防蝕工程　第十一卷第一期　第 36 ～ 57 頁　民國 86 年 3 月
Journal of Chinese Corrosion Engineering, Vol.11, No.1, PP.36 ～ 57 (1997)

台灣地區建材劣化現象調查研究

林維明*　黃兆龍**　彭耀南***

The Investigation Study of Building Materials Deterioration Phenomina in Taiwan

Wei-Mng Lin, Chao-Lung Hwang**, and Yaw-Nan Peng****

摘　要

台灣地處亞熱帶海洋氣候區，島內中部偏東有中央山脈縱貫，故將氣候分爲幾種不同類型，爲瞭解各地區建材劣化現象與其所處之環境因素之相關性。本研究曾在濱海、都市、山區、工業區、離島及花東等各種不同環境挑選十六棟大樓，對其所使用的各種建材進行五年之劣化調查。並對照近15年來之天候及空氣污染實測資料。結果初步發現不利之環境因素爲惡劣之空氣品質、相對濕度高、強風、酸雨、日夜溫度大、降雨頻率高、降雨量大及日照時間長等。建材在多種環境因素之加乘作用下，將加速其劣化速率，尤其近海及工業區有很顯著之建材耐久性問題出現，將在本文中詳加檢討，並剖析建材劣化之原因。且列舉日本在建立與環境因素相關性之範例以利國內未來在建材耐久性標準化之建立上提供一些建議與參考。

關鍵詞：建材，劣化，環境因素，耐久性，天氣，空氣污染

ABSTRACT

Taiwan is located mainly in the subtropical oceanic zone. In its central part, there are high mountains dividing this island into several climatic zones. The purpose of this paper is to show the deteriorated appearance of building materials in different climatic zone and discuss their environmental factors. There are 16 buildings selected for materials durability study distributed among different environmental conditions of marine, urban, mountain, industry, island and rural areas in the eastern part of Taiwan etc. The survey period is 5 years. The deteriorated degree of building materials appearance on the buildings had been investigated once every year. The 15 years data of meteorology and air pollution of related different area of building materials survey were collected and analyzed. The deteriorated appearances of building materials on old and new buildings refer their durability to the environment factors are rendered. From the primary survey, it could be concluded that the most aggressive climatic factors are poor air quality, high relative humidity, strong wind, acid rain, obvious difference on daily temperature, large quantities and/or long

*港灣技術研究所研究員
Researcher, Institute of Harbor and Marine Technology Taichung.
**國立台灣工業技術學院營建工程系教授
Professor, Department of Construction Engineering, National Taiwan Institute of Technology, Taipei.
***國立交通大學土木工程研究所教授
Professor, Department of Civil Engineering, National Chiao-Tung University, Hsinchu.

duration of rainfall, and higher sunshine durations. As more factors combination, the faster degradation rate of building material will be manifested. Especially around the seashore and industry area, the deterioration on building materials is worse to cause the durability. The typical examples of buidings materials deterioration factors vs. environment factors in Japan are shown and it also gives some suggestions for establishing the standization of building materials durability in the futures.

Key Word: Building materials; deteriorated appearances; environmental factors; durability; climate; air pollution.

一、前 言

建材爲建築物構建之基本要素。而建築物爲人類主要生活空間，一般均以安全、舒適、經濟、美觀與耐久爲考量。建材種類很多，可概分爲結構材、生活材及美化材三大類。結構材爲建築物主體，如鋼筋混凝土結構體、鋼骨結構、鋼架結構或木造結構等。其使用壽命約爲 80~100 年，但可能受環境因素作用而影響其耐久性。生活材爲與生活相關性者，如衛浴、廚具、門窗、電器設備、冰箱...等，其耐久性與生活行爲、生活環境、使用場所與部位、及使用頻率等有關。而美化材，如瓷磚、石材、油漆、金飾物、天花板、地板...等，主要用於裝飾上。可再分爲內裝材或外裝材。其耐久性除與外界環境條件有關外，尚受安置場所與部位、施工方法與使用之性能環境條件等各種因素之影響。

建材按其材料性質可細分如圖 1 所示之網狀圖，基本上材質不同包括組成分子完全不同者。例如金屬與非金屬材料，或無機材料與高分子材料。另外像組成分子雖然相同，但其鍵結方式或微結構性質不同者。例如同屬高分子有機烯系的乙烯、丙烯及丁烯類之材質不同，或具有磁性的肥粒體系和不具磁性之奧斯田鐵系之不銹鋼之材質比較，其性能亦顯示差異性大。不同材質之建材，曝露在同一環境下，其耐久性能可能會有一些差異，因此必須認清環境因素之影響性。

一般金屬材料發生腐蝕之機理是產生電化學反應。先破壞其表層之鈍化皮膜，腐蝕因素包括酸性離子和氧化物等之侵蝕，而非金屬材料對溫度、日照、臭氧及紫外線等特別敏感，易造成其分子間之鍵結破壞，使其產生劣化現象。

國內建材規範大多引用美、日及歐洲現成規範，然而國外所製訂之規範均以適用於當地之環境因素而製訂的。國外之天候與污染條件與國內環境不盡相同，而且國內生產之建材已邁向國際化與標準化。產品之品質亦已達相當水準，因此必須建立一套特別適用於本地環境標準以利耐久

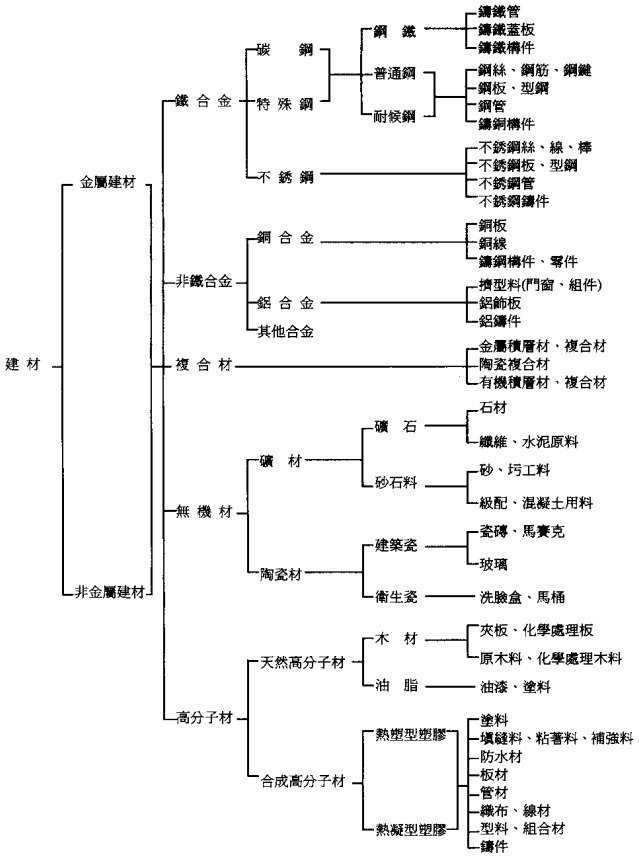


圖1 建材分類系統

Fig.1 Classification of Building Materials

性建材之製造。

建材之耐久性與其環境條件息息相關，設計前需先認清環境條件，選用可適用當地特殊環境需要之建材，再加上優良之施工品質保證及適時之正確維修，則可確保其耐久性。

台灣因屬於亞熱帶海島型氣候，大氣中飄浮著許多具腐蝕性的鹽質懸浮粒子，其濃度甚高，再加上海風之吹襲及工業污染，且其天候具氣溫高，日照時間及強度大，雨量充分及降雨頻率高，因此建材發生腐蝕或劣化之現象特別顯著。由於日照強度、溫度會影響大氣之相對濕度而增長建材表面的潤濕時間，而使其耐久性產生變化。風速與風向則會使大氣中微粒及污染物沈積在建材上面，及影響其擴散方向與距離或對金屬表面造成磨耗與腐蝕。而若相對濕度高，則在金屬材料表面上會形成一層電解質濕膜，使材料容易發生電化學反應，致使腐蝕速率劇增。而大氣污染物主要爲 SO_2、H_2S、NOx、氯化物等[1]，其中以氯化物及 SO_2 對金屬最具腐蝕性，可能造成局部腐蝕或孔蝕現象[2]。多種劣化因子之加乘作用將會加速腐蝕作用之進行[3]。由於地域性之天氣及大氣污染條件不同，可能會對建材造成不同程度的腐蝕特性。因此本研究曾就各種不同氣候條件下，建材之劣化現象作過調查，並對照中央氣象局天氣實測資料[4]及行政院環保署所曾調查的空氣污染資料[5]試圖找出天候及大氣污染等環境因素對建材耐久性的影響性。並提供一些應用上之建議，爲本文的主要目的。

二、建材劣化調查與環境因素資料分析

2.1　國內建材調查之規劃

建材劣化調查規劃是需先決定調查之建材類別，挑選調查地點及選擇調查之建築物。一般建材分類如圖 1 所示，而本研究調查建材選擇之類別包括鋁門窗、瓷磚、油漆、彩色鋼板、塑膠鋼門窗、不銹鋼門窗、混凝土、鐵件...等。其劣化現象、劣化程度、等級與現象，向風面或背風面，建材之背景資料及所安置之環境條件等資料都必須記錄於調查資料表中。在挑選調查地點方面、因考慮大氣及環境之影響性，故依濱海、都市、山區、工業區、離島及花東等類型加以劃分。進行建材耐久性調查工作方式以每半年至一年期間調查一次爲原則，同一棟建築物中的各種建材調查 4~8 處，每一地區選擇數棟建築物對各種建材做定點式的長期性調查。調查期限爲 5 年。

調查工作於 81 年元月就開始進行調查新建築物使用建材之劣化現象。調查地點包括基隆港務局西 32 號倉庫、第一貨櫃場候工室及機務大樓。國立台灣大學工學院綜合大樓及環境工程研究所大樓。梧棲的港灣技術研究所大樓、試驗大樓及第一試驗場棚。澎湖縣議會及澎湖縣立文化中心。花蓮港務局港務大樓和港警所大樓。高雄的中山大學和苗栗的徐梓榮民宅及溪頭的台大實驗林管理處辦公大樓及漢光樓等。而舊建築物使用建材方面曾調查過陽明山的中山樓，台北市的中山堂，舊的中華商場、台灣大學土木工程館，澎湖一些國民中、小學教室、廟宇及民宅等所使用之建材的劣化現象。

2.2　環境因素資料分析

天氣資料方面，曾蒐集中央氣象局天氣實測資料統計分析[4]。蒐集之資料包括風速、風向、日照時數、相對濕度、氣溫、降雨量、蒸氣壓、大氣壓等各項之平均值和極端值。並就國內曾調查過之酸雨調查資料[6]作整理分析。爲瞭解台灣地區之大氣污染之狀況，行政院環境保護署曾在國內監測站分別爲汐止、板橋、三重、七賢、復興、三民、鳳山、松山、永和、中壢、台中、台

南、基隆、新竹、頭份、彰化、嘉義、楠梓及花蓮等自民國 73 年開始就空氣品質加以監測與防制，然而由於測站附近環境諸多變遷大多已失其區域之代表性無法充分反映區域品質之變化趨勢遂於民國 82 年 9 月完成六十六個品質監測站包括下列五種類型測站[5]：

1.一般空氣品質測站共有 55 個測站分爲北基宜蘭、桃竹苗、中彰、南投、雲嘉、高屏及花東等八區，設置在人口密集及可能發生高污染之地區。
2.交通空氣品質監測站僅設大同一站提供車輛排放廢氣污染效果評估。
3.工業區空氣品質監測站設頭份、線西、前鎮及冬山四站提供工業區空氣污染資訊。
4.國家公園空氣品質監測站設陽明及恆春二站提供保護區內空氣品質現狀與變化特性。
5.背景空氣品質監測站設萬里、觀音、三義及橋頭四站設置在無人爲污染盛行風之上風處，以爲空氣污染評估之參考資訊。

