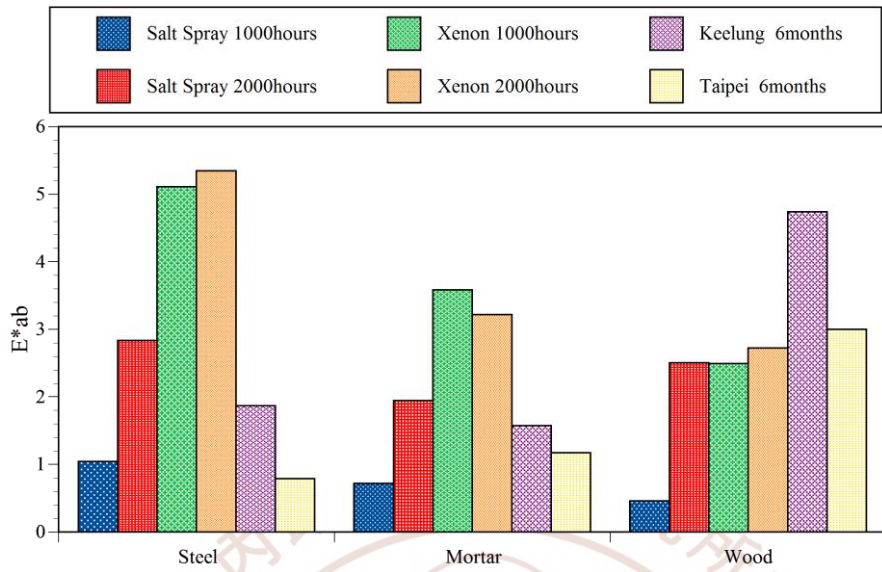


圖 6-24 環氧樹脂塗裝於不同基材及不同劣化方式總色差變化結果

(本研究自行整理)

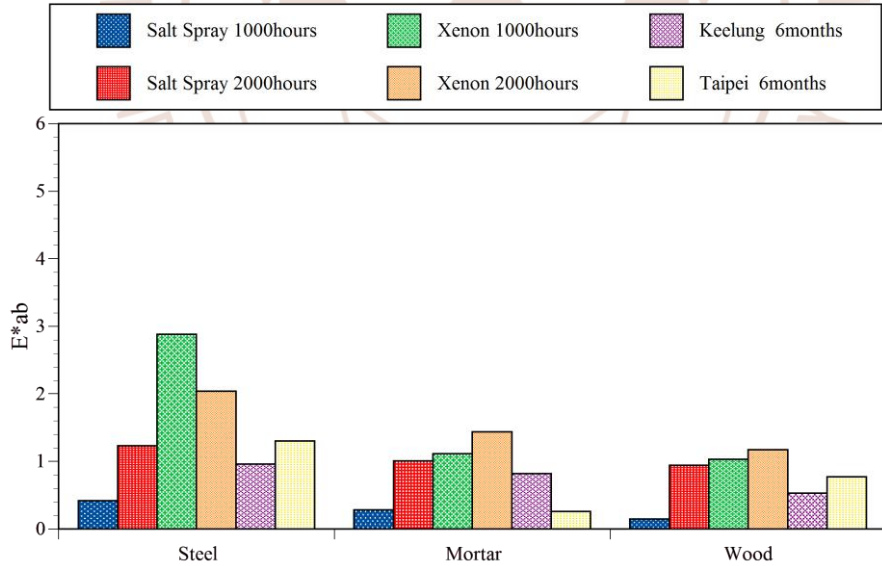


圖 6-25 PU 樹脂塗裝於不同基材及不同劣化方式總色差變化結果

(本研究自行整理)

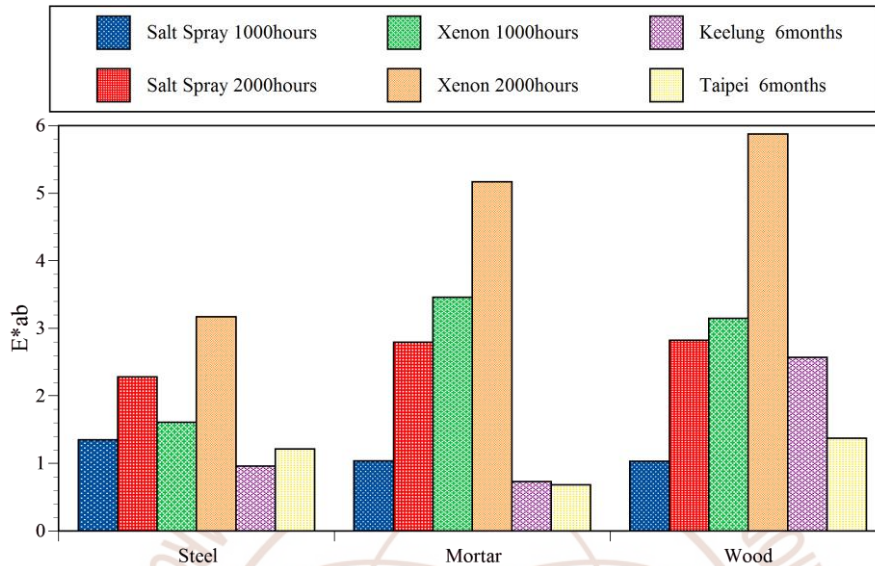


圖 6-26 防火漆塗裝於不同基材及不同劣化方式總色差變化結果

(本研究自行整理)

當比較自然曝曬與加速劣化之間在總色差的關聯性時，表 6-37 以總色差變化最大的日光加速劣化 2000 小時為基準點，在排除變異性較高的試驗值後，各種劣化過程與基準點之差異性表示於表中，可以發現鹽霧劣化 1000 小時約日光加速劣化 2000 小時的 0.17~0.22 倍；鹽霧劣化 2000 小時為 0.60 至 0.69 倍；基隆自然曝曬 6 個月為 0.42~0.46 倍；台北自然曝曬 6 個月則為 0.31 至 0.49 倍。

表 6-37 自然曝曬與加速劣化總色差關聯性（以日光加速劣化 2000 小時為基準）

塗裝方式	鹽霧劣化 1000 小時	鹽霧劣化 2000 小時	自然曝曬 基隆, 6 個月	自然曝曬 台北, 6 個月
壓克力樹脂	0.22	0.64	0.43	0.43
環氧樹脂	0.20	0.69	0.42	0.36
PU 樹脂	0.17	0.60	0.46	0.49
防火漆	0.19	0.64	0.44	0.31

### 第三節 塗料劣化後光澤分析

視覺性質除分析塗膜於劣化前後顏色差異度外，亦進行 60 度入射角光澤度分析工作。表 6-38 至 6-40 為鹽霧劣化試驗後塗膜光澤度分析結果，表 6-41 至 6-43 為日光模擬劣化之試驗結果，表中數據均為 5 次量測值進行平均。由表中可以發現塗膜未劣化前，以環氧樹脂塗料的光澤度最高；壓克力樹脂與 PU 樹脂塗料的光澤度較為接近；防火漆塗料的光澤度最低，其值均小於 3 以下。而防火漆的光澤度於劣化前後的改變均不大。推測與其塗膜於 200 小時劣化後便以產生龜裂有關。而自然曝曬劣化的結果如表 6-44 至表 6-49 所示。

表 6-38 鹽霧劣化試驗光澤度量測結果 (碳鋼基材)

試片編號	0 小時	200 小時	400 小時	600 小時	800 小時	1000 小時	2000 小時	塗裝系統
TSAS1k-1	55.3	45.5	42.2	36.9	35.0	35.1	—	壓克力 樹脂漆
TSAS1k-2	56.8	50.5	46.4	39.8	38.6	38.4	—	
TSAS2k-1	58.6	46.1	42.5	37.7	36.1	36.0	35	
TSAS2k-2	63.2	50.4	51.7	45.6	40.4	39.9	36.4	
TSES1k-1	64.3	55.3	45.1	37.6	33.5	33.1	—	環氧 樹脂漆
TSES1k-2	65.0	56.4	42.1	34.5	32.3	31.8	—	
TSES2k-1	66.1	51.3	46.6	40.0	34.6	33.7	29.8	
TSES2k-2	59.2	50.3	43.9	37.1	34.7	32.1	29.4	
TSPS1k-1	57.6	51.5	44.1	43.7	43.8	42.9	—	PU 樹脂漆
TSPS1k-2	56.1	53.0	44.8	43.8	40.6	41.1	—	
TSPS2k-1	61.0	52.1	49.8	44.0	43.9	42.3	40.9	
TSPS2k-2	59.1	52.7	47.1	45.4	44.0	43.5	40.8	
TSFS1k-1	1.9	1.8	1.9	2.1	3.0	2.8	—	防火漆
TSFS1k-2	2.1	1.9	2.0	2.3	3.3	3.0	—	
TSFS2k-1	2.1	1.7	1.9	2.4	2.9	2.5	2.4	
TSFS2k-2	2.0	1.6	2.0	2.0	2.1	2.5	2.1	

(本研究自行整理)

表 6-39 鹽霧劣化試驗光澤度量測結果（水泥砂漿基材）

試片編號	0 小時	200 小時	400 小時	600 小時	800 小時	1000 小時	2000 小時	塗裝系統
TMAS1k-1	58.1	45.5	39.9	36.7	34.1	33.9	--	壓克力 樹脂漆
TMAS1k-2	57.2	47.1	38.7	37.1	33.5	33.2	--	
TMAS2k-1	56.7	46.3	37.8	37.2	34.2	33.0	30.0	
TMAS2k-2	57.3	47.8	39.1	37.5	37.0	33.2	28.5	
TMES1k-1	66.7	56.8	50.1	43.1	37.2	28.0	--	環氧 樹脂漆
TMES1k-2	68.1	56.7	45.8	39.8	35.1	22.3	--	
TMES2k-1	63.6	54.9	48.1	44.2	38.3	27.1	24.6	
TMES2k-2	66.3	56.1	47.0	41.8	37.9	26.9	23.7	
TMPS1k-1	60.4	49.3	43.3	40.8	40.3	39.9	--	PU 樹脂漆
TMPS1k-2	59.7	49.9	45.4	43.3	42.9	41.8	--	
TMPS2k-1	60.2	48.9	44.7	44.2	42.8	41.2	39.6	
TMPS2k-2	58.9	49.2	43.2	42.7	41.3	40.5	38.4	
TMFS1k-1	3.0	1.8	2.8	2.8	2.6	2.8	--	防火漆
TMFS1k-2	3.0	2.9	2.8	2.8	2.7	2.7	--	
TMFS2k-1	2.9	3.0	2.9	2.8	2.9	3.0	2.8	
TMFS2k-2	2.7	2.8	2.6	2.7	2.6	2.8	2.7	

（本研究自行整理）



表 6-40 鹽霧劣化試驗光澤度量測結果（木材基材）

試片編號	0 小時	200 小時	400 小時	600 小時	800 小時	1000 小時	2000 小時	塗裝系統
TWAS1k-1	56.0	41.7	35.9	33.2	31.7	31.8	--	壓克力 樹脂漆
TWAS1k-2	54.6	43.4	37.4	34.8	32.5	31.5	--	
TWAS2k-1	53.7	45.1	36.7	33.9	33.2	32.9	30.0	
TWAS2k-2	55.8	44.2	37.1	34.3	32.5	31.8	29.7	
TWES1k-1	71.2	64.7	56.8	50.3	43.5	37.8	--	環氧 樹脂漆
TWES1k-2	72.5	63.5	52.9	50.4	42.8	36.7	--	
TWES2k-1	69.9	60.2	51.5	48.4	40.1	36.9	30.4	
TWES2k-2	74.1	64.8	63.6	53.5	41.2	32.9	31.5	
TWPS1k-1	55.7	50.5	47.9	45.4	40.4	37.6	--	PU 樹脂漆
TWPS1k-2	61.8	55.3	50.1	45.6	43.6	41.8	--	
TWPS2k-1	60.9	58.1	50.1	43.7	42.3	40.9	36.2	
TWPS2k-2	59.2	54.3	52.1	47.8	44.5	42.8	39.1	
TWFS1k-1	3.1	2.9	2.8	2.8	2.8	2.1	--	防火漆
TWFS1k-2	3.2	3.1	2.8	2.9	2.9	2.9	--	
TWFS2k-1	2.9	2.8	2.8	2.8	2.9	3.0	2.6	
TWFS2k-2	3.4	3.2	3.1	2.9	3.1	2.7	2.3	

(本研究自行整理)

表 6-41 日光劣化試驗光澤度量測結果（碳鋼基材）

試片編號	0 小時	200 小時	400 小時	600 小時	800 小時	1000 小時	2000 小時	塗裝系統
TSAX1k-1	54.5	4.82	45.7	39.9	36.6	33.7	—	壓克力 樹脂漆
TSAX1k-2	58.5	48.6	40.3	39.4	33.0	31.1	—	
TSAX2k-1	54.8	49.5	41.5	37.7	31.2	28.3	24.2	
TSAX2k-2	53.4	48.7	42.4	38.7	34.5	31.1	26.3	
TSEX1k-1	61.8	27.5	7.4	6.1	5.6	5.4	—	環氧 樹脂漆
TSEX1k-2	71.7	35.4	8.0	7.0	4.4	4.3	—	
TSEX2k-1	68.5	29.3	9.0	8.0	7.2	5.4	4.3	
TSEX2k-2	63.3	32.0	7.1	5.9	5.6	4.1	3.2	
TSPX1k-1	61.2	51.4	46.8	36.7	35.1	28.5	—	PU 樹脂漆
TSPX1k-2	57.9	53.7	44.1	35.7	34.1	31.9	—	
TSPX2k-1	55.7	54.0	42.0	33.5	32.5	28.0	23.1	
TSPX2k-2	59.5	54.1	43.1	38.4	37.2	33.7	24.4	
TSFX1k-1	2.0	1.9	1.8	1.5	1.2	1.5	—	防火漆
TSFX1k-2	1.9	2.0	1.7	1.6	1.3	1.3	—	
TSFX2k-1	1.8	1.8	1.4	1.4	1.1	1.3	1.1	
TSFX2k-2	2.0	1.9	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	

（本研究自行整理）

表 6-42 日光劣化試驗光澤度量測結果（水泥砂漿基材）

試片編號	0 小時	200 小時	400 小時	600 小時	800 小時	1000 小時	2000 小時	塗裝系統
TMAX1k-1	55.2	50.1	49.0	47.5	45.6	43.5	--	壓克力 樹脂漆
TMAX1k-2	56.3	49.5	48.9	47.8	47.5	46.2	--	
TMAX2k-1	59.1	48.7	47.5	46.9	46.2	43.0	40.1	
TMAX2k-2	58.4	47.6	47.1	45.8	44.1	42.9	38.5	
TMEX1k-1	78.4	31.9	11.3	10.9	10.6	9.4	--	環氧 樹脂漆
TMEX1k-2	69.9	33.2	12.1	11.3	9.8	8.7	--	
TMEX2k-1	73.2	29.3	11.5	11.4	10.3	9.7	9.2	
TMEX2k-2	68.7	28.9	11.2	11.0	9.9	9.1	8.2	
TMPX1k-1	62.6	61.7	53.5	50.2	47.6	42.5	--	PU 樹脂漆
TMPX1k-2	63.5	60.2	54.6	50.8	50.0	45.7	--	
TMPX2k-1	64.5	56.8	53.1	52.0	50.8	44.8	39.6	
TMPX2k-2	68.0	61.6	56.3	54.5	52.0	46.6	40.7	
TMFX1k-1	3.1	2.9	2.8	3.0	2.9	2.4	--	防火漆
TMFX1k-2	3.0	3.0	2.9	2.7	2.8	2.6	--	
TMFX2k-1	2.9	2.8	2.7	2.8	2.7	2.4	2.1	
TMFX2k-2	2.8	2.9	2.9	2.8	2.8	2.5	2.2	

(本研究自行整理)

表 6-43 日光劣化試驗光澤度量測結果（木材基材）

試片編號	0 小時	200 小時	400 小時	600 小時	800 小時	1000 小時	2000 小時	塗裝系統
TWAX1k-1	58.2	48.7	43.5	36.9	30.5	28.5	--	壓克力 樹脂漆
TWAX1k-2	58.2	49.7	43.7	39.4	29.9	27.3	--	
TWAX2k-1	56.0	50.2	45.4	38.7	31.4	30.6	21.9	
TWAX2k-2	59.1	50.6	46.3	42.4	35.3	35.1	25.2	
TWEX1k-1	69.9	20.3	13.4	12.8	11.5	11.0	--	環氧 樹脂漆
TWEX1k-2	70.1	21.4	10.5	11.0	10.7	10.0	--	
TWEX2k-1	67.5	20.6	9.8	9.7	9.1	8.8	7.7	
TWEX2k-2	66.8	22.5	10.6	10.3	10.0	9.6	8.8	
TWPX1k-1	59.5	58.5	55.1	52.0	47.7	46.7	--	PU 樹脂漆
TWPX1k-2	63.4	51.7	48.7	47.1	44.5	43.8	--	
TWPX2k-1	64.1	56.7	50.8	49.2	47.4	46.7	39.9	
TWPX2k-2	62.8	57.6	51.3	48.7	47.6	46.8	38.9	
TWFX1k-1	3.0	1.9	1.7	1.9	2.1	1.8	--	防火漆
TWFX1k-2	2.9	1.9	2.0	2.0	2.0	1.6	--	
TWFX2k-1	2.7	2.1	2.0	1.8	1.2	0.9	1.0	
TWFX2k-2	2.5	1.7	1.9	1.8	1.3	1.2	1.0	

（本研究自行整理）

表 6-44 自然曝曬劣化試驗光澤度量測結果（碳鋼基材，基隆曝曬點）

試片編號	0 個月	3 個月	6 個月	塗裝系統
KSAO3-1	55.0	45.75	--	壓克力 樹脂漆
KSAO3-2	57.7	36.3	--	
KSAO6-1	56.8	46.0	42.6	
KSAO6-2	58.4	36.2	31.3	
KSEO3-1	63.1	33.5	--	環氧 樹脂漆
KSEO3-2	68.4	33.1	--	
KSEO6-1	67.4	22.7	22.1	
KSEO6-2	61.3	28.5	24.8	
KSPO3-1	59.5	49.2	--	PU 樹脂漆
KSPO3-2	57.1	30.1	--	
KSPO6-1	58.4	48.9	46.7	
KSPO6-2	59.4	36.6	35.7	
KSFO3-1	2.0	1.9	--	防火漆
KSFO3-2	2.1	1.2	--	
KSFO6-1	2.0	1.8	1.3	
KSFO6-2	2.1	1.3	1.2	

（本研究自行整理）

表 6-45 自然曝曬劣化試驗光澤度量測結果（碳鋼基材，台北曝曬點）

試片編號	0 個月	3 個月	6 個月	塗裝系統
TSAO3-1	56.4	51.2	--	壓克力 樹脂漆
TSAO3-2	55.8	40.6	--	
TSAO6-1	55.9	52.5	50.4	
TSAO6-2	56.9	40.4	39.2	
TSEO3-1	72.0	31.1	--	環氧 樹脂漆
TSEO3-2	70.9	39.4	--	
TSEO6-1	69.3	33.7	33.2	
TSEO6-2	70.9	29.3	28.1	
TSPO3-1	58.7	57.5	--	PU 樹脂漆
TSPO3-2	61.8	52.8	--	
TSPO6-1	61.7	59.8	55.1	
TSPO6-2	61.4	49.5	47.1	
TSFO3-1	3.0	2.5	--	防火漆
TSFO3-2	3.0	2.1	--	
TSFO6-1	2.8	2.6	2.1	
TSFO6-2	3.0	2.4	2.2	

（本研究自行整理）

表 6-46 自然曝曬劣化試驗光澤度量測結果（砂漿基材，基隆曝曬點）

試片編號	0 個月	3 個月	6 個月	塗裝系統
KMAO3-1	56.5	48.7	--	壓克力 樹脂漆
KMAO3-2	56.6	36.6	--	
KMAO6-1	57.8	49.5	48.2	
KMAO6-2	57.7	36.1	37.0	
KMEO3-1	72.4	29.9	--	環氧 樹脂漆
KMEO3-2	68.9	31.2	--	
KMEO6-1	68.3	33.4	32.5	
KMEO6-2	67.4	28.4	27.6	
KMPO3-1	61.4	58.3	--	PU 樹脂漆
KMPO3-2	61.5	47.2	--	
KMPO6-1	62.2	55.8	53.4	
KMPO6-2	63.3	47.3	46.7	
KMFO3-1	2.9	2.4	--	防火漆
KMFO3-2	2.9	2.4	--	
KMFO6-1	2.8	2.3	2.0	
KMFO6-2	2.6	2.2	2.3	

（本研究自行整理）

表 6-47 自然曝曬劣化試驗光澤度量測結果（砂漿基材，台北曝曬點）

試片編號	0 個月	3 個月	6 個月	塗裝系統
TMAO3-1	56.5	50.1	— —	壓克力 樹脂漆
TMAO3-2	55.9	48.8	— —	
TMAO6-1	55.4	51.2	49.3	
TMAO6-2	57.0	39.5	39.1	
TMEO3-1	71.4	40.0	— —	環氧 樹脂漆
TMEO3-2	70.9	36.4	— —	
TMEO6-1	69.0	39.8	36.2	
TMEO6-2	70.6	33.1	31.7	
TMPO3-1	58.2	56.9	— —	PU 樹脂漆
TMPO3-2	61.9	49.6	— —	
TMPO6-1	61.8	56.2	53.6	
TMPO6-2	61.1	48.2	47.7	
TMFO3-1	3.0	2.8	— —	防火漆
TMFO3-2	3.0	2.3	— —	
TMFO6-1	2.8	2.6	2.5	
TMFO6-2	3.0	2.4	2.1	

（本研究自行整理）



表 6-48 自然曝曬劣化試驗光澤度量測結果（木材基材，基隆曝曬點）

試片編號	0 個月	3 個月	6 個月	塗裝系統
KWAO3-1	57.0	51.6	--	壓克力 樹脂漆
KWAO3-2	56.4	35.4	--	
KWAO6-1	54.8	50.2	50.0	
KWAO6-2	57.4	36.3	35.1	
KWEO3-1	70.5	32.5	--	環氧 樹脂漆
KWEO3-2	71.2	20.9	--	
KWEO6-1	68.7	33.9	31.5	
KWEO6-2	70.4	22.1	20.6	
KWPO3-1	57.6	53.5	--	PU 樹脂漆
KWPO3-2	62.5	56.1	--	
KWPO6-1	62.4	57.8	54.6	
KWPO6-2	60.9	41.2	42.8	
KWFO3-1	3.0	2.8	--	防火漆
KWFO3-2	3.0	2.6	--	
KWFO6-1	2.7	2.5	2.2	
KWFO6-2	2.9	2.7	2.4	

（本研究自行整理）

表 6-49 自然曝曬劣化試驗光澤度量測結果（木材基材，台北曝曬點）

試片編號	0 個月	3 個月	6 個月	塗裝系統
TWAO3-1	56.6	50.2	--	壓克力 樹脂漆
TWAO3-2	56.2	38.2	--	
TWAO6-1	56.1	51.9	51.0	
TWAO6-2	57.3	39.4	37.8	
TWEO3-1	71.6	36.8	--	環氧 樹脂漆
TWEO3-2	70.3	21.2	--	
TWEO6-1	68.7	39.6	35.7	
TWEO6-2	69.5	24.6	23.2	
TWPO3-1	59.2	52.8	--	PU 樹脂漆
TWPO3-2	61.9	40.2	--	
TWPO6-1	62.1	58.6	56.7	
TWPO6-2	61.8	41.7	40.9	
TWFO3-1	2.9	2.6	--	防火漆
TWFO3-2	2.9	2.8	--	
TWFO6-1	2.7	2.6	2.3	
TWFO6-2	2.8	2.8	2.3	

（本研究自行整理）

圖 6-27 至圖 6-29 為鹽霧劣化試驗時間與光澤度改變之關係，由圖中可以發現除了防火漆塗料之外，其餘三種塗料光澤度均會隨著劣化時間增加而下降。但 1000 小時與 2000 小時鹽霧劣化的光澤度試驗結果差異並不大。圖 6-30 至圖 6-32 為日光劣化試驗時間與光澤度改變之關係。由圖中可以發現壓克力塗料與 PU 塗料的光澤度雖會隨著試驗時間增加而下降，其下降幅度與鹽霧劣化略為相近。但環氧樹脂塗料卻於日光劣化 200 小時以後便迅速的下降至 30% 以下。表示環氧樹脂塗料受到日光劣化照射的影響遠高於鹽霧加速劣化。

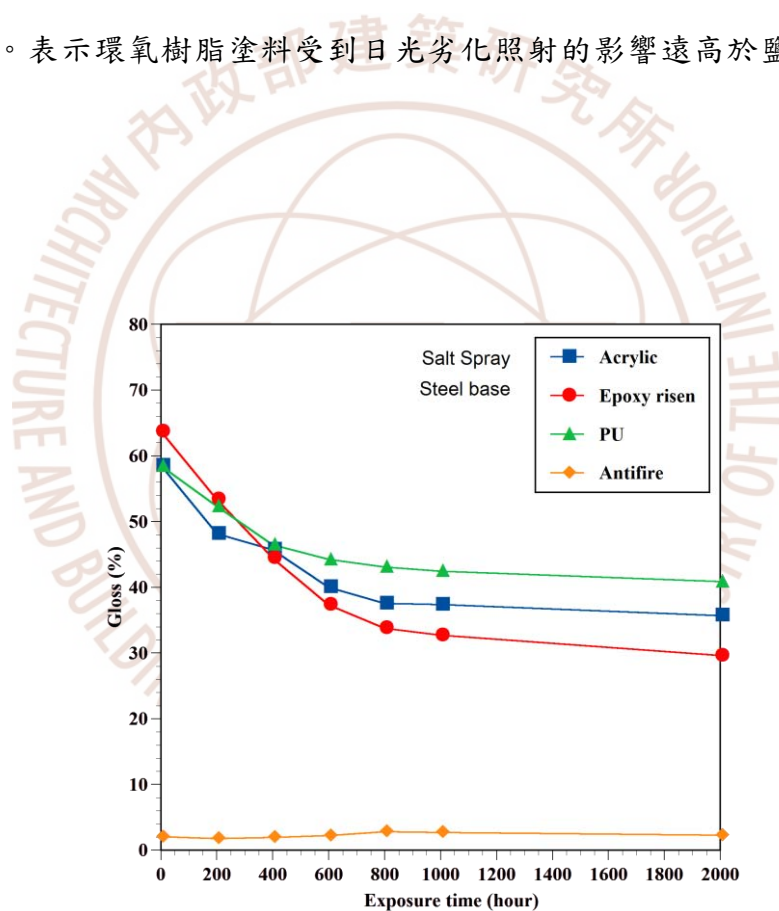


圖 6-27 鹽霧劣化試驗時間與光澤度改變關係圖(碳鋼基材)

(本研究自行整理)

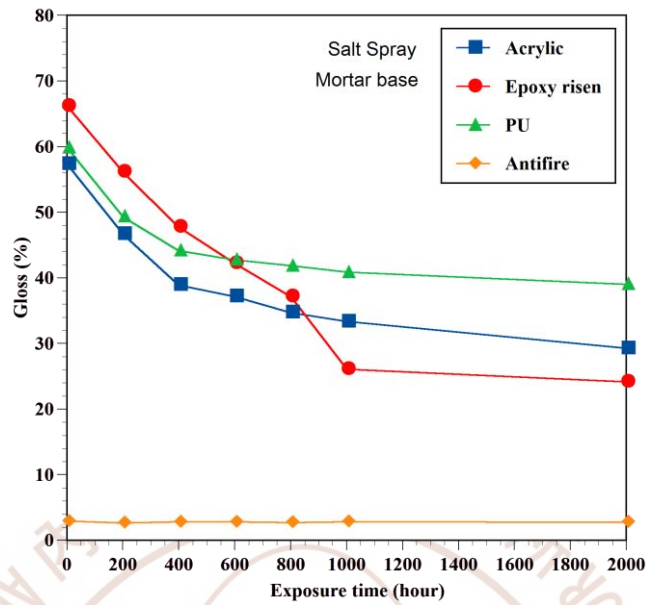


圖 6-28 鹽霧劣化試驗時間與光澤度改變關係圖(水泥砂漿基材)

