

## 現行建築物耐風設計規範與未來修訂探討

李鎮宏

內政部建築研究所風雨風洞實驗室 主任/博士

### 摘要

96年耐風設計規範發布執行後，因修訂幅度甚大，內政部建築研究所(以下簡稱本所)雖曾多次辦理規範講習會，但業界仍反應該版次規範之計算流程繁複，且低矮建物所受風力不大，通常不會控制結構設計，似乎不必進行複雜之風力檢核。為使設計者能減少錯誤判斷與應用，實有必要針對本土建築條件與環境，研擬簡化分析法供業界於規劃設計時參考。本所自96年起已陸續執行多年期風工程研究計畫，經彙整歷年研究成果及參考國內外規範文獻與產官學界各方面之共同努力修訂，於103年6月12日修正頒佈新版建築物耐風設計規範，並自104年1月1日起施行。惟今年7月8日強烈颱風尼伯特來襲，其暴風圈從台東登陸，平均風速超過10級，造成諸多門窗、招牌或屋頂光電板、水塔遭受破壞，其原因除風速較大外，其構造物或附屬設施是否符合耐風規範規定或相關條文未臻完善之處(如設計風速是否不足)，仍待進一步研究探討。

**關鍵字：**耐風設計規範，風力，高層建築

**Keywords:** Wind-Resistant Design Code, Wind Force, Tall Building.

### 1. 規範變革

建築技術規則建築構造編第一章第四節風力條文第三十二條至第四十一條自63年2月公布，其內容大部份依美國UBC設計規範而定，鑒於台灣位處太平洋颱風盛行地帶，夏、秋季常受颱風侵襲，對建築物及其附屬構件造成不小的威脅，尤其是近年來高層大樓陸續出現，帷幕牆之應用相當普遍，同時輕質構架建築物也日受重視。由於每棟建築結構都有其自然振動頻率，在設計上就要避開與其他外力的振動頻率一致，避免引發共振效果，而常見的外力就是風力與地震。當建築物的高度變長或是跨度變大，都會讓整體建築的柔性增加，因此高樓的擺動週期也會跟著變長。地震的自然振動頻率比較高，而風力的振動頻率比較低，因此高樓的擺動週期變長之後，其振動頻率也跟著變低，而易與風力產生共振效果，這也就是為何愈高的樓層受到風力影響愈大的原因。因此，這些建築結構及附屬構材之設計常受風力控制，63年公布之十條條文已過於簡陋，難以反映建築物承受風力之複雜現象，因此有關風力規則條文之修訂刻不容緩。

在 85 年間國內台灣大學蔡益超教授於國科會專題研究計畫報告『建築物風力規範條文、解說及示範例之研訂』，參照美國 ANSI 1988 年版與日本建築協會 AIJ 1993 年版有關之風力規範規定，修改台灣在抗風設計方面的風力規範，並研擬新的建築物風力規範條文與解說草案，以作為台灣地區訂定新的風力規範之遵循依據。而內政部建築研究所(以下簡稱本所)亦陸續進行了「風工程科技應用整合及未來發展規劃之探討」、「高層建築氣彈模型風洞試驗與數值模擬研究」、「標準地況自然風場特性調查先期研究」、「建物附屬設施及臨時構造物耐風設計準則之探討」、「風災調查與風害模式之探討」、「邊界層流中雙棟鄰近建築物之受風效應研究」、「低層廠棚式建築物風載重評估之研究」共計 7 案之建築風工程研究案，且於 93 年間設置完成開始營運之風雨風洞實驗室，更扮演前揭研究案規劃進行之風洞實驗重要角色，藉由試驗數據之驗證與分析，使耐風設計規範之研擬更趨完整。

