

## 附 錄 六

---

---

### 環境風場評估報告

璞真建設信義路集合住宅新建工程  
風場微氣候風洞試驗研究報告

蔡明樹 傅仲麟 陳煌志  
鄭啟明

委託單位：大硯國際建築事務所

承辦單位：淡江大學 風工程研究中心



中華民國九十四年十月五日

## 摘要

此研究案是針對即將興建在台北市「信義路集合住宅」，藉由風洞物理模擬實驗，評估大樓興建前後該區域行人風場的舒適性。本案其住宅大樓樓層數及含屋凸之高度分別為 36 層 139 公尺。風洞實驗之縮尺比例為 1：300，主建築物及其周圍半徑 450 公尺範圍內的地型地物，將配合政府公告之地形圖製作並放樣於風洞試驗段之旋轉試驗圓盤上。

此項風洞測試的研究工作是藉由淡江大學風工程研究中心第一號大氣邊界層風洞內執行。本案位於台北市信義路三段路與仁愛路三段 24 巷交叉路口上，其鄰近建築物：東側為 13 樓建築物、西側為 18 樓建築物、北側低矮建築物、南側為大安森林公園。考慮其周圍環境為大都市邊緣之都市型態，逼近流場平均風速剖面符合指數律  $\alpha = 0.25$  模式。

風洞實驗中之行人高度環境風場風速量測是採用 Irwin Probe 進行，共計有 59 個測點，在大樓興建前後各於 16 個風向角進行量測。測試結果結合風統計學製出每個測點的無因次化風速和評估結果。表 4-3 提供各測點在評估標準下的評估結果。

整體而言，本大樓對四周行人高度環境風場所造成之影響有限。基地之西側、東側，該區域之風速偏大，其環境風場舒適度較差，為短時間站坐之標準。基地內其它區域則大多符合長時間站坐之等級。對於一般之廣場、休憩空間等設計目標，此風場舒適度之情形即足夠。而新建大樓對基地周圍行人環境風場影響之區域為大樓周圍之部分道路，評估標準由長時間站坐略降為短時間站坐。

在此需瞭解，風場條件要求最為嚴格之“長時間站坐”標準，僅有在規劃設計露天餐廳時，才需要滿足。若是規劃一般的公園或是開放式之廣場或休憩區，只需要滿足短時間站坐的風場環境即可。本基地大部分區域之風場舒適度符合其使用目的，若希望進一步加強舒適度之等級建議於建築物東側、西側，加強植栽或在大樓周邊設置頂棚或花架，改善下洗氣流與東北角隅強風的影響。並以喬木（高木）及灌木（低木）搭配使用，較能達到降低風速之效果。

# 信義路集合住宅大樓新建工程 風場微氣候風洞試驗研究報告

## 目 錄

頁次

摘要	i
目錄	ii
表目錄	iv
圖目錄	v
章節	
第一章 前言	1-1
1.1 研究動機與目的	1-1
1.2 工作範圍及流程	1-2
1.3 報告內容	1-3
第二章 氣象資料的整理與分析	2-1
2.1 氣象資料概述	2-1
2.2 氣象資料整理分析結果	2-1
第三章 本計畫之風洞實驗內容	3-1
3.1 逼近流場特性	3-1
3.2 地形地貌及建築物之模擬	3-1
3.3 測點選定	3-2
3.4 試驗量測項目	3-2
第四章 實驗結果與討論	4-1
4.1 興建大樓前的環境風場特性	4-1
4.2 大樓完成後的環境風場特性	4-2
第五章 結論與建議	5-1

**附錄 A 風場環境物理模擬之理論依據**

A.1 邊界層特性	A-1
A.2 物理(風洞)模擬相似律	A-3
A.3 大氣邊界層之物理(風洞)模擬	A-6

**附錄 B 舒適性評估準則**

B.1 舒適性評估準則	B-2
B.2 各級風速標準發生機率及評估方法	B-3

**附錄 C 實驗設備及儀器配置**

C.1 風洞	C-1
C.2 風速量測	C-2
C.3 壓力量測	C-4

**參考文獻** Ref-1

表目錄

	頁次
表 3-1 風洞試驗測點分類表	3-3
表 4-1-1 大樓興建前各測點在 16 個方向角之無因次化風速	4-6
表 4-1-2 大樓興建前各測點在 16 個方向角之無因次化風速	4-7
表 4-1-3 大樓興建前各測點在 16 個方向角之無因次化風速	4-8
表 4-1-4 大樓興建前各測點在 16 個方向角之無因次化風速	4-9
表 4-2-1 大樓興建後各測點在 16 個方向角之無因次化風速	4-10
表 4-2-2 大樓興建後各測點在 16 個方向角之無因次化風速	4-11
表 4-2-3 大樓興建後各測點在 16 個方向角之無因次化風速	4-12
表 4-2-4 大樓興建後各測點在 16 個方向角之無因次化風速	4-13
表 4-3 依據行人舒適性標準所得之環境風場評估	4-14
表 A-1 大氣邊界層之 $\alpha$ 、 $\delta$ 及 $Z_0$ 建議值	A-7
表 B-1 風效應概要	B-3
表 B-2 舒適性評估準則	B-4
表 C-1 主要開放式風洞一覽表	C-5

圖 目 錄頁 次

圖 1-1	本案新建大樓模型 (1) (縮尺 1:300)	1-4
圖 1-2	本案新建大樓模型 (2) (縮尺 1:300)	1-4
圖 1-3	風洞試驗模擬範圍建物模型 (1) (縮尺 1:300)	1-5
圖 1-4	風洞試驗模擬範圍建物模型 (2) (縮尺 1:300)	1-5
圖 1-5	風洞試驗模擬範圍建物模型 (3) (縮尺 1:300)	1-6
圖 1-6	風洞試驗模擬範圍建物模型 (4) (縮尺 1:300)	1-6
圖 1-7	環境風場試驗流程	1-7
圖 2-1	台北氣象站各風向平均風速圖	2-3
圖 2-2	台北氣象站各風向發生機率圖	2-3
圖 3-1	模擬大氣邊界層平均風速剖面與紊流強度剖面	3-4
圖 3-2	風洞試驗模擬範圍	3-5
圖 3-3-1	風洞試驗測點分佈圖 (基地內地面層)	3-6
圖 3-3-2	風洞試驗測點分佈圖 (基地周圍)	3-7
圖 3-4	主建築物四周設置之 Irwin probe (如箭號所示) (1)	3-8
圖 3-5	主建築物四周設置之 Irwin probe (如箭號所示) (2)	3-8
圖 4-1-1	大樓興建前各測點之無因次化風速風花圖 (1)	4-15
圖 4-1-2	大樓興建前各測點之無因次化風速風花圖 (2)	4-16
圖 4-1-3	大樓興建前各測點之無因次化風速風花圖 (3)	4-17
圖 4-1-4	大樓興建前各測點之無因次化風速風花圖 (4)	4-18
圖 4-2-1	大樓興建後各測點之無因次化風速風花圖 (1)	4-19
圖 4-2-2	大樓興建後各測點之無因次化風速風花圖 (2)	4-20
圖 4-2-3	大樓興建後各測點之無因次化風速風花圖 (3)	4-21
圖 4-2-4	大樓興建後各測點之無因次化風速風花圖 (4)	4-22