本研究蒐集行政院環保署所曾調查的空氣污染資料整理分析，包括空氣污染指標(Pollutant Standard Index, PSI)及各測站之 PM_{10} ， SO_2 ， NOx ， CO 及 O_3 等測值之概況。

空氣污染指標(PSI)爲依據監測站當日空氣中 PM_{10} 粒徑小於 10mm 之懸浮微粒測值，二氧化硫(SO_2)濃度、二氧化氮(NO_2)濃度、一氧化碳(CO)濃度、及臭氣(O_3)濃度等數值換算出該污染物之空氣污染副指標值，再以當日各副指標值之最大值爲該測站當日之空氣污染指標值(PSI)。自民國 78 年元月起 PSI 計算方式改依新修訂公式重新計算編製，即懸浮微粒以 PM_{10} (Particulate Matter 10)直接計算[5]。

三、調查分析結果

3.1 建材劣化調查

在舊建築物調查方面發現由於陽明山地區附近有硫磺存在，因此許多金屬建材例如鋼材、銅材或鍍金材料等，都有很明顯的劣化現象。而在台北市中山堂或中華商場由於靠近擁擠之西門町鬧區，空氣污染造成建材相當地劣化。而台大的土木工程館的鋼筋混凝土發生鋼筋腐蝕及混凝土龜裂之現象相當嚴重。澎湖是一離島地區，教室到處可見到鋼材發生嚴重的腐蝕及混凝土剝落現象，其廟宇爲木造建築，雖經百年，但其材質仍保持相當地耐久[7]。

新建築物應用目測調查劣化現象其分類尺度範例如表 1 所示[8]，圖 2 示在港灣技術研究所調查五年所發現不銹鋼劣化現象統計圖。在所調查使用的建材劣化現象之調查結果，發現有如表 2 所示現象概述如下[7]：

1.在濱海地區，例如在基隆地區所使用之鍍鋁鋅鋼板使用五年並未發生腐蝕，然而有些銹斑出現是因爲鑽孔鐵屑或螺絲鬆動所引起的。而有些包塑膠皮膜者，因其中含水，故容易生銹及變退色。而基隆、梧棲及高雄等濱海地區之不

表 1 簡易調查時之劣化現象之分類尺度範例[8]
Table 1 Typical Clssification of deteriorated phenomena for Investigation[8]

(1) 劣化現象：生銹・腐蝕
對象之主要材料：彩色鍍鋅鋼板、塑膠板、鋼板、鋁合金

等級 D	程度	定義：點狀之腐蝕，全面腐蝕，產生貫通孔之孔蝕，或塗膜因膨脹剝落等之變形。
0	無	大約初期之狀態 (<0.02%)
1	極少	簡單的表面處理即可控制其進行之狀態 (0.02%～ 0.25%)
2	幾分、若干	部份浮出生銹之狀態 (0.25%～ 2.5%)
3	稍顯著	全面生銹，修復需要相當費用 (2.5%～ 25%)
4	顯著	出現孔蝕，或全面生銹之狀態 (25%以上)

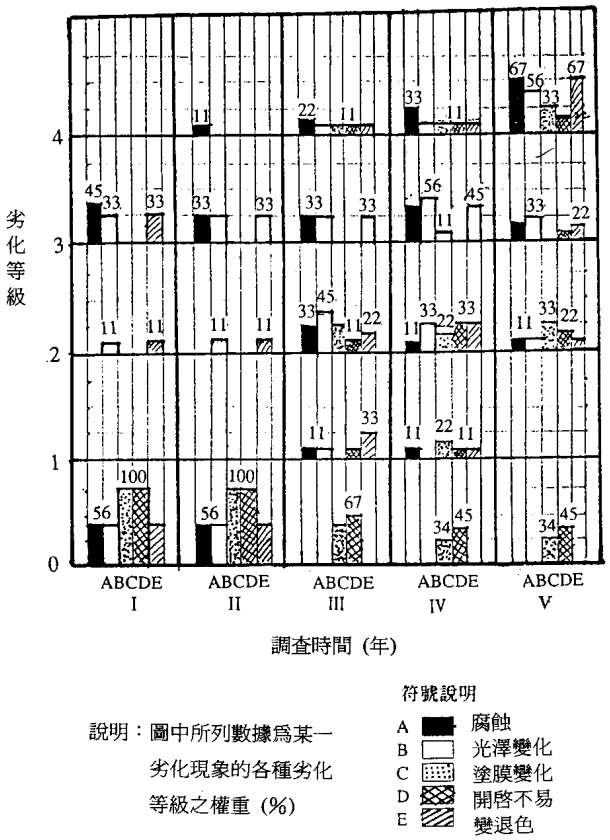


圖 2 港灣技術研究所不銹鋼近五年來劣化現象

Fig.2 Deteriorated Phenomena of Stainless Steel of Institute of Harbor and Marine Technology

銹鋼很容易生銹。鋁門窗也有污著穿孔現象。而塑鋼窗效果較佳，但迎風面者容易褪色。詳細觀察也會發現塑鋼材料上有嚴重的孔蝕現象。鐵件則發生嚴重腐蝕。混凝土則有白華、龜裂及剝落現象。空心磚及石棉板則耐久性佳。而木製建材則可維持其原來良好之狀況。

2.台北與高雄在都市地區之瓷磚耐久性良好，水泥漆亦完整。鋼材製之門窗及鐵欄杆有些銹蝕現象。不銹鋼亦有少許銹蝕。有些混凝土已發生白華、污染與龜裂現象。高雄調查地點選擇西子灣海水浴場附近的一棟三層樓 RC 建築物，調查結果發現油漆變褪色。混凝土龜裂、污著及剝落而鋁窗有小孔蝕。隔間的木板亦有輕微污著與褪色現象。鐵件及不銹鋼材發生嚴重腐蝕現象。因此可見這些建材終年受海風之侵襲，加上南部的日照量較大，而造成建材上

表 2 建材劣化調查結果概況

Table 2 Results of Building Material Deteriorated Investigation

調查時間：1991 年 3 月～1996 年 3 月

地區	地點	鍍鋁鋅鋼板	不銹鋼	鋁門窗	塑鋼窗	鐵件	混凝土	木製材	瓷磚	水泥漆	空心磚	油漆	鋁合金百葉窗
濱海	梧棲		◎	◎	○	◎	◎	—	—	◎	—	◎	
	基隆	—	◎	◎	○	◎	◎	—	—	◎	—	◎	
	高雄		◎	◎	◎	◎	◎	○	—	◎	—	◎	
都市	台北		○	○	—	○	○	—	—	—	—	○	
離島	澎湖		◎	◎	◎	◎	◎	—	—	◎	—	◎	
工業區	苗栗		◎	◎	◎	○	◎	—	○	◎	—	◎	
鄉村	花蓮		○	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—
山區	溪頭		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

符號說明：◎嚴重　○有點　—輕微或維持原狀　空白者：無調查

有嚴重銹蝕變褪色及污著現象。

3.在工業區方面，選在靠近台灣肥料公司苗栗廠之一棟兩層樓 RC 結構物，由於建材長久受環境污染物之作用，因此瓷磚有點變褪色，鐵件發生嚴重銹蝕，即使塑膠窗亦出現白色的穿孔現象。

4.山區之溪頭，由於位於溫帶山區，未受到污染。調查結果發現瓷磚、塑膠門窗及不銹鋼門把手、廁所沖洗器或及逃生梯的木質欄杆及各類木質建材都保持剛建造完成時的良好狀況。

5.離島之澎湖地區，由於缺水，日照量高加上大氣中含鹽量濃度高，所處之腐蝕環境惡劣。調查結果發現瓷磚有些變褪色、污著及釉裂等現象，鐵、鋁材發生嚴重的腐蝕。塑鋼窗有變褪色及白點之孔蝕。不銹鋼門及門把手銹壞，而木材使用情況良好。塑鋼窗現在改用南亞公司出產的白色塑鋼窗，顯示其效果還不錯。

6.花東地區之花蓮，由於污染情況較輕微。因此比起溪頭以外的其他地區之建材的耐久性要好很多。調查結果發現鋁門完整，鋁合金百葉窗（防颱窗）完全保持初始的良好狀況，而鋼材僅有些微之銹斑，瓷磚保持完整。

表 3 實測氣象資料統計[4]

Table 3 Statistics of Meteological Data

調查時間： 1991 年～ 1996 年 3 月

調查項目 / 測站	平均值							極端值						
	風速 (m/sec)	平日照時數 (小時)	相對濕度 (96)	氣溫 (℃)	年降雨量 (mm)	蒸氣壓力 (hpa)	大氣壓 (hpa)	風速 (m/sec)	日降雨量 (mm)	高(低)氣溫 (℃)	高(低)相對濕度 (%)	高(低)大氣壓力 (hpa)	日照時數 (小時)	高(低)蒸氣壓 (hpa)
基隆	3.04	3.33	79.6	22.3	3900	22.4	1011.3	41.8	131.0	38.0 (6.0)	97 (31)	1035 (952)	11.0	31.2 (9.2)
陽明山 (竹子湖)	2.20	3.19	86.8	18.3	4395	19.2	945.2	28.2	414.2	33.2 (2.1)	100 (27)	961 (892)	11.4	27.7 (7.3)
陽明山 (鞍部)	3.49	2.04	90.4	16.1	4745	18.0	921.1	41.8	—	30.3 (1.2)	100 (63)	935 (870)	—	—
台北	2.83	3.74	77.4	22.6	2303	22.2	1013	46.1	118.0	37.8 (6.1)	100 (24)	1035 (979)	11.7	31.9 (10.1)
新竹	2.42	4.85	78.3	22.1	1711	22.5	1006.3	38.0	190.3	36.7 (5.6)	106 (33)	1035 (953)	12.8	31.2 (9.9)
梧棲	5.46	5.48	77.6	22.7	1270	22.5	1008.4	33.0	113.4	34.6 (7.0)	97 (35)	1028 (962)	12.5	33.9 (8.6)
溪頭	1.08	5.88	89.7	16.8	2384	—	—	20.6	333.5	32.0 (-3.5)	98 (70)	—	—	—
高雄	2.56	3.95	76.5	25.0	1699	24.1	1012.1	22.8	361.0	34.3 (10.4)	95 (37)	1029 (969)	11.6	34.0 (12.5)
花蓮	2.03	—	77.5	23.2	2139	22.8	1011.8	42.1	173.5	34.6 (10.3)	98 (36)	1030 (965)	12.4	31.2 (11.2)
澎湖	5.04	5.61	82.0	23.4	8913	24.4	1009.9	31.9	212.7	34.9 (11.4)	97 (43)	1029 (950)	12.5	36.2 (12.9)

：無數據

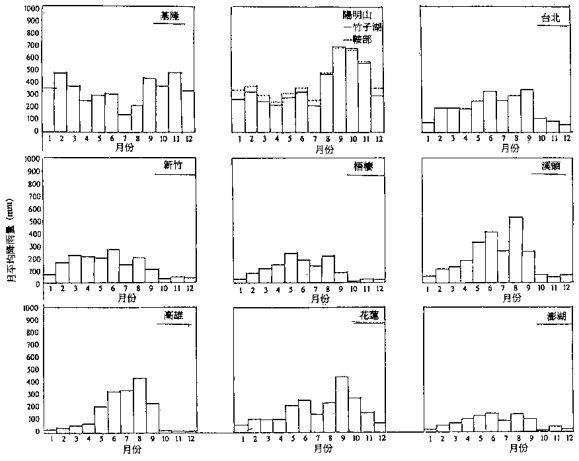


圖 3 十個測站之月平均降雨量(1980~1994)[1]

Fig.3 Monthly Mean Rainfall (1980~1994)[1]