(本研究自行整理)

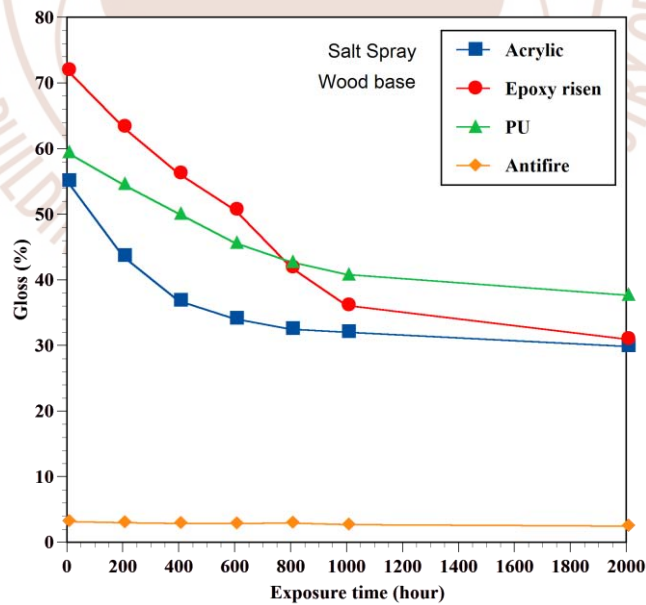


圖 6-29 鹽霧劣化試驗時間與光澤度改變關係圖(木材基材)

(本研究自行整理)

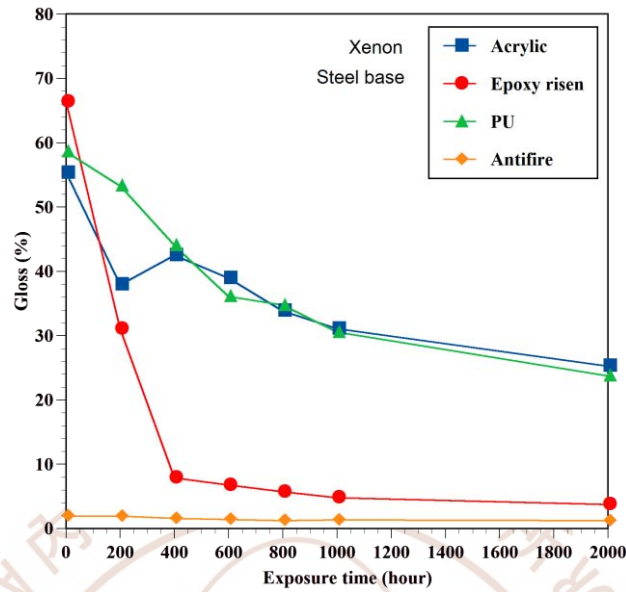


圖 6-30 日光劣化試驗時間與光澤度改變關係圖(碳鋼基材)  
(本研究自行整理)

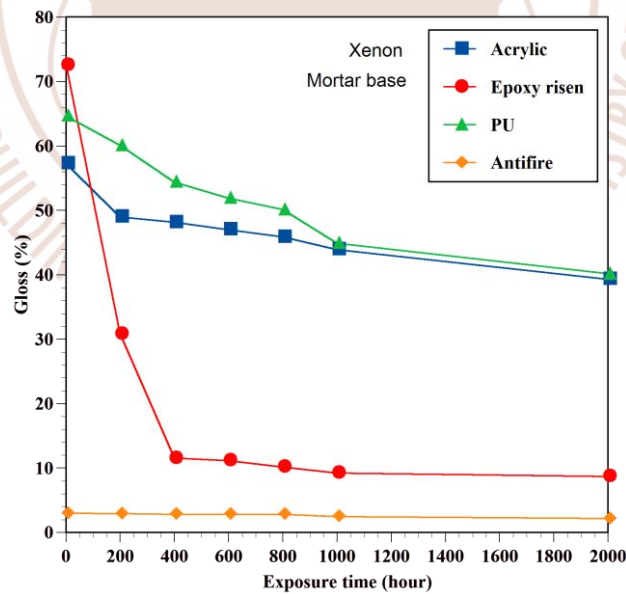


圖 6-31 日光劣化試驗時間與光澤度改變關係圖(水泥砂漿基材)  
(本研究自行整理)

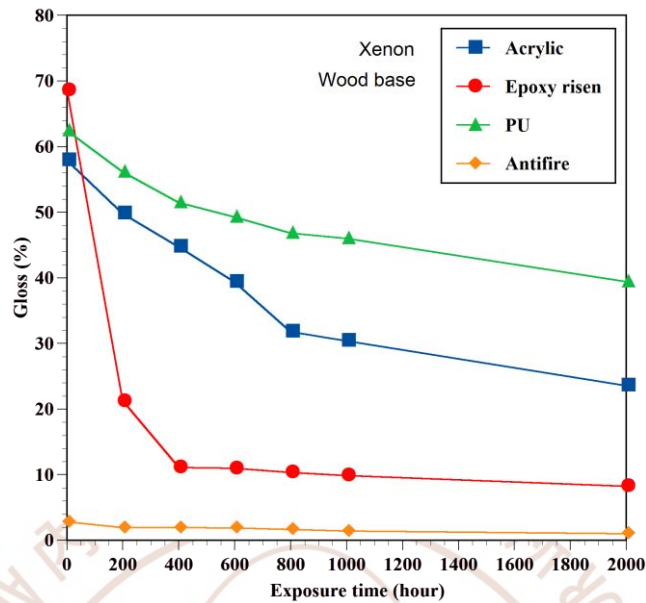


圖 6-32 日光劣化試驗時間與光澤度改變關係圖(木材基材)

(本研究自行整理)

而自然曝曬的光澤度數據亦有兩類。一為試片由曝曬架取下來所立即測量的數據。另一類數據則將由曝曬架取下的試片的表面以空壓機吹氣清除表面的灰塵後量測之數據。圖 6-33 至圖 6-35 為基隆曝曬點時間與光澤度變化之關係圖。其中以折線搭配不同符號標識取下立即測量之數據。僅以不同符號標識為空壓機吹氣清除表面灰塵後的結果。圖 6-36 至圖 6-38 為台北曝曬點時間與光澤度變化之關係圖。由圖中可以發現無論基隆與台北曝曬點，除防火漆塗裝外，灰塵會導致光澤度有下降之情形。而受到表面灰塵的影響，3 個月與 6 個月的光澤度變化亦不大。而除防火漆塗裝外，環氧樹脂塗裝的光澤度在 6 個月曝曬後，其光澤度亦低於壓克力與 PU 樹脂塗裝，此現象與鹽霧和自然劣化試驗結果相同。

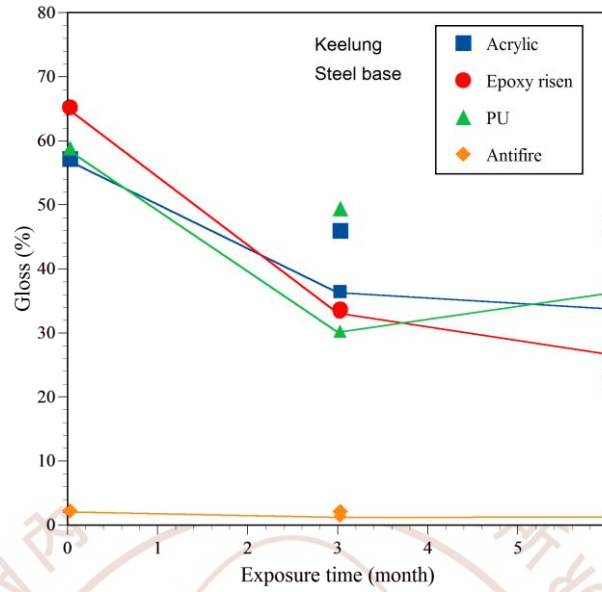


圖 6-33 自然曝曬時間與光澤度改變關係圖（碳鋼基材，基隆）

（本研究自行整理）

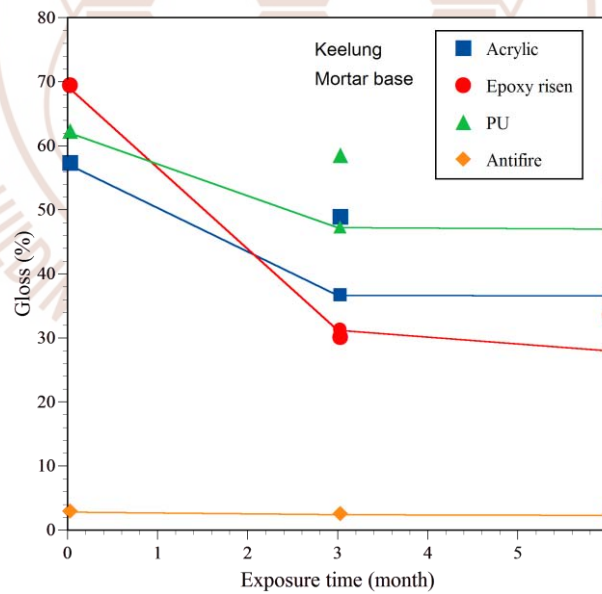


圖 6-34 自然曝曬時間與光澤度改變關係圖（砂漿基材，基隆）

（本研究自行整理）

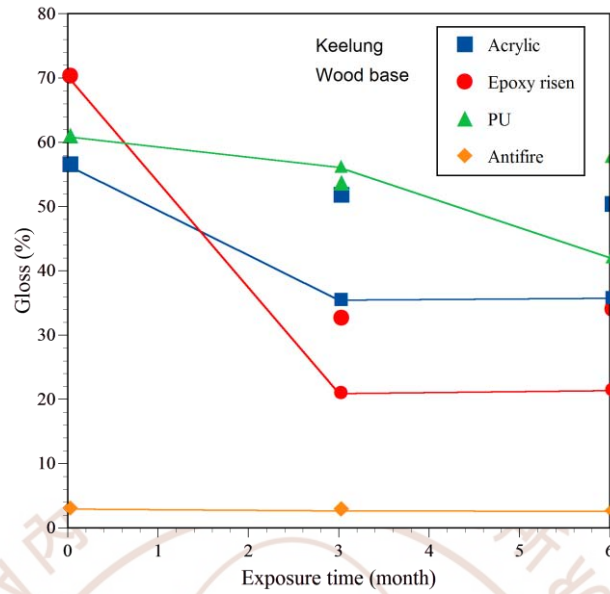


圖 6-35 自然曝曬時間與光澤度改變關係圖（木材基材，基隆）

（本研究自行整理）

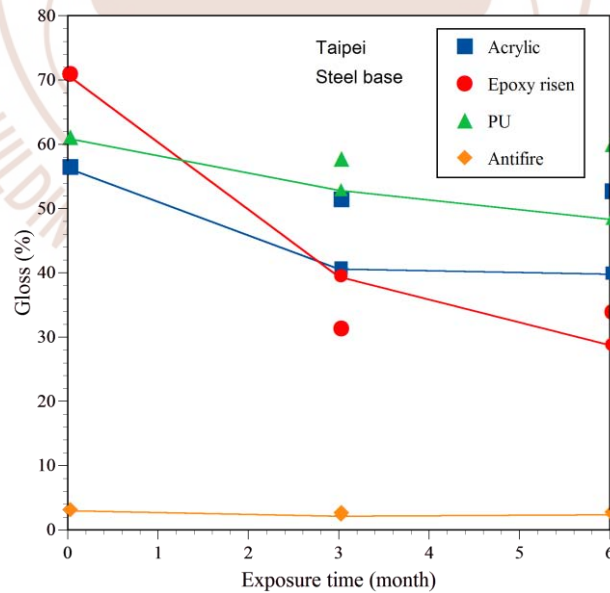


圖 6-36 自然曝曬時間與光澤度改變關係圖（碳鋼基材，台北）

（本研究自行整理）



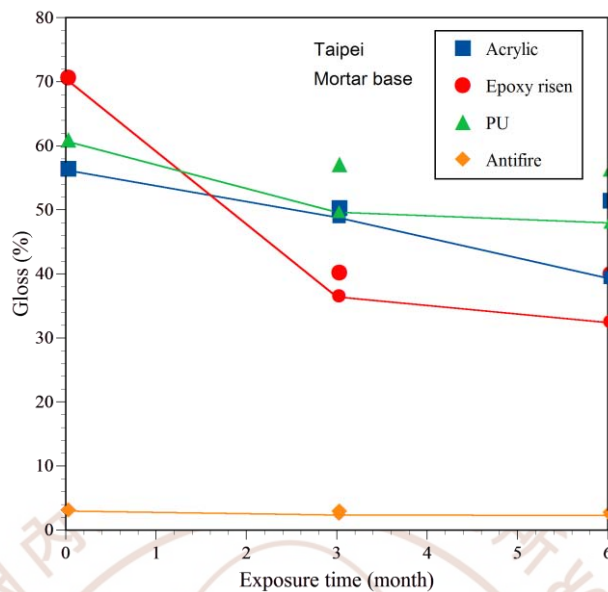


圖 6-37 自然曝曬時間與光澤度改變關係圖(砂漿基材,台北)

(本研究自行整理)

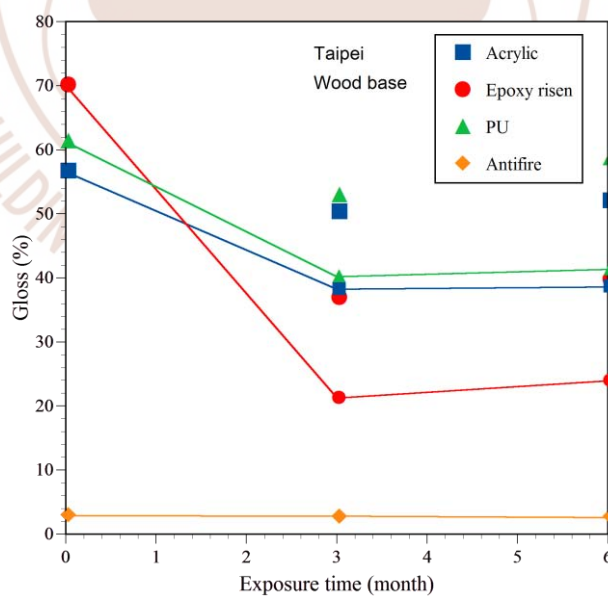


圖 6-38 自然曝曬時間與光澤度改變關係圖 (木材基材,台北)

(本研究自行整理)

圖 6-39 為壓克力塗裝於不同基材及不同劣化方式之光澤損失率變化結果。其光澤損失率計算係將各歷程試片量測到的光澤度減去試片原始（第 0 小時）的光澤度，在除以試片原始光澤度之百分比值，其中自然曝曬採用已清除表面灰塵的量測結果作為表示。圖 6-40 至圖 6-42 分別為環氧樹脂塗裝、PU 樹脂塗裝、與防火漆塗裝之光澤損失率變化情形。其中防火漆塗裝部分因其數據已接近儀器量測到的下限值，導致誤差較大，故在圖 6-42 鹽霧劣化碳鋼基材的部分未表示於圖上。由圖中可以明顯發現基隆曝曬點光澤損失率亦較台北曝曬點大。若就加速劣化而言，其日光加速劣化 2000 小時的光澤損失率變化最大，其次為日光加速劣化 1000 小時的光澤損失率值。而除防火漆外，自然曝曬的光澤損失率亦小於鹽霧與日光加速劣化。

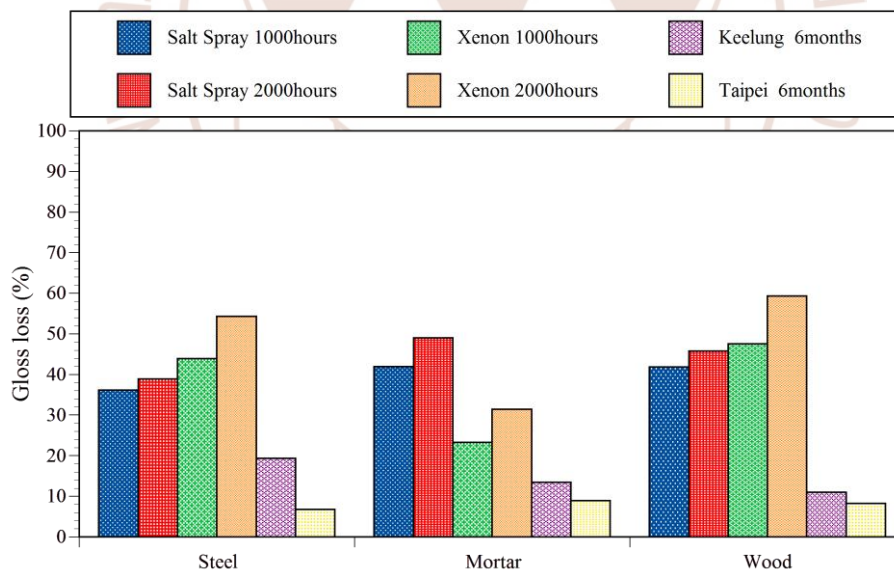


圖 6-39 壓克力樹脂塗裝於不同基材及不同劣化方式光澤損失率變化結果

(本研究自行整理)

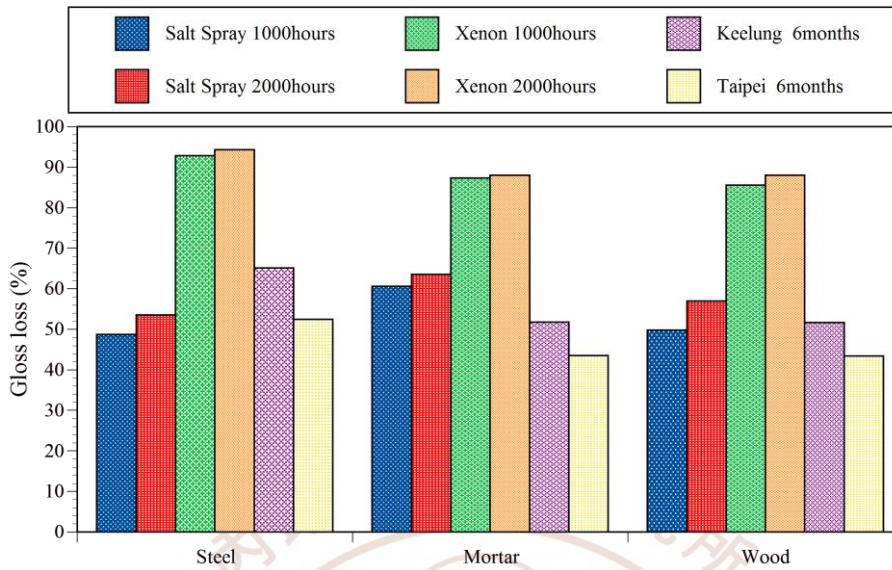


圖 6-40 環氧樹脂塗裝於不同基材及不同劣化方式光澤損失率變化結果

(本研究自行整理)

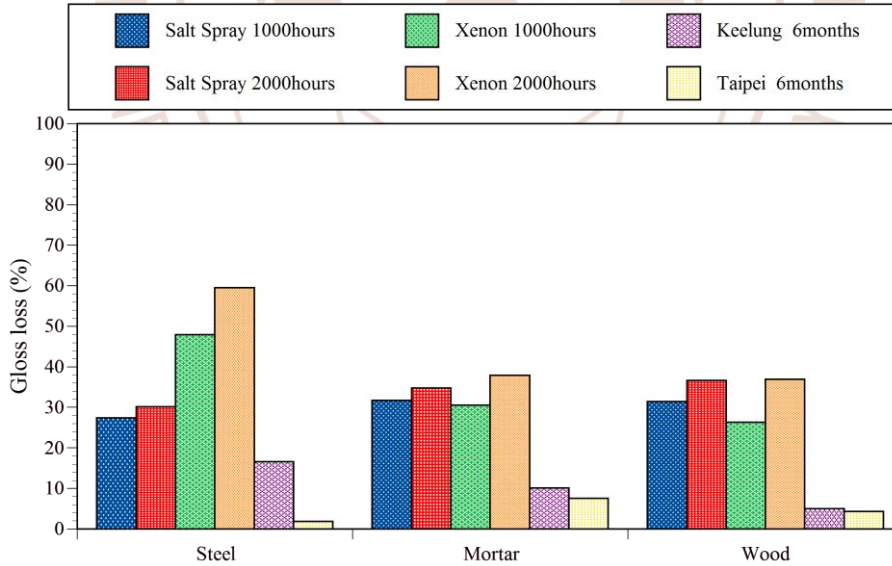


圖 6-41 PU 樹脂塗裝於不同基材及不同劣化方式光澤損失率變化結果

(本研究自行整理)

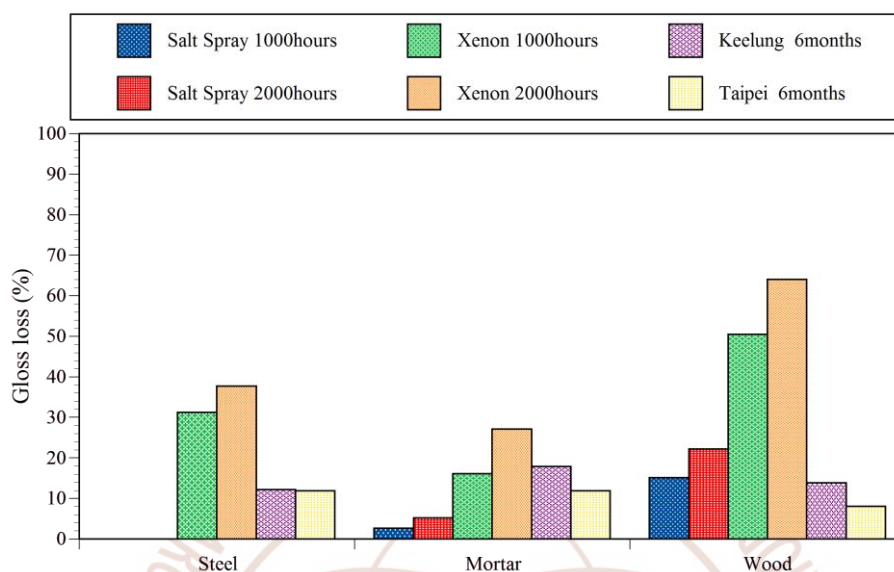


圖 6-42 防火漆塗裝於不同基材及不同劣化方式光澤損失率變化結果

(本研究自行整理)

當比較自然曝曬與加速劣化之間在光澤損失率的關聯性時，表 6-50 以光澤損失率最大的日光加速劣化 2000 小時為基準點，在排除變異性較高的試驗值後，各種劣化過程與基準點之差異性表示於表中，可以發現鹽霧劣化 1000 小時約日光加速劣化 2000 小時的 0.59~0.84 倍；鹽霧劣化 2000 小時為 0.65 至 0.96 倍；基隆自然曝曬 6 個月為 0.23~0.62 倍；台北自然曝曬 6 個月則為 0.18 至 0.51 倍。但自然曝曬部分於環氧樹脂塗裝的劣化程度較高，其餘塗裝系統均低於 0.3 以下。

表 6-50 自然曝曬與加速劣化光澤損失率關聯性（日光加速劣化  
2000 小時基準）

塗裝方式	鹽霧劣化 1000 小時	鹽霧劣化 2000 小時	自然曝曬 基隆, 6 個月	自然曝曬 台北, 6 個月
壓克力樹脂	0.68	0.74	0.32	0.18
環氧樹脂	0.59	0.65	0.62	0.51
PU 樹脂	0.84	0.96	0.23	0.16
防火漆	--	--	0.27	0.29

（本研究自行整理）

#### 第四節 塗料劣化後接觸角變化分析

本計畫亦依 ASTM D5725 標準方法量測塗料劣化前後的接觸角變化情形。由於接觸角量測係將微細水珠附著於試片表面上，再藉由影像軟體量測接觸角，因此為避免量測過程中，水珠因基材的高吸水性，使得量測數據造成誤差。因此所進行的量測數據以不吸水的鋼板基材為主。表 6-51 與表 6-52 分別為鹽霧加速劣化與日光加速劣化的接觸角變化情形。表 6-53 與表 6-54 分別為基隆與台北曝曬點劣化後接觸角變化情形，所使用的試片將表面灰塵清除後才開始量測。

表 6-51 鹽霧劣化試驗接觸角量測結果（碳鋼基材，單位：度）

試片編號	0 小時	1000 小時	2000 小時	塗裝系統
TSAS1k-1	67.2	66.2	— —	壓克力 樹脂漆
TSAS1k-2	68.1	66.9	— —	
TSAS2k-1	66.9	65.8	65.3	
TSAS2k-2	67.3	66.7	66.1	
TSES1k-1	48.9	46.8	— —	環氧 樹脂漆
TSES1k-2	50.2	48.2	— —	
TSES2k-1	49.1	48.5	47.5	
TSES2k-2	49.8	48.2	47.8	
TSPS1k-1	56.5	57.2	— —	PU 樹脂漆
TSPS1k-2	57.1	55.3	— —	
TSPS2k-1	56.5	55.8	55.1	
TSPS2k-2	54.8	53.2	53.9	
TSFS1k-1	42.2	35.7	— —	防火漆
TSFS1k-2	41.9	36.5	— —	
TSFS2k-1	43.9	32.5	38.5	
TSFS2k-2	45.2	37.8	37.6	

（本研究自行整理）

表 6-52 日光劣化試驗接觸角量測結果（碳鋼基材，單位：度）

試片編號	0 小時	1000 小時	2000 小時	塗裝系統
TSAX1k-1	69.7	64.4	—	壓克力 樹脂漆
TSAX1k-2	66.5	63.9	—	
TSAX2k-1	67.2	63.7	57.8	
TSAX2k-2	68.6	62.1	60.3	
TSEX1k-1	50.3	39.1	—	環氧 樹脂漆
TSEX1k-2	51.1	39.4	—	
TSEX2k-1	48.6	39.6	30.7	
TSEX2k-2	49.3	40.2	31.6	
TSPX1k-1	57.8	50.1	—	PU 樹脂漆
TSPX1k-2	58.1	49.6	—	
TSPX2k-1	55.4	51.8	48.7	
TSPX2k-2	56.4	51.0	49.6	
TSFX1k-1	43.5	29.8	—	防火漆
TSFX1k-2	41.8	26.4	—	
TSFX2k-1	44.3	25.7	23.3	
TSFX2k-2	44.1	29.2	22.5	

（本研究自行整理）

表 6-53 自然曝曬劣化接觸角量測結果(碳鋼基材,基隆曝曬點, 單位:度)

試片編號	0 個月	3 個月	6 個月	塗裝系統
KSAO3-1	68.3	67.6	—	壓克力 樹脂漆
KSAO3-2	67.2	66.5	—	
KSAO6-1	66.1	67.0	66.2	
KSAO6-2	69.5	68.4	65.9	
KSEO3-1	55.7	52.5	—	環氧 樹脂漆
KSEO3-2	54.2	50.8	—	
KSEO6-1	53.1	52.0	51.5	
KSEO6-2	52.9	51.1	51.7	
KSPO3-1	60.1	59.2	—	PU 樹脂漆
KSPO3-2	59.2	57.5	—	
KSPO6-1	57.8	56.8	56.1	
KSPO6-2	58.3	58.1	57.2	
KSFO3-1	44.2	39.8	—	防火漆
KSFO3-2	42.6	39.2	—	
KSFO6-1	42.2	40.1	38.8	
KSFO6-2	45.9	42.3	41.1	

(本研究自行整理)