由於建築技術規則屬於中央法規，其修訂作業較為繁複，且規則與規範分立之原則下，仿照耐震設計之修訂方式，風力條文之修訂作業，係將原則性與綱要性之規定彙整後訂於建築技術規則內，並將節名由「風力」改為「耐風設計」，以擴大涵蓋及適用範圍。至於技術性資料則由技術規則授權主管機關另訂規範規定之，以順應國內外風工程相關科技之發展，得隨時修訂之。該規範經由內政部建築技術審議委員會『建築技術規則建築構造編第一章第四節風力部份條文修正草案』暨『建築物風力規範草案』審查專案小組歷經召開十次審查會議反覆討論後，內政部於 95 年 9 月 5 日台內營字第 0950805168 號令修正「建築技術規則」建築構造編第三十二條至第三十五條、第三十八條、第四十一條條文及第一章第四節節名；增訂第三十九條之一條文；刪除第三十六條、第三十七條、第三十九條、第四十條條文，並自 96 年 1 月 1 日施行。同年 9 月 22 日內政部以台內營字第 0950805664 號令訂定「建築物耐風設計規範及解說」，至此國內建築耐風設計進入一新里程碑，而該次修訂主要項目說明如下：

- (1) 將建築技術規則建築構造編第一章第四節之節名由『風力』改為『耐風設計』，以擴大所規定涵蓋之範圍。
- (2) 作用在建築物上之風力，考慮基本設計風速、地況、高度、陣風反應因子及風壓係數或風力係數來計算，較現行規則考慮更多因素。
- (3) 增列獨立山丘、山脊或懸崖等特殊地形，風速應予修正，修正方法由規範規定。
- (4) 除順風向風力外，同時增加考慮橫風向風力與扭矩，並規定設計風力之組合方式。
- (5) 增加局部構材及外部被覆物設計風壓或風力之計算，與作用在主要風力抵抗系統者不同。
- (6) 建築物最高居室樓層在半年回歸期風速下，因順風向、橫風向與扭轉引起振動之總尖峰加速度值需加以控制，以確保居民之舒適性。為控制上述加速度，

可使用降低振動之各種裝置。

(7) 增加風洞試驗相關內容，包括進行風洞試驗之時機、試驗之項目與試驗時應遵守之模擬準則及設計時風洞試驗報告之引用。

(8) 增加建築物施工期間耐風之考慮，可採用回歸期較小的設計風速。

96年耐風設計規範發布執行後，因修訂幅度甚大，雖曾多次辦理規範講習會，但業界仍反應該版次規範之計算流程繁複，且低矮建物所受風力不大，通常不會控制結構設計，似乎不必進行複雜之風力檢核。為使設計者能減少錯誤判斷與應用，實有必要針對本土建築條件與環境，研擬簡化分析法供業界於規劃設計時參考。本所自96年起已陸續執行多年期風工程研究計畫，經彙整歷年研究成果(如下節)及參考國內外規範文獻與產官學界各方面之共同努力修訂，於103年6月12日修正頒佈新版建築物耐風設計規範(以下簡稱現行規範)，並自104年1月1日起施行，增修項目如表一所示。現行規範於簡化分析上較具影響之項目如下：

- (1) 針對普通建築物( $f \geq 1\text{Hz}$ )，其順風向造成之動態風壓轉換成等值風壓處理時，其陣風反應因子可簡化取 1.88。
- (2) 規範於 2.13 針對高度 20m 以下，高寬比小於 3、深寬比介於 0.2 至 5 間之低矮建築風力計算(順風、橫風與扭轉向)提供簡化公式。
- (3) 規範於 4.3 針對符合下列情形之建物，免除最高樓層角隅振動間風加速度值檢核：

(I) RC 或 SRC 建築物：高寬比小於 3，且高度在 70m 以下

(II) SS 建築物：於地況 A 或 B 者：高寬比小於 3，且高度在 70m 以下

於地況 C 者：高寬比小於 2，且高度在 40m 以下

國內符合上開規定之建築物型態，約占 60% 以上，於檢核建築物耐風舒適度評估之流程，現行規範已有所大幅度簡化。

表一： 104 年版建築物耐風設計規範增修項目

節次	修改項目	增定項目
1.2 符號說明	$A_g$ $A_{gi}$ $A_o$ $A_{oi}$ 說明文字及 $C'_L$ $C'_T$ $\overline{K1}$ $\overline{K2}$ 的對應公式編號	$A_c$ $(BW_{DZ})^*$ $C_{pc}^*$ $C_{pn}$ $S_{DZ}$ 及對 $S_{LZ}$ $S_{PL}$ $S_{LZ}$ $S_{RP}$ $S_R$ $S_{TZ}$ 應之文字說明
1.3 專有名詞定義	開放式建築物之定義、部分封閉式建築物之參數說明	特徵面積之定義
2.2 設計風力計算式	---	規範本文中式(2.4)開放式建築物特徵面積之說明、低矮建築物之定義與其設計風力計算式