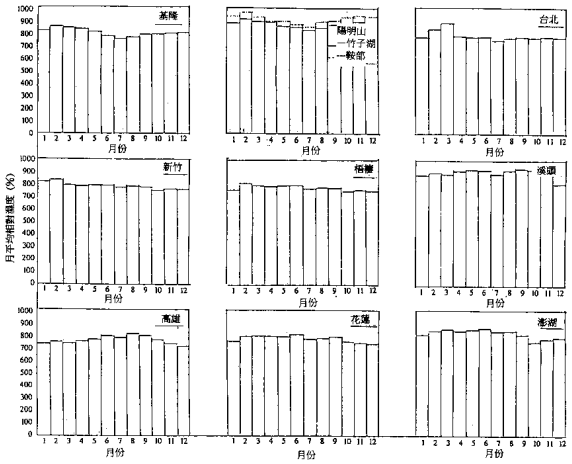


圖 4 十個測站之月平均相對濕度(1980~1994)[1]

Fig.4 Monthly Relative Humidity (1980~1994)[1]

3.2 環境因素

表 3 爲數個代表性測站之氣象統計資料[4]，並將 10 個測站之月平均降雨量，相對濕度氣溫及日照時數等統計資料繪製成圖 3 至圖 6 所示，由圖表中可以發現風速大的地區發生在離島、山區及濱海，而溪頭風速最緩和。南、北兩地氣溫相差較大，梧棲與高雄溫度最高，而山區之溫度最低。兩量方面以山區最爲豐盛，澎湖最乾旱。相對濕度在山區高達 90%，花蓮、梧棲與高雄則略低於 80%。在夏季時，南北兩地之日照時間的差距最大，而冬季則相差不大，可以看出台灣各地

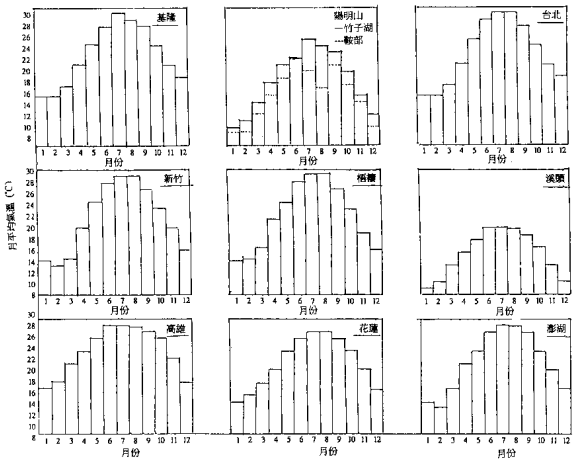


圖5 十個測站之月平均氣溫(1980~1994)[1]
Fig.5 Monthly Mean Air Temperature (1980~1994)[1]

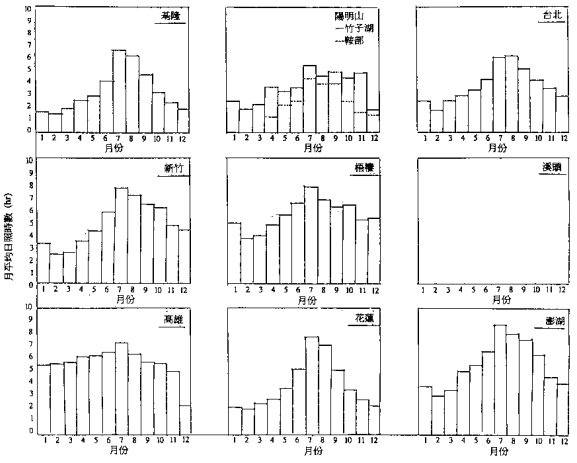


圖6 十個測站之月平均日照時數(1980~1994)[1]
Fig.6 Monthly Sunshine Time (1980~1994)[1]

之氣候差異性相當大。

在大氣污染資料方面，蒐集行政院環境保護署調查資料整理分析，概述如下：

表 4 爲環保署 81 年發布之我國空氣品質標準，而表 5 爲 1994 年各型測站大氣污染調查資料，由表中可發現空氣品質中， SO_2 則以工業區測站最高，公園測站最低。 PM_{10} 、 CO 及 NO_2 以交通測站最高，超過標準值，反觀臭氧則以公園測站最高。空氣污染指標(Pollutant Standard Index, PSI)測值對各種建材之敏感度未盡相同。

PSI>100 之日數頻率在民國 83 年約佔 7%，而民國 80 年以前佔 16%以上，可見空氣污染品質確實已有改善[5,7]。而若按主要污染物區分，懸浮微粒(PM_{10})定義粒徑小於 10mm 之懸浮微粒的量測值。表 6 中列出代表性之測站的 PM_{10}、二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳及臭氧等之數據。由表 6 可發現工業區如頭份及高雄之污染情況較爲嚴重，而花蓮則爲空氣污染相當輕微之地區。

而根據調查統計資料顯示整個台灣地區雨水之 pH 平均值約在 4.5~5.5 之間，偏酸性，屬於酸性，腐蝕性強[6]。工業材料研究所曾對台灣地區大氣腐蝕環境作過一系列調查。結果發現除屬於

表 4 台灣地區空氣品質標準[5]
Table 4 Air Pollution Standard of Taiwan Area[5]

項目		標準值		單位
懸浮微粒	總懸浮微粒(TSP)	日平均值	250	$\mu g/m^3$ (微克／立方公尺)
		年平均值	130	
	粒徑小於或等於 10 微米(μm)之懸浮微粒(PM_{10})	日平均值	125	
		年平均值	65	
二氧化硫 (SO_2)		一小時平均值	0.25	ppm (百萬分之一體積濃度)
		日平均值	0.1	
		年平均值	0.03	
二氧化氮 (NO_2)		一小時平均值	0.25	ppm (百萬分之一體積濃度)
		年平均值	0.05	
一氧化碳 (CO)		一小時平均值	35	ppm (百萬分之一體積濃度)
		八小時平均值	9	
臭氧 (O_3)		一小時平均值	0.12	ppm (百萬分之一體積濃度)
		八小時平均值	0.06	
鉛 (Pb)		月平均值	1.0	$\mu g/m^3$ (微克／立方公尺)

表 5　1994 年台灣地區各型測站大氣污染物測定值[5]
Table 5 Air Pollutant Data of Taiwan in 1994

測站形態	二氧化硫 SO_2(ppb)	二氧化氮 NO_2(ppb)	臭氧 O_3(ppb)	一氧化碳 CO(ppm)	懸浮微粒 $PM_{10}(\mu g/m^3)$
一般大氣	8.12	24.43	21.20	0.86	74.24
工業測站	19.56	25.05	—	—	69.19
公園測站	1.62	2.16	36.42	0.32	22.70
背景測站	5.77	14.36	28.44	0.49	63.06
交通測站	17.18	54.75	—	5.82	120.13

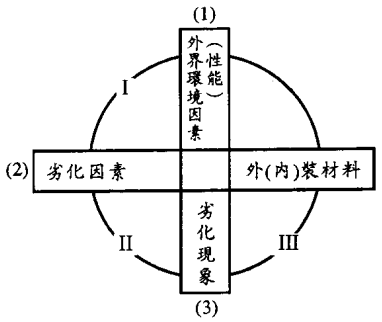
表 6 空氣污染資料統計[5]

Table 6 Statistics of Air Pollution Data

1994(1986)年平均值

測試項目	基隆	永和	中壢	頭份	台中	台南	高雄	花蓮
PSI>100 之日數頻率(%)	0.35 (20.83)	0.78 (4.67)	1.65 (5.23)	11.22 (32.26)	0.60 (13.26)	8.22 (6.21)	10.76 (59.02)	0.0 (0.0)
懸浮微粒 (PM_{10})(μ g/m^3)	46.98 (122.23)	50.43 (69.2)	48.48 (78.70)	60.28 (103.10)	89.39 (96.30)	125.12 (81.40)	128.91 (14.00)	51.34 (55.90)
二氧化硫含量 (ppb *)	5.00 (41.00)	7.00 (34.00)	9.00 (38.00)	19.00 (83.00)	6.00 (31.00)	10.00 (44.00)	14.00 (24.00)	1.00 (15.00)
二氧化氮含量 (ppb)	39.50 (44.00)	31.00 (21.00)	32.09 (22.00)	26.00 (23.00)	33.00 (19.00)	28.92 (20.00)	23.92 (22.00)	15.50 (11.00)
一氧化碳含量 (ppm)	0.93 (1.87)	0.84 (2. 12)	0.72 (1.69)	0.79 (0.50)	1.13 (1.72)	1.09 (1.46)	1.07 (0.70)	0.73 (0.65)
臭氧含量 (ppb)	35.00 (29.00)	32.00 (38.00)	34.00 (39.00)	45.00 (52.00)	72.00 (42.00)	85.00 (38.00)	90.76 (65.00)	33.00 (41.00)

* 1 ppb = 1 × 10^{-3}ppm ， 1 ppm = 1 × 10^{-6} g/L



(4) 說明：

I ：外界(性能)環境因素與劣化因素之相關性

II ：作用劣化因素與可預測之劣化現象之相關性

III ：有關外(內)裝材料耐久性試驗之主要要劣化現象

圖 7 建築物外(內)裝材之劣化現象與外界環境(性能)因素之相關性

Fig.7 Deteriorated phenomena of Exterior Interior Building Materials vs. Exterior (Functional) Environmental Factors

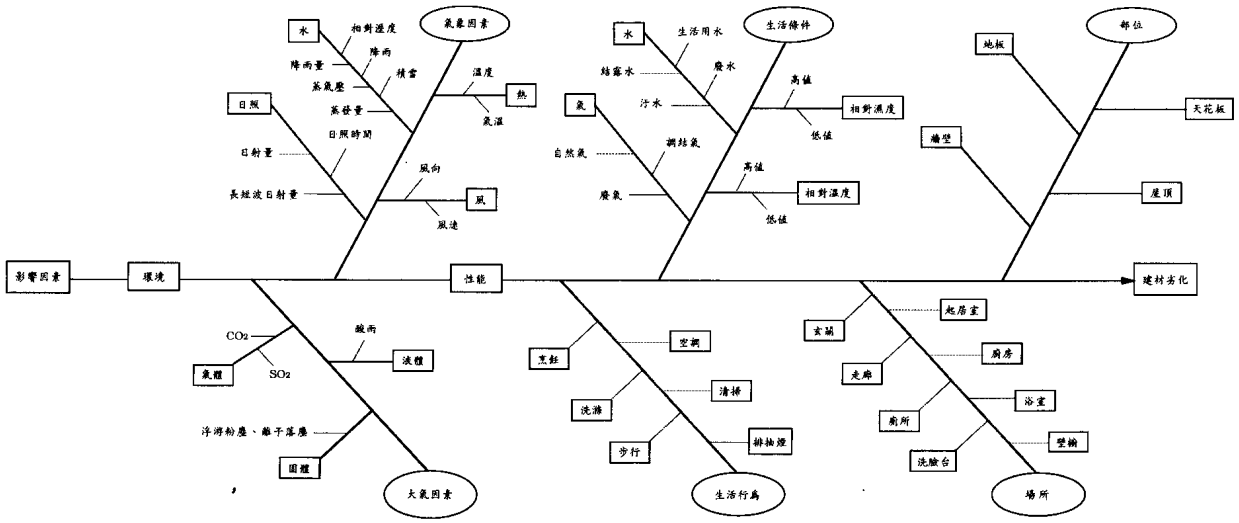


圖8 建材耐久性影響因素

Fig.8 Durability Influencing Factors of Building Materials.