表 6-54 自然曝曬劣化接觸角量測結果（碳鋼基材，台北曝曬點）

試片編號	0 個月	3 個月	6 個月	塗裝系統
TSAO3-1	69.2	68.8	— —	壓克力 樹脂漆
TSAO3-2	67.3	67.5	— —	
TSAO6-1	68.1	67.9	67.2	
TSAO6-2	67.5	66.8	65.8	
TSEO3-1	56.2	55.6	— —	環氧 樹脂漆
TSEO3-2	58.6	57.9	— —	
TSEO6-1	57.4	56.8	55.9	
TSEO6-2	55.9	55.1	54.5	
TSPO3-1	60.5	59.9	— —	PU 樹脂漆
TSPO3-2	60.2	59.5	— —	
TSPO6-1	59.4	58.8	57.9	
TSPO6-2	60.1	59.2	59.0	
TSFO3-1	45.6	41.2	— —	防火漆
TSFO3-2	46.1	42.6	— —	
TSFO6-1	44.9	42.4	40.6	
TSFO6-2	47.2	41.5	39.9	

（本研究自行整理）

若以未劣化前所量測的接觸角試驗值而言，壓克力樹脂漆塗裝的接觸角介於 65 度至 70 度之間；環氧樹脂漆塗裝的接觸角介於 50 至 60 度之間；PU 樹脂漆塗裝的接觸角介於 55 至 60 度之間；防火漆塗裝的接觸角介於 45 至 50 度之間。與其塗裝表面的粗糙度有關。圖 6-43 為鹽霧與日光加速劣化時間與接觸角變化之關係圖。由圖中可以發現日光加速劣化試驗的接觸角會隨著劣化時間而有明顯下降之趨勢，而鹽霧加速劣化亦有少許下降之趨勢。圖 6-44 為基隆與台北自然曝曬劣化時間與接觸角變化之關係圖。由圖中可以發現接觸角隨著自然曝曬劣化時間的增加，並不會有太大的差異。

當比較自然曝曬與加速劣化之間在接觸角變化的關聯性時，圖 6-45 為各種劣化方式接觸角變化情形。由圖中亦可以說明無論何種塗裝方式日光加速劣化試驗的接觸角變化差異均為最大。表 6-55 以接觸角差異度結果來說明自然曝曬與加速劣化之間的關聯性。差異度計算係將各歷程試片量測到的接觸角減去試片原始(第 0 小時)的接觸角，在除以試片原始接觸角之百分比值，其中自然曝曬採用已清除表面灰塵的量測結果作為表示。由表中可以發現除防火漆外，其他塗裝方式在日光加速劣化下的接觸角差異度均在 13% 以上，且環氧樹脂塗裝的差異度較大。而鹽霧加速劣化與自然曝曬劣化均在 5% 以下，其中台北自然曝曬劣化點與鹽霧加速劣化的差異相當小。

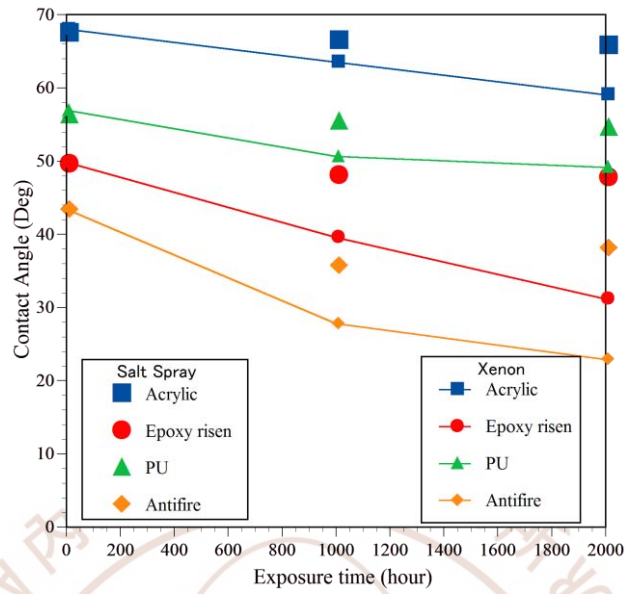


圖 6-43 鹽霧與日光加速劣化時間與接觸角變化關係圖

(本研究自行整理)

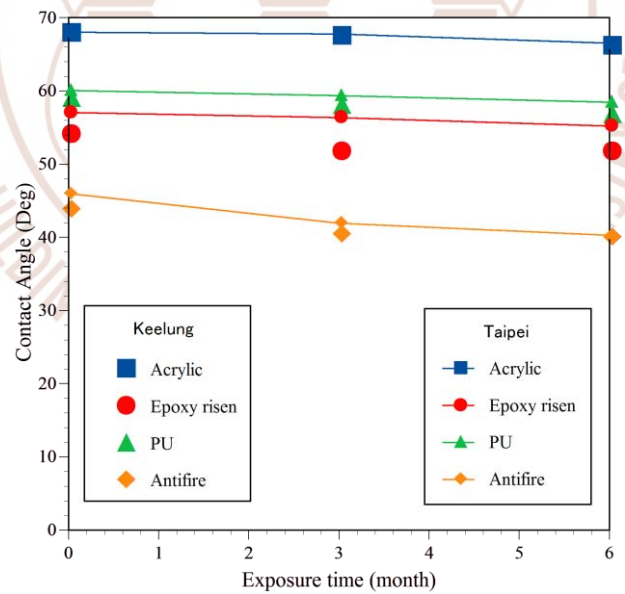


圖 6-44 基隆與台北自然曝曬劣化時間與接觸角變化關係圖

(本研究自行整理)

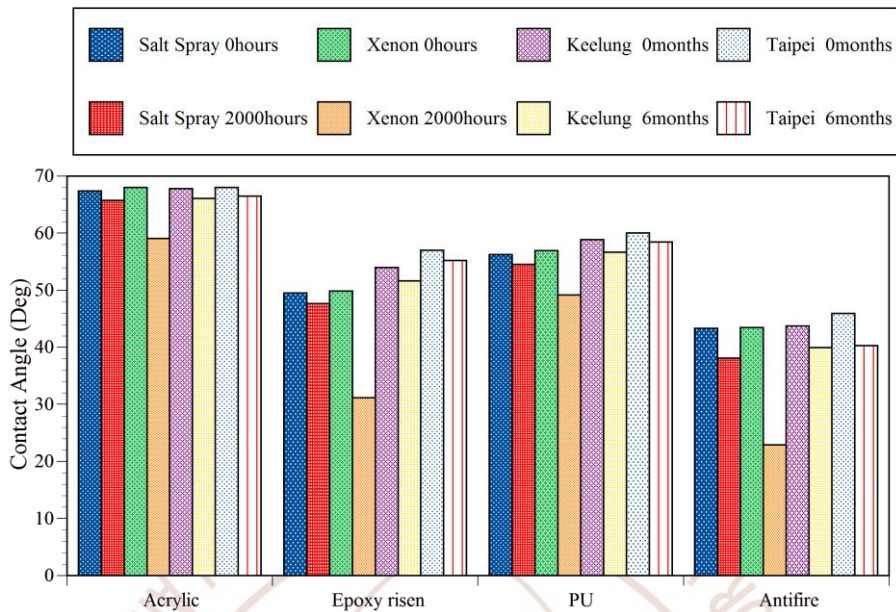


圖 6-45 各種塗裝方式於不同劣化下日光加速劣化試驗接觸角試驗結果

(本研究自行整理)

表 6-55 自然曝曬與加速劣化接觸角差異度比較

塗裝方式	鹽霧加速劣化 2000 小時	日光加速劣化 2000hours	自然曝曬 基隆, 6 個月	自然曝曬 台北, 6 個月
壓克力樹脂	2.5%	13.2%	2.5%	2.2%
環氧樹脂	3.7%	37.5%	4.4%	3.2%
PU 樹脂	3.1%	13.7%	3.7%	2.7%
防火漆	12.1%	47.3%	8.6%	12.4%

(本研究自行整理)

### 第五節 碳鋼劣化後腐蝕速率分析

本計畫將各種塗裝劣化後的碳鋼試片進行腐蝕速率分析。腐蝕速率以兩種方式進行，分別為 ASTM G1 標準方法的重量損失法與電化學法進行。其中重量損失法對無塗裝裸鋼試片的處理方式係採用酸洗方式去除腐蝕生成物，有塗裝部分則先以鋼刷刮除部分漆層後，以強力去漆劑浸泡去除塗膜，最後再用酸洗方式去除腐蝕生成物。電化學法則亦交流阻抗法進行分析。表 6-56 與表 6-57 分別為鹽霧加速劣化與日光加速劣化的腐蝕量測結果。表 6-58 與表 6-59 分別為基隆與台北曝曬點劣化後腐蝕量測結果。由表中重量損失法的部分，可以發現除無塗裝的裸鋼試片外，其餘腐蝕速率均相當低，幾乎為未腐蝕情形，此與目視觀察結果接近，表示塗裝系統的底漆部分在本研究加速劣化試驗與自然曝曬劣化中發揮了抗蝕的功能。唯此部分的數據仍需長期的自然曝曬研究加以驗證。而電化學所得到的腐蝕數據均高於重量損失法。但由重量損失法的實際觀察，腐蝕現象並未如電化學法所得數據之現象。因此經過討論後（如附件 4），本計畫分析仍以重量損失法之數據做為主要分析腐蝕速率影響之工具。

表 6-56 鹽霧劣化試驗腐蝕量測結果(重量損失法;單位:mpy)

試片編號	1000 小時	2000 小時	1000 小時	2000 小時	塗裝系統
	重量損失法	重量損失法	電化學法	電化學法	
TSNS1k-1	41.75	--	35.42	--	無塗裝
TSNS1k-2	40.97	--	49.41	--	
TSNS2k-1	41.26	55.37	43.68	60.25	
TSNS2k-2	42.11	56.84	37.62	58.67	
TSAS1k-1	0.03	--	5.74	--	壓克力 樹脂漆
TSAS1k-2	0.04	--	6.15	--	
TSAS2k-1	0.04	0.07	3.25	4.25	
TSAS2k-2	0.03	0.06	6.34	4.15	
TSES1k-1	0.02	--	4.23	--	環氧 樹脂漆
TSES1k-2	0.04	--	3.99	--	
TSES2k-1	0.03	0.06	4.15	4.23	
TSES2k-2	0.04	0.05	2.89	3.05	
TSPS1k-1	0.02	--	5.14	--	PU 樹脂漆
TSPS1k-2	0.05	--	2.99	--	
TSPS2k-1	0.03	0.07	3.12	3.07	
TSPS2k-2	0.04	0.06	2.99	3.33	
TSFS1k-1	0.03	--	4.65	--	防火漆
TSFS1k-2	0.04	--	5.75	--	
TSFS2k-1	0.04	0.06	6.11	7.25	
TSFS2k-2	0.03	0.07	5.39	7.34	

(本研究自行整理)

表 6-57 日光劣化試驗腐蝕量測結果(重量損失法;單位:mpy)

試片編號	1000 小時 重量損失法	2000 小時 重量損失法	1000 小時 電化學法	2000 小時 電化學法	塗裝系統
TSNX1k-1	8.68	--	15.22	--	無塗裝
TSNX1k-2	8.74	--	19.68	--	
TSNX2k-1	8.99	15.16	11.48	29.68	
TSNX2k-2	7.64	13.20	13.97	25.47	
TSAX1k-1	0.03	--	--	--	壓克力 樹脂漆
TSAX1k-2	0.04	--	--	--	
TSAX2k-1	0.04	--	--	--	
TSAX2k-2	0.03	--	--	--	
TSEX1k-1	0.02	--	--	--	環氧 樹脂漆
TSEX1k-2	0.04	--	--	--	
TSEX2k-1	0.03	--	--	--	
TSEX2k-2	0.04	--	--	--	
TSPX1k-1	0.02	--	--	--	PU 樹脂漆
TSPX1k-2	0.05	--	--	--	
TSPX2k-1	0.03	--	--	--	
TSPX2k-2	0.04	--	--	--	
TAFX1k-1	0.03	--	--	--	防火漆
TAFX1k-2	0.04	--	--	--	
TAFX2k-1	0.04	--	--	--	
TAFX2k-2	0.03	--	--	--	

(本研究自行整理)

表 6-58 自然曝曬劣化腐蝕量測結果(基隆曝曬點;單位:mpy)

試片編號	3 個月	6 個月	3 個月	6 個月	塗裝系統
	重量損失法	重量損失法	電化學法	電化學法	
KSNO3-1	7.52	--	19.42	--	無塗裝
KSNO3-2	7.19	--	20.13	--	
KSNO6-1	7.26	8.15	21.15	28.69	
KSNO6-2	8.01	9.16	22.36	29.58	
KSAO3-1	0.02	--	7.15	--	壓克力 樹脂漆
KSAO3-2	0.03	--	5.45	--	
KSAO6-1	0.03	0.04	3.99	5.15	
KSAO6-2	0.01	0.02	6.54	5.98	
KSEO3-1	0.02	--	4.38	--	環氧 樹脂漆
KSEO3-2	0.03	--	5.25	--	
KSEO6-1	0.03	0.03	4.67	4.62	
KSEO6-2	0.02	0.05	5.34	5.17	
KSPO3-1	0.02	--	6.35	--	PU 樹脂漆
KSPO3-2	0.03	--	4.95	--	
KSPO6-1	0.03	0.04	6.24	5.88	
KSPO6-2	0.02	0.03	5.15	6.82	
KSFO3-1	0.04	--	5.21	--	防火漆
KSFO3-2	0.03	--	6.08	--	
KSFO6-1	0.02	0.03	4.98	5.06	
KSFO6-2	0.05	0.03	5.23	5.12	

(本研究自行整理)



表 6-59 自然曝曬劣化腐蝕量測結果(台北曝曬點;單位:mpy)

試片編號	3 個月 重量損失法	6 個月 重量損失法	3 個月 電化學法	6 個月 電化學法	塗裝系統
TSNO3-1	5.21	--	18.64	--	無塗裝
TSNO3-2	6.10	--	19.25	--	
TSNO6-1	6.08	7.43	18.66	24.76	
TSNO6-2	5.46	8.05	19.34	29.72	
TSAO3-1	0.02	--	6.44	--	壓克力 樹脂漆
TSAO3-2	0.03	--	5.80	--	
TSAO6-1	0.03	0.03	3.62	5.92	
TSAO6-2	0.02	0.05	6.44	6.88	
TSEO3-1	0.02	--	4.35	--	環氧 樹脂漆
TSEO3-2	0.03	--	4.62	--	
TSEO6-1	0.03	0.02	4.11	5.03	
TSEO6-2	0.03	0.04	4.19	5.57	
TSPO3-1	0.02	--	5.28	--	PU 樹脂漆
TSPO3-2	0.04	--	3.97	--	
TSPO6-1	0.03	--	4.29	4.98	
TSPO6-2	0.03	--	4.07	5.75	
TSFO3-1	0.03	--	4.93	--	防火漆
TSFO3-2	0.03	--	5.91	--	
TSFO6-1	0.03	0.04	5.36	6.17	
TSFO6-2	0.04	0.05	5.34	6.69	

(本研究自行整理)

圖 6-46 為無塗裝裸鋼於不同劣化下之腐蝕試驗結果，由圖中可以發現鹽霧試驗的腐蝕速率遠高於其他劣化情形。而自然曝曬劣化腐蝕速率亦略小於日光劣化。基隆曝曬點腐蝕速率略高於台北曝曬點。

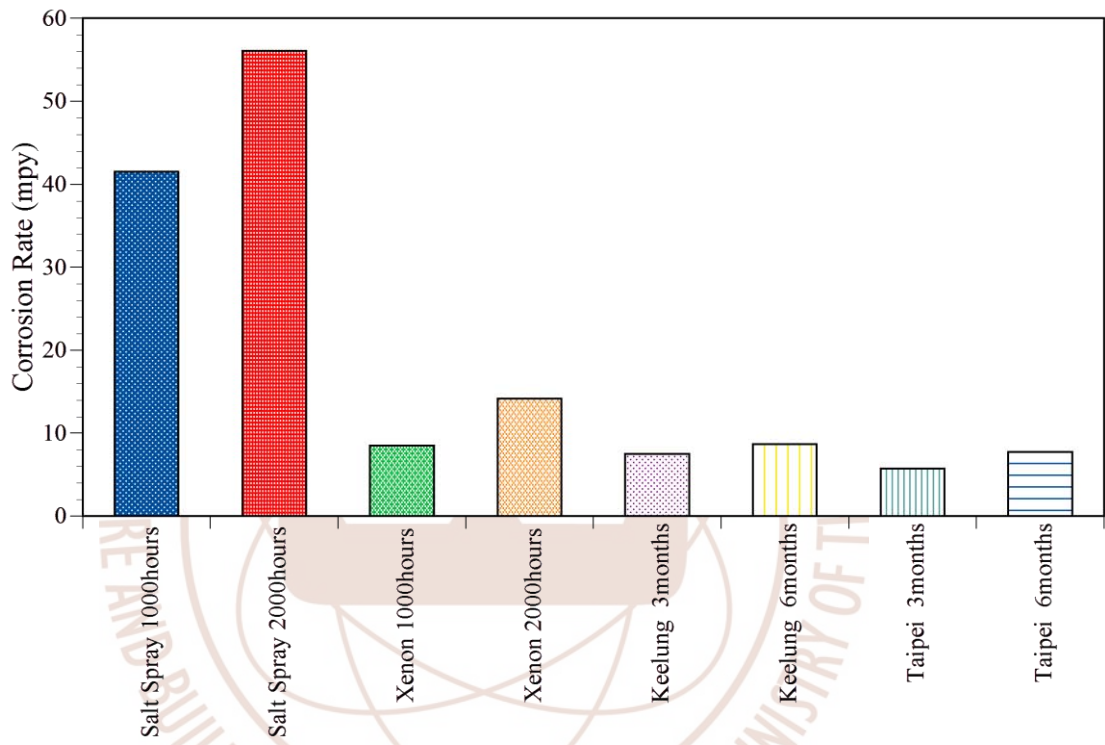


圖 6-46 無塗裝裸鋼試片於不同劣化下腐蝕速率試驗結果

(本研究自行整理)

若要建立人工加速劣化與自然曝曬劣化之關聯性，則鹽霧加速劣化因為腐蝕環境條件固定，一般進行 1000 小時以上，便可獲得可用之數據。而自然曝曬劣化受限於四季氣候與雨量的變化，因此至少需有 2 年期之數據才具

代表性。然本研究受限於計劃期程，僅能獲得半年期自然曝曬劣化結果，目前僅能說明鹽霧劣化的腐蝕速率約高於自然曝曬的 6~7 倍。後續仍待本研究團隊計畫結束後，利用已預留之試片，進行持續的觀察與實驗，來對此初步結果進行驗證與修正。

### 第六節 水泥砂漿透水性能與劣化後氯離子分析

本計畫水泥砂漿試體於進行各項劣化試驗前，依據 CNS 3763 的透水試驗評估塗裝系統的透水性質。試驗係將直徑 10 公分高 5 公分水泥砂漿圓柱試體的兩端以墊片密合，並以  $20 \text{ kgf/cm}^2$  壓力之定水頭垂直施加於試體面上，量測於 72 小時內進入水泥砂漿試體的水量，以評估塗膜的透水性能。圖 6-47 為各塗裝系統水泥砂漿透水試驗結果，每組數據為 3 個試體之平均值。由圖中可以發現有未塗裝水泥砂漿試片的透水量約高於塗裝試片的 4.2 至 5.9 倍。而防火漆塗裝系統透水量略高於其他具塗裝的水泥砂漿試片。

水泥砂漿除於劣化前進行透水試驗外，亦於鹽霧劣化試驗後將直徑 10 公分高 5 公分水泥砂漿圓柱試體進行劈裂，沿試體橫斷面噴灑 0.1N 硝酸銀，以瞭解鹽霧劣化後，水泥砂漿內氯離子侵入之情形。圖 6-48 為不同塗裝系統之水泥砂漿試片氯離子侵入之情形。由圖中可以發現未塗裝之試片於 2000 小時鹽霧劣化後氯離子進入 9.5 mm，遠高於其他具塗裝系統的試片。而防火漆塗裝系統氯離子進入深度略高於其他具塗裝的水泥砂漿試片，但其值相當低，僅為 3 mm。

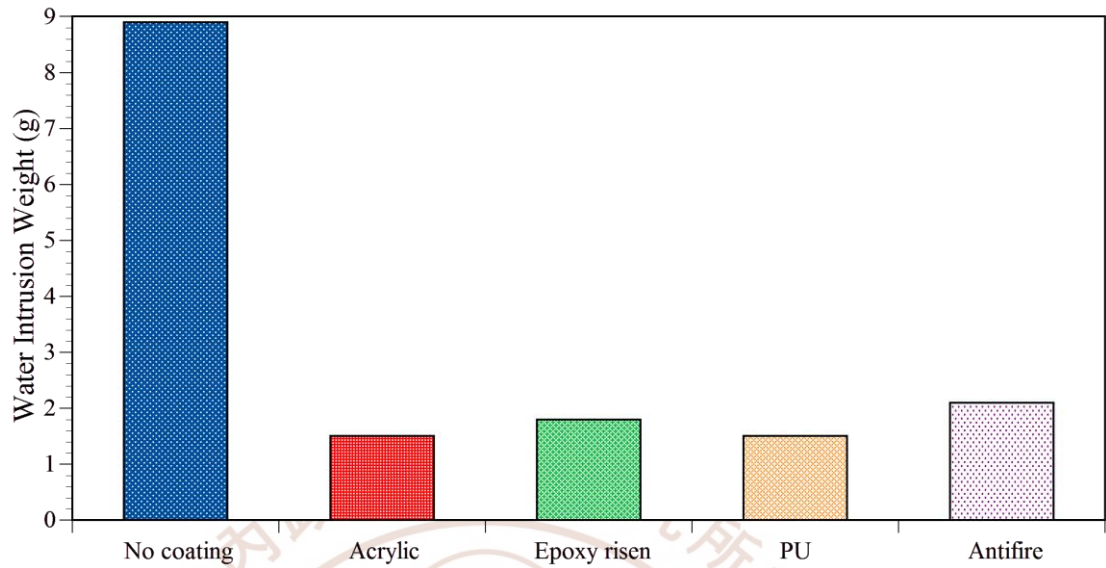


圖 6-47 不同塗裝系統之水泥砂漿試片透水試驗結果

(本研究自行整理)

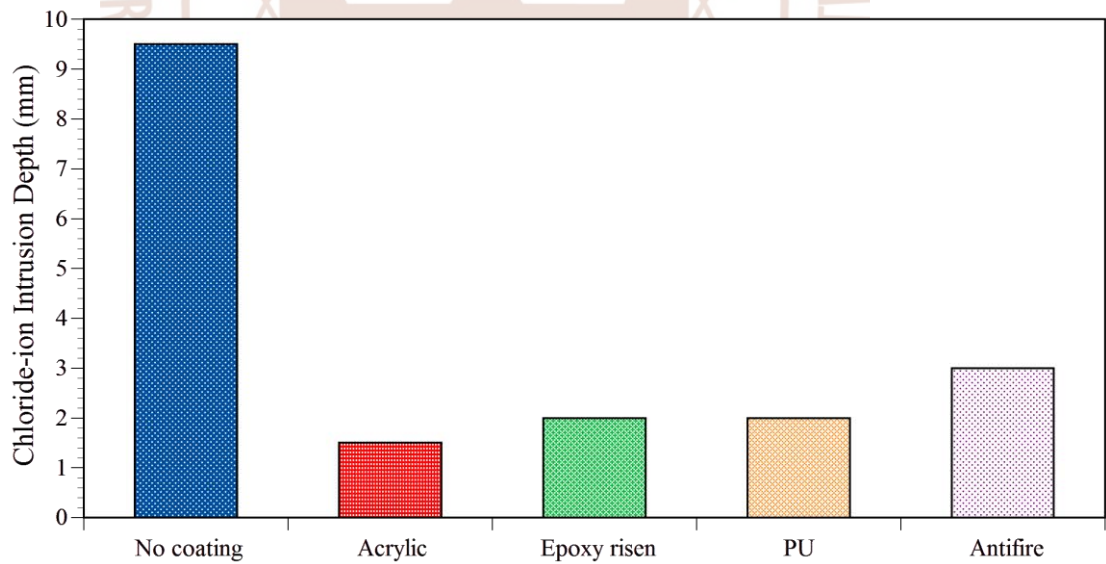


圖 6-48 不同塗裝系統之水泥砂漿試片氯離子侵入試驗結果

(本研究自行整理)

## 第七章 塗料建材耐久耐候試驗標準程序架構

本計畫將藉由曝曬與加速劣化試驗進行過程中所獲得的經驗，配合國內外相關研究的資訊撰寫標準試驗程序，以供建研所實驗室人員後續進行塗料建材耐久耐候性研究時，可有所依循，並減少因試驗程序的不熟悉所導致的人為誤差。由於劣化試驗屬於中期或長期的研究，因此無論劣化試驗前試片的處理過程，試驗期間所蒐集的資訊，與劣化後的分析方法均非常重要。所以在標準程序架構上，除依循規範規定，將試驗方法條列化外，亦擬將各步驟所需注意的事項與要求精度註記於各步驟之後。且劣化試驗期程往往超過 1 年，因此在記錄表格設計與後續資料整理的方式將建議於標準程序內。擬訂相關標準程序如下。

### 塗料建材耐久耐候試驗相關標準作業程序

#### 1. 適用範圍

1.1 塗料建材耐久耐候試驗可得到各種塗料建材在戶外大氣環境下與加速劣化下之耐久耐候行為，並可提供塗裝耐久耐候效果評估方式。

1.2 本標準中所列數值係以國際單位制 (SI) 為準。

#### 2. 參考文件

主要參考標準文件如下，其他相對標準與附屬標準請詳見附件 1 與附件 2。

CNS 10756 塗料一般檢驗法—有關塗料的塗膜形成機能試驗法

CNS 10756-1 塗料一般檢驗法—有關塗膜之視覺特性之試驗法

CNS 10757 塗料一般檢驗法—有關塗膜之物理、化學抗性之試驗法

CNS 11607 塗料一般檢驗法—有關塗膜之長期耐久性之試驗法

### 3. 試驗方法概要

3.1 塗料建材耐久耐候試驗包含三個試驗過程，分別為試片製作、試片劣化過程、與劣化後分析工作，圖 7-1 為相關流程圖。

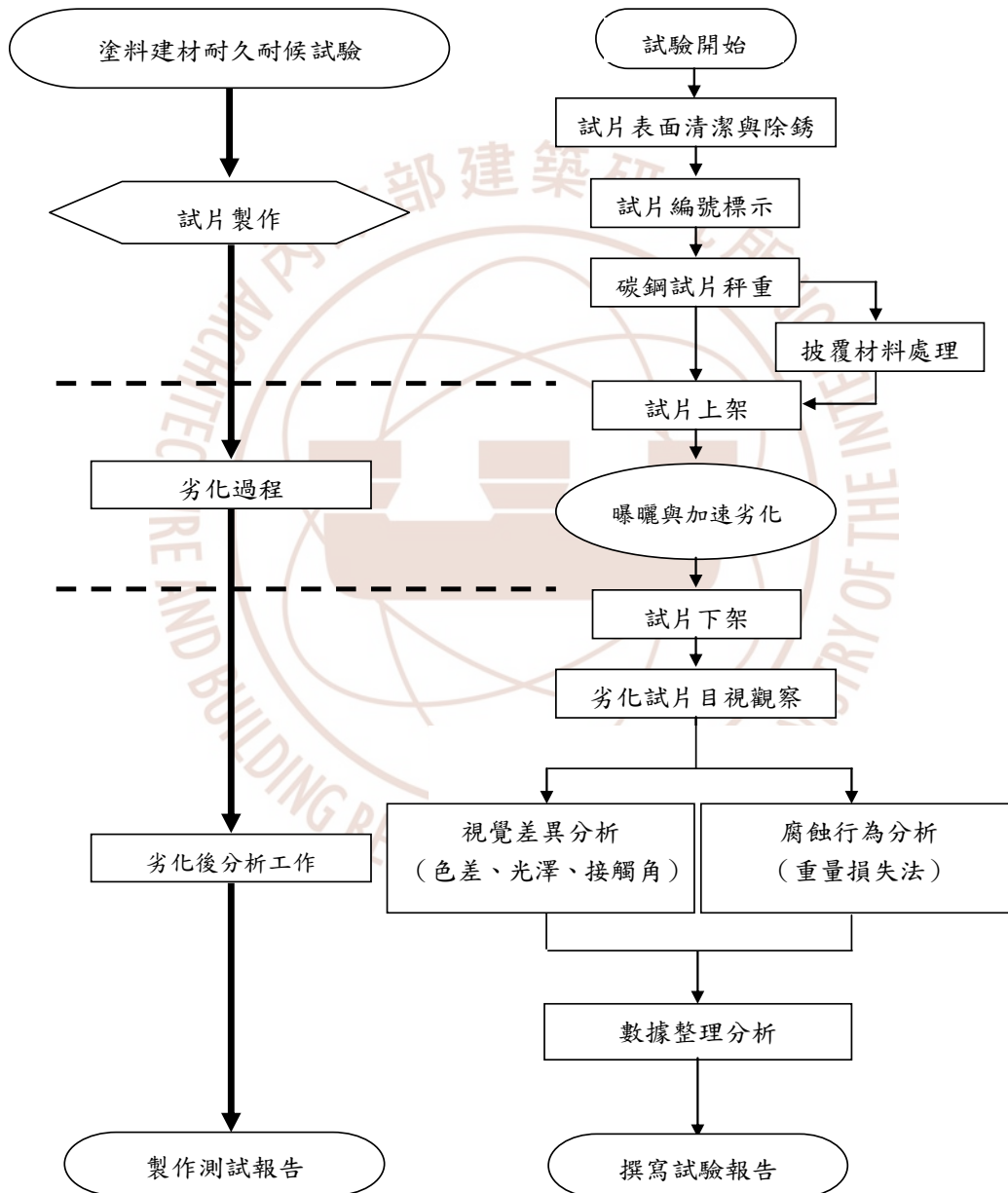


圖 7-1 建材自然曝曬劣化試驗流程圖

## (本研究自行整理)

## 4.應用

4.1 塗料建材劣化試驗可完全反應塗料於各種氣候環境對基材的防蝕效果  
評估與塗膜變化情形。

4.2 試驗結果可建立人工加速劣化與自然曝曬劣化試驗結果之關聯性。

## 試驗前處理

此部份的標準程序將相關劣化評估過程執行上需注意的試片尺寸決定(如表 7-1 所示)、試片前處理方式與順序安排、配合設備、與秤重精度要求隨條文附記於後(如 5.3 項各項說明)。第三部分則為記錄表與試片編碼之建議格式,以使實驗人員可簡易並正確進行此部分的各種步驟(如表 7-2 所示)。