		章節；解說中特徵面積之說明、2.13節低矮建築物設計風力之說明、屋頂突出物風力之說明與剛性樓板建築物簡易風力計算式
2.4基本設計風速	規範本文中行政區名	n年回歸期風速公式、n年回歸期風速與基本設計風速之比值
2.7陣風反應因子	規範本文中普通建築物陣風反應因子的保守值	普通建築物陣風反應因子列表、柔性建築物之共振反應因子簡化計算式與建築物自然頻率及阻尼比之建議
2.8風壓係數與風力係數	作用面積之說明以及規範表2.9、表2.11、表2.12以及表2.14參數背景之說明。	---
2.10橫風向之風力	規範本文與解說中式(2.22)中無因次化風速的適用範圍、尖峰因子 $g_L$ 計算式與 $\beta_1$ 計算式；解說中規範式(C2.16)、渦散共振風力係數表	規範本文中 $h/\sqrt{BL} < 3$ 時橫風向風力計算式、 $V_h$ 風力計算式章節和列表；解說中 $h/\sqrt{BL} < 3$ 時橫風向風力計算之說明、圓柱斷面建築物橫風向風力計算之說明
2.11作用在建築物上的扭矩	規範本文與解說中式(2.24)的無因次化風速適用範圍、規範本文中尖峰因子 $g_T$ 計算式	$h/\sqrt{BL} < 3$ 時扭矩計算式
2.12建築物設計風力之組合	規範本文中說明方式	解說中部分方向性說明
2.13低矮建築物設計風力計算式	---	新增2.13節，高度小於18公尺之低矮建築物計算式
3.1適用範圍	修改文字說明	---
3.2封閉式或部分封閉式建築物局部構材及外部被覆物設計風壓計算式	1.變更標題名稱 2.修改內文說明	---
3.4開放式建築物之斜屋頂局部	---	參考ASCE 7-10，新增本節

構材及外部被覆物設計風壓		
4.3 建築物最高居室樓層角隅容許側向加速度值	---	規範中免除檢核振動加速度值說明
4.4 建築物最高居室樓層角隅容許側向加速度之計算	原96年版規範公式(4.1)因未考慮50年回歸期風速與半年回歸期風速頻譜上的差異及以動態位移反應計算加速度，有過於保守之虞，應取共振部份位移反應計算加速度較為合理	解說中加速度計算式
5.1 適用範圍	修訂說明文字	---

## 2. 本所歷年相關研究

近年來都市發展結果，使建築物朝向高層化與高密度化開發，都市微氣候與環境風場的改變已不容忽視，明顯的現象包括熱島效應、空氣品質不佳、通風不良，以及擾人的局部強風風場等；而建築結構在高層化與輕量化後，以及懸索式橋樑、高架鐵塔、巨蛋球場等特殊構造之建造下，無論在使用性或結構安全方面，風力對構造物之影響亦將較地震力更為重要。因此在研擬風工程研究發展之規劃上，自96年起至104年止本所陸續於「建築產業技術發展中程綱要計畫」與「建築先進技術創新開發與推廣應用計畫」中進行「風工程科技應用整合計畫」，計畫重點朝向下述三個目標：

### 2.1 風力規範修訂研究

建築技術相關規範之制訂工作為本部職責之一，更是本所之研究重點項目。大體而言，風力規範內容包括適用範圍、風速分級、地況分類、主要抗風系統設計風壓/風力計算、風力組合、局部構件及外部被覆物設計風壓計算、風洞實驗規定等，本計畫規劃之研發方向可概分為下列三組：風場特性之調查與研究、設計風力之研究與探討、構造物耐風設計之探討，規劃之研發方向可分為下列3組：