鄉村環境之阿里山腐蝕程度較輕微外，其餘地區之腐蝕程度均大於規範值，表示台灣地區大氣腐蝕之嚴重性[9]。

四、討論

4.1 建材劣化現象與環境因素之相關性所含蓋之範圍

進行建材之耐久性相關之標準化調查研究，必須考慮建材是建築物之內裝材料或外裝材。因兩者所處之環境不同，所以環境因素有所差異。因此影響建材的劣化因素亦不盡相同。而劣化因素與劣化現象具有相關性。這些因素必須在進行研究時詳加考慮。圖 7 示建材耐久環境之組織架構，其中影響建材耐久性之主要因素包括環境及性能所包含之因素如圖 8 所示，而其劣化因素所包括之範圍如圖 9 所示。而一般建材包括底材和

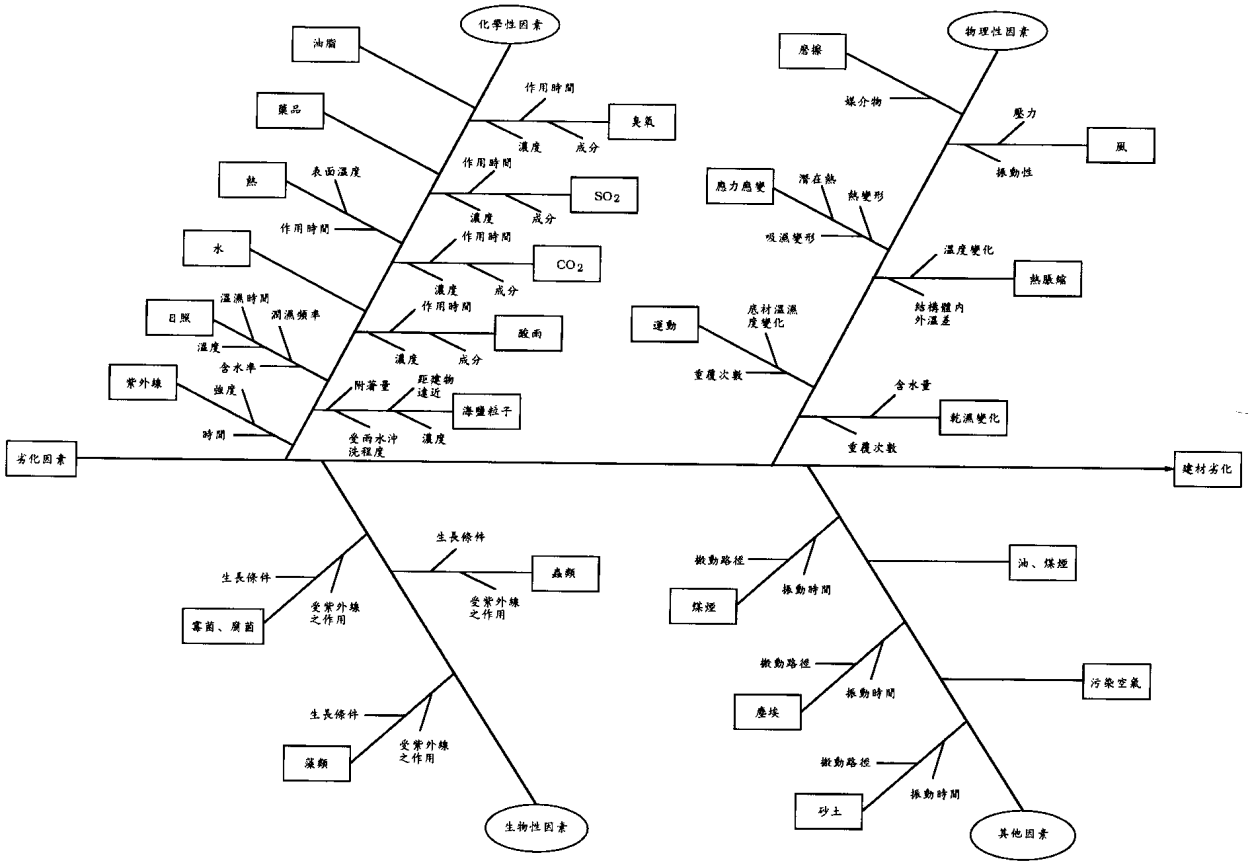


圖9 建材耐久性劣化因素包含範圍

Fig.9 Deteriorated Factors of Building Materials

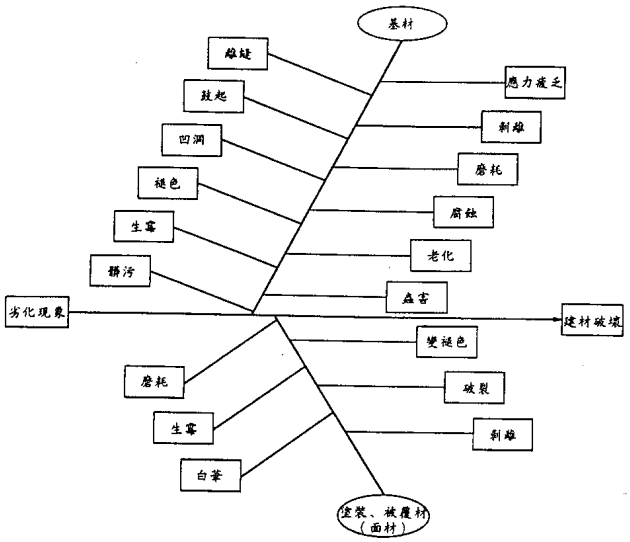


圖10 建材劣化現象

Fig.10 Deteriorated Phenomena of Building Materials

面材（塗膜及被覆材料），其劣化現象如圖 10 所示。

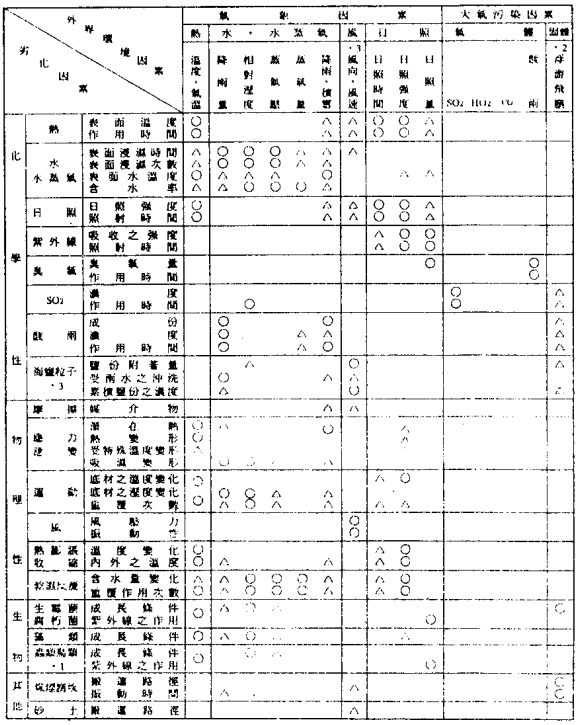
日本通商產業省工業技術院曾於昭和 59 年度(1984)委託財團法人建材試驗中心進行有關建材耐久性相關之標準化調查研究爲期六年(1984~1990)。其中耐久環境調查組係由日本大學建築系的笠井芳夫教授主持。另邀請日本各研究單位中傑出研究員九員共同組成研究群。爲建立相關性曾邀請建築物設計公司、建材試驗中心、各建材劣化現象與其環境因素劣化因素等之建材廠商、建材預鑄廠、建築師協會、社區住宅公司、縣市政府建築科等單位協助，採用問卷調查方式。環境因素與劣化因素及劣化現象之關聯性概分爲三個等級。即 100%者爲相當有關聯； 60%

建材試驗中心 14 家，預鑄廠 7 家共 21 家進行調查。有 11 個試驗中心及 43 個公司回答，如果有兩個公司以上均答覆相同者才採用。僅一單位回答者則刪除。若回答在程度上有差異者，採用理由較充分者。而在外裝材係找各部門建材專家進行判斷回答，採用平均權重方式 80%以上者爲相同有關聯； 40%以下者爲略爲關聯；而其他情形則爲有關聯。因此製成如表 7 至表 15 所列之表格。這些數據可提供本國內工程界在應用於使用在建築物上相關之建材發生劣化現象與其劣化因素相關性之參考依據。而各種建材在各特定環境下之耐久性能必須依當地之環境條件進行試驗，其試驗方法應符合相關規範之規定[10]。

4.2 建材劣化現象與環境因素相關性應用之檢討與建議

表 7 建築外裝材之外界環境因素與劣化因素之相關性

Table 7 Exterior Environmental Factors VS.Deteriorated Factors of Exterior Building Materials



註：○：有相關，△略有關連，無印：相關性很少

·1：影響與外部環境要素之關連很小

·2：含粒子徑10μm以下之浮游粒子狀物質

·3：受離海岸之距離和建築物之建地條件影響很大

表 8-1 外裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 8-1 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Exterior Building Materials[8]

硬質纖維板

劣化因素 \ 劣化現象	髒污	生霉	褪色	尺寸變化	翹起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	變色	白華	鼓起	破裂	剝離
化學性 熱、溫度				○	△							○			△		△	
化學性 水、水蒸氣				○	△		△					○			△		△	
化學性 日照（熱作用）				○			△					△			○		○	
化學性 紫外線							○					△			◎		○	
化學性 臭氣																		
化學性 SO_2																		
化學性 CO_2																		
化學性 酸雨																		
化學性 海鹽粒子							△											
物理性 磨擦							△								○			△
物理性 應力、變形																		
物理性 運動				△														
物理性 風																		
物理性 熱膨脹收縮															△			
物理性 乾燥、濕潤				○	△		△					○			○		○	
生物 生霉菌、腐污菌	△	△										○	△					
生物 藻類																		
生物 蟲類																		
生物 鳥類																		
其他 煤煙、塵埃	△																	
其他 砂、土									△									

註：◎相當有關聯 ○有關聯 △略有關聯

表 8-2 外裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 8-2 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Exterior Building Materials[8]

輕質骨材混凝土

劣化因素 \ 劣化現象	髒污	生霉	褪色	尺寸變化	翹起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	變色	白華	鼓起	破裂	剝離
化學性 熱、溫度																		
化學性 水、水蒸氣	△																	
化學性 日照(熱作用)																		
化學性 紫外線																		
化學性 臭氣																		
化學性 SO_2																		
化學性 CO_2																		
化學性 酸雨						△						△						
化學性 海鹽粒子						△						△						
物理性 磨擦																		
物理性 應力、變形																		
物理性 運動																		
物理性 風																		
物理性 熱膨脹收縮																		
物理性 乾燥、濕潤																		
生物 生霉菌、腐污菌																		
生物 藻類																		
生物 蟲類																		
生物 鳥類																		
其他 煤煙、塵埃	△																	
其他 砂、土																		

註：◎相當有關聯 ○有關聯 △略有關聯

表 8-3 外裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 8-3 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Exterior Building Materials[8]

木片水泥板

劣化因素 \ 劣化現象		材料(底材)														塗裝、被覆材料				
		髒污	生鏽	褪色	尺寸變化	翹起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	變退色	白華	鼓起	破裂	剝離
化學性	熱、溫度																		
	水、水蒸氣	○	△		○	○													
	日照(熱作用)					△										△			
	紫外線															○			
	臭氣															△			
	SO_2										△		△						
	CO_2																		
	酸雨										△								
	海鹽粒子																		
物理性	磨擦																		
	應力、變形				△														
	運動						△	△											
	風																		
	熱膨脹收縮																		
	乾燥、濕潤	△			○	○	△												
生物	生鏽菌、腐污菌		△																
	藻類		△																
	蟲類																		
	鳥類																		
其他	煤煙、塵埃	△		△															
	砂、土																		

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 8-4 外裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 8-4 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Exterior Building Materials[8]

木毛水泥板

劣化因素 \ 劣化現象		材料(底材)														塗裝、被覆材料				
		髒污	生鏽	褪色	尺寸變化	翹起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	變退色	白華	鼓起	破裂	剝離
化學性	熱、溫度												○						
	水、水蒸氣	○			○	○													
	日照(熱作用)																		
	紫外線																		
	臭氣																		
	SO_2																		
	CO_2																		
	酸雨																		
	海鹽粒子																		
物理性	磨擦																		
	應力、變形				○														
	運動				△	△													
	風																		
	熱膨脹收縮					△													
	乾燥、濕潤	○		○		△							○						
生物	生鏽菌、腐污菌																		
	藻類																		
	蟲類																		
	鳥類																		
其他	煤煙、塵埃																		
	砂、土																		