圖 A-1	不同地況下平均風速隨高度之變化示意圖	A-8
圖 C-1	淡江大學大氣環境風洞實驗室剖面圖	C-6
圖 C-2	風速量測系統	C-7
圖 C-3	惠斯頓電橋及探針示意圖	C-7
圖 C-4	Irwin probe	C-8
圖 C-5	多頻道壓力訊號處理系統(RADBASE3200)	C-8

## 第一章 前言

### 1. 1 研究動機與目的

風是影響建築物設計的主要氣象因素之一，興建一座有足夠抗風強度之高層建築需要考慮到風對結構系統形成的動態載重效應，建築外牆的風壓，建築物本身在強風作用下所產生的擺動等結構安全性問題，這些問題多年來一直是研究的主要課題。近年來，建築物因為四周氣流風場所涉及的一些環境方面的問題也開始漸漸引起重視。這些環境方面的問題包括有風化、雨水侵蝕、通風、節能、風噪音、空氣污染以及影響地面行人的微氣候變化等。此一影響地面行人舒適性的微氣候變化即為本研究案的重點。

影響建築物四周氣流之形狀及速度的因素相當多，它包括有逼近風的特性、風向、風速、建築物本身的大小、幾何外型以及鄰近之建築群等。一棟高層建築它本身對風來說就是一個阻礙物。氣流可以因為高樓、高樓群的存在而被改變方向造成下沖、縮流、渠化、渦漩、角流乃至尾流、遮蔽、穿堂風等等效應與現象，在街面行人高度上造成建築或建築群修建前所不會發生的現象，例如過高的風速造成人們行為活動之不舒適、塵土紙屑飛揚等問題。在歐美國家城市，像是以風勢強勁而聞名的芝加哥就有門窗被吹破、損壞的報導。在 1972 年甚至有兩位老婦人在高樓附近被大樓風吹倒以致受傷致死的案例。

這些問題近年來在台灣也愈來愈得到重視。由於經濟的高速發展再加以人稠地稀，迫使建築物型式的改變，樓房有著愈蓋愈高、愈多的趨勢。同時基於日照、景觀等因素也考慮到拉大建築物間之距離，設置開放空間來提高居住、生活之品質。都會商區在一些大樓底層提供了購物、商場、餐廳、兒童遊玩乃至戶外展覽的空間。而這些空間也不乏將花園、植栽及水池、噴泉等設計納入考量。但是這些安排往往存在著因為鄰近高樓改變了風向、風勢而使之經常暴露在惱人的強風之下，失去了它原先設計的美意，甚至影響到它的商業業績。

在一個開放空間、行人徒步區，業主、開發商及建築師都希望能提供一個舒適、安全的環境，因為這事關一件開發案的成功與完

美，包括台灣在內的一些先進國家也紛紛立法來要求作風場的環境影響評估，在興建前之概念、規劃、設計階段，即先預估建築物四周及建築群間的風場、氣流狀況，同時進一步知道如何利用良好的設計來控制它。

目前預估大樓週遭風場變化情形的方法，通常可利用數值計算或風洞物理模擬試驗。然而由於一般都市地形、地況過於複雜以及流況之高度三維性，使得數值模擬在應用上有其極大的侷限性與困難度。因此以風洞物理模擬實驗，配合實場的氣象資料來做風場舒適性的預估，是目前較為可行及可信的方法。本報告即利用風洞物理縮尺實驗，配合實際氣象資料的分析，對於風場環境舒適性的預測提供一些評估的依據。

## 1.2 工作範圍及流程

環境風場的評估應當建立在兩個要件之下：(1) 適當的行人舒適性風速分級標準，(2) 各級風速標準的容許發生頻率。第一項的行人舒適性風速分級標準在使用時，因設施性質而異。簡言之，人行道的主要活動是步行，開放空間則會有靜坐休憩，二者活動性質不同，評估標準自然有異。第二項的容許發生頻率在計算時，則須考慮到不同風向作用時的地面上風速差異，以及各風向本身的風速機率特性。因此在從事風洞模型試驗以評估環境風場時，除了需要在恰當的模擬相似律之下，進行多個風向角的地面上行高度風速量測之外；實驗所得數據必須結合建築物所在地氣象資料中之風向風速頻率。計算各風速分級標準之綜合發生頻率，進而評估各測點之舒適性。

本案風洞試驗是在淡江大學大氣邊界層風洞實驗室完成。風洞的試驗段 2.0m 高、3.2m 寬、18.0m 長，試驗段設有 3.0m 直徑轉盤。研究案之主建築物為台北市「信義路集合住宅」，其住宅大樓樓層數及含屋凸之高度分別為 35 層 139 公尺。台北市信義路三段路與仁愛路三段 24 巷交叉路口上，其鄰近建築物：東側為低矮建築物、西側為低矮建築物、北側低矮建築物、南側為大安森林公園。。環境風場風洞試驗採用 1:300 模型縮尺（見圖 1-1 ~ 1-2）。以主建築物為中心，模擬半徑 450m 範圍內之建築，置於風洞試驗段轉盤上（見圖 1-3 ~ 1-6）。主建築物本身及四周共設置 59 個量測點，量取人行高度風速。實驗以正北風向為準，每 22.5 度作一量測，共計 16 個風向角。

實驗所使用的上游逼近風場，則採用適於該地區地形特性之紊流邊界層流。考慮本案週遭地形為大都市邊緣之都市型態，其平均風速剖面符合指數律  $\alpha = 0.25$  模式。

本案分別以大樓興建前及完成後的地貌條件，進行完整的實驗量測，配合中央氣象局台北測站之風向、風速頻率資料，根據舒適性評估準則進行評估。如此，除了可以得到大樓落成後鄰近環境風場特性之外，尚可瞭解建築物對於風場環境改變的相對影響。