#### (1) 風場特性之調查與研究

甫於96年頒布之建築物耐風設計規範，雖部分內容已參考其他先進國家最新規範版本，如ASCE 7-02，然而基本設計風速仍沿用過去資料，未能及時更新修正，而地況特性亦套用美國資料，亟待建立完整之本土性資料庫，因此，風場特性之調查與研究為現階段最基本之研發項目。

#### (2) 設計風力之研究與探討

耐風設計規範中，順風向設計風力乃基於平均速度分布及陣風因子求得，惟

部份研究指出，此種假設與風洞實驗結果不相符合，尤其是動態效應明顯之柔性建築物，有進一步研究之必要；另外，因渦散分離現象所引發之橫風向與扭轉向風力，各國規範仍相當分歧，應進一步加以釐清。

### (3) 構造物耐風設計之探討

構造物之耐風設計實務為規範最直接之應用標的，然而規範有其應用範圍之限制。因此，本計畫將針對規範未規定、或規定不甚明確之構造物進行探討，並說明相關風洞實驗與結果之應用，並在安全考量下擬定其簡易分析法，供初步設計參考。另外，有關臨時構造物、施工中構造或設備等之耐風設計或風害防制措施等，亦將進一步探討。

## 2.2 風洞實驗技術發展

一般建築構造常見之試驗項目包括：建築主要抗風系統承受整體風力試驗、局部構件及外部披覆物之風壓試驗、結構氣彈力試驗、環境風場舒適性評估等。由於風洞實驗係以模型縮尺進行模擬實驗，為使實驗結果足以預測原形構造或環境之真實狀況，需符合基本模擬相似律準則，包括：建築物及週遭地況、邊界層風場特性、結構物動力特性、雷諾數效應等等，並需配合採用適當的量測儀器設備。然而，由於風洞實驗並無一定之標準方法，為達到風洞實驗結果之可靠性與正確性，上述模擬準則與測試條件應盡量被滿足，可能發生之誤差量與項目應盡量降低。因此本計畫將在風洞實驗方法與技術、管理與認證等方面進行研究與探討，期能控制風洞實驗品質，並建立可行之實驗標準。

## 2.3 環境風工程與其他相關研究

(1) 都市與建築環境風場之研究：隨著國民所得水準提升，人類對生活環境品質之要求已超越「安全」這基本項目，進而對「舒適」與「健康」之生活空間有更強烈之需求，本計畫將藉由風洞實驗等方法，探索都市熱島效應改善之道、環境風場舒適性標準、以及空污擴散防制方法等。

(2) 數值模擬之發展與應用：受惠於電腦硬體之快速發展，數值模擬技巧已逐步應用於風工程之研究發展上。數值風洞乃以計算流體力學(CFD)為基礎進行數值模擬計算，能夠在有限的人力與物力下，系統化的提供完整的結構與風場評估資料為其主要優勢，提供風洞實驗及評估設計良好之依據。

### (3) 其他風工程之研究

其他項目可視國際發展趨勢及內外環境變遷，進行彈性、適度之修正，目前研擬之研究議題包括風災調查、風害模式探討、風力開發等；另外，並積極參與、推動國際間之技術交流活動。

計畫研發主軸及架構如圖一所示，各年度主要研究內容之規劃與執行情形列於表二，總計畫期程之如路徑圖二所示。由於篇幅有限，僅針對近期 102 至 105 年度本分項計畫主要執行內容，則分別就風力規範探討、風雨風洞實驗技術發展及環境風工程與其他相關研究等三方面說明如后。

## (一) 風力規範探討

### 102 年度

#### 1. 設計風載重資料庫之應用研究(2)

我國風力規範「建築物耐風設計規範及解說」之橫風向與扭轉向風力之高寬比適用範圍在 3~6 之間，然而大多高層建築之高寬比在 3 以下，此為不足之處。此外，對於結構動力影響明顯的大型建築，現行風力規範亦有不足的現象。前期的研究案提出完整考慮結構動力特性之設計風載重修正計算式，雖然準確性較高，計算過程相對複雜，不易被工程界接受，這是傳統規範中精準度與方便性無法共存之兩難。前一年度之研究案中已開始建構一個應用資料庫之設計風力估算程式。本研究計畫便是基於此一背景，持續建構一個完整的矩形斷面高層建築風力資料庫，改進估算各項風力參數之回歸與類神經網路模式，提昇建築物設計風載重計算程式之精準度並應設法減少線上計算量，加上人性化的使用者介面，使建築設計者能透過此系統快速得到所需之設計風載重。