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 8-5 外裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 8-5 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Exterior Building Materials[8]

石棉瓦

劣化因素 \ 劣化現象		材料(底材)														塗裝、被覆材料				
		髒污	生鏽	褪色	尺寸變化	翹起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	變退色	白華	鼓起	破裂	剝離
化學性	熱、溫度	△																	
	水、水蒸氣	○				○					△		△						
	日照(熱作用)					○												△	
	紫外線															△			
	臭氣																		
	SO_2										◎		◎						
	CO_2										○								
	酸雨	△									◎		○						
	海鹽粒子																		
物理性	磨擦																		
	應力、變形					○													
	運動																		
	風																		
	熱膨脹收縮	△				△												△	△
	乾燥、濕潤					○													
生物	生鏽菌、腐污菌	○																	
	藻類																		
	蟲類																		
	鳥類																		
其他	煤煙、塵埃	◎																	
	砂、土																		

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 8-6 外裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 8-6 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Exterior Building Materials[8]

鍍鋅鋼板

劣化因素 \ 劣化現象		材料(底材)														塗裝、被覆材料				
		髒污	生鏽	褪色	尺寸變化	翹起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	變退色	白華	鼓起	破裂	剝離
化學性	熱、溫度													○	○	◎	△	◎	○
	水、水蒸氣													◎	○	○	○	△	◎
	日照(熱作用)													○	◎	◎	○	◎	○
	紫外線													△	◎	◎	○	◎	◎
	臭氣													○	◎	◎	○	◎	○
	SO_2													◎	◎	○	◎	○	○
	CO_2													○		△			
	酸雨													◎	○	◎	○		○
	海鹽粒子													◎	○	○	◎		○
物理性	磨擦									◎				○		○	△	○	○
	應力、變形													△		△		○	○
	運動																	△	△
	風									◎				○	○	△			
	熱膨脹收縮													○	○	○	○	○	○
	乾燥、濕潤													◎	○	○	○	○	◎
生物	生鏽菌、腐污菌	△	△											△	○	○			△
	藻類																		
	蟲類													△					
	鳥類													○	○	△			
其他	煤煙、塵埃	△												○	○	○			
	砂、土								◎						○	○		△	△

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 8-7 外裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 8-7 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Exterior Building Materials[8]

鋁合金塗裝板

劣化因素 \ 劣化現象		材料(底材)													塗裝、被覆材料				
		髒污	生鏽	褪色	尺寸變化	翹起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	變色	白華	鼓起	破裂	剝離
化學性	熱、溫度	○												○	○				
	水、水蒸氣	○												◎	○				
	日照(熱作用)	○												△	○				
	紫外線	○													○				
	臭氣	○												△	○				
	SO_2	○												○	○				
	CO_2	○												△	○				
	酸雨	○												◎	○				
	海鹽粒子	○												◎	○				
物理性	磨擦	○								◎				○	○				
	應力、變形	△												○	○			◎	
	運動													△					
	風	△								◎				△	○				
	熱膨脹收縮	○												○	○				
	乾燥、濕潤	○												◎	○				
生物	生鏽菌、腐污菌	○												○	○				
	藻類																		
	蟲類	○												△	○				
	鳥類	○												○	○				
其他	煤煙、塵埃	○								◎				◎	○				
	砂、土	○								◎				○	○				

註：◎相當有關聯 ○有關聯 △略有關聯

表 8-8 外裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 8-8 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Exterior Building Materials[8]

瓷磚

劣化因素 \ 劣化現象		材料(底材)													塗裝、被覆材料				
		髒污	生鏽	褪色	尺寸變化	翹起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	變色	白華	鼓起	破裂	剝離
化學性	熱、溫度	○																	
	水、水蒸氣	△																	
	日照(熱作用)																		
	紫外線																		
	臭氣																		
	SO_2																		
	CO_2																		
	酸雨																		
	海鹽粒子																		
物理性	磨擦																		
	應力、變形								○										
	運動						○	◎	○										
	風																		
	熱膨脹收縮								○										
	乾燥、濕潤	○																	
生物	生鏽菌、腐污菌	△																	
	藻類	△																	
	蟲類																		
	鳥類																		
其他	煤煙、塵埃	◎																	
	砂、土																		

註：◎相當有關聯 ○有關聯 △略有關聯

表 8-9 外裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 8-9 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Exterior Building Materials[8]

塑膠板

劣化因素 \ 劣化現象		材料(底材)													塗裝、被覆材料			
		髒污	生鏽	褪色	離縫	接縫剝離	凹陷	鼓起	破裂	剝離	磨耗	腐蝕	腐污	蟲害	變退色	破裂	剝離
化學性	熱、溫度	○	○	○	○		○	○		○							
	水、水蒸氣	○	○	○	○					○							
	紫外線			◎													
	藥品(沖洗劑)	△		△													
	油脂	○															
物理性	磨擦										◎						
	應力、變形							○									
	運動				○		○		○								
	熱膨脹收縮			○	○	○	○		○								
	乾燥、濕潤																
生物	生鏽菌、腐污菌		○														
	蟲類																
其他	塵埃	○															
	砂、土	○															
	煙草之煙	○															
	油煙、煤煙	○		○													

註：◎相當有關聯 ○有關聯 △略有關聯

表 8-10 外裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 8-10 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Exterior Building Materials[8]

合板

劣化因素 \ 劣化現象		材料(底材)													塗裝、被覆材料			
		髒污	生鏽	褪色	離縫	接縫剝離	凹陷	鼓起	破裂	剝離	磨耗	腐蝕	腐污	蟲害	變退色	破裂	剝離
化學性	熱、溫度			○	○	○	○	○	○								
	水、水蒸氣	○	○		○	○	○	○					○			○	◎
	紫外線			◎											◎		
	藥品(沖洗劑)	○															
	油脂	○		△													
物理性	磨擦										◎						
	應力、變形				○												
	運動						○										
	熱膨脹收縮							○									
	乾燥、濕潤				○		○		○	○							
生物	生鏽菌、腐污菌																
	蟲類																
其他	塵埃												◎				
	砂、土													◎			
	煙草之煙																
	油煙、煤煙																

註：◎相當有關聯 ○有關聯 △略有關聯

表 8-11 外裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 8-11 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Exterior Building Materials[8]

表 8-11
地板

劣化因素 \ 劣化現象		材料（底材）													塗裝、被覆材料		
		髒污	生霉	褪色	離縫	接縫剝離	凹陷	皺起	破裂	剝離	磨耗	腐蝕	腐污	蟲害	變退色	破裂	剝離
化學性	熱、溫度			○	○	○	○	○	○								
	水、水蒸氣					○	○	◎	○				○				
	紫外線			◎													
	藥品(沖洗劑)	○		○													
	油脂	○															
物理性	磨擦										◎						
	應力、變形				○												
	運動								○								
	熱膨脹收縮				○		○	○									
	乾燥、濕潤				○		○		○	○							
生物	生霉菌、腐污菌		○										◎				
	蟲類													◎			
其他	塵埃	○															
	砂、土	○									◎						
	煙草之煙	○															
	油煙、煤煙	○															

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 8-12 外裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 8-12 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Exterior Building Materials[8]

地毯

劣化因素 \ 劣化現象		材料（底材）													塗裝、被覆材料		
		髒污	生霉	褪色	離縫	接縫剝離	凹陷	皺起	破裂	剝離	磨耗	腐蝕	腐污	蟲害	變退色	破裂	剝離
化學性	熱、溫度	△															
	水、水蒸氣		△														
	紫外線			◎						○							
	藥品(沖洗劑)	○		○													
	油脂	○															
物理性	磨擦	△									◎						
	應力、變形																
	運動									○							
	熱膨脹收縮				○												
	乾燥、濕潤		△							◎							
生物	生霉菌、腐污菌	○	◎	○													
	蟲類																
其他	塵埃																
	砂、土	○															
	煙草之煙	○															
	油煙、煤煙																

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 8-13 外裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 8-13 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Exterior Building Materials[8]

表 8-13
填縫材

劣化因素 \ 劣化現象		材料（底材）														塗裝、被覆材料			
		髒污	生霉	褪色	尺寸變化	粗糙起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	變退色	白華	皺起	破裂	剝離
化學性	熱、溫度	△						◎				◎							
	水、水蒸氣	△										◎							
	日照(熱作用)																		
	紫外線	△						◎											
	臭氣																		
	SO_2																		
	CO_2																		
	酸雨																		
	海鹽粒子																		
物理性	磨擦																		
	應力、變形						◎	◎											
	運動						◎	◎											
	風																		
	熱膨脹收縮																		
	乾燥、濕潤																		
生物	生霉菌、腐污菌	△																	
	藻類																		
	蟲類																		
	鳥類																		
其他	煤煙、塵埃	◎																	
	砂、土																		

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 8-14 外裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 8-14 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Exterior Building Materials[8]

表 8-14
塑膠板

劣化因素 \ 劣化現象		材料（底材）														塗裝、被覆材料			
		髒污	生霉	褪色	尺寸變化	粗糙起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	變退色	白華	皺起	破裂	剝離
化學性	熱、溫度			○				△				○							
	水、水蒸氣																		
	日照(熱作用)			○	△							○							
	紫外線			△															
	臭氣																		
	SO_2	△																	
	CO_2																		
	酸雨																		
	海鹽粒子																		
物理性	磨擦									△		○							
	應力、變形						○												
	運動																		
	風																		
	熱膨脹收縮																		
	乾燥、濕潤																		
生物	生霉菌、腐污菌																		
	藻類																		
	蟲類																		
	鳥類																		
其他	煤煙、塵埃																		
	砂、土																		

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 8-15 外裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 8-15 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Exterior Building Materials[8]

表 8-15　硬質強化樹脂浪板

劣化因素 \ 劣化現象		材料(底材) 髒污	生霉	褪色	尺寸變化	粗起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	塗裝、被覆材料 變退色	白華	鼓起	破裂	剝離
化學性	熱、溫度																		
	水、水蒸氣					△													
	日照(熱作用)																		
	紫外線																		
	臭氣			△			△						△						
	SO_2																		
	CO_2																		
	酸雨																		
	海鹽粒子																		
物理性	磨擦																		
	應力、變形						△												
	運動																		
	風																		
	熱膨脹收縮																		
	乾燥、濕潤																		
生物	生霉菌、腐污菌																		
	藻類																		
	蟲類																		
	鳥類																		
其他	煤煙、塵埃																		
	砂、土								△										

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 9 外裝材料相關的耐久性試驗和主要之劣化現象之相關性[8]

Table 9 Related Durability Tests of Exterior Building Materials Materials VS.Priminary Deteriorated Phenomena

劣化現象 \ 外裝材料		材料(底材) 髒污	生霉	變褪色	尺寸變化	粗起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	塗膜、被覆材料 變褪色	白華	鼓起	破裂	剝離
硬質纖維板	b				○			○					○			○		○	
輕質骨材混凝土	b	○					○						○						
木片水泥板	b	○			○	○							○			○			
木毛水泥板・1	a	○			○	○							○		—	—	—	—	—
石棉板	a	○					○						○		—	—	—	—	—
	b	○					○									○	○	○	○
鍍鋅鋼板 ＊2	b	○	○							○				○	○	○	○	○	○
鋁質合金(陽極耐酸皮膜)	b	○								・3 ○				○	○			○	
陶瓷磚	a	○					○	○	○						—	—	—	—	—
柏油毯	a						○	○					○		—	—	—	—	—
加硫橡膠系油毛毯	a			・4 ○			○	○					○		—	—	—	—	—
非硫化橡膠系油毛毯	a						○	○		○					—	—	—	—	—
乙烯基樹脂油毛毯	a			○				○					○	○	—	—	—	—	—
填縫材	a	○	○	○			○	○	○				○	○	—	—	—	—	—
型膠板	a	○		○		○	○	○		○			○	○	—	—	—	—	—