全案之作業流程以總結的方式顯示在圖 1-7 上。

### 1. 3 報告內容

本報告內容如以下篇章：

第一章：對本研究案之緣由、目的、工作範圍及實驗流程和全案內容做一概括性的描述；

第二章：標的物所在地之氣象資料及迴歸結果；

第三章：風洞試驗所需之儀器設備與配置方式；

第四章：風洞試驗評估結果與討論；

第五章：結論與建議。

附錄 A：有關風洞試驗物理模擬理論依據及項目；

附錄 B：本報告所採用之舒適性評估準則；

附錄 C：有關風洞試驗之流場、地形模型及風速量測細節。



圖 1-1 本案新建大樓模型（1）（縮尺 1：300）



圖 1-2 本案新建大樓模型（2）（縮尺 1：300）



圖 1-3 風洞試驗模擬範圍建物模型（1）（縮尺 1：300）

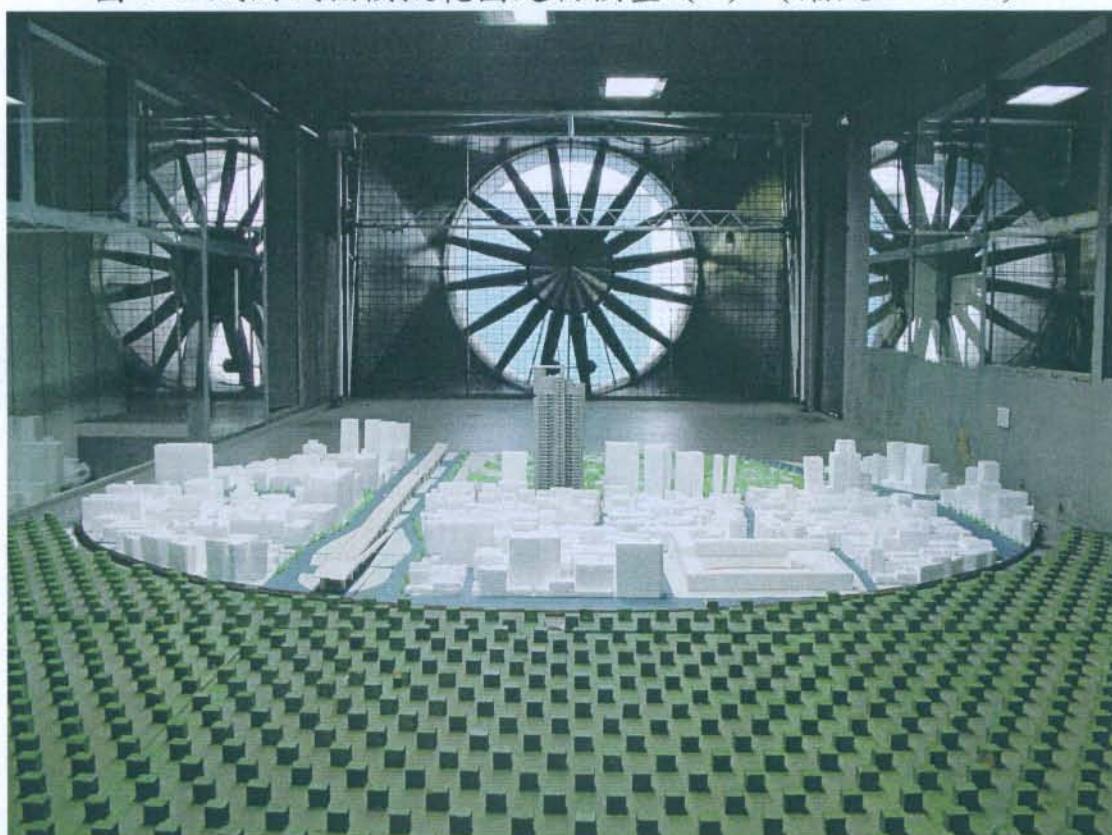


圖 1-4 風洞試驗模擬範圍建物模型（2）（縮尺 1：300）

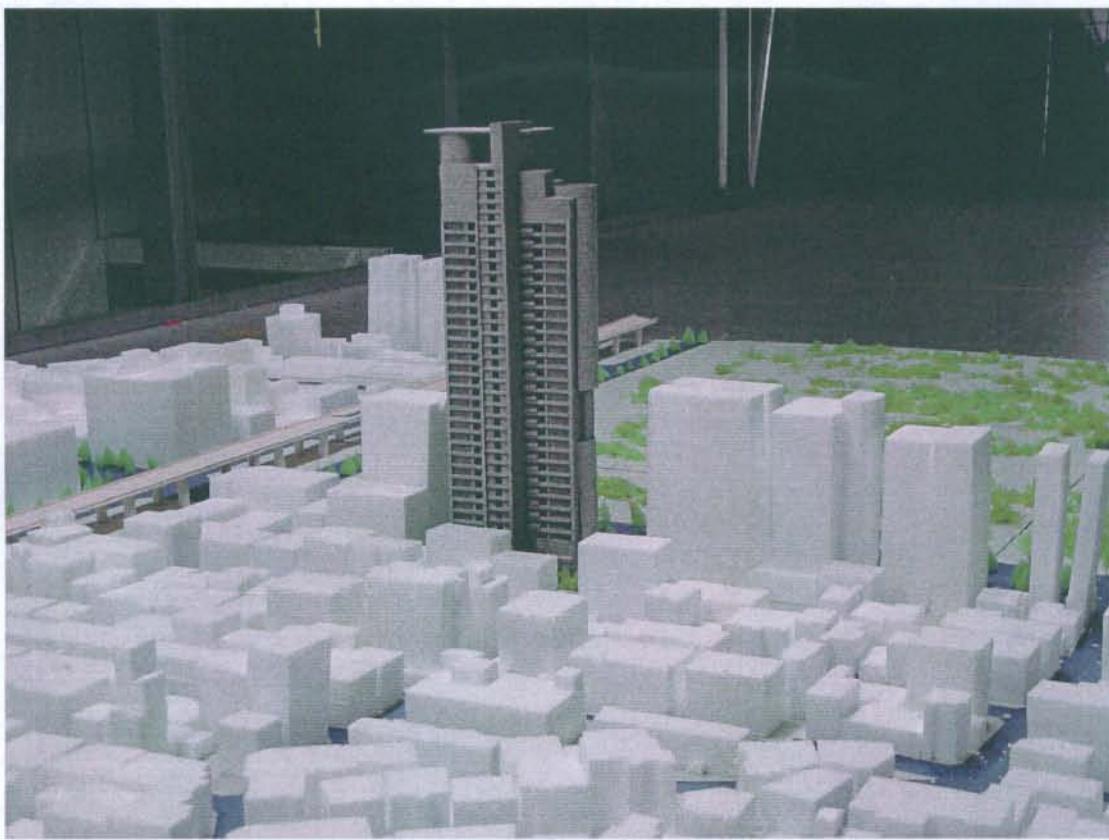


圖 1-5 風洞試驗模擬範圍建物模型（3）（縮尺 1：300）



圖 1-6 風洞試驗模擬範圍建物模型（4）（縮尺 1：300）

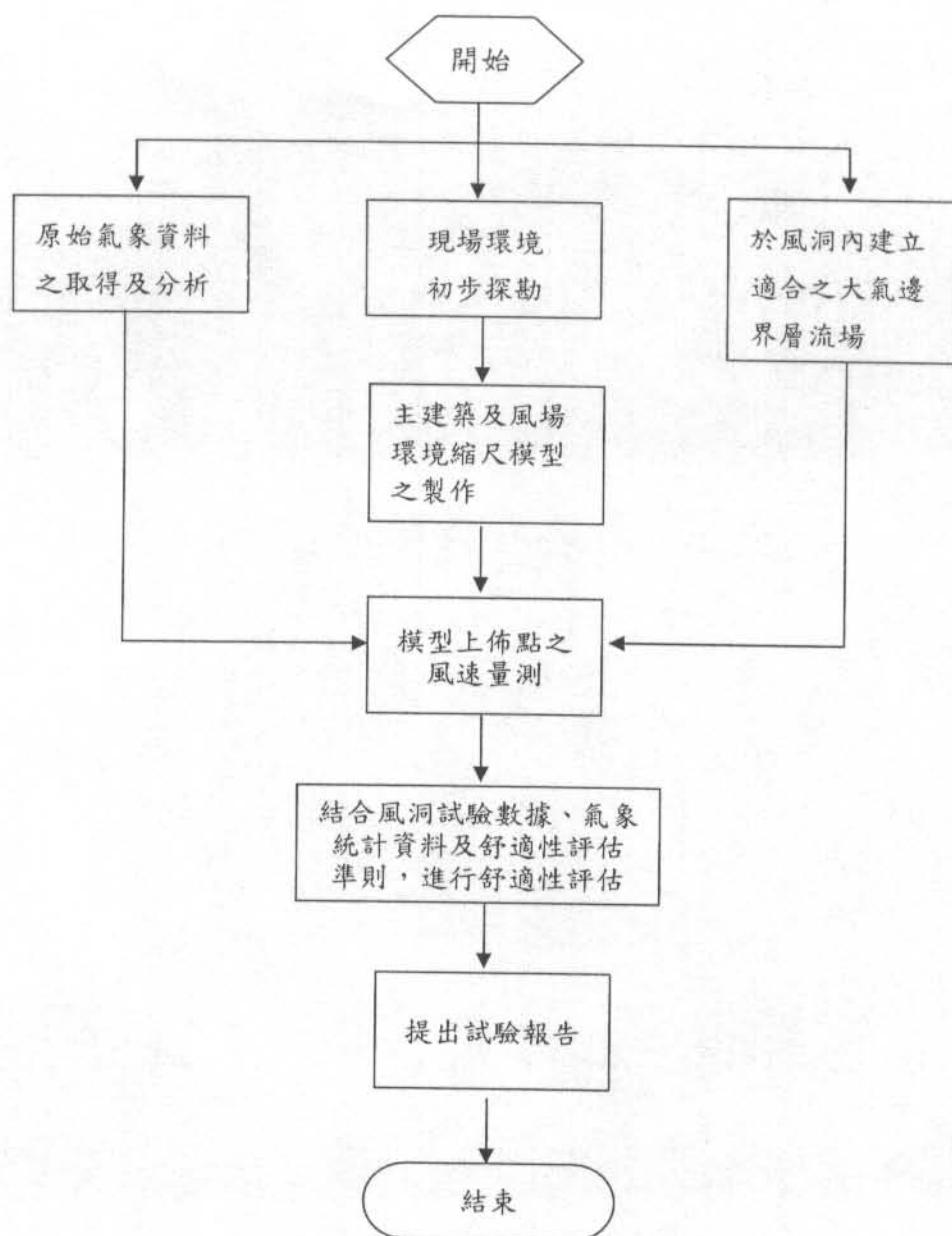


圖 1-7 環境風場試驗流程