#### 2. 來流具俯仰角對低層建築風載重影響之研究

本計畫建立位於山坡地流場之低層建築風載重評估所需資料及耐風設計策略探討，對於山坡地流場之低層建築物的耐風性能評估應包括：不同屋頂構型外型對於建築物的風載重影響，建築物座落於坡地位置對於本身所受風載重的影響，建築物結構系統在受到風載重作用下的結構反應評估等面向。就以上各面向進行整合研究，並提出建議，將有助於提昇位於山坡地或附近低層建築物的耐風性能。

### 103 年度

#### 1. 建築物耐風設計規範及解說之設計風載重計算式修訂研究

本研究風力模式的驗證以及與現行風力規範之比較順風向風載重分析結果對於前研究案分析結果有著不錯的精準度，僅在 A 地況淺矩柱略微過於保守，現行規範則在 A 地況顯得過於不保守，C 地況則又過於保守，整體評估本研究分析結果均較現行規範良好。本研究橫風向之計算風載重在建築物為 90m、60m 時有著不錯的表現，然而在高度 180m 之建築物於 B 地況、C 地況深矩柱不保守，淺矩柱保守，現行規範建築物 180m 高時，在 C 地況呈現過度保守的情形，A 地況評估之橫風向風載重又不保守，其因在於其不參考地況因素，就整體而言，本研究較現行規範準確。完成建築物耐風設計規範修訂條文建議根據本案研究結果，提出建築物順風向設計風力、橫風向設計風力以及設計扭矩之條文建議，做為未來修訂建築物耐風設計規範之參考依據。

#### 2. 高科技廠房建築物受風反應之研究

本研究以一般低層建築物氣動力實驗所得風荷載資料，以符合一般耐震規範的鋼骨構造物進行計算，發現其振動反應遠超過高科技廠房的要求。另

針對不同迴歸期設計風速進行計算比較其差異，顯示 50 年迴歸期至半年迴歸期變化設計風速，產生的微振反應計算結果差異約為工業用振動水準一個等級。若單純採用鋼骨構架系統而未加裝外周區斜撐或剪力牆系統時，其結構微振反應偏高。在加設剪力牆可大幅提升對水平向勁度，對於減低結構微振反應有明顯的效果，經本研究比較不同加裝剪力牆的效果，顯示以均勻分布的效果最佳。計算結果顯示中央加設剪力牆可提供最大的建築物中央區微振反應的減低量，可達接近兩個等級的降低，但角隅區受到扭轉振動放大效益影響，其微振反應的降低則約為一個等級。而在周邊設置剪力牆提升建築物水平勁度，同時有使中央區域與角隅區域微振反應近似幅度的降低，可降低一個等級。另發現在周邊框架構件加設斜撐則以計算結果顯示，不論對於中央區域或角隅區域微振反應的減低量十分有限，約僅降低半個等級。

#### 104 年度

##### 1. 建築物耐風設計規範及解說技術手冊研擬

本研究針對現行規範第二章到第四章，對主要風力抵抗系統及外部被覆物，分別建立不同設計情況下規範所允許之設計步驟，並建立耐風設計流程圖。其次，針對各種常見設計情況，分別擬定耐風設計示範例，使用所建立的耐風設計流程圖，詳細計算其主要抗風結構系統及外部被覆物之設計風壓（或風力）；說明如何組合各風向載重之耐風結構效應，以作層間變位角和最高居室樓層角隅側向加速度之檢核；並比較使用規範所允許之不同設計公式所造成結果之差異。最後依據前述研究內容，完成耐風設計技術手冊，以利設計者參採應用。