註：1.此表各外裝材料綜合表示並非將外裝材料互相比較，主要是對於外裝材料表示關耐久性劣化現象。

2.外裝材料名，所使用如下列記號分別 a.只使用材料(底材)時，b.製品階段(塗抹)使用表面保護材。

3.・1：使用在屋簷下，雨水淋不到之處・・2：塗抹在陽極腐蝕以外之處・・3：發生陽極腐蝕皮膜現象・・4：彩色被。

表 10 外裝材料之耐久性試驗有關的主要的劣化現象和現行 JIS 之關係[8]

Table 10 Durability Tests of Related Priminary Deteriorated Phinomena of Exterior Building Materials Vs.Existing JIS Standard

外裝材料 \ 劣化現象	材料(底材) 髒污	生霉	變褪色	尺寸變化	粗起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	塗膜、被覆材料 變褪色	白華	鼓起	破裂	剝離
硬質纖維板	△			◎			◎		△			◎			○		◎	△
輕質骨材混凝土	○			△		○						○ 1 △						
木片水泥板、水泥板	○			○	○							○			○			
木毛水泥板	○			○	○							○						
石棉板	2 ◎					○					○	○						
石綿板	2 ◎			△	△	◎			3 △			4 △		△	○	◎	◎	◎
耐酸乙烯基樹脂金屬板	○	○							○				◎	◎	◎	◎	◎	◎
鋁質合金塗裝板	○								○				◎	◎	△	△	◎	△
磁磚	◎					◎	○	◎										
柏油毯				△	△	◎	○	5 △			○	6 △						
加硫化橡膠油毛毯			○	7 △		◎	○	3 △			○							
未加硫化橡膠系油毛毯				7 △		○	○	3 △										
耐酸乙烯基樹脂油毛毯			○	7 △		△	○	3 △	○		○	○						
建築用填縫材料	○	◎		◎		◎					◎	△				9 △		
建築用填縫材	◎	○	○	△	10 △	◎	○	◎			○	○						
硬質板	○		○		○	○	○		○		○	○						

範例：◎依現行規定，而相當委員會表示劣化現象。
○現行沒有規定但相當委員會表示劣化現象。
△現行沒有規定但相當委員會未表示劣化現象。

符號說明：1.鋼筋腐蝕　2.因透水內部濕潤
3.洗淨基板露出　4.凍結後抗彎強度
5.尺寸安全性　6.加熱處理後之彎曲強度
7.加熱伸縮　8.接合性能試驗
9.塑膠耐候性試驗　10.溶解

表 11 建築內裝材之性能環境因素與劣化因素之關係[8]

Table 11 Functional Environmental Factors of Interior Building Materials VS.Deteriorated Factors

劣化因素 \ 性能環境因素		生活環境 溫度 高溫	低溫	濕度 高濕	低濕	水 生活用水	結露水	空氣污染	人之行爲 步行	清除	洗濯	外界環境相關因素 日照	風	雨
化學性	熱、溫度	○	○											
	水、水蒸氣			○		○	○							
	紫外線											○		
	藥品									○	○			
	油脂									△	△			
物理性	磨擦								○					
	應力應變	○		○										
	運動	○	○											
	熱膨脹收縮	○	○											
	乾濕反覆	△		○	○		○							
生物	生霉菌、腐朽菌	○		○		○	○							
	蟲類	△		△		△	△							
其他	塵埃							○						
	砂、土							○					○	
	煙草之煙							○						
	油煙、煤煙							○						

註：○有關聯　△稍有關聯　空白：相關性很小

表 12　建築內裝材之性能環境因素與生活行爲，部位及場所等劣化因素之相關性[8]

Table 12　Functional Environmental Factors of Interior Building Materials VS.Behavior, Place and Section Factors of Living

使用場所因素 vs 性能環境因素		生活環境										外界環境		
		溫度		濕度		水		空氣污染	人之行爲			相關因素		
		高溫	低溫	高濕	低濕	生活用水	結露水		步行	清除	洗濯	日照	風	雨
生活行爲	烹飪	*		*		*		*	—	—	—	—	—	—
	洗浴	*		*		*			—	—	—	—	—	—
	冷房、暖房	*		*		*		*	—	—	—	—	—	—
	空調			*		*			—	—	—	—	—	—
	清除					*			—	—	—	—	—	—
	清洗					*			—	—	—	—	—	—
	抽煙							*	—	—	—	—	—	—
場所	起居室	*						*	*	*		*		
	廚房	*		*		*		*	*	*				
	浴室	*		*		*			*	*				
	洗臉台	*				*			*	*				
	廁所	*				*			*	*				
	走廊			*		*			*	*		*	*	*
	玄關	*				*			*	*		*	*	*
	壁櫥			*										
部位	天花板	*		*		*		*						
	牆壁	*		*		*		*		*	*	*		
	地板	*		*		*			*	*	*	*	*	*

說明：＊表示各環境因素與生活行爲、場所、部位之相關性大者

表 13-1 內裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 13-1 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Interior Building Materials

隔音板

劣化因素 vs 劣化現象		材料（底材）													塗裝、被覆材料		
		髒污	生霉	褪色	龜裂	接縫剝離	凹陷	鼓起	破裂	剝離	磨耗	腐蝕	腐污	蟲害	變退色	破裂	剝離
化學性	熱、溫度	○	△	○	○		○								○		○
	水、水蒸氣		◎	○	○	△	○	○		△					○		○
	紫外線			○											○		
	藥品(沖洗劑)																
	油脂																
物理性	磨擦																
	應力、變形																
	運動																
	熱膨脹收縮				○		○										
	乾燥、濕潤	△			○	○	○			○							
生物	生霉菌、腐污菌	○	○	○											○		
	蟲類																
其他	塵埃	○													○		
	砂、土																
	煙草之煙	◎		○											○		
	油煙、煤煙	◎		○											○		

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 13-2

表 13-2 內裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 13-2 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Interior Building Materials

木質纖維板

劣化因素 vs 劣化現象		材料（底材）													塗裝、被覆材料		
		髒污	生霉	褪色	龜裂	接縫剝離	凹陷	鼓起	破裂	剝離	磨耗	腐蝕	腐污	蟲害	變退色	破裂	剝離
化學性	熱、溫度	○	○	○	○		○								○		○
	水、水蒸氣	○	○	○	○	△	○	○					○		○		○
	紫外線			○											○		
	藥品(沖洗劑)																
	油脂																
物理性	磨擦																
	應力、變形						△										
	運動																
	熱膨脹收縮					○	△	○									
	乾燥、濕潤	△			○	○	○	△					○				
生物	生霉菌、腐污菌	○	○	○													
	蟲類																
其他	塵埃	○															
	砂、土																
	煙草之煙	◎		○											○		
	油煙、煤煙	◎		○											○		

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 13-3 內裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 13-3 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Interior Building Materials

表 13-3

硬質木片(毛)水泥板

劣化因素 vs 劣化現象		材料（底材）													塗裝、被覆材料		
		髒污	生霉	褪色	龜裂	接縫剝離	凹陷	鼓起	破裂	剝離	磨耗	腐蝕	腐污	蟲害	變退色	破裂	剝離
化學性	熱、溫度	○	○	○	○	○	○		○	○					○		○
	水、水蒸氣	○	○	○	○	○	○	○	○	○					○		○
	紫外線			○											○		
	藥品(沖洗劑)																
	油脂																
物理性	磨擦																
	應力、變形					△		○									
	運動																
	熱膨脹收縮					○											
	乾燥、濕潤	△			○	○											
生物	生霉菌、腐污菌	○	◎												○		
	蟲類																
其他	塵埃	○	△														
	砂、土																
	煙草之煙	○															
	油煙、煤煙	◎															

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 13-4 內裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 13-4 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Interior Building Materials

石棉板

劣化因素 \ 劣化現象		材料（底材）髒污	生霉	褪色	接縫離縫	接縫剝離	凹陷	鼓起	破裂	剝離	磨耗	腐蝕	腐污	蟲害	塗裝、被覆材料 變退色	破裂	剝離
化學性	熱、溫度	○	○	○	○	○	○		○	○					○		○
	水、水蒸氣	○	○	○	○	○	○	○	○	○					○		○
	紫外線			○											○		
	藥品(沖洗劑)																
	油脂																
物理性	磨擦																
	應力、變形						△		○								
	運動																
	熱膨脹收縮				○		○										
	乾燥、濕潤	△			○		○										
生物	生霉菌、腐污菌	○	○												○		
	蟲類																
其他	塵埃	○															
	砂、土																
	煙草之煙	○															
	油煙、煤煙	◎															

註：◎相當有關聯 ○有關聯 △略有關聯

表 13-5 內裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 13-5 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Interior Building Materials

耐鹼鋼板

劣化因素 \ 劣化現象		材料（底材）髒污	生霉	褪色	接縫離縫	接縫剝離	凹陷	鼓起	破裂	剝離	磨耗	腐蝕	腐污	蟲害	塗裝、被覆材料 變退色	破裂	剝離
化學性	熱、溫度	○	○	○					○	○							
	水、水蒸氣	○	○	○				○		◎		◎					
	紫外線			◎													
	藥品(沖洗劑)			○						○		◎					
	油脂	○								○							
物理性	磨擦										○						
	應力、變形																
	運動																
	熱膨脹收縮																
	乾燥、濕潤		○						○			◎					
生物	生霉菌、腐污菌	○	◎														
	蟲類																
其他	塵埃	○															
	砂、土	○															
	煙草之煙	○															
	油煙、煤煙	○															

註：◎相當有關聯 ○有關聯 △略有關聯

表 13-6 內裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 13-6 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Interior Building Materials

磁磚

劣化因素 \ 劣化現象		材料（底材）髒污	生霉	褪色	接縫離縫	接縫剝離	凹陷	鼓起	破裂	剝離	磨耗	腐蝕	腐污	蟲害	塗裝、被覆材料 變退色	破裂	剝離
化學性	熱、溫度				○				○								
	水、水蒸氣				○				○								
	紫外線																
	藥品(沖洗劑)																
	油脂																
物理性	磨擦																
	應力、變形								○	○							
	運動				○				○	○							
	熱膨脹收縮								○	○							
	乾燥、濕潤								◎	○							
生物	生霉菌、腐污菌	○	○														
	蟲類																
其他	塵埃	○									△						
	砂、土										△						
	煙草之煙	○															
	油煙、煤煙	○															

註：◎相當有關聯 ○有關聯 △略有關聯

表 13-7 內裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 13-7 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Interior Building Materials

乙烯基薄板

劣化因素 \ 劣化現象		材料（底材）髒污	生霉	褪色	接縫離縫	接縫剝離	凹陷	鼓起	破裂	剝離	磨耗	腐蝕	腐污	蟲害	塗裝、被覆材料 變退色	破裂	剝離
化學性	熱、溫度	○	○	○	○		○	○		○							
	水、水蒸氣	○	○	○	○		○	○		○							
	紫外線			◎													
	藥品(沖洗劑)	△		△													
	油脂	○															
物理性	磨擦										◎						
	應力、變形								○								
	運動							○		○							
	熱膨脹收縮				○			○		○							
生物	乾燥、濕潤																
	生霉菌、腐污菌		◎	○													
	蟲類																
其他	塵埃	○															
	砂、土	○															
	煙草之煙	○															
	油煙、煤煙	○		○													

註：◎相當有關聯 ○有關聯 △略有關聯

表 13-8 內裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 13-81 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Interior Building Materials