## 第二章 氣象資料的整理與分析

### 2.1 氣象資料概述

風場環境評估乃根據風洞試驗的量測值，配合標的物所在地氣象局實場的氣象資料，計算各測點不同風速之發生機率。再依照上一章節所提之不同舒適性評估準則，而得到風場環境評結果。首先我們需先整理氣象局實場的氣象資料，將各風向的風速作機率分析而不直接引用其風速風向發生頻率。這是由於氣象資料高風速的風速所佔的風速發生機率對於一整年的時間而言，比例上相當的小，且颱風來時氣象局並不進行量測。而氣象局所得的是每小時 10 分鐘的平均風速，因此氣象資料的風速發生機率均落在風速 20m/s 以內，對於高風速便無資料可用。如此的作法會比直接引用氣象資料來的保守與安全。學者 Frank[2.1]的作法即不直接引用氣象局所得的風速風向發生頻率，而是將氣象資料進行迴歸分析，利用迴歸出來的機率密度函數作為評估所採用的資料。一般常用來描述風速風向發生機率的函數是 Weibull distribution(偉伯分佈函數)，其公式如下：

$$p(>u) = \alpha \exp[-(u/c)^k]$$

p=風速大於 u 的發生機率

$\alpha$ =各風向的累積發生機率

c=各風向尺度風速

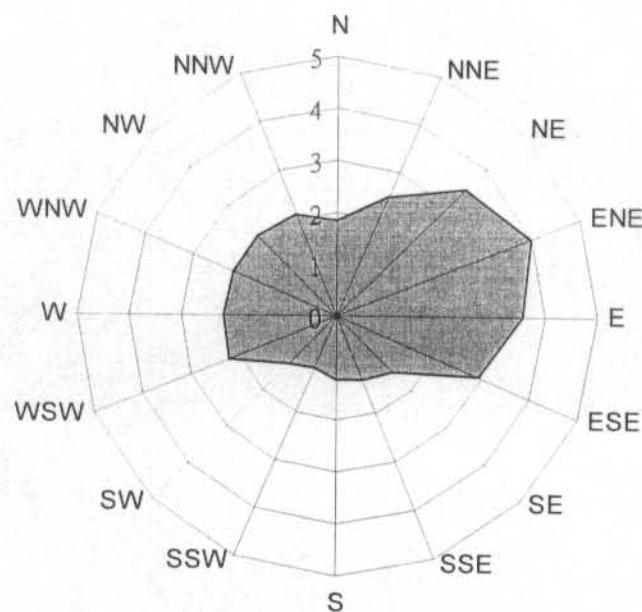
k=係數(隨風向角的不同及累積發生機率而變)