##### 2. 陽光屋頂耐風評估與設計準則

本計畫就建築物屋頂安裝太陽光電系統進行一系列實驗，並進行支撐結構系統的內力分析，發現在多排太陽光電板陣列的受風作用以接近建築物邊緣的第一排最為強烈，後排的光電板受到前排的遮擋，其受風力減少甚多。在小風攻角條件下，兩排光電板之間距不超過前排光電板高度四倍時遮蔽效應可達百分之五十以上。以低層建築物而言，屋頂面上建築物高度十分之一的周邊區域，受到分離剪力流或角隅渦旋影響，安裝於此區域的太陽光電板將受到強烈負風壓作用，有掀翻的潛在危機，對光電板結構安全最為不利。

#### (二) 風雨風洞實驗技術發展

#### 102 年度

##### 1. 各式橋梁斷面模型氣動力穩定資料庫分析研究

本計畫研究內容涵蓋斷面模型試驗技術、系統識別理論方法以及試驗資料庫等三大部份，涉及之工作包括風洞模型試驗、系統識別理論建構與分析。計畫中乃以 101 年前期計畫獲得的個案研究成果(3 種斷面形狀橋體與 2

個典型的寬深比)為基礎，繼續擴充到 4 種斷面形狀橋體(增加另一常見之門形斷面)與 5 個寬深比( $B/D = 5, 8, 10, 12.5$  與  $15$ )之情況，以涵蓋一般之工程應用範圍，據以建立更為完整之風洞試驗資料庫。此外，除了高屏溪斜張橋的實例外，研究中另引用了文獻中有關矩形、梯形、六角形與門形等斷面之風洞試驗結果進行了比對，驗證了本研究風洞試驗結果之正確性。

## 2. 都市街廓空氣污染擴散與街地風環境評估之實驗研究

由於人口密集及工商活動頻繁，影響環境項目包括有：不同建築量體對街道通風之影響(含環境風場與行人風場)、各種廢氣排放(如：汽機車交通工具廢氣、建築物空調通風設備與餐飲營業廢氣、工廠排放廢氣等等)對空氣品質之影響。爰為了改善與提升都市生活環境品質，實有必要掌握都市街道街谷周圍環境及建築物之廢氣污染擴散變化特性。因此本研究計畫將採用風洞實驗方式，進行量測研究分析探討廢氣排放後，在街道街谷之環境污染濃度分佈變化特性，從而獲得街廓(街道街谷)環境評估與規劃設計之參考或實施改善措施之依據。此等皆為執行本計畫研究之目的。

### 103 年度

#### 1. 風洞流場品質可靠度分析研究

本研究以風速計長時間監測風洞測試區的風速分佈與紊流強度等相關物理量，以探討風速的不確定度；並協助實驗室建立符合 ISO 17025 的品質系統(品質文件)，進一步向財團法人全國認證基金會(TAF)提出風速計校正的認證申請，希望經由通過第三公正單位的評鑑而增加實驗室的公信力，全面提升實驗室對風場品質的瞭解。本研究實驗方式包括測試區流場平均風速、紊流強度及其他相關物理量的量測，與之前風洞校驗、國內外相關大型風洞結果比對，建立風速計校正標準程序(SOP)及相關不確定度分析等，提供 TAF 認證所需相關資料，設計與製作風速計校正置具，同時提供相關的教育訓練。本研究發現驗證區塊的流場品質是有一致性的，各項量測分析結果判斷本所風洞在風速計校正部分之擴充不確定度，在搭配較精密的量測儀器前提下可望能在小於 1%。

### 104 年度

#### 1. 帷幕牆現地試驗方法國家標準化研究

本計畫綜合各國帷幕牆現地試驗規範之比較與分析，包含 ASTM、AAMA 與 BS/EN 以不同之適用範圍、設備需求與試驗流程進行之現地試驗規範，擬定帷幕牆系統與其附屬門窗之現地滲水狀況確認方法，做為國內帷幕牆現地試驗之規範草案，規範草案之精神與 AAMA 501.2-09 及 BS/EN 13051:2001 近似，主要用於確認及檢核帷幕牆工程之滲水狀況。本研究參考 AAMA 501.2-09 之試驗設備規定，依照其試驗設備相關功能規格擬定規範草案所使用之代用規格，包含水壓、水量與噴灑角度，以此確保試