## 5.試片製作

## 5.1 試片型式

5.1.1 平版型試片為最常用之型式,試片相關限制如下表 7-1 所示。

**表 7-1 常用之平板型試片與其限制**

試片尺寸	試片厚度	暴露面積
試片需有一邊為 100 mm ; 常見尺寸: A.150 mm× 100 mm 或 50 mm×100 mm (自然曝曬 與鹽霧劣化試驗) B.150 mm× 70 mm (日光劣化試驗)	1~6 mm	$\geq 50 \text{ cm}^2$

(資料來源：本研究整理)

5.1.2 如有必要不規則形狀試片亦可進行，但若為金屬試片須注意是否有隙縫、易積水處、或異種金屬所造成的加速腐蝕影響。

5.2 試片數量

如無特殊需求，每組試驗變數條件須至少包含 3 個試片。

5.3 試片前處理

5.3.1 表面清潔與除銹

A. 碳鋼基材

試片表面不潔物與銹蝕區域以噴砂或化學方式去除，一般建議以噴砂方式為最簡易且有效去除方式，噴砂後試片應立即進行編號秤重，並依試驗條件表面披覆材料施作或立即存放於相對濕度 65% 以下之環境，以免吸收空氣水氣造成銹蝕。若為對比或參考試片其長期儲存方式亦為相對濕度 65% 以下之環境。

B. 水泥質基材

將欲塗裝材料以手刷方式均勻於試體表面塗裝。塗刷次數為 3 次，每次塗刷亦間隔 1 天以上。

C. 木材基材

塗裝方式首先以 240 號砂紙砂磨使表面平整，而後以手刷方式均勻於試體表面塗裝 3 次，而每次塗膜乾燥後，以 320 號砂紙砂磨後，再進行後續塗裝。

5.3.2 試片標示

標示作業需於試片表面清潔與除銹後立刻進行。為使標示可於長期曝曬後



辨識，一般可用數字衝頭鋼印在試片上打印專屬編號或使用中心衝錐刻上記號，如下圖 7-2 為碳鋼試片使用之標示工具。標示所影響的暴露面積應儘可能縮小。為節省作業時間，標示作業亦可於表面清潔與除銹前進行，但須留意噴砂或化學處理是否會造成標示辨識困難。



圖 7-2 常用之試片標示工具（數字衝頭鋼印、中心衝錐）

（資料來源：本研究整理）

#### 5.3.3 試片稱重

試片編號完成後，需立刻進行稱重與記錄工作。每片試片所稱重量須精確至 0.01 g。稱重完畢後需將試片放置於相對濕度 65% 以下之環境存放。

#### 5.4 試片表面披覆材料處理

試片表面若有塗裝材料施作，則依塗裝材料施工規範或雙方約定方式進行。

#### 5.5 試片記錄

試片資料須於編號稱重時開始記錄，其內容應包含試片編號、材質、質量、

形狀及尺寸、表面現況、於曝曬棚架或加速劣化設備之位置、與其他資訊(如曝曬點位置、曝曬角度、上架日期、預計下架日期等項目)，表 7-2 為建議之塗料建材自然曝曬劣化試驗記錄表形式。

表 7-2 塗料建材自然曝曬劣化試驗記錄表

試片名稱		曝曬地點	
試片編號		曝曬角度	
基材材質		上架日期	
基材尺寸		預計下架日期	
基材重量 (g)		實際下架日期	
前處理方式			
披覆材料		披覆厚度	
披覆材料施作方式			
上架位置			
劣化期間狀況記錄			
劣化後試片表面觀察			
腐蝕生成物去除過程記錄			
劣化後基材重量 (g)		重量損失 (g)	
劣化期程 (小時)		腐蝕速率 (mpy)	
其他附加記錄			

(資料來源：本研究整理)

#### 劣化試驗期間

自然曝曬劣化試驗所需的曝曬架設計注意事項將在此部份條列說明(如 6.1.1 項說明)。其次說明曝曬場地的選擇與試片安裝時所需注意事項(如 6.1.2、6.1.3 項說明)。而試驗常用之劣化期程設計與期間需定時查核試片於曝曬架位置是否受到外力之移動以及曝曬架的定期保養(如 6.1.4 與 6.1.5 項說明)。6.2.1 至 6.2.3 則說明鹽霧劣化設備。6.2.4 說明鹽霧加速劣化過程的相關設定。6.3.1 與 6.3.2 為日光劣化設備。6.3.4 說明日光加速劣化過程的相關設定。

### 6. 試片劣化過程

常用之劣化方式包括自然曝曬劣化、鹽霧加速劣化、與日光加速劣化，下述則就其使用設備與注意事項加以說明。

#### 6.1 自然曝曬劣化

##### 6.1.1 曝曬架

本所目前已建置之曝曬架係為無遮蔽的開放式棚架，其棚架設計角度係使試片曝露仰角為 45 度，試片放置曝曬架的最低離地高度須大於 750 mm，以避免雨水由地面回濺至待測試片上。曝曬架材質需具足夠強度與耐久性，必要時每年應進行防蝕維護(如重新塗裝等方式)。每組棚架最多可供 45 片 100×150 mm 平板試片。相關曝曬架如下圖 7-3 所示。



圖 7-3 本所已建置之開放式曝曬架

(資料來源：本研究整理)

#### 6.1.2 曝曬場地選擇

曝曬場地應具當地氣候狀況之代表性，如臨海區域、都市區、或農業區等。相關場地之大氣資料蒐集系統將入續建置。目前可由鄰近 10 公里內之氣象單位蒐集歷年相關大氣資料。相關大氣曝露環境因子蒐集頻率如下表 7-3 所示。

#### 6.1.3 試片安裝

試片於棚架位置須與記錄表相符，必要時於試片下方吊掛標示名牌。試片安裝時因以具絕緣性質的 Nylon 或 PP 材質之螺栓加以固定於棚架，避免強風吹襲而產生不必要的移動。為避免試片與棚架產生伽凡尼腐蝕，因此其間需置放絕緣墊片或夾板。試片放置間距應可避免造成腐蝕生成物或含

有其物質之雨水從側面滴至另一試片上。如下圖 7-4 所示。

**表 7-3 CNS 14123 規範規定須記錄之環境因子性質項目與頻率**

環境因子	單位	測量方式與次數	報告項目
氣溫	°C	連續測試， 或一天至少 3 次	月平均溫度 年平均溫度
相對溼度	%	連續測試， 或一天至少 3 次	月平均溼度 年平均溼度
氣溫高於 0°C 且相對溼度大於 80% 的潤溼時間	h	---	月平均時數 年平均時數
降雨量	mm/d	每月一次	月總降雨量 年總降雨量
空氣中 SO <sub>2</sub> 氣體濃度	mg/m <sup>3</sup>	連續性--每月一次	月平均濃度 年平均濃度
空氣中 SO <sub>2</sub> 沈積率	mg/(m <sup>2</sup> .d)	連續性--每月一次	月平均沈積率 年平均沈積率
氯化物沈積率	mg/(m <sup>2</sup> .d)	連續性--每月一次	月平均沈積率 年平均沈積率

(資料來源：CNS 14123)



圖 7-4 試片安裝所使用之 PP 材質之螺栓與絕緣墊片

(資料來源：本研究整理)

#### 6.1.4 測試時間

需依測試試片的材質與目的來決定劣化時間。所進行的時程若有特殊規定，可分為 1 年、2 年、5 年、或 10 年以上測試期程，在某些狀況下可以不超過 2 年。

#### 6.1.5 週期性觀察檢測

需每月定期檢視曝曬架與試片狀況，以避免因人為疏失或颱風等因素造成試片的遺失與曝曬架的損壞。

### 6.2 鹽霧加速劣化

#### 6.2.1 鹽霧複合耐候試驗機

建研所設置的鹽霧複合耐候試驗機日本 SUGA(日本須賀試驗機株式會社)之 CTP96 試驗機。除可進行中性鹽霧劣化試驗外，亦具備乾燥功能、濕潤功能、浸漬功能、與外氣導入等試驗功能，相關設備如圖 7-5 所示。



圖 7-5 建研所設置 CTP96 鹽霧複合耐候試驗機

(本研究自行整理)

#### 6.2.2 噴霧鹽水調製

鹽霧試驗所使用的噴霧液為濃度  $50 \pm 5$  g/L 的鹽水溶液。CTP96 鹽水補給桶容積為 20 公升，因此在鹽霧配置上，使用 1 公斤的氯化鈉（需為化學試藥級）加入 19 公升的水中充分攪拌均勻後放入鹽水補給桶內（如圖 7-6 所示）。空氣飽和桶主要功能是使送往試驗箱的空氣並非乾燥狀況，而帶有一定濕度，因此空氣飽和桶是主要調整試驗箱濕度的主要工具。空氣飽

和桶的主要構造是一個加熱器，藉由加熱蒸餾水產生的濕氣對壓縮空氣進行調整，所以每次試驗均需留意空氣飽和桶內的水位是否充足，如圖 7-6 所示。



圖 7-6 鹽水補給桶與空氣飽和桶

(本研究自行整理)

#### 6.2.4 儀器設定

主要是針對溫度與試驗時間的設定，在溫度設定上，中性鹽霧試驗試驗相溫度在開始與結束均設定為 35°C。啟動後須留意噴霧壓力是否為 0.098±0.010 MPa，否則需調整壓力旋鈕，相關設定如表 7-4 所示。



表 7-4 鹽水加速劣化之運轉設定

試驗槽內之溫度	35±1℃
試驗槽內之相對濕度	99 ~98 %
加濕器之溫度	47±1℃
鹽水濃度 (35℃)	5± 0.5W/V %
噴霧用空氣壓力	0.098±0.002MPa { 1.0±0.025kgf /cm <sup>2</sup> }
收集鹽水霧所得溶液	於 80 cm <sup>2</sup> /1.0 ~2.0mL/ h
pH	6.5~7.2 ( 33~35℃)
收集鹽水霧所得溶液密度	1.022~1.036 ( 於 35℃)
鹽水貯槽水位	須保持一定水位
加濕器水位	保持於水位計之 2 標線間

(資料來源：CNS 11607)

### 6.2.5 試片置放

需將試片具塗面向上，對霧流主方向程平行，且與垂直線成  $25 \pm 5^\circ$ ，各試片間距應於 85 mm 以上。

## 6.3 日光加速劣化

### 6.3.1 日光劣化試驗機

建研所購置的日光劣化試驗機為日本 SUGA 之氙弧燈耐候試驗機 (SUGA X75)。設備可利用照射光與間隔噴水霧方式進行加速劣化，相關設備如圖 7-7 所示。試片放至於迴轉架上，當氙弧燈被點亮後，迴轉架隨即繞著氙弧燈轉動。



圖 7-7 建研所設置 SUGA X75 氙弧燈耐候試驗機  
(本研究自行整理)

### 6.3.2 冷卻水補給桶

SUGA X75 須於試驗過程中，需於冷卻水補給桶加入足夠的去離子水，使運轉的氙弧燈管冷卻延長使用壽命。而冷卻水進入氙弧燈管的流速須維持於 7.2 m/Sec 以上，如圖 7-8 所示

### 6.3.3 儀器設定

主要是針對溫度與試驗時間的設定，運轉時的設定方式一般採取 ASTM D6695 標準中的 Cycle 2 方法，即於 2 小時劣化週期中包含 18 分鐘的水霧噴灑於塗膜表面上，102 分鐘單純氙弧燈光照射過程，試驗時相關運轉設定如表 7-5 所示。。

### 6.3.4 試片置放

試片尺寸均採長 70 mm×寬 150 mm 尺寸，並以彈簧固定於試片框內後，再將試片框裝設於迴轉架上。使迴轉架形成一橢圓形狀的物件，並將氙弧燈包覆在中間位置，如圖 7-9 所示。

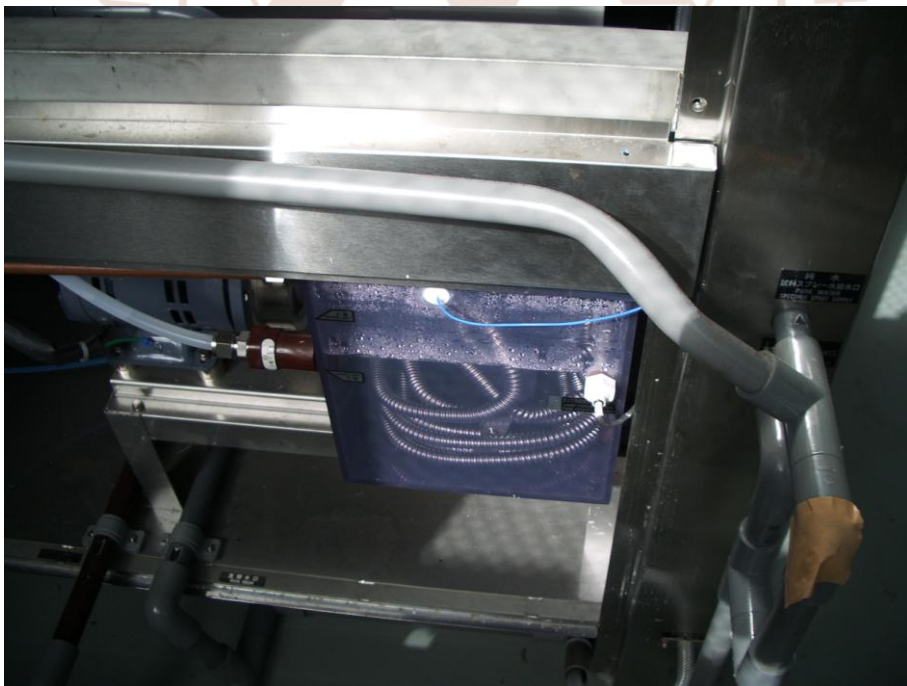


圖 7-8 SUGA X75 氙弧燈耐候試驗機冷卻水補給桶

(本研究自行整理)



圖 7-9 試片置放至 SUGA X75 迴轉架上

(本研究自行整理)

表 7-5 日光加速劣化運轉條件設定值

設定項目	運轉條件	
放電電壓	範圍中心值	48~52V
		50V (±2%)
放電電流	範圍中心值	58~62V
		60A (±2%)
玻璃濾光器使用時間	須不超過 2000 小時	
黑嵌板溫度計之示度	63±3°C	
水之噴射條件	壓力	0.08~0.13MPa { 0.8~1.3kgf/cm <sup>2</sup> }
	水量	2100±100mL/min
	噴射時間	120 分鐘照射中，噴射 18 分鐘
	水質	pH6.0~8.0 電導率 200µ S/cm 以下
	水溫	16±5°C

(資料來源：CNS 11607)

#### 劣化後的分析

經設定的劣化期間後，需先進行試片目視觀察記錄（如 7.1 項說明）。而 7.2 項說明腐蝕速率量測的程序，包含進行劣化生成物的去除工作與後續重量損失的分析試驗，最後亦將腐蝕速率計算方式進行說明。此部分將常用的生成物去除與分析規範依材料不同建議於上。7.3 項說明色差分析所使用設備與量測方式。7.4 項說明光澤分析所使用設備與量測方式。7.5 項說明接觸角分析所使用設備與量測方式。並將各種方法的試驗程序以條列化表示，並註記精度要求與相關安全須知。試驗報告亦詳列所需內容（如第 8 項說明）。

### 7. 劣化後分析工作

#### 7.1 目視觀察

試片於曝曬架或劣化設備取下後，需進行表面外觀改變之描述，如銹蝕狀況、蝕孔深度及分佈、或表面色澤改變之情形，必要時附上相片以供佐證。

#### 7.2 腐蝕速率量測（重量損失法）

##### 7.2.1 腐蝕生成物去除

##### A. 表面無披覆碳鋼試片

表面無披覆鋼板試片腐蝕生成物去除採 CNS 14122 所建議之 C 3.5 酸洗化學法進行。建議試驗進行時於抽風櫥或戶外空曠環境進行。人員應穿著具防護效果之實驗衣與面罩。

##### B. 塗裝鋼板試片

塗裝鋼板試片腐蝕生成物去除包含兩道程序，首先需將鋼片外層所披覆的多層塗料去除（塗料去除建議採用有機溶劑浸泡與磨除法並行之方式）；最後則是利用上述 7.2.1 節 C 3.5 酸洗方法將試片上的腐蝕生成物去除。

#### 7.2.2 腐蝕生成物去除後重量量測

計算劣化前試片重量（表面無披覆狀態）與腐蝕生成物去除後鋼板試片重量之損失量，即劣化曝曬過程試片所產生的腐蝕生成物（須至少秤重 0.01 公克之精度）。

#### 7.2.2 腐蝕速率計算

由重量損失量與曝曬劣化天數，可依公式 (7-11) 計算腐蝕速率：

$$CR = (K \times W) / (A \times T \times D) \quad (7-1)$$

式中：

$CR$  = 腐蝕速率（常用單位為 mpy，mils per year，千分之 1 英吋/年）。

$K$  = 單位常數，若以 mpy 為腐蝕速率單位，其值為  $3.45 \times 10^6$ 。當腐蝕速率使用其他單位時可查下表 7-4。

$W$  = 劣化前後重量損失（單位為公克）。

$A$  = 劣化接觸總表面積（單位為平方公分）。

$T$  = 劣化時間（單位為小時），須計算至 0.01 小時。

$D$  = 材料密度（單位為  $g/cm^3$ ），鐵為  $7.8 g/cm^3$ 。

表 7-6 單位常數換算表

腐蝕速率單位		單位常數
縮寫	全名	<i>K</i>
mpy	mils per year	$3.45 \times 10^6$
ipy	inches per year	$3.45 \times 10^3$
ipm	inches per month	$2.87 \times 10^2$
mm/y	Millimeters per year	$8.76 \times 10^4$
$\mu\text{m}/\text{y}$	Micrometers per year	$8.76 \times 10^7$
$\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$	Grams per square meter per hour	$1.00 \times 10^4 \times D$

(資料來源：本研究整理)

### 7.3 總色差分析

#### 7.3.1 色差分析設備

一般色差以計測法進行。即以分光測光儀定量分析。建研所設置之分光測光儀為 SUGA SM-T，此設備可進行反射測定(8°照明,擴散受光(8/D、8/d))與透過測定(0°照明,全透過受光)等光學條件量測。相關設備如圖 7-10 所示。

#### 7.3.2 三刺激值量測

色差量測照明及受光條件以 CNS 11351 第 4.3.1 節條件 a 進行，即在 45 度照明，0 度受光之條件下，以標準光 C 測定三刺激值 X、Y、Z。由三刺激值可轉換  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值，並計算  $\Delta E_{ab}$  值，以比較色彩差異度。量測時須先以標準色差片對機器校正，校正後將試片放置於量測孔上即可量

測。



圖 7-10 建研所設置 SUGA SM-T 分光測光儀

(資料來源：本研究整理)

### 7.3.3 總色差計算

由 X、Y、Z 三刺激值試驗結果，可轉換成具考量亮度的 CIE L\*a\*b\*座標系統，L\*為顏色的亮度，其中 L\*=0 代表為純黑色，L\*=100 代表為純白色。a\*代表顏色於紅色和綠色之間所佔的位置，負值表偏綠，正值表偏紅。b\*代表顏色於黃色和藍色之間所佔的位置，負值表偏黃，正值表偏藍。其轉換公式如下<sup>24</sup>。



$$\begin{aligned}
 L^* &= 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16 \\
 a^* &= 50 \left[ \left( \frac{X}{X_0} \right)^{1/3} - \left( \frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} \right] \\
 b^* &= 20 \left[ \left( \frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - \left( \frac{Z}{Z_0} \right)^{1/3} \right]
 \end{aligned}
 \tag{7-2}$$

式中  $X_0$ 、 $Y_0$ 、與  $Z_0$  為標準照明體 C 光之 X、Y、Z 三刺激值。C 光為代表色溫為 6774 K 的平均日光，光色近似陰天的日光，其  $X_0$  為 98.07； $Y_0$  為 100.00； $Z_0$  為 118.18<sup>24</sup>。由  $L^*a^*b^*$  座標值，可進行總色差  $\Delta E^*_{ab}$  計算，其計算公式如下。

$$\begin{aligned}
 \Delta L^* &= L^*_1 - L^*_2 \\
 \Delta a^* &= a^*_1 - a^*_2 \quad \Delta b^* = b^*_1 - b^*_2 \\
 \Delta E^*_{ab} &= \left[ (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \right]^{1/2}
 \end{aligned}
 \tag{7-3}$$

## 7.4 光澤度分析

### 7.4.1 光澤度分析設備

建研所購置之光澤度分析設備為 BYK 光澤度量測儀。主要量測入射角與受光角為 60 度時之鏡面反射率。相關設備如圖 7-11 所示。

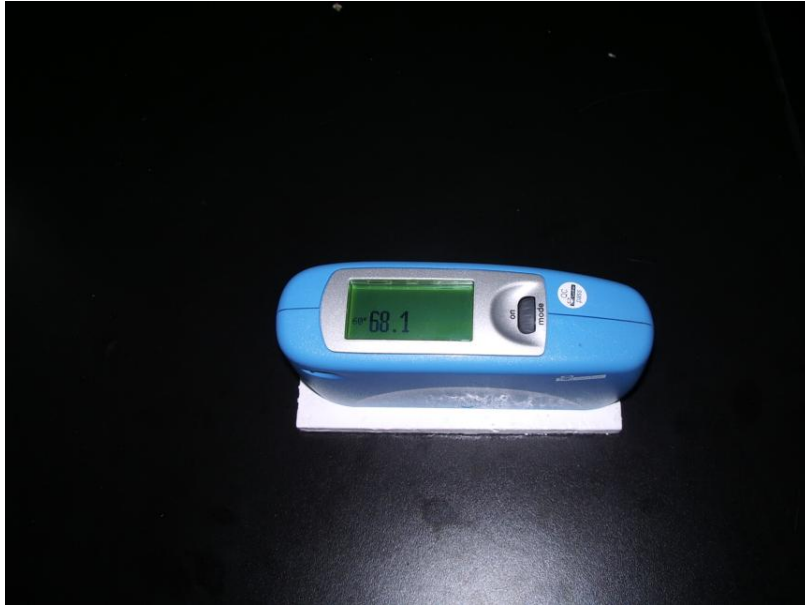


圖 7-11 建研所設置之 BYK 光澤度量測儀

(資料來源：本研究整理)

#### 7.4.2 光澤度量測

入射角射出開口角與入射面內呈  $0.75 \pm 0.25$  度(垂直面為  $2.5 \pm 0.5$  度)的光源，再受到塗膜反射後，進入受光器內(入射面內呈  $4.4 \pm 0.1$  度，垂直面為  $11.7 \pm 0.2$  度)量測反射率，並以基準面光澤度為 100 之百分率表示。量測時將光澤度量測儀放置於塗膜表面量測其光澤度變化。

### 7.5 接觸角分析

#### 7.5.1 接觸角分析設備

塗膜劣化後接觸角分析由建研所設置之 FTA 188 接觸角量測設備進行。此設備利用懸滴法量測液體表面張力以及與塗膜的接觸角。相關設備如圖 7-12 所示。

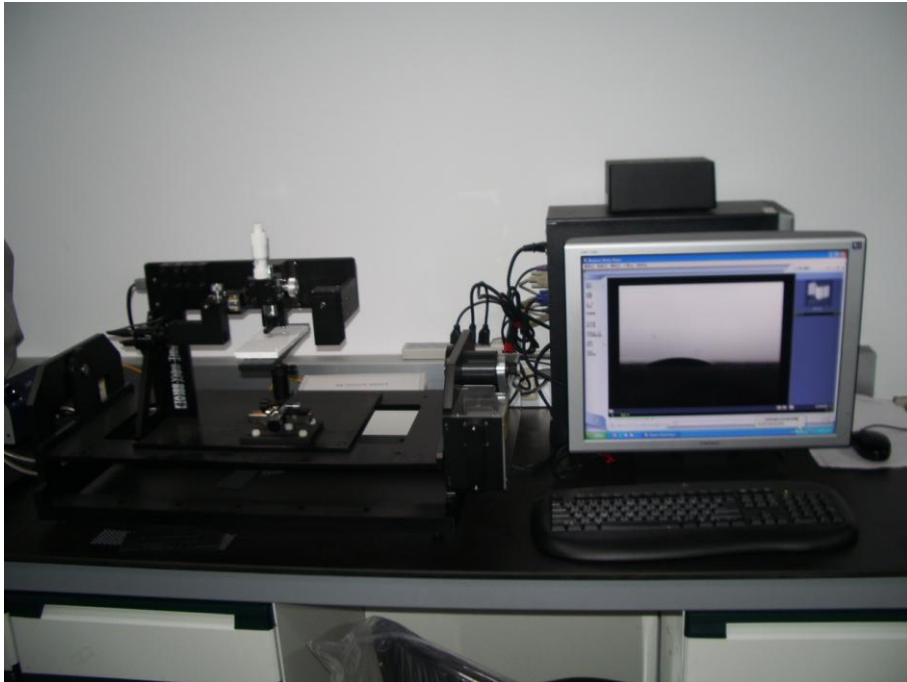


圖 7-12 建研所設置之 FTA 188 接觸角量測儀

(資料來源：本研究整理)

#### 7.5.2 接觸角量測

試驗方法係依據 ASTM D5725 標準進行。當進行量測時先將水滴以微量滴定管滴在塗膜表面，再利用攝影機拍攝液滴附著於塗膜表面情形，由影像的擷取配合軟體量測功能得到液體與塗膜的接觸角，如圖 7-13 所示。為避免人為判斷誤差，量測前需注意設備之 LED 照明燈開啟，並以 90 度接觸角標準樣本校正。