乙烯磁磚

劣化因素	劣化現象	材料（底材） 髒污	生霉	褪色	龜縫	接縫剝離	凹陷	鼓起	破裂	剝離	磨耗	腐蝕	腐污	蟲害	塗裝、被覆材料 變退色	破裂	剝離
化學性	熱、溫度	○	○	○	○		○	○		○							
	水、水蒸氣	○	○	○	○	○	○			○							
	紫外線			◎													
	藥品(沖洗劑)	○		○													
物理性	油脂	○															
	磨擦										◎						
	應力、變形						○										
	運動							○	○	○							
	熱膨脹收縮				○	○		○		○							
	乾燥、濕潤																
生物	生霉菌、腐污菌	○	○	○													
	蟲類																
其他	塵埃	○															
	砂、土	○															
	煙草之煙	○															
	油煙、煤煙	○		○													

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 13-9 內裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 13-9 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Interior Building Materials

柏油塗裝材

劣化因素	劣化現象	材料（底材） 髒污	生霉	褪色	尺寸變化	翹起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	塗裝、被覆材料 變退色	白華	鼓起	破裂	剝離
化學性	熱、溫度											○							
	水、水蒸氣											○							
	日照(熱作用)											○							
	紫外線											○							
	臭氣																		
	SO_2																		
	CO_2																		
	酸雨																		
	海鹽粒子																		
物理性	磨擦																		
	應力、變形							○											
	運動							◎											
	風																		
	熱膨脹收縮						○	△											
	乾燥、濕潤						○	△											
生物	生霉菌、腐污菌										○								
	藻類																		
	蟲類																		
	鳥類																		
其他	煤煙、塵埃																		
	砂、土																		

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 13-10 內裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 13-10 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Interior Building Materials

加硫化橡膠油毛毯

劣化因素	劣化現象	材料（底材） 髒污	生霉	褪色	尺寸變化	翹起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	塗裝、被覆材料 變退色	白華	鼓起	破裂	剝離
化學性	熱、溫度			○			○					○							
	水、水蒸氣											○							
	日照(熱作用)			○								○							
	紫外線			○								○							
	臭氣						◎	◎											
	SO_2																		
	CO_2																		
	酸雨			○															
	海鹽粒子																		
物理性	磨擦																		
	應力、變形																		
	運動						◎	◎											
	風																		
	熱膨脹收縮																		
	乾燥、濕潤																		
生物	生霉菌、腐污菌																		
	藻類																		
	蟲類																		
	鳥類																		
其他	煤煙、塵埃																		
	砂、土																		

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 13-11 內裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 13-11 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Interior Building Materials

未加硫橡膠系油毛毯

劣化因素	劣化現象	材料（底材） 髒污	生霉	褪色	尺寸變化	翹起	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	塗裝、被覆材料 變退色	白華	鼓起	破裂	剝離
化學性	熱、溫度				△		○	○		○									
	水、水蒸氣									△									
	日照(熱作用)						○	○		△									
	紫外線						◎	◎		○									
	臭氣						◎	◎		○									
	SO_2						△	△		○									
	CO_2																		
	酸雨																		
	海鹽粒子																		
物理性	磨擦						○	○											
	應力、變形						○	○											
	運動						○	○											
	風																		
	熱膨脹收縮																		
	乾燥、濕潤								○										
生物	生霉菌、腐污菌																		
	藻類																		
	蟲類																		
	鳥類						○												
其他	煤煙、塵埃																		
	砂、土																		

註：◎相當有關聯　○有關聯　△略有關聯

表 13-12 內裝材料之劣化因素與劣化現象之相關性[8]

Table 13-12 Deteriorated Factors VS.Deteriorated Phenomena of Interior Building Materials

乙烯基樹脂油毛毯

劣化因素 \ 劣化現象		材料(底材) 膨污	生霉	褪色	尺寸變化	龜裂	破裂	剝離	磨耗	風化	硬化	強度降低	腐蝕	塗裝、被覆材料 變退色	白華	鼓起	破裂	剝離
化學性	熱、溫度			○			△				○							
	水、水蒸氣																	
	日照(熱作用)			○	△						○							
	紫外線			△														
	臭氣																	
	SO_2	△																
	CO_2																	
	酸雨																	
	海鹽粒子																	
物理性	摩擦								△			○						
	應力、變形						○											
	運動																	
	風																	
	熱膨脹收縮																	
	乾燥、濕潤																	
生物	生霉菌、腐污菌																	
	藻類																	
	蟲類																	
	鳥類																	
其他	煤煙、塵埃	△																
	砂、土																	

註：◎相當有關聯 ○有關聯 △略有關聯

表 14 內裝材料耐久性試驗與主要劣化現象之相關性[8]

Table 14 Related Durability Tests of Interior Building Materials VS.Priminary Deteriorated Phenomena

內裝材料 材料的種類	主要使用地方	面層底層綜合的區分	劣化現象 材料(底材) 膨污	生霉	變褪色	裂縫	接縫剝離	凹陷	鼓起	破裂	剝離	磨耗	腐蝕	腐朽	蟲害	塗裝、被覆材料 變褪色	破裂	剝離
隔音板	天花板	綜合	○	○	○	○	○	○			○					○		○
隔熱材	天花板、牆壁	底層	○	○	○	○	○	○								○		○
硬板	天花板、牆壁	底層	○	○	○	○		○	○							○	○	○
木片水泥板	天花板、牆壁	底層	○	○	○	○		○		○	○					○	○	○
木毛水泥板	天花板、牆壁	底層	○	○	○	○	○	○	○	○	○					○	○	○
石棉水泥板	天花板、牆壁、廚房、濕水處	底層	○	○	○			○	○	○							○	○
石棉板	天花板、牆壁	底層	○	○	○	○	○	○	○	○	○					○		
石膏板	天花板、牆壁	綜合	○	○	○		○	○	○	○	○					○		
耐候鋼板	天花板、牆壁、廚房、濕水處	綜合	○	○	○				○		○		○			○		
磁磚*	地板、廚房、濕水處	表層	○	○		○				○	○	○						
乙烯基薄板*	地板	表層	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						
乙烯毯*	地板	表層	○	○	○	○	○		○		○	○						
乙烯磁磚*	地板	表層	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						
塑膠板*	濕水處	表層	○	○	○			○		○	○							
大理石*	濕水處	表層	○		○													
合板*	牆壁	綜合	○	○	○	○	○		○	○	○	○		○	○	○		○
地板*	地板、廚房	綜合	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○		○
地毯*	地板	表層	○	○	○	○					○	○						

說明：1.○有關連

2.此表爲各種內裝材料綜合表示，並不是各種內裝材料之比較，而是內裝材料耐久性試驗有關的劣化現象。

3.*接著劑包含在內。

4.面層及底層爲使用在最表層材料組合一起使用之材料。

5.綜合爲最表面層及底層用一體不可分之材料。

備註：在於耐候鋼板保護膜劣化，也有表示磁磚接縫包含在內。

表 15 內裝材料之耐久性試驗有關的主要的劣化現象和現行 JIS 之關係[8]

Table 15 Durability Tests of Related Priminary Deteriorated Phenomena of Interior Building Materials VS.Existing JIS Standard

劣化因素 \ 劣化現象	材料(底材) 膨污	生霉	變褪色	裂縫	接縫剝離	凹陷	鼓起	破裂	剝離	磨耗	腐蝕	腐朽	蟲害	塗裝、被覆材料 變褪色	破裂	剝離
吸音板	○	○	○	○	○	○			○					○		○
軟質纖維板	○	○	○	1 ○	○	○	○							○		○
硬質纖維板	○	○	○	○	○	○	○							○		○
石棉板	○	○	○	1 △		○	○	○							○	
彩色板	◎	○	◎		○	○	○	○	◎					○		
壁紙	◎	○	◎	○		○	○	○	○	○		4 △				
乙烯床毯	2 ○	○	◎	○	5 ◎		3 ◎		○	◎						
乙烯床磁磚	○	6 ○	◎	7 ◎	5 ◎	◎	3 ◎		○	◎						
內裝用彩色塑膠板類	○	3 ○	◎			8 ◎		8 ◎	8 ◎							

○現行 JIS 沒有規定，但相當委員會表示劣化現象。

△現行 JIS 沒有規定相當委員會未表示劣化現象。

說明：1.因吸水長度變化　2.堅硬質染色

3.耐藥性試驗　4.濕潤強度試驗

5.變凹形　6.耐光性、耐藥性品試驗

7.加熱及吸水引起長度變化　8.乾濕反覆引起變形

1.建築物上之外裝材，由於其材質不同，因此可能會受到外界的氣象或大氣污染的某些因素作用（表 7 ，圖 8 ），而使其發生化學性侵蝕、物理性變化，生物侵害或其他劣化因素（表 7 ，圖 9 ），致使其底材或塗裝、被覆材產生不同程度的各種劣化現象（圖 10 ，表 8-1 至表 8-15 ）。

2.通常環境因素對建材之影響性可分爲四大類

(1)物理因子：相對濕度、溫度、風、日照、結霜、蒸氣壓及蒸氣量等。

(2)化學因子：大氣污染物、降雨（包括酸雨）及積雪等。

(3)生物因子：細菌、植物、微生物、黴菌、藻類、昆蟲、鳥類及螞蟻等。

(4)其他因子：煤煙、塵埃及砂土等。

3.各主要天候與氣象因素對建材劣化之影響性概述如下：

(1)日照：建材對日照輻射吸收能力依其表面之顏色及材質而定。例如黑色非金屬類的日照吸收能力強。然而有些有機材如油漆、矽膠、膠帶、止水帶、膠布和柏油等可能會受太陽光之紫外線作用而發生劣化現象。日照及紫外線之影響參數包括建材受日照或紫外線吸收強度及其照射之時間。

(2)氣溫：建材表面受高溫作用會加速劣化，也會引起材質中所含液／氣相產生蒸發和揮發現象，例如柏油、塑膠、樹脂、矽膠等外裝材易引起乾縮、脆化、軟化或熔化，混凝土發生乾縮龜裂、降低強度，建材在日液溫差變化可視爲其應力應變產生劣化之指標，例如屋頂柏油材料最爲顯著、日光照射在建材上之露水會使其表面溫度急速上昇，降雨落在受到太陽光加熱之建材表面亦會產生很大的溫度差而使脆性塗料及異質材料接觸面損壞，若黑色材之表面的背後使用絕緣材，則溫差無法傳遞，致使其溫度變異性大。溫度之作用時間亦爲劣化一大重要因素。

(3)風：風速強則會挾帶大氣中所含 SO_2 、 NOx 及 Cl^- 等污染物著落在建材上而加速腐蝕速率，風挾帶砂土、塵埃會使建材外觀污著及磨耗；強勁風亦會使建材表面變乾。建材正對風向，則其劣化程度將較嚴重。

(4)相對濕度：相對濕度太低之情況，則建材易失水而引起變形、龜裂或破裂現象，而若太高，則會助長黴菌之生長，有機物、污著、髒污、生霉、變退色或建材腐爛等劣化現象，在金屬表面上濕氣膜停留寺間稱爲潤濕時間，濕氣膜爲腐蝕電化學反應之通路，潤濕時間之長短將依相對濕度和腐蝕生成物之特性而言。因此相對濕度而金屬建材發生腐蝕的一重要因素。

(5)降雨：降雨量小及延時短則會潤濕建材表面、加速腐蝕反應，然而降雨量大且延時長，則雨水會沖掉建材表面上之污染物，而可降低金屬建材之腐蝕速率。而若在暴風雨情況，則會沖掉防蝕材，加速腐蝕速率或沖蝕軟性之建材。除外降雨期間長則會使多孔性建材如混凝土長期在潤濕狀態，容易造成剝落與分裂現象。在基礎工程上如建材受到硫酸鹽酸性之地下水作用，則會發生侵蝕，出現白華、剝離及強度喪失。酸雨爲雨水之酸鹼度（ pH 值）小於 5.0 之情況，會造成保護層分離，促進材料腐蝕。