驗設備之功能符合規範精神之需求

### (三) 環境風工程與其他相關研究

#### 102 年度

##### 1. 流場三維量測方式建置暨應用至防風措施影響效應評估之研究

本研究採用風洞實驗方法，將考慮一種防風措施設計，使用數個不同防風網型式，進行縮小模型實驗，在不同的模擬大氣邊界層厚度下對不同高度、孔隙率之防風網進行相關氣動力實驗，並評估其防風效果的影響。本研究在進行防風設施改善量測時，將利用三維動態皮托管搭配三維移動機構，進行區域性的量測，並分析在不同組合下，防風設施改善情況，將流場資訊，包含平均速度，紊流擾動強度與保護係數分布，以圖表方式呈現，與文獻結果比較，顯示其異同之處。

#### 103 年度

##### 1. 大型建築物自然通風之分析研究

研究發現室內主要流束路徑長短對通風效率優劣深具影響，主要流束路徑愈短，流量換氣率(ACHR)愈高，濃度衰減率(ACHC)愈低。對單層矩形廠房而言，增加進、出風口面積能提昇流量換氣率，且增加進風口面積時較增加出風口面積更具功效。在雙層矩形廠房情況中，二樓窗戶之開口面積愈大，愈有利於流量換氣率之提昇，但流量換氣率與二樓窗戶開口位置之相關性並不高。此外，二樓窗戶開口面積增加時亦對濃度衰減率有正面的貢獻。針對圓頂室內集會場館情況，增加開窗面積有利於流量透氣率增大。此外，增加開窗之數量則會使得濃度與溫度衰減率變大，加速室內污染濃度與溫度降低。

##### 2. 高層建築物外部風環境對排煙設備之效能影響評估

本研究建立高層建築物機械排煙設備失效時，外部風環境對自然排煙效能影響評估所需資料及排煙窗設計策略探討，對於高層建築物之排煙窗通風性能評估包括：不同風向角影響氣流導入建築物通風影響，改變排煙窗安裝位置以及開窗角度對建築物室內通風影響，透過視流、量測室內天花板風壓了解排煙窗在不同風向角排煙性能，並提出建議，將有助於了解自然排煙設備是否能發揮其效能。由本研究進行高層建築縮尺模型斷面視流結果顯示，風向角造成居室內流場流向的變化影響甚鉅，若發生火災時影響煙流走向對人員逃生時間與路線有重大影響。

#### 104 年度

##### 1. 都市地區風環境流通效應影響評估分析研究

本研究初步以風洞實驗進行板橋江子翠地區風洞模擬試驗，以地表風速計量測行人高度之風速。在引入風速之氣象資料後估算夏季之等效風速，再以UC Berkeley Thermal Comfort Program 估算示範區夏季下午時段，於不同風速下的體感溫度量尺，可作為初步評估戶外溫熱環境舒適度之工具。



表二：風工程科技應用整合計畫之分年執行規畫

年度 研究 主題	96年	97年	98年	99年
風力規範修訂研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>低層建築耐風設計風載重之修訂研究</li> <li>高層建築耐風設計風力頻譜與風載重之修訂研究</li> <li>建築物耐風設計規範示範例研擬與解說</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>非封閉式結構風載重特性研究</li> <li>建築物耐風設計風載重條文之修訂研究</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>標準地況自然風場實場監測與特性分析</li> <li>構造物耐風設計簡易分析法之研擬</li> <li>特殊地形風速壓剖面之檢討與相關設計規範建議</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>標準地況自然風場實場監測與特性分析(II)</li> <li>風速及風場特性資料庫建置計畫</li> </ul>
風洞實驗技術發展	<ul style="list-style-type: none"> <li>高層建築氣彈模型反應特性研究</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>小型風力發電機測試平台之建立</li> <li>高層建築剛性氣彈試驗之應用與發展立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築風洞紊流場能力建立及應用</li> <li>建築物耐風設計之風洞實驗程序建立與應用研究</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>以斷面模型試驗評估長跨度橋梁抗風性能之研究</li> </ul>
環境風工程與其他相關研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>多孔隙柔性構造物流場特性模式之建立研究</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築結構所受風力之數值模擬與風洞實驗比較驗證研究</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鄰棟建築頂部風場及渦流溢放特性之研究</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>構造物受風反應數值模擬之應用與驗證</li> <li>建築物室內通風技術和節能的的研究</li> </ul>