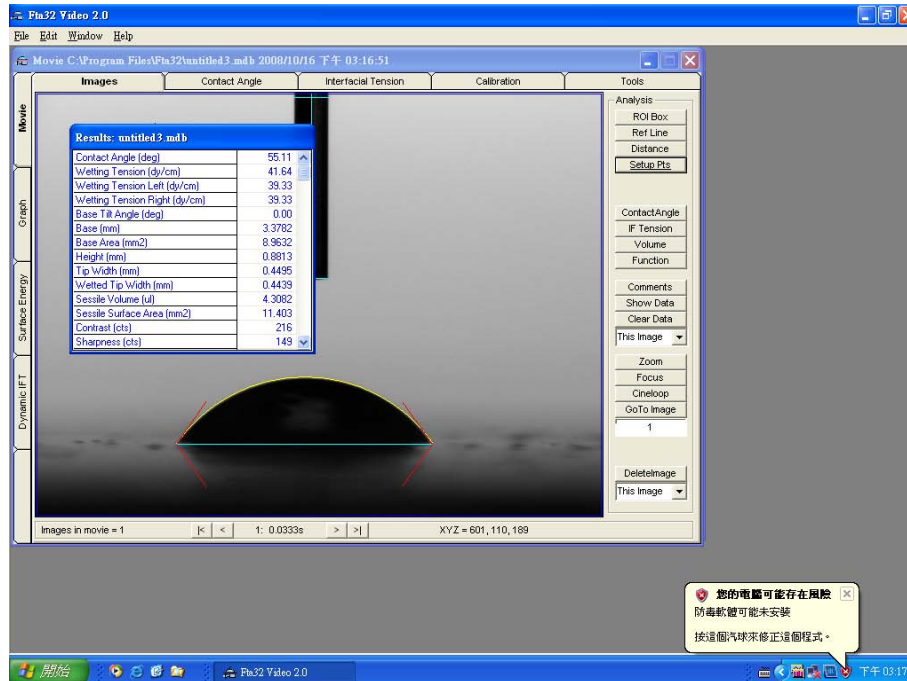


圖 7-13 以軟體量測液體與塗膜的接觸角

(資料來源：本研究整理)

## 8. 試驗報告

試驗報告應包含下內容：

### 8.1 試片測試資料

- 8.1.1 試片編號、材質、形狀及尺寸、劣化前表面狀況、或其他相關物理性質。
- 8.1.2 塗料建材材質、種類、尺寸、或其他相關物理性質。
- 8.1.3 自然曝露或加速劣化、取樣、及評估的日期。
- 8.1.4 劣化前後試片目視觀察結果。
- 8.1.5 腐蝕速率結果、或視覺變化（色差、光澤、與接觸角）量測結果。

8.1.6 其他相關試驗結果，如金相觀察、機械性質試驗結果。

8.2 曝曬點資料或加速劣化條件。

8.2.1 自然曝曬點位置、試片曝曬角度。

8.2.2 溫度、濕度、與循環條件。

## 9.關鍵字

大氣腐蝕試驗 (Atmospheric corrosion test)，鹽霧耐候試驗 (Salt spray test)，  
氙弧燈耐候試驗 (Xenon lamp test)

相關標準程序草稿訂定將持續與所內參與計畫人員共同藉由試驗過程進行演  
練與檢討，已使標準程序更能符合所內研究人員使用。

## 第八章 結論與建議

本計畫主要目的在於塗裝材料耐久耐候性研究。研究首先針對塗裝材料文獻進行蒐集與整理，除對塗裝材料分類與常見劣化情形文獻研究進行說明，亦整理分類各種塗裝材料之試驗標準。計畫進行以實驗為主，將常見的壓克力樹脂漆、環氧樹脂漆、PU 樹脂漆、與防火漆四種塗裝材料運用於碳鋼、水泥砂漿、與木材基材上。藉由 2000 小時的鹽霧與日光加速劣化試驗和 6 個月的自然曝曬劣化過程探討塗裝材料的耐久耐候性。研究於今年二月開始執行至今，已完成各種塗裝試片的製作工作，並依設計之劣化期程，完成各項劣化試驗與分析工作。下述則就本計畫結論與建議加以說明。

### 第一節 研究發現

本計畫配合設備之購置與試片製作於 4 月中旬開始進行自然曝曬劣化試驗，4 月底開始進行鹽霧加速劣化試驗與日光模擬加速劣化試驗。目前已完成 2000 小時鹽霧與日光加速和 6 個月的自然曝曬劣化過程，並完成劣化後視覺性質差異與腐蝕行為進行分析工作，已獲得塗裝材料耐久耐候相關研究成果，說明如下。

1. 由鹽霧劣化試驗發現，200 小時劣化後，無塗裝的鋼板已產生嚴重的均勻腐蝕現象。環氧樹脂、PU、與壓克力塗料對基材仍保持良好的保護性能，塗膜並無異狀情形。塗裝防火漆面漆的碳鋼試片，雖也無腐蝕現象產生，但表面已產生剝離龜裂現象。

2. 日光模擬劣化方面，除發現塗裝防火漆的試片已產生剝離龜裂現象外，未塗裝的木材試片於 200 小時劣化過程已從木紋處開裂。防火漆塗裝的木板試片也有相同現象，其他塗料則無此現象，顯示防火漆在加速劣化試驗過程中已失去保護木板基材的性質。
3. 於自然曝曬劣化試驗過程中，壓克力樹脂漆、環氧樹脂漆、與 PU 樹脂漆表面會因為灰塵附著，使得總色差與光澤度並不會隨著曝曬時間而有明顯改變的情形。
4. 環氧樹脂塗料於未開始進行劣化試驗時，塗膜的光澤度最佳，但開始進行日光模擬加速劣化時，於 200 小時後塗膜光澤度值便降至 30% 以下，且 2000 小時加速劣化過程後，表面有粗糙情形產生。PU 與壓克力塗料劣化後光澤度雖有下降，但下降幅度並不像環氧樹脂塗料，而是隨時間依序下降之情形。
5. 以總色差變化而言，鹽霧劣化 1000 小時約日光加速劣化 2000 小時的 0.17~0.22 倍；鹽霧劣化 2000 小時為 0.60 至 0.69 倍；基隆自然曝曬 6 個月為 0.42~0.46 倍；台北自然曝曬 6 個月則為 0.31 至 0.49 倍。而以光澤損失率而言，1000 小時約日光加速劣化 2000 小時的 0.59~0.84 倍；鹽霧劣化 2000 小時為 0.65 至 0.96 倍；基隆自然曝曬 6 個月為 0.23~0.62 倍；台北自然曝曬 6 個月則為 0.18 至 0.51 倍。
6. 由接觸角分析發現除防火漆塗裝外，其他塗裝方式在日光加速劣化下的接觸角差異度均在 13% 以上，且環氧樹脂塗裝的差異度較大。而鹽霧加速劣化與自然曝曬劣化均在 5% 以下，可以說接觸角性質受到劣化的影響較小。

7. 本計畫各種塗裝系統在經歷加速與自然曝曬劣化期程後，腐蝕速率仍明顯低於未塗裝裸鋼系統，顯示底漆系統發揮保護基材的效果。然本研究受限於計畫期程目前僅能由半年期數據說明鹽霧劣化於裸鋼的腐蝕速率約高於自然曝曬的 6~7 倍。後續仍待本研究團隊計畫結束後，利用已預留之試片，進行持續的觀察與實驗，來對此結果進行驗證與修正。
8. 由鹽霧加速劣化後水泥砂漿分析，其塗裝材料可有效阻止氯離子侵入。而劣化前透水試驗資料也可發現具塗裝的水泥砂漿試體透水性較低。

## 第二節 建議事項

本計畫藉由塗裝材料劣化試驗研究，獲得多項發現，綜合上述，初步提出下列建議。

建議一為立即可行之建議，其內容如下。

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、交通部

當使用環氧樹脂塗料為建築物外部面漆系統時，需留意其受到陽光而改變視覺性質的影響。防火漆目前大多運用於室內裝修材料耐燃塗裝上，若需使用為建築物外部面漆系統時，根據本研究初步試驗結果顯示，會有剝離龜裂現象，因此建議應當成中塗漆功能使用或許較為適當。



建議二為長期性建議，其內容如下。

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、交通部

建議於全國各氣候分區處建立戶外曝曬場，並由長期曝曬劣化試驗研究結果，與長期環境監控，建立各型塗料適用性資料庫。且將試驗方法整合為國家標準內使用。



## 參考資料

1. 許富蘭，「紫外光硬化塗料耐光性與耐候性之比較與改善」，國立台灣大學森林研究所碩士論文，指導教授：張上鎮教授，1993。
2. 周佰隆，「紫外光硬化壓克力塗料對木材耐久性之改善」，國立台灣大學森林研究所博士論文，指導教授：張上鎮教授，2002。
3. 廖芥楓，「木材塗膜耐候性改良之研究」，國立屏東科技大學木材科學與設計研究所博士論文，指導教授：林正榮教授，2005。
4. 李鴻麟、鄒哲宗、夏滄淇、顧文君，「木材用塗料耐候性之研究－塗料耐候性之比較」，林業試驗所研究報告季刊，Vol. 8, pp.321-330, 1993.
5. 鄒哲宗、夏滄淇、陳啟榮、顧文君，「木材用塗料耐候性之研究－塗料之耐候性與耐光性」，林業試驗所研究報告季刊，Vol. 10, pp.153-160, 1995.
6. 施旭原，「保護塗料應用於傳統建材之抗劣化效果試驗方法初探」，國立台灣科技大學工程技術研究所碩士論文，指導教授：王惠君教授，1998。
7. 林筵進，「不同塗層在乾溼循環環境中之電化學阻抗性質研究」，國立成功大學材料工程與科學研究所碩士論文，指導教授：蔡文達教授，2002。
8. 林漢棠，「以交流阻抗技術研究有機與鋅粉塗料之行為」，元智大學化學工程研究所碩士論文，指導教授：尹庚鳴教授，2002。
9. 葉世文、楊仲家、卓世偉，「建材耐候耐久性曝曬試驗之建置研究」，內政部建築研究所協辦研究案，2007。
10. 陳哲生、吳忠民，「耐候型塗料於麥寮地區曝曬行為研究」，中國工程師

- 學會工程季刊，Vol. 80, pp.39-46, 2007.
11. 洪耀宗，「電信材料之大氣腐蝕及其防治研究」，國立清華大學材料工程研究所博士論文，指導教授：施漢章教授，2003。
  12. 蕭亞方，「塗裝木材人工加速與自然劣化相關性之探討」，國立台灣大學森林學研究所碩士論文，指導教授：張上鎮教授，1996。
  13. ATLAS Weathering Services Group, 「Natural Weathering Testing – Asian Sites」, [www.atlas-mts.com/products/natural-weathering-testing-new/sites](http://www.atlas-mts.com/products/natural-weathering-testing-new/sites), 2008。
  14. Paint Research Association Company, 「Introduction of PRA」, <http://www.pra-world.com/technical/testing.htm>, 2008.
  15. 陳劉旺、童欽文，「塗料製造化學」，高立圖書有限公司，1993。
  16. 梁復中，「塗料製造配方」，高立圖書有限公司，1986。
  17. 葉棋源，「塗裝工程」，大中國圖書有限公司，2000。
  18. 永記造漆工業有限公司，「鋼鐵處理標準與塗裝」，  
<http://www.rainbowpaint.com.tw>.
  19. 蔡文達，「生活環境中的腐蝕」，行政院國家科學委員會科普資料庫，  
[www.nsc.gov.tw/newfiles/popular\\_science.asp?add\\_year=2006&popsc\\_aid=121](http://www.nsc.gov.tw/newfiles/popular_science.asp?add_year=2006&popsc_aid=121)，2006.
  20. 中國鋼鐵股份有限公司，「ASTM A36-04 一般結構用鋼物理性質與成分」，  
[http://www.csc.com.tw/csc/pd/spec/mlg\\_std1\\_3.pdf](http://www.csc.com.tw/csc/pd/spec/mlg_std1_3.pdf), 2007.
  21. 中央氣象局全球資訊網，「氣候統計資訊」，<http://www.cwb.gov.tw/>, 2007.
  22. CNS 11607, 「塗料一般檢驗法：有關塗膜之長期耐久性之試驗法」，中

國國家標準, 1996.

23. D. A. Jones, "Principles and Prevention of Corrosion", Prentice Hall, 2th Edition, 1996.
24. CIE 1931, "Commission Internationale de l'Eclairage Proceedings", International Commission on Illumination, 1931.



# 塗裝材料耐久性試驗研究一 戶外曝曬與加速劣化試驗方法之探討

附件資料

附件 1 CNS K2 類塗料相關標準名稱

附件 2 CNS K6 類塗料檢驗相關標準名稱

附件 3 各階段劣化試片目視觀察照片

附件 4 專家座談會議記錄

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 97 年 12 月

## 附件 1 CNS K2 類塗料相關標準名稱

標準總號	類號	中英文名稱
13	K2001	油漆用碳酸鉛白 Lead Carbonate for Paint
14	K2002	油漆用硫酸鉛白 Lead Sulfate for Paint
15	K2003	油漆用鋅銀白 Lithopone for Paint
16	K2004	二氧化鈦 (顏料) Titanium Dioxide (Pigment)
554	K2005	噴漆稀釋劑 Lacquer Thinner
601	K2006	調合漆 (合成樹脂型) Ready Mixed Paint (Synthetic Resin Type)
<a href="#">602</a>	K2007	室內白色及淡色調合漆 (→CNS 601) Ready-Mixed White and Light Color Paint for Interior Surface
<a href="#">603</a>	K2008	室外中色調合漆 (→CNS 601) Ready-Mixed Medium Color Paint for Exterior Surface
<a href="#">604</a>	K2009	室內中色調合漆 (→CNS 601) Ready-Mixed Medium Color Paint for Interior Surface
<a href="#">605</a>	K2010	深色調合漆 (→CNS 601) Ready-Mixed Deep Color Paint
606	K2011	瓷漆 Enamel
<a href="#">607</a>	K2012	中色瓷漆 (→CNS 606) Medium Color Enamel
<a href="#">608</a>	K2013	深色瓷漆 Deep Color Enamel
609	K2014	噴漆 Lacquer Enamel
610	K2015	鋼船用油性甲板漆 Oleoresinous Deck Paint for Steel Ship
701	K2016	碳黑 (顏料用) Carbon Black for Pigment 6s
766	K2017	氧化鋅 (顏料用) Zinc Oxide (Pigment)
770	K2018	烤漆 Baking Varnish
772	K2019	烤漆用透明清漆 Clear Varnish for Baking Varnish
774	K2020	紅丹底漆

		Red-Lead Primer
776	K2021	鋅鉻黃防銹底漆 Zinc Chromate Anticorrosive Paint
778	K2022	木船用油性船底漆 Oleoresinous Bottom Paint for Wooden Ship (Copper Paint)
779	K2023	鋼船用油性水線漆 Oleoresinous Boottopping Paint for Steel Ship
780	K2024	鋼船用油性船底防銹漆 Oleoresinous Anticorrosive Paint for Steel Ship Bottom
781	K2025	鋼船用油性船底防污漆 Oleoresinous Antifouling Paint for Steel Ship Bottom
1042	K2026	紅丹 (顏料) Red Lead (Pigment)
1044	K2027	黃丹粉 Yellow Lead, Anticorrosive Paint
1112	K2028	醇酸樹脂烤漆 Alkyd Resin Baking Enamel
1157	K2029	醇酸樹脂瓷漆 Alkyd Enamel
1248	K2030	油性頭度底漆 Oleoresinous Primer
<a href="#">1248-2</a>	K2030-2	油性二度底漆 Oil Surfacer
<a href="#">1248-3</a>	K2030-3	油性中塗底漆 Oil Primer Surfacer
<a href="#">1248-4</a>	K2030-4	油性補土 Oil Putty
<a href="#">1333</a>	K2031	路線漆 Traffic paints
<a href="#">2070</a>	K2032	乳化塑膠漆 Emulsion Paint
<a href="#">2159</a>	K2033	鋼船用油性船舶面漆 Oleoresinous Finish Paint for Steel Ship
<a href="#">2160</a>	K2034	船舶外用淺灰瓷漆 (→C N S 2 1 5 9) Light Gray Enamel for Hull
<a href="#">2161</a>	K2035	鋼船用油性船邊漆 Oleoresinous Topside Paint for Steel Ship
<a href="#">2162</a>	K2036	鋼船用油性船舶紅丹底漆 Oleoresinous Red Lead Primer for Steel Ship
<a href="#">2163</a>	K2037	船舶用室內白色瓷漆 (→C N S 2 1 5 9) White Enamel for Marine Interior Use
<a href="#">2164</a>	K2038	鋼船用油性船舶鋅鉻黃底漆 Oleoresinous Zinc Chromate Primer for Steel Ship
<a href="#">2364</a>	K2039	螢光漆 Fluorescent Paint
<a href="#">2372</a>	K2040	各色油墨 (標識用) All Color Printing Inks (for Marking)
<a href="#">2410</a>	K2041	耐酸漆

塗裝材料耐久性試驗研究－戶外曝曬與加速劣化試驗方法之探討

		Acid Resistant Paint
<a href="#">2476</a>	K2042	無光噴漆 Lusterless Lacquer
<a href="#">2625</a>	K2043	標印漆 Stencil Paint
<a href="#">2626</a>	K2044	各色無光瓷漆（快乾） Non-glossy Enamels of All Colors (Speedy Dry)
<a href="#">2627</a>	K2045	快乾無光瓷漆 Lustless Enamel (Quick Drying)
<a href="#">2628</a>	K2046	半光防銹瓷漆 Rust Inhibiting Enamel (Semi-Gloss)
<a href="#">2703</a>	K2047	耐酸塑膠漆 Acid-resistant Resin-emulsion Paint
<a href="#">2809</a>	K2048	生漆 Chinese Lacquer
<a href="#">2948</a>	K2049	噴漆性底漆 Lacquer Primer
<a href="#">2949</a>	K2050	耐熱漆 Heat Resistant Paint
<a href="#">3233</a>	K2051	塗布油稀釋劑 Dope Thinner
<a href="#">3297</a>	K2052	群青 Ultramarine Blue
<a href="#">3835</a>	K2053	氧化鐵（顏料用） Iron Oxide (Pigment)
<a href="#">3837</a>	K2054	鉍鉻黃 Zinc Chromate Yellow
<a href="#">3921</a>	K2055	皮革用噴漆 Lacquer for Leather
<a href="#">3945</a>	K2056	鉻黃（顏料） Chrome Yellow (Pigment)
<a href="#">3952</a>	K2057	氧化亞銅（油漆用） Cuprous Oxide (for Paint Use)
<a href="#">4907</a>	K2058	紅丹鉍鉻黃防銹底漆 Red-Lead Zinc Chromate Anticorrosive Paint
<a href="#">4908</a>	K2059	一般用防銹底漆 Anticorrosive Primer for General Use
<a href="#">4909</a>	K2060	一氧化二鉛防銹底漆 Lead Suboxide Anticorrosive Paint
<a href="#">4910</a>	K2061	油性凡立水 Oleoresinous Varnish
<a href="#">4911</a>	K2062	木器用透明頭度底漆 Lacquer Wood Sealer
<a href="#">4912</a>	K2063	木器用透明二度底漆 Lacquer Sanding Sealer
<a href="#">4913</a>	K2064	透明噴漆 Clear Lacquer
<a href="#">4914</a>	K2065	噴漆用發白防止劑



附件 1CNSK2 類塗料相關標準名稱

		Retarder for Lacquer
<a href="#">4915</a>	K2066	氯化橡膠系紅丹防銹底漆 Chlorinated Rubber Red Lead Anticorrosive Primer
<a href="#">4916</a>	K2067	氯化橡膠系鋅鉻黃防銹底漆 Chlorinated Rubber Zinc Chromate Anticorrosive Primer
<a href="#">4917</a>	K2068	氯化橡膠系鋅鉻鉛紅防銹底漆 Chlorinated Rubber LZI Anti-corrosive Primer
<a href="#">4918</a>	K2069	氯化橡膠系紅氧化鐵防銹底漆 Chlorinated Rubber Red Iron Oxide Anticorrosive Primer
<a href="#">4919</a>	K2070	氯化橡膠系面漆 Chlorinated Rubber Finish Paint
<a href="#">4920</a>	K2071	氯化橡膠系鋼船外板防銹漆 Chlorinated Rubber Anti-corrosive Paint
<a href="#">4921</a>	K2072	氯化橡膠船底防污漆 Chlorinated Rubber Anti-fouling Paint
<a href="#">4922</a>	K2073	氯化橡膠系鋼船水線漆 Chlorinated Rubber Boottopping Paint for Steel Ship
<a href="#">4923</a>	K2074	氯化橡膠系鋼船船邊漆 Chlorinated Rubber Topside Paint for Steel Ship
<a href="#">4924</a>	K2075	氯化橡膠系鋼船甲板漆 Chlorinated Rubber Deck Paint for Steel Ship
<a href="#">4925</a>	K2076	聚氯乙炔系紅丹防銹底漆 Vinyl Chloride Resin Red Lead Anticorrosive Primer
<a href="#">4926</a>	K2077	聚氯乙炔系鋅鉻黃防銹底漆 Vinyl Chloride Resin Zinc Chromate Anticorrosive Primer
<a href="#">4927</a>	K2078	聚氯乙炔系瓷漆 Vinyl Chloride Resin Enamel
<a href="#">4928</a>	K2079	聚氯乙炔系鋼船外板防銹漆 Vinyl Chloride Resin Anticorrosive Paints for Outside Plating of Steel Ship
<a href="#">4929</a>	K2080	聚氯乙炔系鋼船船底防污漆 Vinyl Chloride Resin Antifouling Paint for Bottom of Steel Ship
<a href="#">4930</a>	K2081	聚氯乙炔系鋼船水線漆 Vinyl Chloride Resin Boottopping Paint for Steel Ship
<a href="#">4931</a>	K2082	聚氯乙炔系鋼船船邊漆 Vinyl Chloride Resin Topside Paint for Steel Ship
<a href="#">4932</a>	K2083	聚氯乙炔系木船船底防污漆 Vinyl Chloride Resin Anti-Fouling Paint of Bottom Paint for Wooden Ship
<a href="#">4933</a>	K2084	丙烯酸酯系樹脂烤漆 Acrylic Resin Baking Enamel
<a href="#">4934</a>	K2085	洗銹底漆 Wash Primer
<a href="#">4935</a>	K2086	環氧樹脂非鋅底漆 Epoxy Resin Non-Zinc Primer
<a href="#">4936</a>	K2087	環氧樹脂鋅粉底漆 Epoxy Resin Zinc Primer
<a href="#">4937</a>	K2088	無機鋅粉底漆(溶劑型) Inorganic Zinc Rich Primer (Solvent Type)
<a href="#">4938</a>	K2089	環氧樹脂漆

塗裝材料耐久性試驗研究－戶外曝曬與加速劣化試驗方法之探討

		Epoxy Resin Paint
<a href="#">4939</a>	K2090	環氧樹脂柏油漆 Tar Epoxy Resin Paints
<a href="#">4940</a>	K2091	水性水泥漆 Water-Base Masonry Paint
<a href="#">4941</a>	K2092	胺基醇酸樹脂瓷漆 Aminoalkyd Resin Enamel
<a href="#">4942</a>	K2093	木器用聚胺酯頭度底漆 Polyurethane Wood Sealer
<a href="#">4943</a>	K2094	木器用聚胺酯二度底漆 Polyurethane Sanding Sealer
<a href="#">4944</a>	K2095	木器用聚胺酯透明漆 Polyurethane Clear Coating
<a href="#">5032</a>	K2096	烤底漆 Baking Primer
<a href="#">5211</a>	K2097	玩具用低鉛塗料 (→CNS 4797、4797-2) Lead-free coatings for toy
<a href="#">5212</a>	K2098	胺基樹脂 Amino Resin
<a href="#">5213</a>	K2099	中油型酉夫酸酐樹脂 Alkyd Resin (Medium Oil Type)
<a href="#">5214</a>	K2100	長油型酉夫酸酐樹脂 Alkyd Resin (Long Oil Type)
<a href="#">5215</a>	K2101	短油型酉夫酸酐樹脂 Alkyd Resin (Short Oil Type)
<a href="#">5867</a>	K2102	鹼式硫酸鉛藍 Blue Lead, Basic Sulfate
<a href="#">5868</a>	K2103	燈黑 Lamp Black
<a href="#">5869</a>	K2104	骨黑 Bone Black
<a href="#">5870</a>	K2105	黃氧化鐵 Yellow Iron Oxide Hydrated
<a href="#">5871</a>	K2106	綠氧化鉻顏料 Chrome Oxide Green Pigment
<a href="#">5872</a>	K2107	酉夫氰綠 Phthalocyanine Green
<a href="#">5873</a>	K2108	鉻酸鋇顏料 Strontium Chromate Pigment
<a href="#">5874</a>	K2109	鹼式矽鉻酸鉛 Basic Lead Silico - Chromate
<a href="#">5875</a>	K2110	棕土 Umber, Raw and Burnt
<a href="#">5876</a>	K2111	赭石 Ocher
<a href="#">5877</a>	K2112	黃土 Sienna, Raw and Burnt
<a href="#">5878</a>	K2113	甲苯胺紅

附件 1 CNSK2 類塗料相關標準名稱

		Toluidine , Pure Red Toner
<a href="#">5879</a>	K2114	紅色及棕色顏料用氧化鐵 Iron Oxide Pigments , Red and Brown
<a href="#">5880</a>	K2115	防污漆用氧化汞 Mercuric Oxide , Antifouling
<a href="#">5881</a>	K2116	顏料用雲母粉 Mica Pigment
<a href="#">5882</a>	K2117	矽藻土顏料 Diatomaceous Silica Pigment
<a href="#">5883</a>	K2118	硫酸鋇顏料 Barium Sulfate Pigment
<a href="#">5884</a>	K2119	矽酸鎂 ( 顏料用 ) Magnesium Silicate Pigment
<a href="#">6235</a>	K2120	塗料用硫化鋅 Zinc Sulfide Pigments
<a href="#">6236</a>	K2121	塗料用鉛基氧化鋅 Leaded Zinc Oxide
<a href="#">6237</a>	K2122	塗料用磷矽鉛酸 Tribasic Lead Phosphosilicate
<a href="#">6470</a>	K2123	對位紅色料 Pure Para Red Toner
<a href="#">6475</a>	K2124	2-甲氧基乙醇 2-Methoxy Ethanol
<a href="#">8144</a>	K2125	溶劑型水泥漆 Solvent - Base Masonry Paint
<a href="#">8422</a>	K2126	膏狀氧化鋅 Zinc Oxide - Paste in Oil
<a href="#">8423</a>	K2127	橙色蟲膠及其它蟲膠 Orange Shellac and Other Lacs
<a href="#">8424</a>	K2128	防污漆用銅粉 Copper Dowder for Use in Antifouling Paints
<a href="#">8706</a>	K2129	鋁粉調合漆 Aluminum Paint
<a href="#">10086</a>	K2130	新聞紙印刷油墨 Press Ink
<a href="#">10088</a>	K2131	油印機油墨 Mimeograph Ink
<a href="#">10353</a>	K2132	立索紅 B Lithol Red B
<a href="#">10354</a>	K2133	亮猩紅 G Brilliant Scarlet G
<a href="#">10355</a>	K2134	顏料猩紅 3 B Pigment Scarlet 3B
<a href="#">10356</a>	K2135	亮火因脂紅 6 B Brilliant Carmine 6B
<a href="#">10357</a>	K2136	色澱紅 C Lake Red C
<a href="#">10358</a>	K2137	色澱紅 D