### 2.2 氣象資料整理分析結果

作業流程是先將中央氣象局台北測站 1977~1998 年的 22 年氣象資料，計算逐時十六個風向角的風速發生機率，再對上述函數做迴歸分析，得到的風速風向發生機率大多和原始資料吻合。結果顯示台北地區全天風向以東方及東北東方出現頻率較大（如圖 2-1、2-2）。

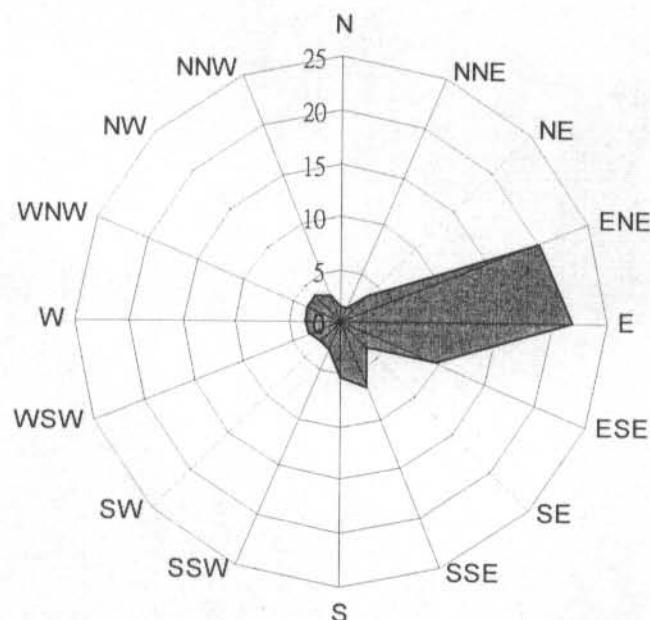
另一方面，在時間的因素下，氣候的變遷以及周遭環境的改變

會造成風速風向機率的變化，亦即同一測站不同年份的氣象資料，將迴歸出不同的參數。因此我們在引用機率函數做計算時，應選擇較近年份且長時間的風速風向資料來作為評估上的氣象資料依據。另外，有些地點因使用上的時間限制，例如只開放白天使用的學校或廣場；及分季節性使用的游泳池等區域，在作評估規劃時，皆需加以考慮。因為一般來說露天游泳池的開放季節都是在夏季，所以應選夏季的氣象資料來作規劃；若一般的街道高樓區，應選擇全天逐時的氣象資料較合乎實際應用情形。



台北氣象站各風向平均風速(m/s)

圖 2-1 台北氣象站各風向平均風速圖



台北氣象站各風向發生機率(%)

圖 2-2 台北氣象站各風向發生機率圖

### 第三章 本計劃之風洞實驗內容

開始風洞試驗之前先要決定好縮尺及模擬的範圍，並且模擬現地正確的流場特性，除此之外，基地模型的製作力求與現地符合(包括鄰近建築物的外型、樓層數，以及空地分佈、圍牆、樹木的模擬製作等)。本案在評估主建物附近行人風場的特性時，對於測點的選定、分佈基本上根據人員的各種需求性來作選擇。分別介紹說明如下：

#### 3.1 逼近流場特性

本案使用錐形擾流板和配套之粗糙元及龍齒組合，在風洞之試驗段內建立一能與現場情況相當之模擬大氣邊界層來流。圖 3-1 分別顯示順風方向之平均流速及紊流強度隨高度變化之剖面曲線。

參照表 A-1 及 ESDU[A.5]，並考慮本案為大都市邊緣之地形，其平均風速剖面採取指數律  $\alpha = 0.25$  模式， $z_\delta$  約為 375m。若以此來做縮尺的依據，吾人可以得到在風洞內所模擬之邊界層縮尺應該在 1/300。至於主建築物附近的風場變化則由實際的地形及建築物模擬來產生。

進行風洞試驗時為了能使縮尺模型的風速量測能適當地用於實際風場，所量測的各個地表風速必須對一穩定的參考風速作無因次化，本實驗選取模型上游大氣邊界層高度  $\delta$  的量測風速為參考風速。

#### 3.2 地形地貌及建築物之模擬

本案環境風場評估之風洞試驗，市街及建築物模型之縮尺比例為 1/300。其模擬之範圍是以基地主建築物為中心，在半徑 450 m 內之鄰近建築物全依縮尺比例製成模型置於風洞試驗段之轉盤上。參考圖 3-2。模型之製作是根據主要建築基地及附近區域的建築物分佈圖、鄰近建築物的樓層數以及空地分佈，進行正確的放樣。其中針對主建築物的模型製作，需考慮建築細部的造型。至於模擬範圍內的其他建築物則大致模擬其形狀及高度，不考慮造型上的細節變化。本實驗採用保麗龍做為主建築物及周圍建築物的模型材料。

### 3.3 測點選定

為了能夠適當地評估新建大樓對其鄰近環境可能造成的風環境影響，首先我們以煙流在風洞內進行風場的可視化試驗，概略地指認出在模擬範圍內可能出現的較高風速區域①在主建築物附近，考慮下洗氣流的影響區域，行人及車輛出入口、停車場及設計供休憩的區域，例如建築物下方轉角處、巷道風等，作為佈點之參考。②其他鄰近區域，考慮主建物與建後造成氣流下洗及尾跡風壓的影響，如巷道風，及周圍地物易造成高風速處常見如空地及其旁之巷道，其他考量因素尚包括有各區域的使用性質，例如行人將會密集使用的建築物出入口、鄰近人行道、休憩場所等，或是學校等公共場所。

本計畫案總共設置了 59 個測點，其分佈如圖 3-3-1~3-3-3 所示。根據上述對測點性質的討論可概括地區分為：

1. 基地內：行人出入口、西側人行步道、南側人行步道、地下停車場出入口、東側人行步道、北側人行步道；
2. 基地周圍：新生南路一段一六一巷上、三七巷上、新生南路一段一六五巷上、二四巷上、信義路三段上、大安森林公園上。

### 3.4 試驗量測項目

本研究案針對興建大樓周圍的行人高度風場環境進行模型試驗。風洞模型試驗主要可分為大樓興建前及完成後兩個部分。兩部分之實驗，風向角的選取均以正北為準，每 22.5 度量測一次共取 16 個風向角。實驗中所使用的上游逼近流場則採用適於該地區地形特性的紊流邊界層流況，其平均風速剖面符合指數律  $\alpha=0.25$  模式。模型上共設置 59 組 Irwin probe（見圖 3-4、3-5）以量取行人高度風速。所有地表量測風速均對設置於上游邊界層高度的風速量測值作無因次化。如此各組實驗所得之  $U_i/U_\delta$ ,  $i=1\sim 59$ ，方可配合台北氣象站的風速風向資料進行後續的評估工作。