年度 研究 主題	100年	101年	102年	103年
風力規範修訂研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>標準地況自然風場實場監測與特性分析(三)</li> <li>建築物耐風設計程式之研發與應用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計風載重資料庫之應用研究</li> <li>低層建築物附屬設施之耐風性能研究</li> <li>建築物受風災損壞原因實際案例調查研究</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計風載重資料庫之應用研究(2)</li> <li>來流具俯仰角對低層建築風載重影響之研究</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築物耐風設計規範及解說之設計風載重計算式修訂研究</li> <li>高科技廠房建築物受風反應之研究</li> </ul>
風洞實驗技	<ul style="list-style-type: none"> <li>廢氣排放對周圍</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>以斷面模型試驗</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各式橋梁斷面模型</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>風洞流場品質可</li> </ul>

年度 研究 主題	100 年	101 年	102 年	103 年
術發展	環境影響之風洞 實驗研究	評估長跨度橋梁 抗風性能之研究	氣動力穩定資料庫 分析研究 都市街廓空氣污 染擴散與街地風 環境評估之實驗 研究	靠度分析研究
環境風工程 與其他相關 研究	· 熱浮力效應對建 築物室內通風影響 之研究 · 建築物氣彈力反 應數值模式建構與 風洞試驗研究	· 集合式住宅對建 築物自然通風的 影響	· 流場三維量測方 式建置暨應用至 防風措施影響效 應評估之研究計 畫	· 高層建築物外部 風環境對排煙設 備之效能影響評 估 · 大型建築物自然 通風之分析研究

### 3. 未來規範修訂與研究課題

#### (1) 建築物耐風設計技術手冊出版

根據現行規範第二章到第四章，對主要風力抵抗系統及外部被覆物，分別建立不同設計情況下規範所允許之設計步驟，並建立耐風設計流程圖。其次，針對各種常見設計情況，分別擬定耐風設計示範例，使用所建立的耐風設計流程圖，詳細計算其主要抗風結構系統及外部被覆物之設計風壓(或風力)；說明如何組合各風向載重之耐風結構效應，以作層間變位角和最高居室樓層角隅側向加速度之檢核；並比較使用規範所允許之不同設計公式所造成結果之差異。

#### (2) 耐風設計程式開發

本所 105 年度委託研究「建築物耐風設計系統程式開發研究」，以符合現行耐風設計規範圍主，針對近似規則矩形柱體建築物，發展耐風設計程式，以分別決定主要風力抵抗系統與局部構材及外部被覆物之設計風力或風壓。在主要風力抵抗系統部分，將根據使用者所輸入之建築物資料與工址風環境，依每一來風方向，分別依規範計算構件設計、層間變位角檢核與舒適度檢核所需之順風向、橫風向與扭轉向風力與組合，並輸出風力檔案，供設計者作結構分析之用。在局部構材及外部被覆物部分，將根據使用者所輸入之建築物資料與工址風環境，依規範計算局部構材及外部被覆物之設計風壓，並輸出風壓檔案，供設計者作強度與變形檢核之用。另外，在主要風力抵抗系統部分及局部構材及外部被覆物部分，均將輸出設計風力計算摘要，可供納入結構計算書之用。

### (3)設計風速修訂研究

現行規範採用之風速原始資料，係依據中央氣象局所屬24個測站1947年至1991年間，所發生之128個侵臺颱風最大十分鐘平均風速資料。由於近來溫室效應與極端氣候的影響，往往颱風襲台時皆造成建築物或附屬設備損壞(門、窗、廣告招牌等)，因此有必要針對設計風速進行檢討，目前本所105年協同研究「建築耐風設計規範風速模式探討及設計風速修訂研究」刻正研議中。

## 4. 參考文獻

- [1] 內政部建築研究所/研究成果網頁 <http://www.abri.gov.tw/tw/research/list>。
- [2] 內政部 103 年 6 月 12 日修正頒佈「建築物耐風設計規範」。
- [3] 建築技術規則/建築構造編/耐風設計。