塗裝材料耐久性試驗研究－戶外曝曬與加速劣化試驗方法之探討

		Lake Red D
<a href="#">10359</a>	K2138	永久紅 4 R Permanent Red 4R
<a href="#">10360</a>	K2139	棗紅 5 B Bordeaux 5B
<a href="#">10361</a>	K2140	棗紅 10 B Bordeaux 10B
<a href="#">10362</a>	K2141	堅牢黃 G Fast Yellow G
<a href="#">11489</a>	K2142	油性調合漆 Oleoresinous Ready Mixed Paint
<a href="#">11722</a>	K2143	塗料稠度用福特杯 Ford Cup for Determining Consistency of Coatings
<a href="#">11724</a>	K2144	木材用白色調合底漆 White Wood Primer
<a href="#">11726</a>	K2145	蟲膠清漆及漂白蟲膠清漆 Shellac Varnish and Bleached Sheelac Varnish
<a href="#">11728</a>	K2146	建築用防火塗料 Fire-retardant paints for buildings
<a href="#">11729</a>	K2147	檳如樹脂二度漆 Cashew Resin Surfacer
<a href="#">11731</a>	K2148	二度噴漆 Lacquer Surfacer
<a href="#">11799</a>	K2149	檳如樹脂清漆 Cashew Resin Varnish
<a href="#">11801</a>	K2150	檳如樹脂瓷漆 Cashew Resin Enamel
<a href="#">11803</a>	K2151	噴漆油灰 Lacquer Putty
<a href="#">11805</a>	K2152	檳如樹脂油灰 Cashew Resin Putty
<a href="#">11807</a>	K2153	不飽和聚酯樹脂油灰 Unsaturated Polyester Resin Putty
<a href="#">11944</a>	K2154	沈澱硫酸鋇及重晶石粉 (顏料) Precipitated Barium Sulfate and Ground Barite
<a href="#">11946</a>	K2155	檳如樹脂頭度底漆 Cashew Resin Primer
<a href="#">11948</a>	K2156	松香 (松脂) Colophonium
<a href="#">12129</a>	K2157	鹼式鉻酸鉛防銹漆 Basic Lead Chromate Anticorrosive Paint
<a href="#">12131</a>	K2158	氰胺化鉛防銹漆 Lead Cyanamide Anticorrosive Paint
<a href="#">12133</a>	K2159	鋅粉防銹漆 Zinc Dust Anticorrosive Paint
<a href="#">12135</a>	K2160	鉛酸鈣防銹漆 Calcium Plumbate Anticorrosive Paint
<a href="#">12137</a>	K2161	多彩花紋塗料

		Multicolor Paints
<a href="#">12139</a>	K2162	酞太酸樹脂清漆 Phthalic Resin Varnish
<a href="#">12141</a>	K2163	氯乙烯樹脂清漆 Vinyl Chloride Resin Varnish
<a href="#">12143</a>	K2164	丙烯酸酯系樹脂清漆 Acrylic Resin Varnish
<a href="#">12145</a>	K2165	家庭用地板清漆 Household Varnish for Floor
<a href="#">12147</a>	K2166	家庭用木質及金屬製品塗料 Household Paint for Wood and Metal
<a href="#">12158</a>	K2167	鐵藍 (顏料) Iron Blue (Pigment)
<a href="#">12160</a>	K2168	發光塗料 Luminous Paints
<a href="#">12162</a>	K2169	松香硬酯 Ester Gum
<a href="#">12164</a>	K2170	塗料用鋁漿 Aluminum Paste for Paint
<a href="#">12181</a>	K2171	氯苯類 Chlorobenzenes
<a href="#">12182</a>	K2172	氯硝苯類 Chloronitrobenzenes
<a href="#">12183</a>	K2173	對硝苯胺 p-Nitroaniline
<a href="#">12184</a>	K2174	聯甲氧苯胺 (4,4'-二胺-3,3'-二甲氧聯苯) Dianisidine (4,4-Diamino-3,3-Dimethoxybiphenyl)
<a href="#">12185</a>	K2175	2-胺-1-萘磺酸 2-Aminonaphthalene-1-Sulfonic Acid
<a href="#">12186</a>	K2176	羧基 J 酸 (二鈉鹽) Carbonyl J-Acid (Disodium Salt)
<a href="#">12187</a>	K2177	3-甲柳酸 (2-羥-3-甲苯甲酸) o-Cresotinic Acid (2-Hydroxy-3-Methylbenzoic Acid)
<a href="#">12188</a>	K2178	4,4'-二胺二苯乙烯-2,2'-二磺酸 4,4'-Diaminostilbene-2,2'-Disulfonic Acid
<a href="#">12195</a>	K2179	乙醯苯胺 Acetanilide
<a href="#">12196</a>	K2180	N,N-二甲苯胺 N,N-Dimethylaniline
<a href="#">12197</a>	K2181	N,N-二乙苯胺 N,N-Diethylaniline
<a href="#">12198</a>	K2182	N-乙苯胺 N-Ethylaniline
<a href="#">12199</a>	K2183	N-甲苯胺 N-Methylaniline
<a href="#">12200</a>	K2184	N-苄-N-乙苯胺 N-benzyl-N-Ethylaniline
<a href="#">12201</a>	K2185	對胺苯磺酸

塗裝材料耐久性試驗研究－戶外曝曬與加速劣化試驗方法之探討

		Sulfanilic Acid
<a href="#">12202</a>	K2186	柳酸 (鄰羥苯甲酸) Salicylic Acid (o-Hydroxybenzoic Acid)
<a href="#">12203</a>	K2187	間苯二酚 Resorcinol
<a href="#">12204</a>	K2188	鄰聯甲苯胺 (4,4'-二胺-3,3'-二甲聯苯) o-Tolidine (4,4'-Diamino-3,3'-Dimethylbiphenyl)
<a href="#">12205</a>	K2189	2 S 酸 (單鈉鹽) 2 S-Acid (Monosodium Salt)
<a href="#">12206</a>	K2190	8-胺-1-萘磺酸 8-Amino-1-Naphthalene Sulfonic Acid
<a href="#">12207</a>	K2191	對硝苯酚 p-Nitrophenol
<a href="#">12208</a>	K2192	苯基 J 酸 Phenyl J-Acid
<a href="#">12224</a>	K2193	氯化苄 Benzyl Chloride
<a href="#">12226</a>	K2194	苯甲醛 Benzaldehyde
<a href="#">12228</a>	K2195	安息香酸 (苯甲酸) Benzoic Acid
<a href="#">12230</a>	K2196	酞酸酐 Phthalic Anhydride
<a href="#">12232</a>	K2197	二胺基苯類 Diaminobenzenes
<a href="#">12233</a>	K2198	硝基苯及硝基甲苯類 Nitrobenzene and Nitrotoluenes
<a href="#">12234</a>	K2199	胺基苯類 Aminobenzenes
<a href="#">12264</a>	K2200	塗料用三聚磷酸鋁 Aluminum Tri - Polyphosphate for Coating
<a href="#">12266</a>	K2201	醇酸樹脂系三聚磷酸鋁防銹底漆 Alkyd Resin Aluminum Tri - Polyphosphate Anticorrosive Primer
<a href="#">12268</a>	K2202	環氧樹脂系三聚磷酸鋁防銹底漆 Epoxy Resin Aluminum Tri - Polyphosphate Anticorrosive Primer
<a href="#">12270</a>	K2203	氯化橡膠系三聚磷酸鋁防銹底漆 Chlorinated Rubber Aluminum Tri - Polyphosphate Anticorrosive Primer
<a href="#">12272</a>	K2204	鄰胺苯甲酸 O-Aminobenzoic Acid (Anthranilic Acid)
<a href="#">12273</a>	K2205	對氯鄰硝苯胺 p-Chloro-o-nitroaniline
<a href="#">12274</a>	K2206	環己酮 Cyclohexanone
<a href="#">12275</a>	K2207	己二酸 Adipic Acid
<a href="#">12276</a>	K2208	N-乙醯乙醯苯胺類化合物 Acetoacetanilides      Acetoacetanilide      2'-Methylacetoacetanilide 2',4'-Dimethylacetoacetanilide      2'-Chloroacetoacetanilide

附件 1CNSK2 類塗料相關標準名稱

<a href="#">12277</a>	K2209	4-胺-2-氯甲苯-5-磺酸鈉 Sodium 4-Hmino-2-Cclorotoluene-5-Sulfonate
<a href="#">12278</a>	K2210	鄰硝苯基甲基醚 o-Nitroanisole
<a href="#">12279</a>	K2211	4-羥-1-萘磺酸鈉 [NW酸 (鈉鹽)] Sodium 4-hydroxy-1-naphthalene Sulfonate `7`Neville and Winthers Hcid (Sodium Salt) `7a
<a href="#">12300</a>	K2212	氯甲苯類 Chlorotoluenes
<a href="#">12301</a>	K2213	堅牢黃 10 G (顏料) Fast Yellow 10 G
<a href="#">12302</a>	K2214	對位紅 (顏料) Para Red
<a href="#">12303</a>	K2215	一品紅 (顏料) Watchung Red
<a href="#">12304</a>	K2216	聯苯胺黃 (顏料) Benzidine Yellow
<a href="#">12305</a>	K2217	聯苯胺橙 (顏料) Benzidine Orange
<a href="#">12306</a>	K2218	栗紅 M (顏料) Bon Maroon M
<a href="#">12307</a>	K2219	堅牢亮猩紅 (顏料) Brilliant Fast Scarlet
<a href="#">12308</a>	K2220	銀硃紅 (顏料) Vermilion Red
<a href="#">12309</a>	K2221	苯二甲藍 (顏料) Phthalocyanine Blue
<a href="#">12310</a>	K2222	堅牢天藍 (顏料) Fast Sky Blue
<a href="#">12311</a>	K2223	苯胺黑 (顏料) Aniline Black
<a href="#">12341</a>	K2224	萘酚類 Naphthols
<a href="#">12342</a>	K2225	3-羥-2-萘甲酸 3-Hydroxy-2-Naphthoic Acid
<a href="#">12343</a>	K2226	1-萘胺 1-Naphthylamine
<a href="#">12344</a>	K2227	對胺萘磺酸鈉 Sodium Naphthionate
<a href="#">12345</a>	K2228	H酸 (單鈉鹽) H-Acid (Monosodium Salt)
<a href="#">12346</a>	K2229	J酸 J-Acid
<a href="#">12398</a>	K2230	γ酸 }zP-Acid (Gamma Acid)
<a href="#">12399</a>	K2231	鄰甲苯磺醯胺 O-Toluenesulfonamide
<a href="#">12400</a>	K2232	甲氧苯胺類

塗裝材料耐久性試驗研究－戶外曝曬與加速劣化試驗方法之探討

		Anisidines
<a href="#">12401</a>	K2233	氯苯胺類 Chloroanilines
<a href="#">12402</a>	K2234	間氨基酚 M-Aminophenol
<a href="#">12417</a>	K2235	間胺苯磺酸 Metanilic Acid
<a href="#">12418</a>	K2236	C 酸 C-Acid
<a href="#">12419</a>	K2237	二硝苯類 Dinitrobenzenes
<a href="#">12420</a>	K2238	R 酸 (二鈉鹽) R-Acid (Disodium Salt)
<a href="#">12421</a>	K2239	G 酸 (二鉀鹽) G-Acid (Dipotassium Salt)
<a href="#">12484</a>	K2240	噴霧罐裝噴漆 Canned Aerosol Locquer
<a href="#">13442</a>	K2241	家庭用室內牆壁塗料 Household Paint for Interior Wall
<a href="#">13658</a>	K2242	塗料用試驗板 Test Panels for Paints
<a href="#">14132</a>	K2243	無機鋅粉底漆 (水性) Inorganic zinc rich primer (Water - borne type)
<a href="#">14141</a>	K2244	點火系電絕緣用防水清漆 Waterproofing varnish for electrical and ignition system
<a href="#">14306-1</a>	K2245-1	塗料及有關製品塗裝前之鋼面處理－噴射清理鋼面之表面粗糙度特性 (磨料噴射清理表面評估用 ISO 表面輪廓參比標準板之規範及意義) Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates (Specifications and definitions for ISO surface profile comparators for the assessment of abrasive)
<a href="#">14306-2</a>	K2245-2	塗料及有關製品塗裝前之鋼面處理－噴射清理鋼面之表面粗糙度特性 (磨料噴射清理鋼面輪廓分級方法－參比標準板法) Preparation of steel substrates before application of paints and related products-Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates (Method for the grading of surface profile of abrasive blast-cleaned steel-Comparator procedure)
<a href="#">14306-3</a>	K2245-3	塗料及有關製品塗裝前之鋼面處理－噴射清理鋼面之表面粗糙度特性 (ISO 表面輪廓參比標準板校正方法及剖面曲線測定法－調焦顯微鏡法) Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates (Method for the calibration of ISO surface profile comparators and for the determination of surface)
<a href="#">14306-4</a>	K2254-4	塗料及有關製品塗裝前之鋼面處理－噴射清理鋼面之表面粗糙度特性 (ISO 表面輪廓參比標準板校正方法及剖面曲線測定法－觸針法) Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates (Method for the calibration of ISO surface profile comparators and for the determination of surface)





## 附件 2 CNS K6 類塗料檢驗相關標準名稱

標準總號	類號	中英文名稱
93	K6008	油漆用生亞麻仁油檢驗法 Method of Test for Raw Linseed Oil
626	K6029	調和漆（合成樹脂型）檢驗法 Method of Test for Ready Mixed Paint (Syn Thetic Resin Type)
627	K6030	瓷漆檢驗法 Method of Test for Enamel
628	K6031	噴漆檢驗法 Method of Test for Lacquer Enamel
629	K6032	鋼船用油性甲板漆檢驗法 Method of Test for Oleoresinous Deck Paint
771	K6056	烤漆檢驗法 Method of Test for Baking Varnish
773	K6057	烤漆用透明清漆檢驗法 Method of Test for Clear Varnish for Baking Varnish
775	K6058	紅丹底漆檢驗法 Method of Test for Red-Lead Primer
886	K6065	噴漆稀釋劑檢驗法 Method of Test for Lacquer Thinner
1038	K6090	油漆用碳酸鉛白檢驗法 Method of Test for Lead Carbonate for Paint
1039	K6091	油漆用硫酸鉛白檢驗法 Method of Test for Lead Sulfate for Paint
1040	K6092	油漆用鋅鋇白檢驗法 Method of Test for Lithophone for Lacquer Paint
1113	K6103	低溫烤漆檢驗法 Method of Test for Low Temperoture Baking Enamel
1158	K6106	醇酸樹脂瓷漆檢驗法 Method of Test for Alkyd Enamel
1249	K6115	油性頭度底漆檢驗法 Method of Test for Oleoresinous Primer
1334	K6143	路線漆檢驗法（→CNS 1333） Method of test for traffic paints（→CNS 1333）
2071	K6161	乳化塑膠漆檢驗法 Method of Test for Emulsion Paint
2365	K6187	螢光漆檢驗法 Method of Test for Fluorescent Paint
2411	K6194	耐酸漆檢驗法 Method of Test for Acid Resistant Paint
2704	K6244	耐酸塑膠漆檢驗法 Method of test for acid-resistant resin-emulsion paint
2810	K6265	生漆檢驗法 Method of Test for Chinese Lacquer

附件 2CNSK6 類塗料相關標準名稱

3399	K6333	無光噴漆檢驗法 Method of Test for Lustless Lacquer
3922	K6386	皮鞋面革用噴漆檢驗法 Method of Test for Lacquer in Surface of Leather's Shoes
777	K6429	船殼用漆檢驗法 Method of Test for Paints for Marine Use
2629	K6430	鋼船用油性船舶面漆檢驗法 Method of Test for Oleore Slouous Finish Paint for Steel Ship
5594	K6490	油漆與乾漆膜中含鉛量之測定法 Method of Test for Detection of Lead in Paint an Dried Paint Films
5595	K6491	油漆中砷含量之測定法 Method of Test for Arsenic in Paints
5596	K6492	油漆中低濃度含鉛量之測定法 Method of Test for Determination of Low Concentrations of Lead in Paints
5597	K6493	油漆液體反應性之測定法 Method of Test for Reactivity of Paint Liquids
5598	K6494	油漆稠度之測定法 ( S t o r m e r 黏度計法 ) Method of Test for Consistency of Paints (Stormer Viscometer)
5866	K6537	有機塗料酸值之檢驗法 Method of Test for Acid Value of Organic Coating Materials
6187	K6542	油漆、凡立水、噴漆及有關產品用揮發溶劑中之不揮發物檢驗法 Method of Test for Nonvolatile Matter in Volatile Solvents Used in Paint, Varnish, Lacquer, and Related Products
6188	K6543	油漆、凡立水、噴漆及有關產品用揮發溶劑及中間化學品之酸度檢驗法 Method of Test for Acidity in Volatile Solvents and Chemical Intermediates Used in Paint, Varnish, Lacquer, and Related Products
6238	K6572	塗料用磷矽酸鉛含鉛量檢驗法 Method of Test for Lead in Tribasic Lead Phosphosilicate
6239	K6573	塗料用磷矽酸鉛含磷量檢驗法 Method of Test for Phosphorus in Tribasic Lead Phosphosilicate
6240	K6574	塗料用磷矽酸鉛二氧化矽含量檢驗法 Method of Test for Silica in Tribasic Lead Phosphosilicate
6241	K6575	塗料用磷矽酸鉛中水合水含量檢驗法 Method of Test for Water of Hydration in Tribasic Lead Phosphosilicate
6928	K6624	室內用乳膠漆耐洗刷性試驗法 Method of Test for Scrub Resistance of Interior Latex Flat Wall Paints
6929	K6625	油漆催乾劑中鈣或鋅含量檢驗法 ( 乙二胺四乙酸 E D T A 法 ) Method of Test for Calcium or Zinc in Paint Drier by EDTA Method
6930	K6626	油漆催乾劑中錳含量檢驗法 ( 乙二胺四乙酸 E D T A 法 ) Method of Test for Manganese in Paint Drier by EDTA Method
6931	K6627	油漆催乾劑中鉛含量檢驗法 ( 乙二胺四乙酸 E D T A 法 ) Method of Test for Lead in Paint Drier by EDTA Method
6932	K6628	油漆催乾劑中鈷含量檢驗法 ( 乙二胺四乙酸 E D T A 法 ) Method of Test for Cobalt in Paint Drier by EDTA Method
7039	K6630	防護塗料用脂肪酸檢驗法 Method of Test for Fatty Acids Used in Protective Coatings

塗裝材料耐久性試驗研究－戶外曝曬與加速劣化試驗方法之探討

7257	K6656	噴漆溶劑之庚烷溶混性檢驗法 Method of Test for Heptane Miscibility of Lacquer Solvents
7261	K6660	油漆、清漆及有關物料用液態油類、脂肪酸及聚合脂肪酸取樣法 Method of Sampling Liquid Oils, Fatty Acids, and Polymerized Fatty Acids Commonly Used in Paints Varnishes, and Related Materials
7405	K6665	油漆、凡立水、噴漆及有關產品密度測定法 Method of Test for Density of Paint, Varnish, Lacquer and Related Products
7438	K6674	清漆不揮發分測定法 Methods of Test for Nonvolatile Content of Varnishes
8012	K6693	環氧樹脂漆檢驗法 Method of Test for Epoxy Resin Paint
8013	K6694	伐銹底漆檢驗法 Method of Test for Wash Primer
8143	K6704	一氧化二鉛防銹底漆檢驗法 (→CNS 10756、10757、10880) Method of Test for Lead Suboxide Anti - Corrosive Primer
8515	K6708	透明塗料光安定性檢驗法 Method of Test for Light Stability of Clear Coatings
8522	K6710	無鉛塗料鉛含量檢驗法 Method of Test for Lead in Lead - Free Paints
8595	K6716	溶劑型油漆中顏料含量測定法 (高速離心法) Determination of the Digmnet Content of Solvent - Type Paints by High Speed Centrifuging
8596	K6717	油漆沉降度評價法 Evaluating Degree of Settling of Paint
8597	K6718	室外油漆裂化度評價法 Evaluating Degree of Cracking of Exterior Paints
8598	K6719	油漆揮發性含量檢驗法 Method of Test for Volatile Content of Paints
9007	K6723	塗料一般檢驗法-取樣及試驗一般條件 Method of Test for Paints - Sampling and General Condition
9405	K6729	油漆、凡立水、噴漆及有關產品磨耗抗力檢驗法 (鼓風磨耗試驗法) Method of Test for Abrasion Resistance of Coatings of Paint, Varnish, Lacquer, and Related Products with the Air Blast Abrasion Tester
9725	K6733	塗料一般檢驗法-塗料性狀 Method of Test for Paints-General Properties
9894	K6736	塗料一般檢驗法-儲存安定性 Method of Test for Paints - Storage Stability
9895	K6737	噴霧塗料中固形分測定法 Method of Test for Solid Contents of Aerosol Coatings
10756	K6800	塗料一般檢驗法 (有關塗料的塗膜形成機能試驗法) Method of Test for Paints (Film Formability of Paints)
10756-1	K6800-1	塗料一般檢驗法 (有關塗膜之視覺特性之試驗法) Method of Test for Paints (Visual Character of Coated Film)
10757	K6801	塗料一般檢驗法 (有關塗膜之物理、化學抗性之試驗法) Method of Test for Paints (Testing Methods Relating to Physical and Chemical Resistance of Coated Film)

10880	K6804	塗料成分檢驗法-通則 Method of Test for Paint Components - General Rules -
10880-1	K6804-1	塗料成分檢驗法-加熱殘分 Method of Test for Paint Components - Heating Residue
10880-2	K6804-2	塗料成分檢驗法-加熱減量 Method of Test for Paint Components - Heating Loss
10880-3	K6804-3	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物 Method of Test for Paint Components - Solvent Insoluble Matter
10880-4	K6804-4	塗料成分檢驗法-乙醇不溶物 Method of Test for Paint Components - Alcohol Insoluble Matter
10880-5	K6804-5	塗料成分檢驗法-灰分 Method of Test for Paint Components - Ash
10880-6	K6804-6	塗料成分檢驗法-水分定量 (費照法) Method of Test for Paint Components - Determination of Water by the Karl Fischer Method
10880-7	K6804-7	塗料成分檢驗法-蒸餾試驗 Method of Test for Paint Components - Distillation
10880-8	K6804-8	塗料成分檢驗法-酸價 Method of Test for Paint Components - Acid Value
10880-9	K6804-9	塗料成分檢驗法-不皂化物 Method of Test for Paint Components - Unsaponifiable Matter
10880-10	K6804-10	塗料成分檢驗法-碘價 Method of Test for Paint Components - Iodine Value
10880-11	K6804-11	塗料成分檢驗法-氯化碘試驗 Method of Test for Paint Components - Iodine Chloride Test
10880-12	K6804-12	塗料成分檢驗法 (溶劑可溶物中酚樹脂之定性試驗) Method of Test for Paint Components(Qualitative Test of Phenol Resin in Solvent Solubles)
10880-13	K6804-13	塗料成分檢驗法 (溶劑可溶物中硝化纖維素之定性試驗) Method of Test for Paint Components(Qualitative Test of Nitrocellulose in Solvent Solubles)
10880-14	K6804-14	塗料成分檢驗法 (溶劑可溶物中酞酐之定量試驗) Method of Test for Paint Components(Quantitative Test of Phthalic Anhydride in Solvent Solubles)
10880-15	K6804-15	塗料成分檢驗法 (溶劑可溶物中氮之定量試驗) Method of Test for Paint Components(Quantitative Test of Nitrogen in Solvent Solubles)
10880-16	K6804-16	塗料成分檢驗法-樹脂分中氯之定量 Method of Test for Paint Components-Quantitative Test of Chlorine in Resin Content
10880-17	K6804-17	塗料成分檢驗法-磷酸之定量 Method of Test for Paint Components-Quantitative Test of Phosphoric Acid
10880-18	K6804-18	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物中之水可溶物 Method of Test for Paint Components-Water Soluble Matter in Solvent Insolubles
10880-19	K6804-19	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物萃取液 pH 值 Method of Test for Paint Components-pH Value for Extracted Solution of Solvent Insolubles

塗裝材料耐久性試驗研究－戶外曝曬與加速劣化試驗方法之探討

10880-20	K6804-20	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物中全鉛之定量試驗
		Method of Test for Paint Components-Quantitative Test of Total Lead in Solvent Insolubles
10880-21	K6804-21	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物中氧化鉛之定量試驗
		Method of Test for Paint Components-Quantitative Test of Lead Lead Oxide in Solvent Insolubles
10880-22	K6804-22	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物中四氧化三鉛之定量試驗
		Method of Test for Paint Components-Quantitative Test of Red Lead in Solvent Insolubles
10880-23	K6804-23	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物中鉛酸鈣之定量試驗
		Method of Test for Paint Components-Quantitative Test of Calcium Plumbate in Solvent Insolubles
10880-24	K6804-24	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物中氰化鉛之定量試驗
		Method of Test for Paint Components-Quantitative Test of Lead Cyanide in Solvent Insolubles
10880-25	K6804-25	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物中金屬鋅之定量試驗
		Method of Test for Paint Components-Quantitative Test of Metallic Zinc in Solvent Insolubles
10880-26	K6804-26	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物中總鋅之定量試驗
		Method of Test for Paint Components-Quantitative Test of Total Zinc in Solvent Insolubles
10880-27	K6804-27	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物中氧化鋅之定量試驗
		Method of Test for Paint Components-Quantitative Test of Zinc Oxide in Solvent Insolubles
10880-28	K6804-28	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物中鉻酐（三氧化鉻）之定量試驗
		Method of Test for Paint Components-Quantitative Test of Chromic Anhydride in Solvent Insolubles
10880-29	K6804-29	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物中氧化鐵（Ⅲ）之定量試驗
		Method of Test for Paint Components-Quantitative Test of Iron (Ⅲ) Oxide in Solvent Insolubles
10880-30	K6804-30	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物中二氧化鈦之定量試驗
		Method of Test for Paint Components-Quantitative Test of Titanium Dioxide in Solvent Insolubles
10880-31	K6804-31	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物中氧化錒（Ⅲ）之定量試驗
		Method of Test for Paint Components-Quantitative Test of Antimony (Ⅲ) Oxide in Solvent Insolubles
10880-32	K6804-32	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物中鋁之定量試驗
		Method of Test for Paint Components-Quantitative Test of Aluminium in Solvent Insolubles
10880-33	K6804-33	塗料成分檢驗法-塗料中銅之定量試驗
		Method of test for paint components-Quantitative test of copper in paint
10880-34	K6804-34	塗料成分檢驗法-樹脂分之紅外線分光光度法定性試驗
		Method of test for paint components-Quantitative test of resin by infrared spectroscopic method
10880-35	K6804-35	塗料成分檢驗法-溶劑不溶物中顏料分之X射線繞射法定性試驗
		Method of test for paint components-Quantitative test of pigment in solvent insolubles by X-ray diffraction method
10880-36	K6804-36	塗料成分檢驗法-溶劑分之氣相層析法定性及定量試驗
		Method of test for paint components-Quality and quantity analysis of

		solvent by gas chromatography method
11477	K6819	噴漆性底漆檢驗法 Method of Test for Lacquer Primer
11478	K6820	耐熱漆檢驗法 Method of Test for Heat Resistant Paint
11479	K6821	水性水泥漆檢驗法 Method of Test for Water - Base Masonry Paint
11480	K6822	溶劑型水泥漆檢驗法 Method of Test for Solvent - Base Masonry Paint
11481	K6823	鋁粉調合漆檢驗法 Method of Test for Aluminium Paint
11490	K6824	油性調合漆檢驗法 Method of Test for Oleoresinous Ready Paint
11539	K6826	快乾無光瓷漆檢驗法 Method of Test for Lustless Enamel (Quick-drying)
11540	K6827	半光防銹瓷漆檢驗法 Method of Test for Rust Inhibiting Enamel (Semi-Gloss)
11542	K6829	聚氯乙烯系瓷漆檢驗法 Method of Test for Vinyl Chloride Resin Enamel
11543	K6830	木器用透明頭度底漆檢驗法 Method of Test for Lacquer Wood Sealer
11544	K6831	木器用透明二度底漆檢驗法 Method of Test for Lacquer Sanding Sealer
11545	K6832	木器用聚胺酯頭度底漆檢驗法 Method of Test for Polyurethane Wood Sealer
11546	K6833	木器用聚胺酯二度底漆檢驗法 Method of Test for Polyurethane Sanding Sealer
11547	K6834	木器用聚胺酯透明漆檢驗法 Method of Test for Polyurethane Clear Coating
11548	K6835	烤底漆檢驗法 Method of Test for Baking Primer
11549	K6836	玩具用低鉛塗料檢驗法 (→CNS 4797、4797-2) Method of test for lead-free coatings for toy
11550	K6837	醇酸樹脂烤漆檢驗法 Method of Test for Alkyd Resin Baking Enamel
11558	K6838	鋅鉻黃防銹底漆檢驗法 Method of Test for Zinc Chromate Anticorrosive Paint
11560	K6840	油性二度底漆檢驗法 Method of Test for Oil Surfacer
11561	K6841	油性中塗底漆檢驗法 Method of Test for Oil Primer Surface
11562	K6842	紅丹鋅鉻黃防銹底漆檢驗法 Method of Test for Red-Lead Zinc Chromate Anticorrosive Paint
11563	K6843	一般用防銹底漆檢驗法 Method of Test for Anticorrosive Primer for General Use
11564	K6844	一氧化二鉛防銹底漆檢驗法 Method of Test for Lead Suboxide Anticorrosive Paint
11565	K6845	氯化橡膠系紅丹防銹底漆檢驗法