表 3-1 風洞試驗測點分類表

測點分類		測點編號	附註
基地內	行人出入口	1~6	測點數共計 59 點
	西側人行步道上	7~9	
	南側人行步道上	10~13	
	地下停車場出入口	14~16	
	東側人行步道上	17~20	
	北側人行步道上	21~25	
基地外	新生南路一段一六一巷上	26~32	
	三七巷上	33~35	
	新生南路一段一六五巷上	36~41	
	二四巷上	42~44	
	信義路三段上	45~52	
	大安森林公園上	53~59	

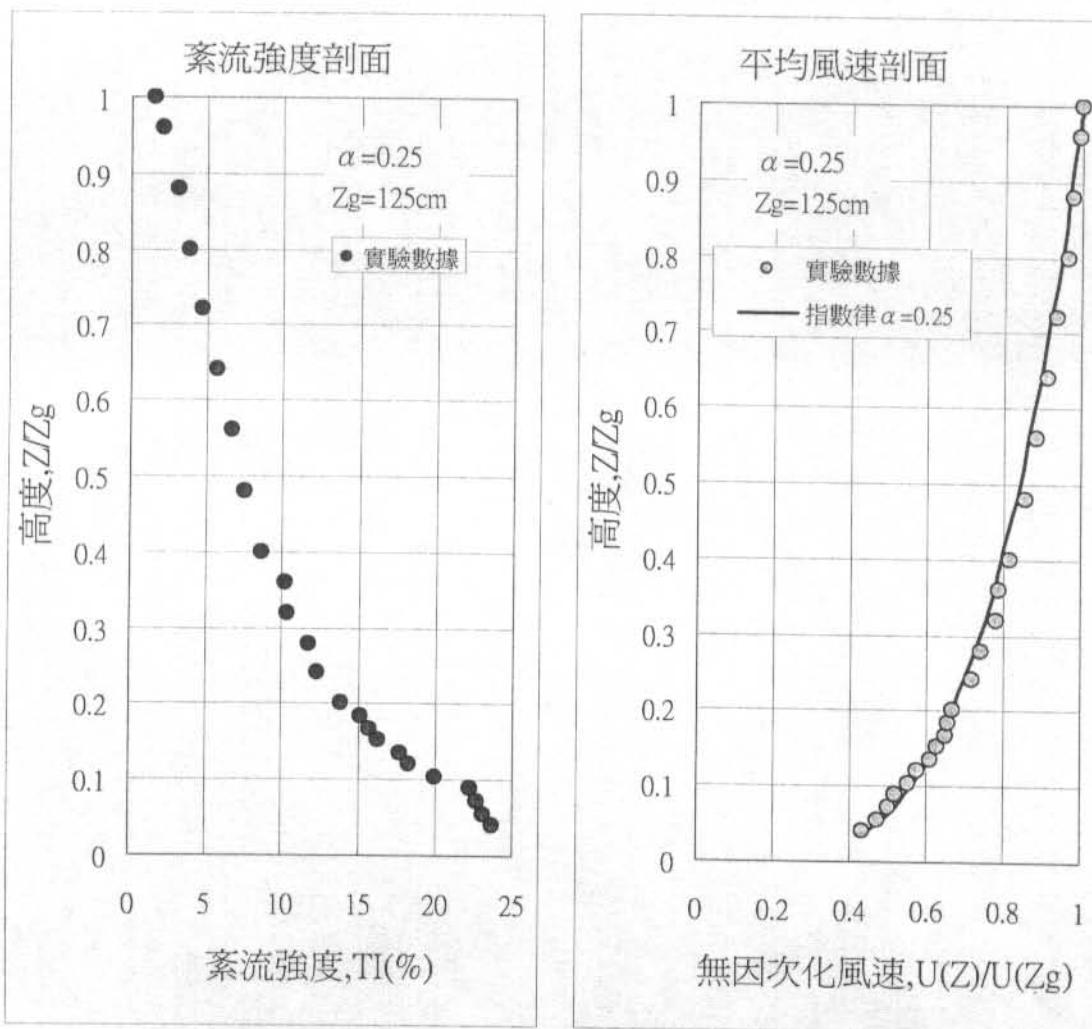