(6)大氣污染物：污染物包括 NOx ， Cl^- ， SO_2 ， CO ， O_3 ，微粒物及酸雨等。兩種以上之污染物組合（例如 SO_2 酸雨）會加速建材之腐蝕速率， H_2S 對室內電氣裝備及連接器之腐蝕影響性大。由風所攜帶海鹽粒子沉積在建材之罅隙上，會造成嚴重之腐蝕、劣化現象。而由化工廠污水下水道燃煤等所產生之氯化氫氣體之 pH 值低，會加速腐蝕速率。臭氧對橡膠之劣化很重要，尤其是有應力存在之情況，對於矽膠、柏油、油漆及塑膠等材料之耐久影響性亦大。灰塵含有一些溶解鹽，若沉積在建材上，對其外觀相當不利會增加金屬表面之腐蝕速率及一些石料表面之劣化。

(7)微生物附著：各種不同之生物如過濾性生物、細菌及藻類等散見在建材之表面上造成相當不雅觀之髒污現象，通常建材表面出現灰點與污染是由黴菌及藻類所引起的，濕氣對生物活動性具有刺激作用，是建材產生劣化之煤介物或催化劑，受黴菌、昆蟲、螞蟻侵害之建材主要是木材或有機材。陰暗、潮濕及死水爲其生長之溫床，可能造成裝飾物，傢俱或織物等建材產生劣化現象。

4.環境因素對建材劣化之影響性可能有相乘與相對之效果，必須詳加考慮。例如在強烈日光及

露水同時作用下，對油漆表層會造成很大之傷害，然而陽光直接照射在金屬表面上之露水，則會使水氣蒸發掉而降低其腐蝕速率。

5.任一種環境因素對建材之劣化影響性，係依環境因素所出現之形態及強度而定。例如以降雨落在建材上可能會沖掉微生物附著而延緩或防止黴菌之生長，然而結露所形成之濕氣則有助於其成長，因此對特殊情況，必須先評估有可能多種環境因素之組合可能對建材耐久性及其性能有正面或負面之影響。

6.天候之影響性通常僅考慮對外裝材之劣化影響，然而在一建築物中，室內、外之分界很難界定，建物中有些半保護區，天候因素仍有某些程度之侵入，例如空氣可經由打開之窗戶進入室內，或太陽光可由門窗照入屋內。

7.建築物之內裝材，由於其材質不同，可能會受到其外界環境相關素（如日照、風和雨）和生活環境因素（如溫度、濕度、結露水、生活用水、空氣污染及人之行爲）之作用（表 11 及圖 8）而使其發生劣化因素變化（表 11）。而其性能環境因素與日常生活行爲，建材所安置之場所及部位有關（表 12）。而其劣化因素造成其底材或塗裝、被覆材產生不同程度的各種劣化現象（圖 10 及表 13-1 至表 13-12）。由於內、外裝材之環境因素不同，因此其劣化現象亦有所差異，例如比較塑膠板、瓷磚及石棉板等就可發現。

8.建材之主因爲潮濕與龜裂、增加透水性及腐蝕通路而使龜裂擴大，產生惡性循環。

9.建材劣化診斷應由其徵兆開始診斷起，例如天花板潮濕，經初判爲屋頂之毛氈裂開，接著檢查裂開之原因如毛氈與其底質之位移差異，破壞之原因可能係由多種劣化因素作用所致，對於劣化致因能作廣泛及深入之探查，將使補修策略更爲成功。

10.適當的設計，考慮防止劣化策略，例如考慮控制雨水之移動、收集與清除水之逕流使其不致於停滯在建材上，對於天候影響性之認知及防制建材表面發生潤濕爲確保建材耐久性對策。此外如潤濕條件及水、酸雨、 CO_2、 SO_2、灰塵等滲透進入建材之延時均與建材之吸水性有關，可考慮填縫隙及塗裝，使用前須詳加評估，以增進建材之耐久性。外裝材承受風之程度不同，因此遮雨效果，配合建物之幾何形狀，必須有良好之設計及施工品質保證。

11.各種內、外裝材需進行各種不同之耐久性試驗，所需測試之項目如表 9 及表 14 所示，而其試驗條件可依當地之環境及污染條件，如表 3 及表 6 所示之極端值。

12.表 10 及表 15 說明各種內外裝材料所需測試之主要劣化現象，其中雙圓圈代表現行日本國家標準局(JIS)有規定測試，而相當的建材委員會表示有劣化現象，而圓圈者代表雖 JIS 未規定，但相當委員會則認定有該項劣化現象，而三角形者爲 JIS 未規定，且相當委員會亦未表示有劣化現象。

五、結論與建議

根據現有建築物之建材劣化現象與環境因素之調查結果，可歸納下列結論與建議事項。

5.1結論

1.必須深入探討建材耐久性問題

由於現階段國內建築界對於建材之資訊並不重視。因此在設計、製造、施工的過程中對建材的耐久性從未做過有系統的調查和研究，更缺乏可資利用之資料。而這種資料之建立又須動用大批專業人力與長期的調查與整理方可畢其功。因此，有系統的從基本概念考慮其背景資料、使用條件及實地耐久性調查與氣象與污染資料建檔

後，對各單一建材或組件進行研究或試驗，長期的建檔，才能建立可提供本土化建材耐久性應用的參考手冊，以利業界之應用。圖 11 爲執行之流程。

2.提升國人對國家標準的認識、應用與選用之能力，加速推動建材標準化

國家標準經由多年的努力，標準數目已達萬餘種，建材及建材相關之標準相當完備，但是設計者和施工者之引用並不熱烈，製造業者則因產品輸出則普遍引用 JIS 或 ASTM ，探其原因主要在於設計者和施工者對建材無法全面瞭解，故無法有效的使用國家標準。其實現有中國國家標準無論在目錄索引、標準本身的品質、性能規定都已相當完備。就以鋁製橫拉窗爲例，其標準要項、品質、性能之要求檢驗方法與 JIS 幾乎無異，同時也依此標準開放申請正字產品。爲利於選用本項產品，依抗風壓強度分爲五級，其水密性、氣密性亦相對的配合調整。然而到目前爲止，設計與施工者很多都還不知道此項正字標誌產品已經分級，如何分級及如何計算其抗風壓強度和選擇正確的等級，實在相當可惜。因此有必要提升建築界者對國家標準的認識與應用和選用能力，相對的也就是標準化的推行運動仍須再加強，再往下紮根。由於建材耐久性所涉及之建材更是全國性的，與經濟資源是否正確及有效的利用有其密切之關連性。因此在規劃長期的調查研究和編纂便利之參考手冊，則需考慮有利於推動國家標準之運用，和標準化推廣工作之執行。

3.因應環境條件訂定符合國內需求之耐久性建材標準

台灣位於低緯度，屬於高溫潮濕、多雨、日照強烈的海島型氣候區。其環境條件與科技發達之美、日、歐洲有相當大之差異。而我們的國家標準又大都移植於 JIS 與 ASTM 。因此未來在訂定或修訂建材耐久性規範之國家標準時，應對此

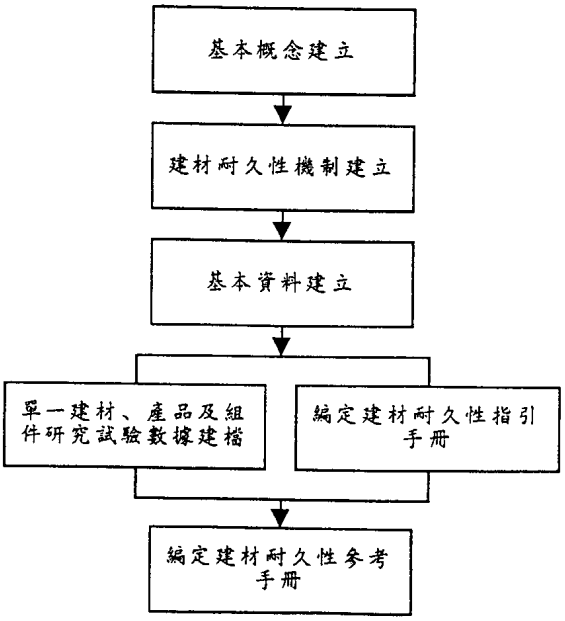


圖 11 建立建材耐久性參考手流程圖

Fig.11 Folw chart of Establishing Reference Manual of Building Materials Durability

一情形特別注意，標準的條件應高於國際性之標準才能符合國內實際之環境條件。

4.加強建立台灣地區耐久性建材與劣化因素之相關性

一般的氣象資料可由氣象局監測站的資料統計得到，但這些資料所示之數值究竟對建材之耐久性產生何種程度之影響，尚未建立其相關係數，亦即僅能從數值的比較上知道其輕重，眞正的影響值卻無法得知，自然無法事先做好最適當的耐久性防制對策措施。台灣在工業繼續發展和各地之氣候變化下，對建材耐久性影響僅取重要的劣化因子如 SO_2 、 NOx 、 O_3 、紫外線照射程度、酸雨等都尚未做長期的統計，這些均是未來應注意之重點。因此有關環境因素對於建材劣化現象之影響性之權重應利用統計迴歸方式求解並設法找出防制對策。

5.在惡劣之環境下應選用適當之建材例如鍍鋁鋅鋼板或耐候鋼等之適用性考量。

6.平時多作保養工作，則可減少建材劣化的加速

進行。例如花蓮港務局之木材建材每年油漆一次，則可經常保持健全與美觀。

7.建材受環境因素之影響性很大。建材耐久性環境標準化建立之推動工作，有賴大眾的共識及長期之測試與評估，將可逐步達成。

8.政府相關單位應建立定期檢查制度及培養檢測人才，如此才可提早檢查建材可能的潛在性的病況及迅速提出有效的解決對策。

9.台灣爲一海島，建材容易受到鹽害。爲保全建材，除加強施工材料品質外，定期對建材作健康檢查是確保其耐久性之良策。

10.建材之大氣曝露試驗應加強長期調查並由專責單位確實負責督導執行。

11.選用建材時應配合該地污染特性，避免使用對該項污染物較爲敏感之建材，以利增加建物之耐久性。

誌謝

本文之完成需感謝經濟部中央標準局提供經費。陳振川、莊東漢、謝國煌、王松永、李釗及方治國等教授之支持與鼓勵。李汴軍、蔡明谷、田紹崇、林坤田、吳鶯榮、陳正鈞、林長勳及吳權方等諸位先生之協助。

參考文獻

1. Sereda, P. J. "Weather Factors Affecting Corrsion of Metals", ASTM STP-558, (1974) 7.
2. Chandrasekaran, S. "Effect of Air Pollution on Corrosion of Mild Steel: Preliminary Field Studies at Three Sites in Madras City", Proc. of 10th Int. Conf. Metallic Corrosion, Vol. 1 (1987) 131.
3. Ericsson, R. "The Influence of Sodium Chloride on the Atmospheric Corrosion of Steel", Werkstoffe und korrosim, 29 (1978) 400.
4. 中央氣象局氣象統計資料(1981~1995)。
5. 行政院環境保護署統計室：中華民國台灣地區環境保護統計月報 20 ，(1995)。
6. 鄭福田、蔣木基、莊東漢、林勝男，台灣地區酸雨調查研究期末報告，台大環工報告 No.160 ，(1987)。
7. 經濟部中央標準局，「建築材料耐久性標準化調查研究計畫」，期末報告（一）、（二）、（三）、（四）、（五）及（六），民國八十年六月至八十五年六月。
8. 財團法人建材試驗中心「建築材料等耐久性關標準化調查研究報告書」，平成 2 年，pp.17-55 。
9. 蔡克群，「材料大氣環境腐蝕性之評估基準」，材料耐候性研討會論文集，中華民國尖端材料協會及台大材料所主辦，民國 85 年 3 月，pp.13-43 。
10. 日本國家標準"JISA5416、A5209、A5403、A5422 、 A5404 、 A5417 、 A5910 、A5702 、 A6022 、 A6008 、 A6009 、A5756 、 A5758 、 A6307 、 A5905 、A5707 、 A5418 、 A6911 、 A6921 、A5707、A5705、A5703、K6744、H4001及 L4405 等，日本國家標準局。