塗裝材料耐久性試驗研究－戶外曝曬與加速劣化試驗方法之探討

		Method of Test for Chlorinated Rubber Red Lead Anti-Corrosive Primer
11566	K6846	氯化橡膠系鋅鉻黃防銹底漆檢驗法
		Method of Test for Chlorinated Rubber Zinc Chromate Anticorrosive Primer
11577	K6847	氯化橡膠系鋅鉻鉛紅防銹底漆檢驗法
		Method of Test for Chlorinated Rubber LZI Anticorrosive Primer
11578	K6848	氯化橡膠系紅氧化鐵防銹底漆檢驗法
		Method of Test for Chlorinated Rubber Red Iron Oxied Anticorrosive Primer
11579	K6849	氯化橡膠面漆檢驗法
		Method of Test for Chlorinated Rubber Finish Paint
11580	K6850	聚氯乙烯系鋅鉻黃防銹底漆檢驗法
		Method of Test for Vinyl Chloride Resin Zinc Chromate Anticorrosive Primer
11581	K6851	聚氯乙烯系紅丹防銹底漆檢驗法
		Method of Test for Vinyl Chloride Resin Lead Anticorrosive Primer
11582	K6852	環氧樹脂非鋅底漆檢驗法
		Method of Test for Epoxy Resin Non-Zinc Primer
11583	K6853	環氧樹脂鋅粉底漆檢驗法
		Method of Test for Epoxy Resin Zinc Primer
11584	K6854	無機鋅粉底漆（溶劑型）檢驗法
		Method of Test for Inorganic Zinc Rich Primer (Solvent Type)
11585	K6855	環氧樹脂柏油漆檢驗法
		Method of Test for Tar Epoxy Resin Paints
11586	K6856	木船用油性船底漆檢驗法
		Method of Test for Oleoresinous Bottom Paint for Wooden Ship (Copper Paint)
11587	K6857	鋼船用油性水線漆檢驗法
		Method of Test for Oleoresinous Boottopping Paint for Steel Ship
11588	K6858	鋼船用油性船底防銹漆檢驗法
		Method of Test for Oleoresinous Anticorrosive Paint for Steel Ship Bottom
11589	K6859	鋼船用油性船底防污漆檢驗法
		Method of Test for Oleoresinous Antifouling Paint for Steel Ship Bottom
11590	K6860	鋼船用油性船邊漆檢驗法
		Method of Test for Oleoresinous Topside Paint for Steel Ship
11591	K6861	鋼鉛用油性鉛船紅丹底漆檢驗法
		Method of Test for Oleoresinous Red Lead Primer for Steel Ship
11592	K6862	鋼船用油性船舶鋅鉻黃底漆檢驗法
		Method of Test for Oleoresinous Zinc Chromate Primer for Steel Ship
11593	K6863	氯化橡膠系鋼船外板防銹漆檢驗法
		Method of Test for Chlorinated Rubber Anticorrosive Paint Steel Ship
11594	K6864	氯化橡膠系鋼船船底防污漆檢驗法
		Method of Test for Chlorinated Rubber Anti-Fouling Paint for Steel Ship
11595	K6865	氯化橡膠系鋼船水線漆檢驗法
		Method of Test for Chlorinated Rubber Bottopping Paint for Steel Ship
11596	K6866	氯化橡膠系鋼船船邊漆檢驗法
		Method of Test for Chlorinated Rubber Topside Paint for Steel Ship



附件 2CNSK6 類塗料相關標準名稱

11597	K6867	氯化橡膠系鋼船甲板漆檢驗法 Method of Test for Chlorinated Rubber Deck Paint for Steel Ship
11598	K6868	聚氯乙烯系鋼船外板防銹漆檢驗法 Method of Test for Vinyl Chloride Resin Anticorrosive Paints for Outside Plating of Steel Ship
11599	K6869	聚氯乙烯系鋼船船底防污漆檢驗法 Method of Test for Vinyl Chloride Resin Antifouling Paints for Bottom of Steel Ship
11600	K6870	聚氯乙烯系鋼船船邊漆檢驗法 Method of Test for Vinyl Chloride Resin Topside Paint for Steel Ship
11601	K6871	聚氯乙烯系鋼船水線漆檢驗法 Method of Test for Vinyl Chloride Resin Boottopping Paint for Steel Ship
11602	K6872	聚氯乙烯系木船船底防污漆檢驗法 Method of Test for Vinyl Chloride Resin Antifouling Paint for Boottom for Wooden Ship
11603	K6873	皮革用噴漆檢驗法 Method of Test for Lacquer for Leather
11604	K6874	透明噴漆檢驗法 Method of Test for Clear Lacquer
11605	K6875	丙烯酸酯系樹脂烤漆檢驗法 Method of Test for Acrylic Resin Baking Enamel
11606	K6876	胺基醇酸樹脂瓷漆檢驗法 Method of Test for Aminoalkyd Resin Enamel
11607	K6877	塗料一般檢驗法（有關塗膜之長期耐久性之試驗法） Method of Test for Paints (Long-Term Properties of Coated Film)
11721	K6888	噴漆用發白防止劑檢驗法 Method of Test for Retarder for Lacquer
11725	K6889	木材用白色調合底漆檢驗法 Method of Test for White Wood Primer
11727	K6890	蟲膠清漆及漂白蟲膠清漆檢驗法 Method of Test for Shellac Varnish and Bleached Shellac Varnish
11730	K6891	檳如樹脂二度漆檢驗法 Method of Test for Cashew Resin Surfacer
11732	K6892	二度噴漆檢驗法 Method of Test for Lacquer Surfacer
11798	K6894	鋼船船底塗料防污性試驗法 Method of Test for Antifouling Properties of Steel Ships' Bottom Paint
11800	K6895	檳如樹脂清漆檢驗法 Method of Test for Cashew Resin Varnish
11802	K6896	檳如樹脂瓷漆檢驗法 Method of Test for Cashew Resin Enamel
11804	K6897	噴漆油灰檢驗法 Method of Test for Lacquer Putty
11947	K6905	檳如樹脂頭度底漆檢驗法 Method of Test for Cashew Resin Primer
12130	K6919	鹼式鉻酸鉛防銹漆檢驗法 Method of Test for Basic Lead Chromate Anticorrosive Paint
12132	K6920	氰胺化鉛防銹漆檢驗法

塗裝材料耐久性試驗研究－戶外曝曬與加速劣化試驗方法之探討

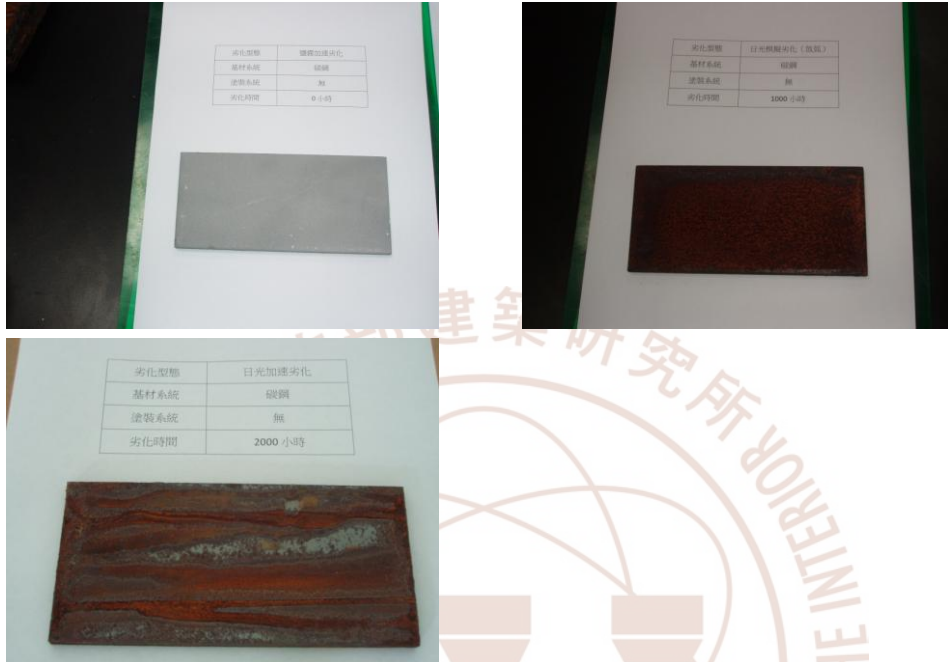
		Method of Test for Lead Cyanamide Anticorrosive Paint
12134	K6921	鋅粉防銹漆檢驗法 Method of Test for Zinc Dust Anticorrosive Paint
12136	K6922	鉛酸鈣防銹漆檢驗法 Method of Test for Calcium Plumbate Anticorrosive Paint
12138	K6923	多彩花紋塗料檢驗法 Method of Test for Multicolor Paints
12140	K6924	酞酸樹脂清漆檢驗法 Method of Test for Phthalic Resin Varnish
12142	K6925	氯乙烯樹脂清漆檢驗法 Method of Test for Vinyl Chloride Resin Varnish
12144	K6926	丙烯酸酯系樹脂清漆檢驗法 Method of Test for Acrylic Resin Varnish
12146	K6927	家庭用地板清漆檢驗法 Method of Test for Household Varnish for Floor
12148	K6928	家庭用木質及金屬製品塗料檢驗法 Method of Test for Household Paint for Wood and Metal
12161	K6930	發光塗料檢驗法 Method of Test for Luminous Paints
12165	K6932	塗料用鋁漿檢驗法 Method of Test for Aluminum Paste for Paint
12265	K6951	塗料用三聚磷酸鋁檢驗法 Method of Test for Aluminum Tri - Polyphosphate for Coating
12267	K6952	醇酸樹脂系三聚磷酸鋁防銹底漆檢驗法 Method of Test for Alkyd Resin Aluminum Tri - Polyphosphate Anticorrosive Primer
12269	K6953	環氧樹脂系三聚磷酸鋁防銹底漆檢驗法 Method of Test for Epoxy Resin Aluminum Tri - Polyphosphate Anticorrosive Primer
12271	K6954	氯化橡膠系三聚磷酸鋁防銹底漆檢驗法 Method of Test for Chlorinated Rubber Aluminum Tri - Polyphosphate Anticorrosive Primer
13443	K61020	家庭用室內牆壁塗料檢驗法 Method of Test for Household Paint for Interior Wall
13552	K61026	建築用防火塗料檢驗法(→CNS11728) Method of Test for Fire-retardant Paints for Buildings
15039-1	K61125-1	塗料與清漆－揮發性有機化合物含量之測定－第1部：扣除法 Paints and varnishes - Determination of volatile organic compound (VOC) content - Part 1 : Difference method
15039-2	K61125-2	塗料與清漆－揮發性有機化合物含量之測定－第2部：氣相層析法 Paints and varnishes - Determination of volatile organic compound (VOC) content - Part 2 : Gas-chromatographic method
15040	K61126	塗料與清漆－低VOC乳膠漆(罐內VOC)揮發性有機化合物含量之測定 Paints and varnishes - Determination of the volatile organic compound content of low - VOC emulsion paints (in-can VOC)
15062	K61138	塗料－逸散甲醛塗膜與三聚氰胺泡棉試驗法－小型容器中恒定狀態甲醛濃度之測定

附件 2CNSK6 類塗料相關標準名稱

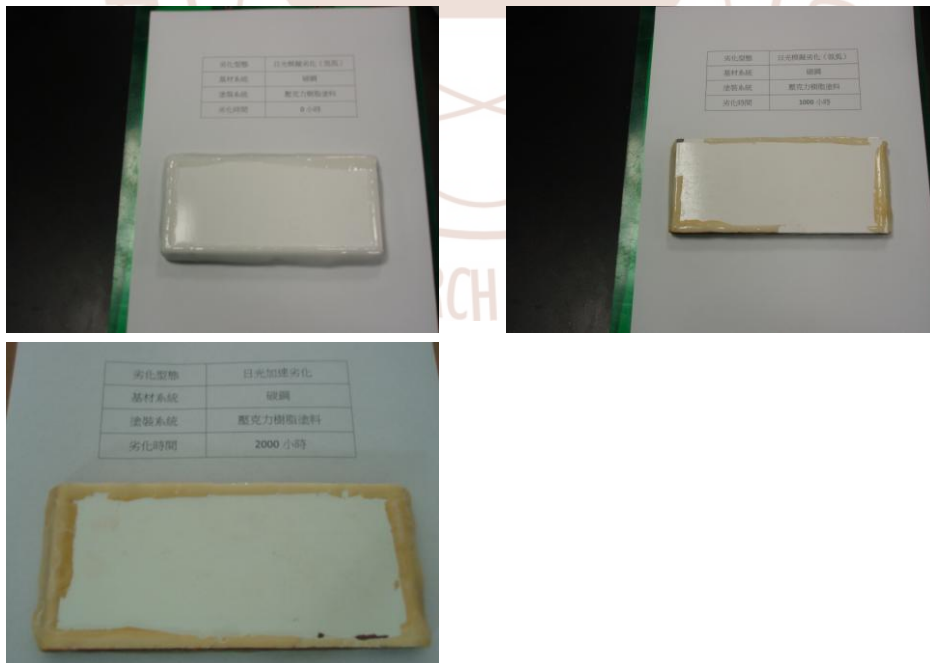
		Paints and varnishes - Testing of formaldehyde-emitting coatings and melamine foams - Determination of the steady-state concentration of formaldehyde in a small test chamber
15080	K61143	建築用塗料之揮發性有機化合物 (VOC) 最大限量值 Maximum volatile organic compound content limit value for architectural coatings
15089	K61146	油漆、亮光漆及相似物揮發性溶劑及中間物酸度試驗法 Method of test for acidity in volatile solvents and chemical intermediates used in paint, varnish, lacquer, and related products
15200-1-1	K61152-1-1	塗料一般試驗方法—第 1-1 部：通則—一般試驗 (條件與方法) Testing methods for paints - Part 1-1 : General rule - General test methods (conditions and methods)
15200-1-2	K61152-1-2	塗料一般試驗方法—第 1-2 部：通則—取樣 Testing methods for paints - Part 1-2 : General rule - Sampling
15200-1-3	K61152-1-3	塗料一般試驗方法—第 1-3 部：通則—試驗用試樣之檢查與製備 Testing methods for paints - Part 1-3: General rule - Examination and preparation of samples for testing
15200-1-4	K61152-1-4	塗料一般試驗方法—第 1-4 部：通則—試驗用標準試驗板 Testing methods for paints - Part 1-4 : General rule - Standard panels for testing
15200-1-5	K61152-1-5	塗料一般試驗方法—第 1-5 部：通則—試驗板之塗裝 (刷塗) Testing methods for paints - Part 1-5 : General rule - Coating of test panel (brush application)
15200-1-6	K61152-1-6	塗料一般試驗方法—第 1-6 部：通則—調節與試驗之溫度及濕度 Testing methods for paints - Part 1-6: General rule - Temperatures and humidities for conditioning and testing
15200-1-7	K61152-1-7	塗料一般試驗方法—第 1-7 部：通則—膜厚測定 Testing methods for paints - Part 1-7 : General rule - Determination of film thickness
15200-1-8	K61152-1-8	塗料一般試驗方法—第 1-8 部：通則—參比樣品 Testing methods for paints - Part 1-8 : General rule - Reference sample
15123	K61153	塗料—總鉛測定—火焰原子吸收光譜法 Paints and varnishes - Determination of total lead - Flame atomic absorption spectrometric method
596-5	L3006	紡織用木管檢驗標準 (塗漆檢驗) Method of Test for Spinning and Weaving Bobbins (Varnish Test)
12038	S1208	搪瓷 (琺瑯) 及烤漆黑板 Porcelain-Enameled and Baking Finished Chalkboards
10478	Z5129	噴塗型可剝性保護用塑膠漆 Sprayable and strippable protective plastic coatings
10479	Z6067	可剝性保護用塑膠漆 (噴霧型) 檢驗法 (→CNS 10478) Method of test for strippable plastic paint for protection (sprayable) (→CNS 10478)
10585	Z6069	食品用金屬空罐塗料檢驗法 (漆膜附著力試驗) (→CNS2773) Method of Test for Coating Materials of Metal Cans of Foods (Adhesive Test for Lacquered Film)
10586	Z6070	食品用金屬空罐塗料檢驗法 (漆膜耐衝擊彎曲試驗) (→CNS2773) Method of Test for Coating Materials of Metal Cans of Foods (Impact Bent Test of Lacquered Film)

10587	Z6071	食品用金屬空罐塗料檢驗法（漆膜有孔度測定）(-->CNS2773)
		Method of Test for Coating Materials of Metal Cans of Foods (Determining the Pinhole of Lacquered Film)
10588	Z6072	食品用金屬空罐塗料檢驗法（漆膜重量測定）(-->CNS2773)
		Method of Test for Coating Materials of Metal Cans of Foods (Determining of Coating Weight of Lacquered Film)
10589	Z6073	食品用金屬空罐塗料檢驗法（漆膜耐殺菌試驗）(-->CNS2773)
		Method of Test for Coating Materials of Metal Cans of Foods (Sterization Test of Lacquered Film)
10590	Z6074	食品用金屬空罐塗料檢驗法（漆膜耐硫化黑變試驗）(-->CNS2773)
		Method of Test for Coating Materials of Metal Cans of Foods (Sulfur Stain Resistance Test of Lacquered Film)
2309	Z7011	漆刷
		Painting Brushes
14712	Z7306	塗料及清漆－含二氧化硫潮濕大氣之抗腐蝕性測定法
		Paints and varnishes-Determination of resistance to humid atmospheres containing sulfur dioxide

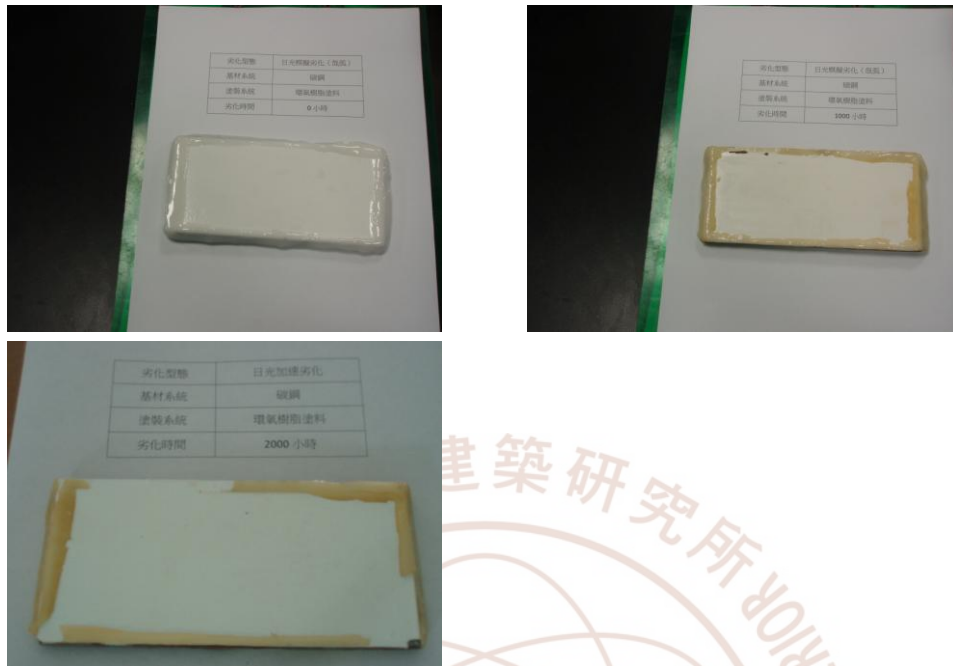
### 附件 3 各階段劣化試片目視觀察照片



圖附 3-1 碳鋼各階段劣化情形（無塗裝；日光加速劣化）



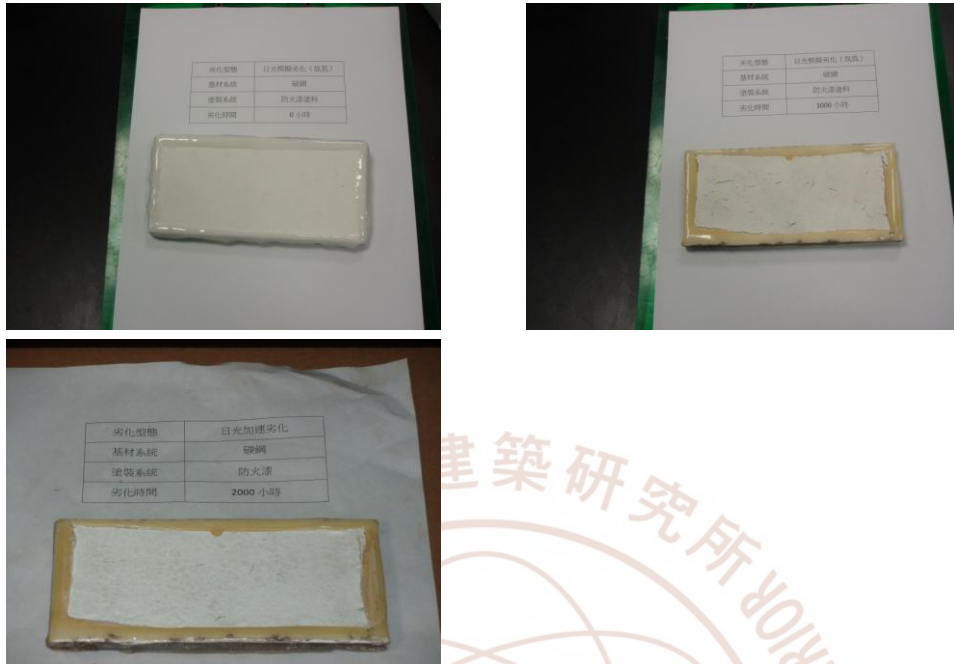
圖附 3-2 碳鋼各階段劣化情形（壓克力樹脂塗裝；日光加速劣化）



圖附 3-3 碳鋼各階段劣化情形 (環氧樹脂塗裝；日光加速劣化)



圖附 3-4 碳鋼各階段劣化情形 (PU 樹脂塗裝；日光加速劣化)



圖附 3-5 碳鋼各階段劣化情形(防火漆塗裝;日光加速劣化)



圖附 3-6 碳鋼各階段劣化情形 (無塗裝;鹽霧加速劣化)



圖附 3-7 碳鋼各階段劣化情形(壓克力樹脂塗裝;鹽霧加速劣化)



圖附 3-8 碳鋼各階段劣化情形(環氧樹脂塗裝;鹽霧加速劣化)

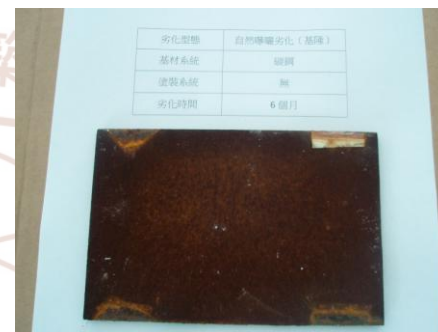
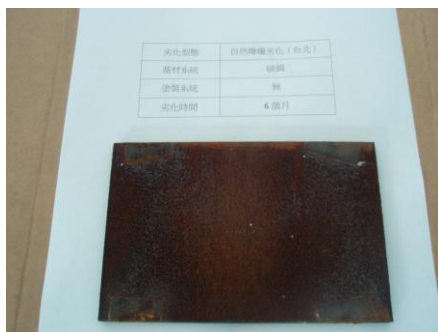


圖附 3-9 碳鋼各階段劣化情形(PU 樹脂塗裝;鹽霧加速劣化)





圖附 3-10 碳鋼各階段劣化情形（防火漆塗裝；鹽霧加速劣化）



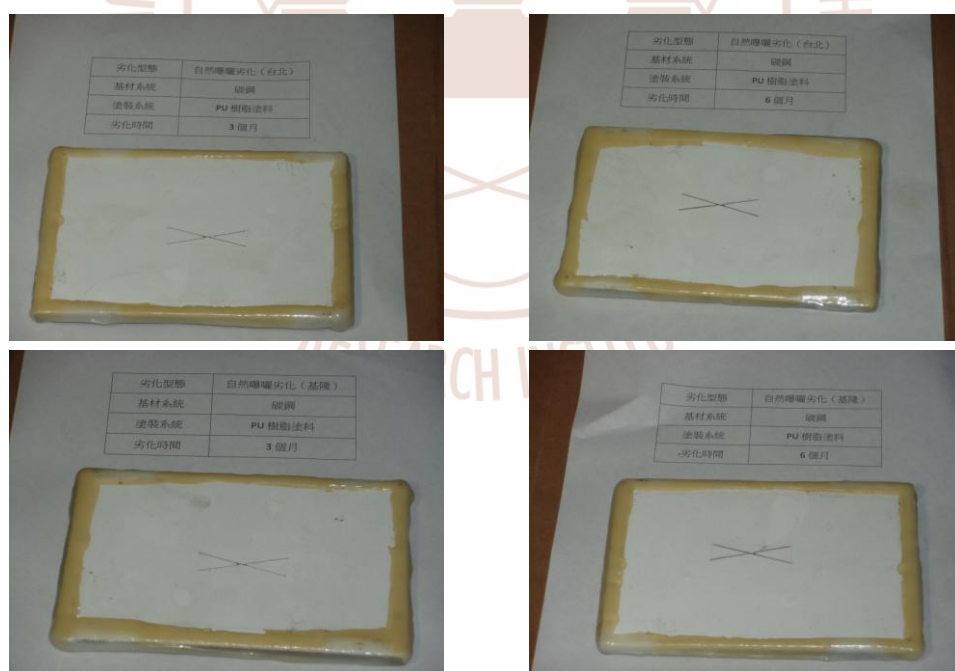
圖附 3-11 碳鋼各階段劣化情形（無塗裝；自然曝曬劣化）



圖附 3-12 碳鋼各階段劣化情形（壓克力樹脂塗裝；自然曝曬劣化）



圖附 3-13 碳鋼各階段劣化情形(環氧樹脂塗裝;自然曝曬劣化)