圖 3-1 模擬大氣邊界層平均風速剖面與紊流強度剖面

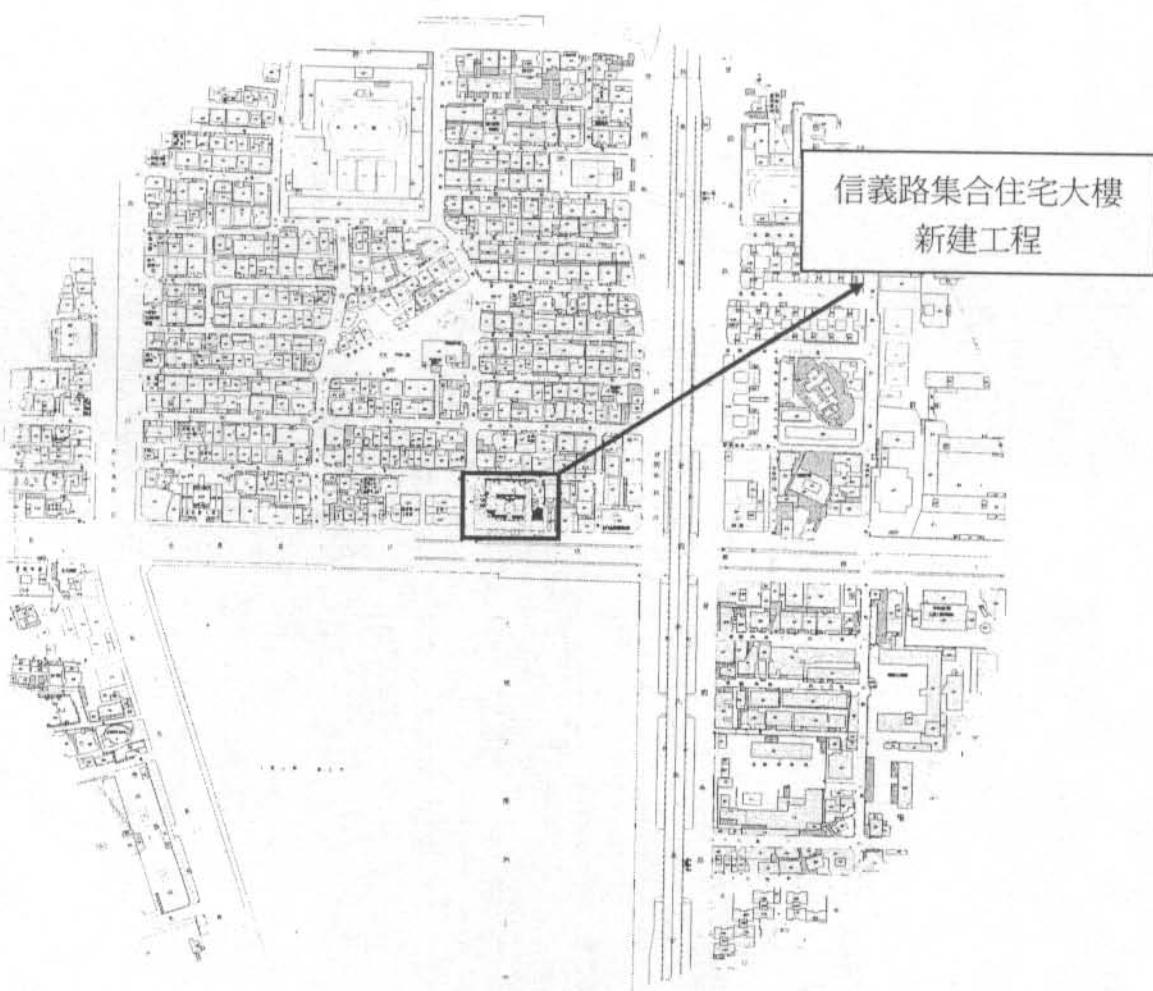


圖 3-2 風洞試驗模擬範圍

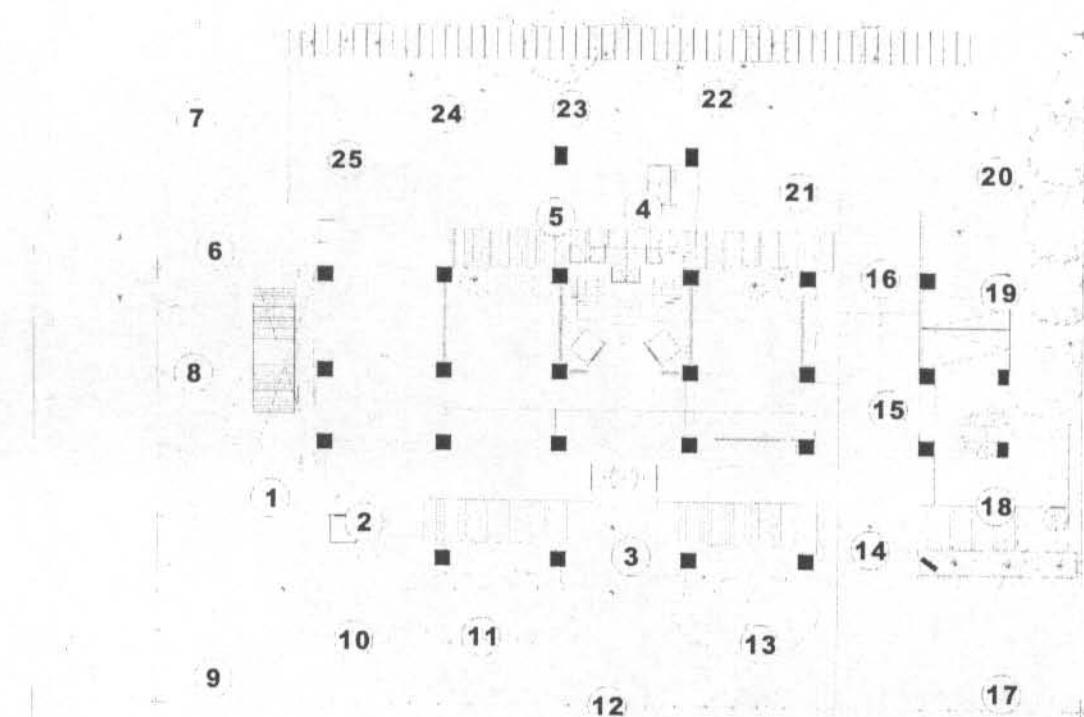


圖 3-3-1 風洞試驗測點分佈圖（基地內）



3-3-2 風洞試驗測點分佈圖(基地周圍)

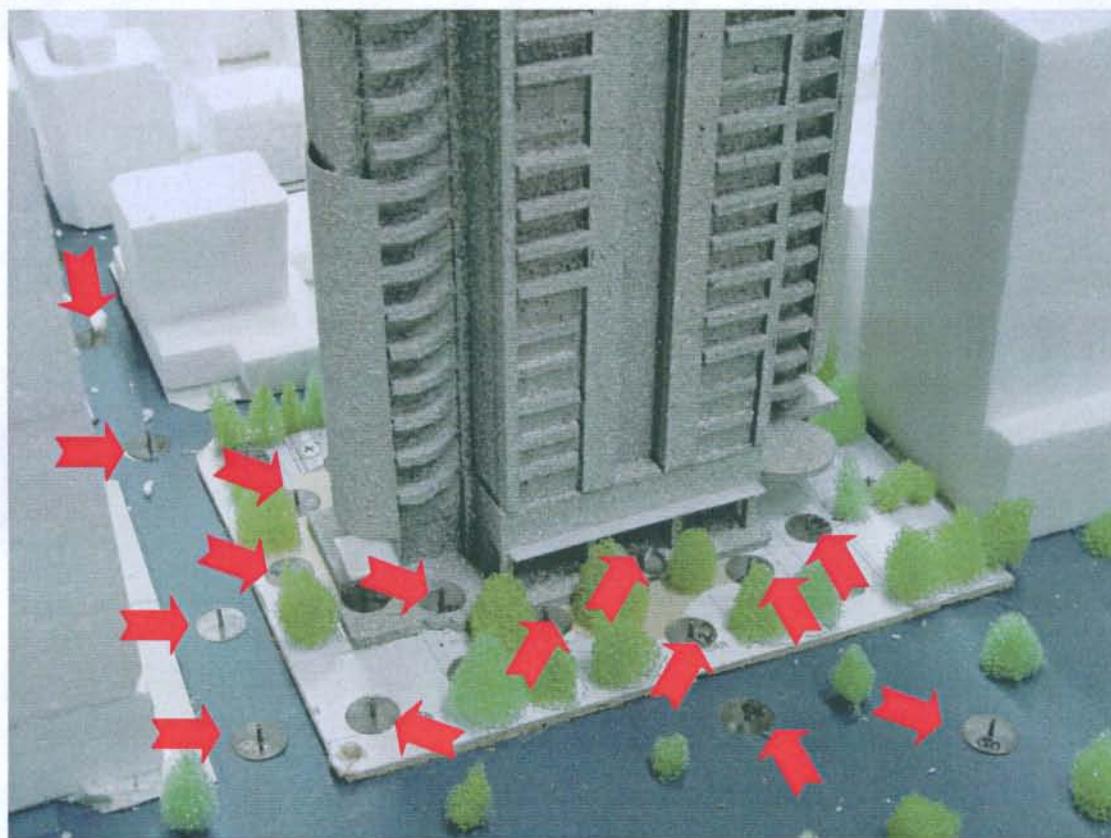


圖 3-4 主建築物四周設置之 Irwin probe(如箭號所示)(1)