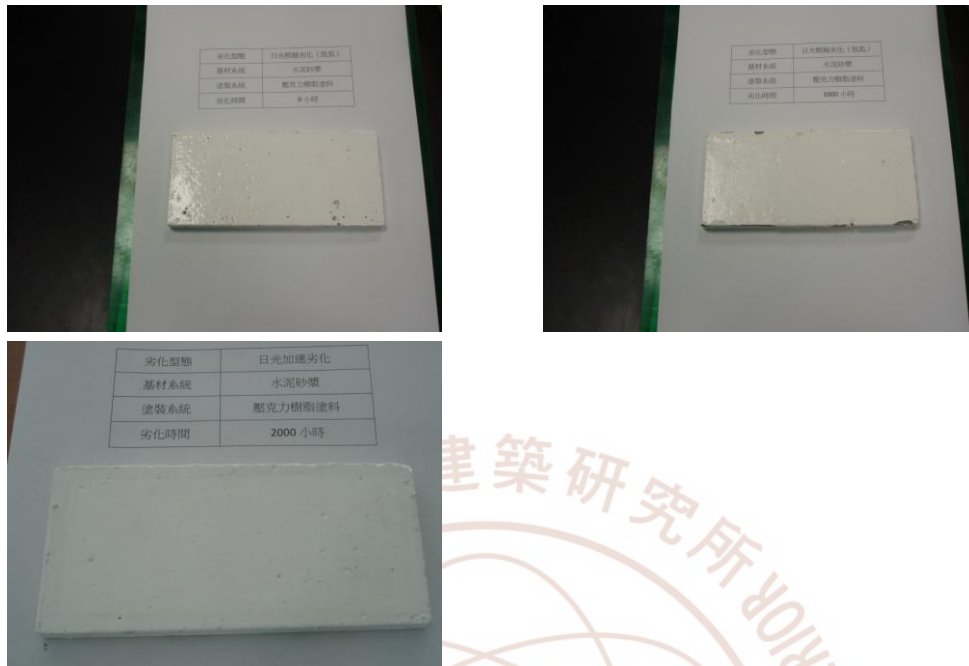


圖附 3-14 碳鋼各階段劣化情形(PU 樹脂塗裝;自然曝曬劣化)



圖附 3-15 碳鋼各階段劣化情形 (防火漆塗裝；自然曝曬劣化)





圖附 3-16 水泥砂漿各階段劣化情形（壓克力樹脂塗裝；日光加速劣化）



圖附 3-17 水泥砂漿各階段劣化情形（環氧樹脂塗裝；日光加速劣化）



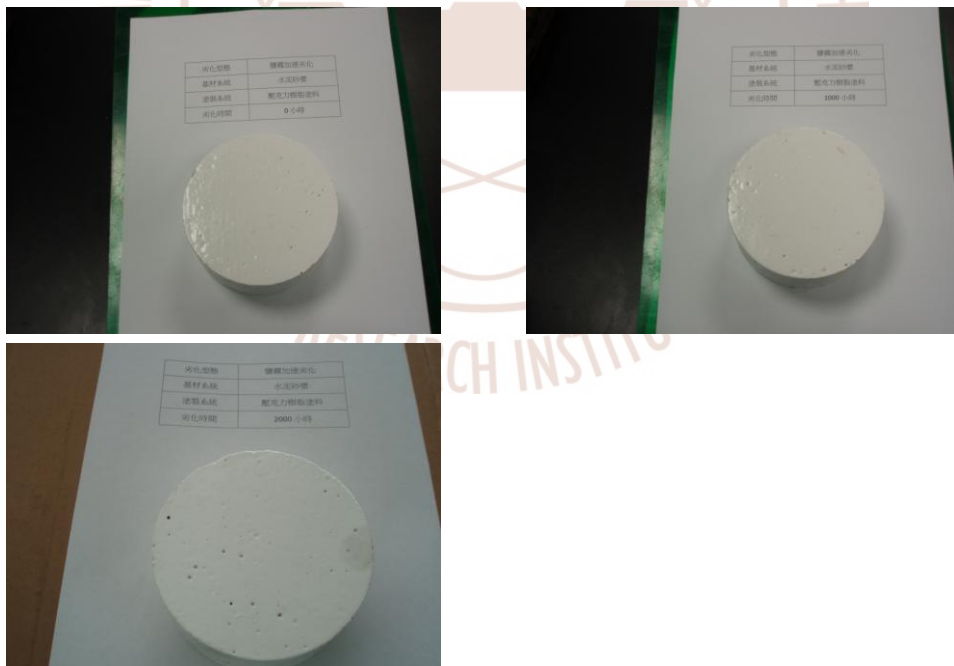
圖附 3-18 水泥砂漿各階段劣化情形 (PU 樹脂塗裝；日光加速劣化)



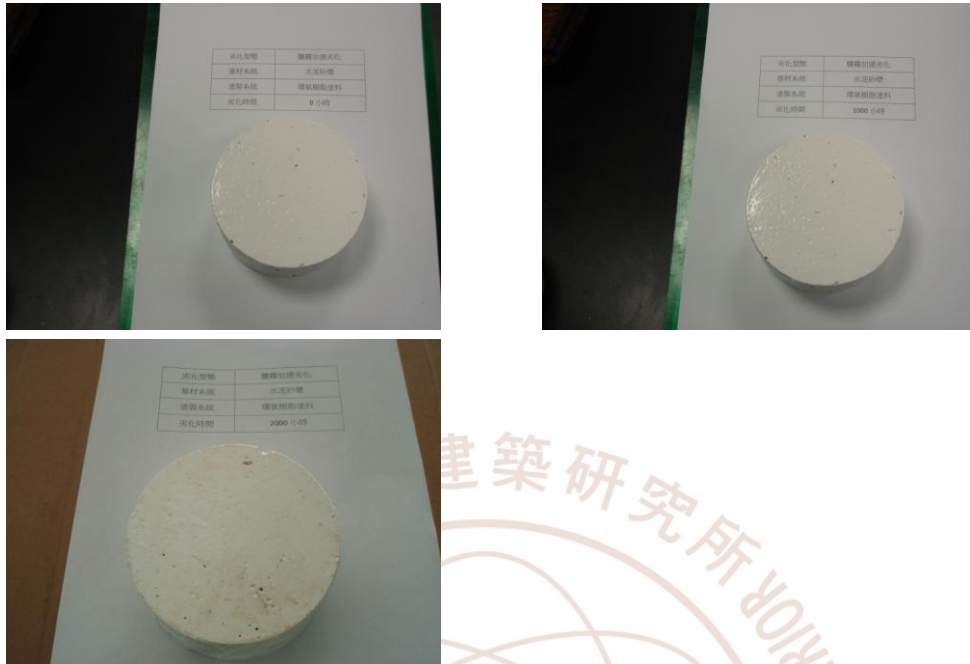
圖附 3-19 水泥砂漿各階段劣化情形 (防火漆塗裝；日光加速劣化)



圖附 3-20 水泥砂漿各階段劣化情形（無塗裝；鹽霧加速劣化）



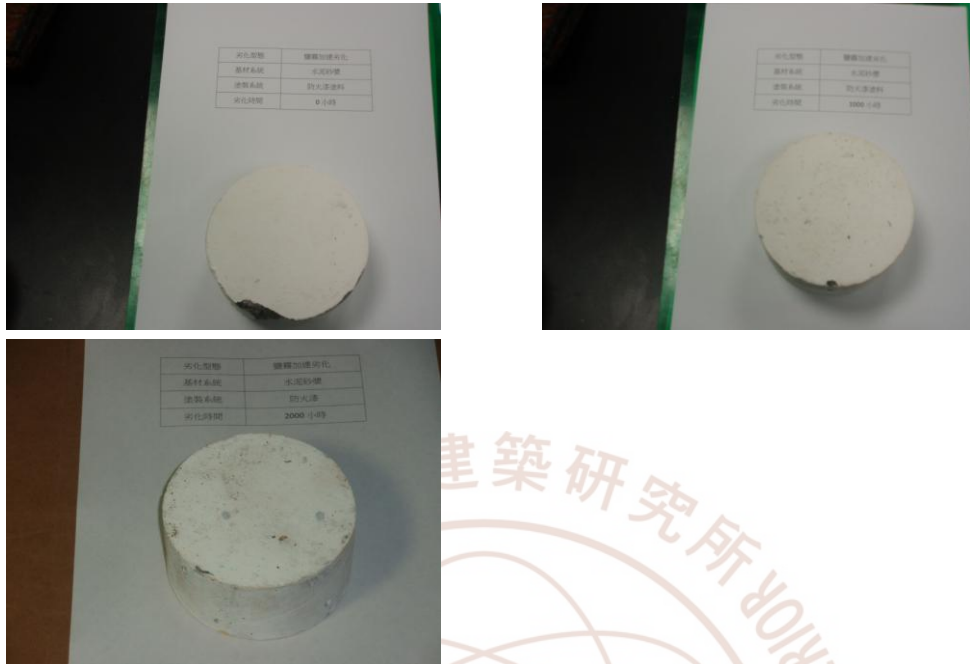
圖附 3-21 水泥砂漿各階段劣化情形（壓克力樹脂塗裝；鹽霧加速劣化）



圖附 3-22 水泥砂漿各階段劣化情形（環氧樹脂塗裝；鹽霧加速劣化）



圖附 3-23 水泥砂漿各階段劣化情形（PU 樹脂塗裝；鹽霧加速劣化）

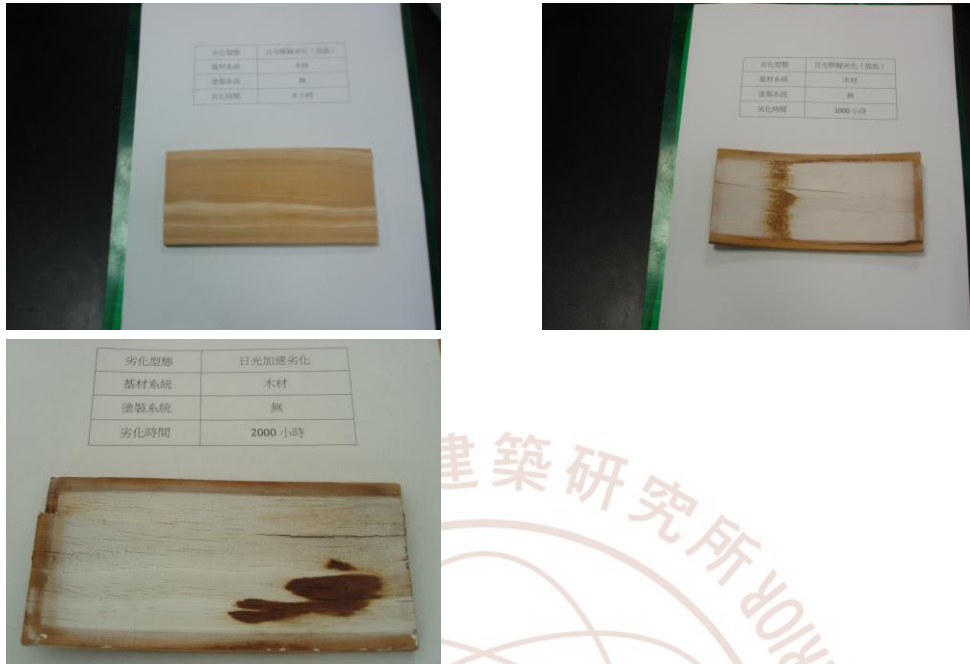


圖附 3-24 水泥砂漿各階段劣化情形（防火漆塗裝；鹽霧加速劣化）



圖附 3-25 水泥砂漿各階段劣化情形（防火漆塗裝；日光自然劣化）

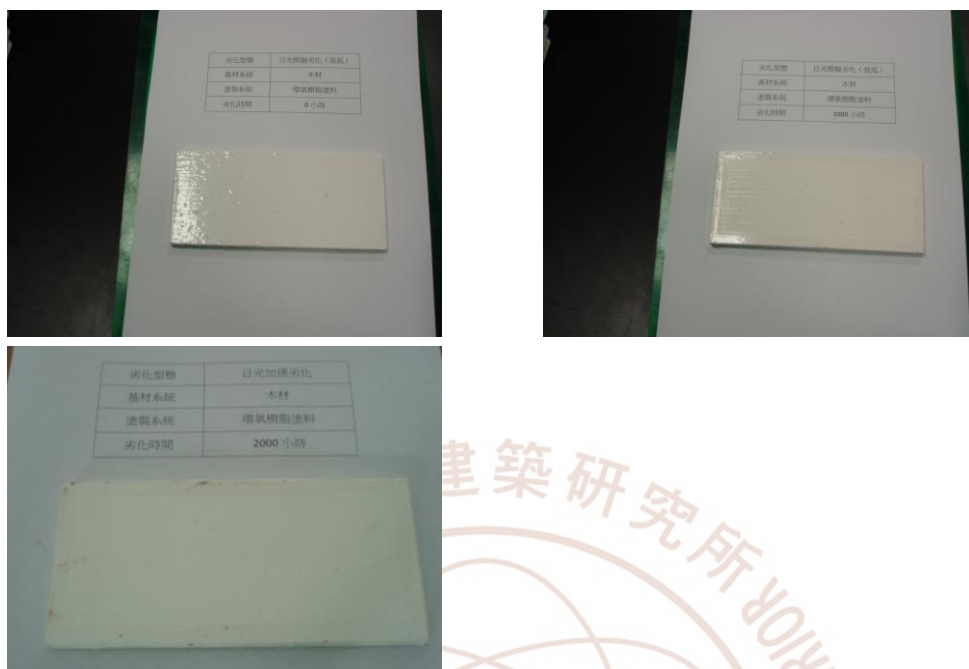




圖附 3-26 木材各階段劣化情形（無塗裝；日光加速劣化）



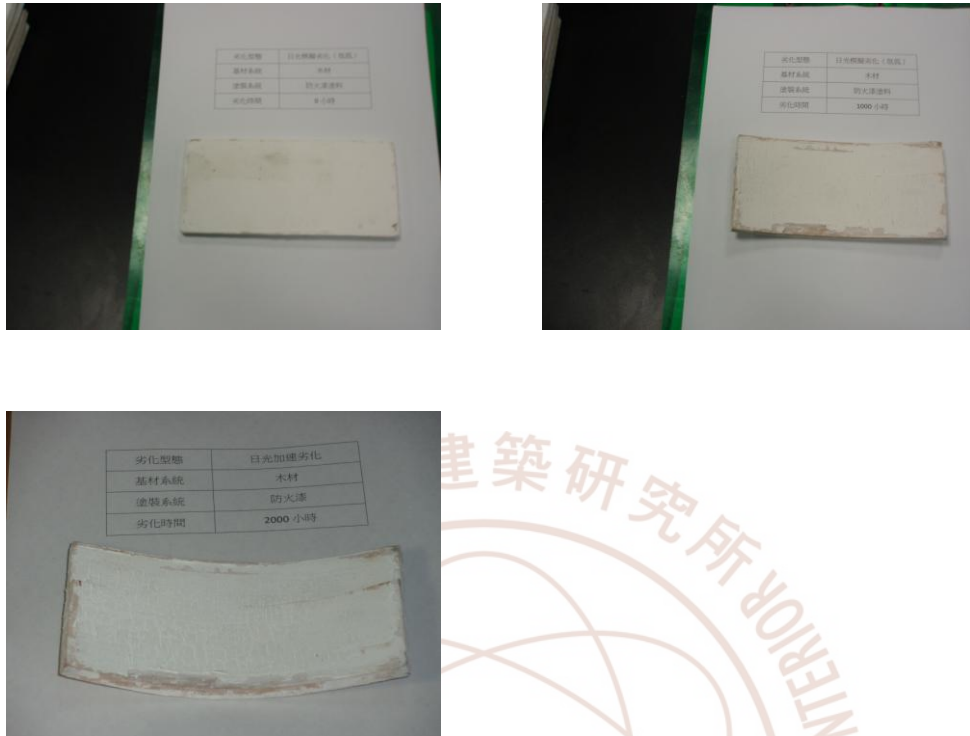
圖附 3-27 木材各階段劣化情形（壓克力樹脂塗裝；日光加速劣化）



圖附 3-28 木材各階段劣化情形(環氧樹脂塗裝;日光加速劣化)



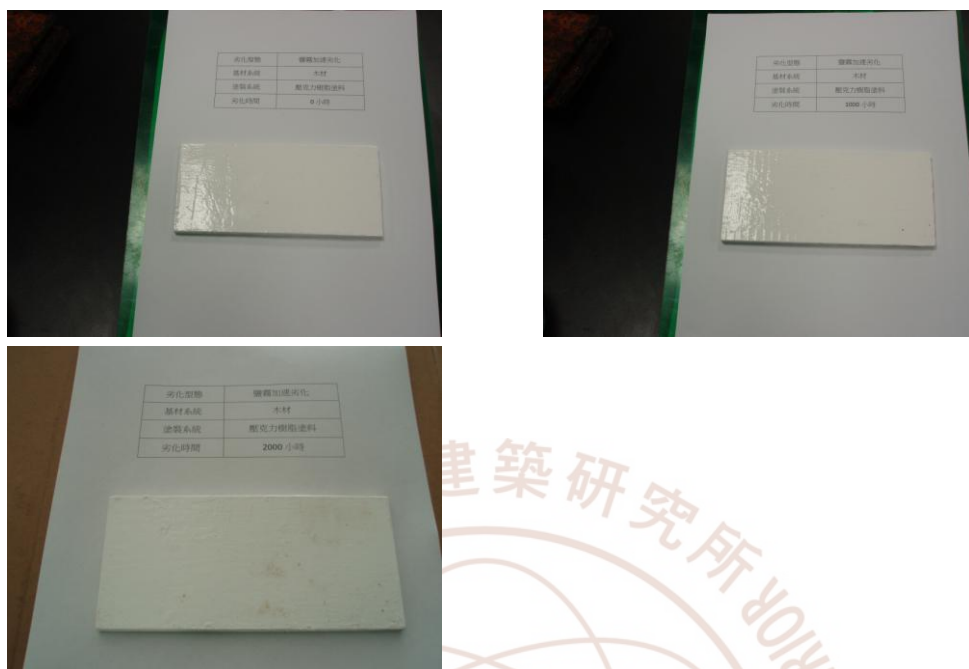
圖附 3-29 木材各階段劣化情形(PU 樹脂塗裝;日光加速劣化)



圖附 3-30 木材各階段劣化情形 (防火漆塗裝；日光加速劣化)



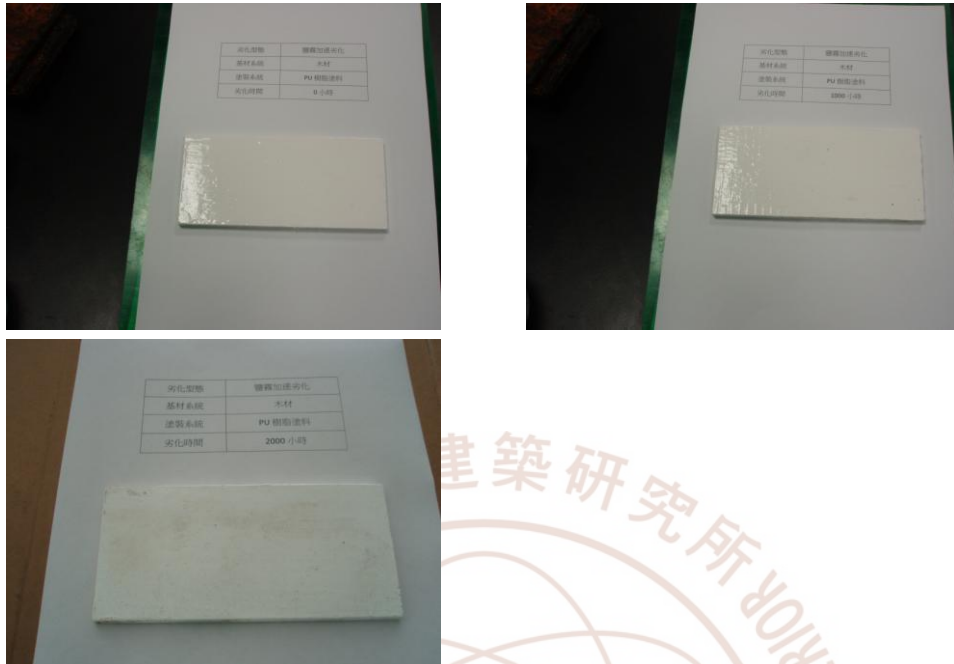
圖附 3-31 木材各階段劣化情形 (無塗裝；鹽霧加速劣化)



圖附 3-32 木材各階段劣化情形 (壓克力樹脂塗裝; 鹽霧加速劣化)



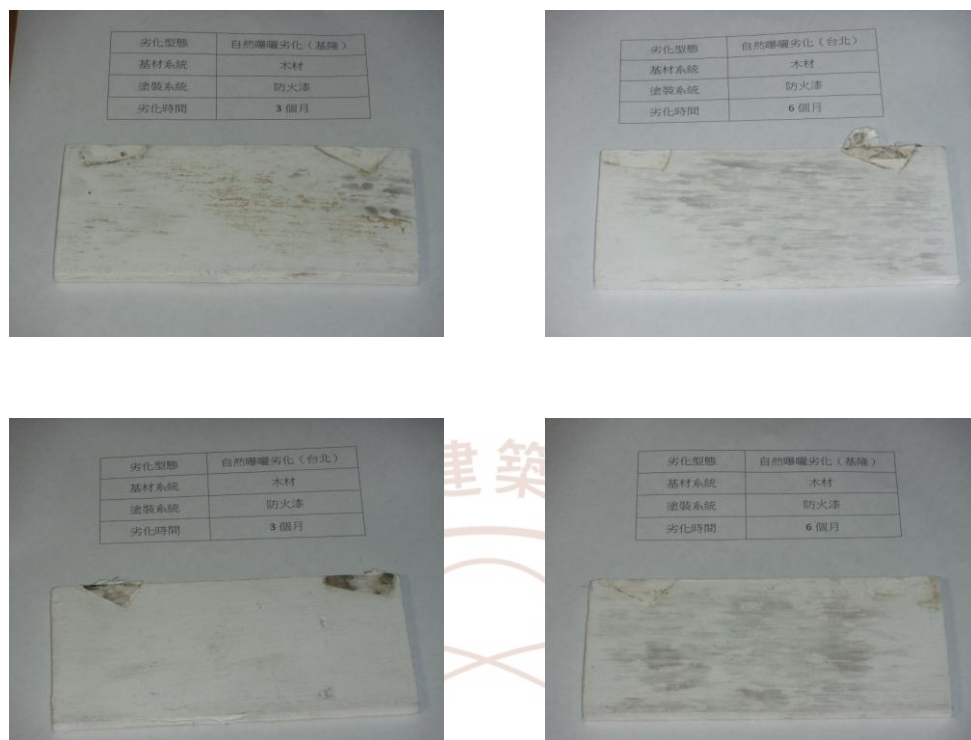
圖附 3-33 木材各階段劣化情形(環氧樹脂塗裝; 鹽霧加速劣化)



圖附 3-34 木材各階段劣化情形 (PU 樹脂塗裝；鹽霧加速劣化)



圖附 3-35 木材各階段劣化情形 (防火漆塗裝；鹽霧加速劣化)



圖附 3-36 木材各階段劣化情形 (防火漆塗裝；日光曝曬劣化)

## 附件 4 專家座談會議記錄

內政部建築研究所「塗裝材料耐久性試驗研究－戶外曝曬與  
加速劣化試驗方法之探討」委辦研究案

### 第一次專家座談會會議記錄

一、開會時間：九十七年三月二十五日（星期二）上午十一時正。

二、開會地點：台北市新生南路三段二號十樓之五（第一會議室）

三、出席人員：如簽到表

四、主席致詞：計畫主持人楊仲家（略） 記錄：卓世偉

五、討論事項：

1. 討論試片製作方式。

2. 試驗變數設計討論。

六、出席專家意見（依發言順序記錄）

蘇建築師錦江

1. 建議試片與曝曬架設計方式應與國際標準組織 ASTM 或 ISO 所規定的試驗方式接軌。
2. 建議可於日光加速劣化 2000 小時期程內可增加劣化試驗分析次數。

中興工程顧問有限公司梁工程師智信

1. 相關試片製作時需考量角隅部位的施工品質，以排除非均勻腐蝕劣化的因素。
2. 試片製作方式除參考公共工程委員會之施工綱要規範外，亦可考量實務施作之情形。

柏林股份有限公司簡經理阿松

1. 試片製作部分本公司可協助，可掌控塗膜品質。為必免角隅部位的施工不良，建議以 EPOXY 或相關材質進行封邊處理。
2. 噴砂處理建議採 SSPC-SP-10 即可。

台灣營建研究院陳工程師育盛

建議可蒐集曝曬點鄰近氣象站的年度氣象資料，以進行腐蝕分類工作，可做為參考。

台灣營建研究院張工程師永昌

加速試驗時間為 2000 小時（83.33 天）過長，需留意研究期程與氙弧燈管壽命問題。

#### 七、會議結論

試片與曝曬架設計將依 ASTM G50 標準方法建置。

日光加速劣化 2000 小時期程內將增加 200、400、600、800 小時的色差與光澤度試驗量測點。

試片委由柏林股份有限公司依本研究設計方式協助製作。

#### 八、散會



內政部建築研究所「塗裝材料耐久性試驗研究—戶外曝曬  
與加速劣化試驗方法之探討」委辦研究案  
第一次專家座談會簽到表

- 一、開會時間：九十七年三月二十五日（星期二）上午十一時
- 二、開會地點：台北市新生南路三段二號十樓之五（第一會議室）
- 三、出席人員：

楊仲泉  
陳育聖  
張永昌  
江世哲  
翁在利

林錦江  
簡阿松  
吳裕仁  
吳世修

內政部建築研究所「塗裝材料耐久性試驗研究－戶外曝曬  
與加速劣化試驗方法之探討」委辦研究案

第二次專家座談會會議記錄

一、開會時間：九十七年十月八日（星期三）上午十一時正

二、開會地點：台北市新生南路三段二號十樓之五（第一會議室）

三、出席人員：如簽到表

四、主席致詞：計畫主持人楊仲家（略） 記錄：卓世偉

五、討論事項：

1. 討論數據分析討論。

2. 討論期末報告內容。

六、出席專家意見（依發言順序記錄）

蘇建築師錦江

1. 建議劣化前後分析試驗標準程序應整合劣化方式與劣化分析方法，以使後續使用者有整體操作之概念。
2. 將僅 6 個月期程的自然曝曬劣化分析數據與 2000 小時加速劣化進行關連性分析時需加以注意其適用性。

台灣營建研究院陳工程師育盛

本研究所建立之 2000 小時加速劣化期程具有一定參考價值，一般大多考量耗材費用，僅進行 1000 小時的劣化。但建議與自然曝曬劣化進行交叉分析時，應強調為 6 個月期程，以免造成誤解。

中興工程顧問有限公司梁工程師智信

腐蝕速率量測應以重量損失法為主，電化學方法為輔。

台灣營建研究院張工程師永昌

建議試驗標準程序須包含劣化設備常發生的異常現象與排除方法。

柏林股份有限公司簡經理阿松

1. 本研究有預留試片供建研所長期研究使用，建議將來應定期觀察試片劣化情形，以完整建立加速劣化與自然曝曬劣化的關連性。
2. 建議請建研所於台灣各典型氣候區域建立建築材料曝曬場，以完整了解台灣各種氣候環境對塗料或建材的實際影響。

#### 七、會議結論

1. 將於期末報告進行加速劣化與自然曝曬劣化交叉分析時，建議未來可使用的分析方式，並會於圖文中說明自然曝曬劣化僅為 6 個月的期程。
2. 試驗標準程序應以劣化方式與劣化前後分析方法做為主幹，並將進行各項步驟所需的試驗設備、方法、與劣化設備常發生的異常現象與排除方法進行說明。
3. 將於期末報告結論與建議章節中建議建研所可考量於台灣各典型氣候區域建立建築材料曝曬場。

#### 八、散會

內政部建築研究所「塗裝材料耐久性試驗研究—戶外曝曬  
與加速劣化試驗方法之探討」委辦研究案  
第二次專家座談會簽到表

- 一、開會時間：九十七年十月八日（星期三）上午十一時
- 二、開會地點：台北市新生南路三段二號十樓之五（第一會議室）
- 三、出席人員：

李智仁

陳育聖

張永量

新九福

江世哲

楊仲泉

李錦江

簡阿松

卓世修

塗裝材料耐久性試驗研究－戶外曝曬與加速劣化試驗方法之探討

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 8912-7890

地址：臺北縣新店市北新路三段 200 號 13 樓

編者：楊仲家、卓世偉、翁在龍、江慶堂、林谷陶

出版年月：97 年 12 月

版（刷）次：初版

工本費：

ISBN：978-986-01-7541-7