圖 3-5 主建築物四周設置之 Irwin probe(如箭號所示)(2)

## 第四章 實驗結果與討論

本研究案之環境風場量測工作，是於淡江大學風工程研究中心一號風洞實驗室中進行。實驗內容為量取佈設於縮尺模型上之 59 個測點，在固定之邊界層高度風速下，於 16 個風向角之地面人行高度風速  $U_i (i=1 \sim 59)$ 。並將量測結果對風洞之模擬邊界層高度風速做無因次化，可得到一無因次化參數  $U_i/U_\delta$ 。如此，大樓興建前後各 16 個風向角所得之量測結果，可以在相同的基準上配合實場的氣象資料來進行舒適性的評估。量測結果如表 4-1-1 至表 4-2-4，及風花圖 4-1-1 至 4-2-4。各測點之行人風場舒適性評估見表 4-3。本案之風場環境特性分別說明如下。

### 4.1 興建大樓前的環境風場特性

#### 4.1.1 無因次化風速

由表 4-1-1 至表 4-1-4 所列，開發前地表設置 59 個測點，在 16 個風向角所得之無因次化風速可瞭解因地形地貌不同，各個區域人行高度風速的差異。本案位於台北市信義路三段路與仁愛路三段 24 巷交叉路口上，其鄰近建築物：東側為 13 樓建築物、西側為 18 樓建築物、北側低矮建築物、南側為大安森林公園。。

基地內較高無因次化風速值，行人出入口，如測點 1、2、6；測點 1、2 主要以南風、西北風之無因次化風速為較高，無其因次化風速值分別為 0.61、0.72；測點 6 主要以西北風之無因次化風速為較高，無其因次化風速值約為 0.65。

基地內較高無因次化風速值，西側人行步道，如測點 7~9，主要以南風、西北風之無因次化風速為較高，無其因次化風速值最高約為 0.66。

基地內較高無因次化風速值，南側人行步道，如測點 10，主要以南風、西北風之無因次化風速為較高，無其因次化風速值約為 0.53、0.66。

基地內較高無因次化風速值，東側人行步道，如測點 17、18，主要以東南之無因次化風速為較高，無其因次化風速值約為 0.57。

基地內較高無因次化風速值，北側人行步道，如測點 24、25，主要以東南之無因次化風速為較高，無其因次化風速值約為 0.54~0.60。

至於剩下測點，其無因次化風速值都小於 0.5。

基地外較高無因次化風速值，分佈在三七巷上，如測點 35 當風向分別為南風時，無其因次化風速值約為 0.59。

基地外較高無因次化風速值，分佈在新生南路一段一六五巷上，如測點 39、40，當風向分別為東南風時，無其因次化風速值約為 0.51~0.66。

基地外較高無因次化風速值，分佈在二四巷上，如測點 41、43、44；測點 41、43 當風向分別為東南風時，無其因次化風速值約為 0.52~0.62；測點 44 當風向分別為南南東風時，無其因次化風速值約為 0.61。

至於剩下測點，其無因次化風速值都小於 0.5。

#### 4.1.2 行人風場舒適性評估

配合中央氣象局台北氣象站風速風向發生機率，可以計算各種風速標準的發生頻率以進行舒適度評估。本評估採用加拿大西安大略大學風洞實驗室評估準則，評估結果如表 4-3。

大樓興建前，基地內人行出入口上之測點 2；南側人行步道上之測點 10 其舒適度等級為短時間站坐，其它位置舒適度等級符合長時間站坐要求。

大樓興建前，基地外之測點受鄰房之遮蔽且風速較低，舒適度等級符合長時間站坐要求。

### 4.2 大樓完成後的風場環境特性

#### 4.2.1 無因次化風速

表 4-2-1 至表 4-2-4 所列為本案開發後地表 59 個測點在 16 個風向角所得之無因次化風速。以下就大樓興建前後的風場環境變化做一比較。

##### (A) 基地範圍內

基地範圍內之測點受到新建大樓之影響，某些區域之風速有所提升，同時也因為遮蔽效應而降低部分位置之風速：

1. 行人出入口：測點 1 有較高無因次化風速，測點 1 當風向為東東南順時針至西西南時，其無因次化風速值約為 0.51~0.72。

2. 西側人行步道：位於基地西側測點 8，當風向為南風時，其無因次化風速最高可達 0.60。
3. 南側人行步道：位於基地南側測點 10，當風向為西北風順時針至北北東風時，其無因次化風速約 0.53~0.67。
4. 停車場出入口：位於基地南側測點 14~16，測點 14、15 當風向為西西北風順時針至東北風時，其無因次化風速約為 0.51~0.94；測點 15、16 當風向為東東南風順時針至南南西風時，其無因次化風速約為 0.55~0.77。
5. 東側人行步道：位於基地東側測點 19 有較高無因次化風速值，當風向為北風時，其無因次化風速值約為 0.57。
6. 北側人行步道：位於基地北側測點 21、23，有較高無因次化風速值，測點 21 當風向為西西北風時，其無因次化風速值最高約為 0.57；測點 23 當風向為北北東風時，其無因次化風速值約為 0.69。

#### (B)基地周圍

週遭區域行人風場之風速受本新建大樓之影響，部分區域之風速有所提升，但其造成影響之位置僅限於基地附近少部分範圍。變化明顯之區域其風場特性描述如下：

1. 新生南路一段一六一巷上：位於新生南路一段一六一巷之測點 28，當風向為東南風時，其無因次化風速值約為 0.53。
2. 三七巷上：位於三七巷上之測點 35，當風向為東南風順時針至西南時，其無因次化風速值約為 0.56~0.68。
3. 新生南路一段一六五巷上：位於新生南路一段一六五巷上之測點 38、39，當風向分為東風順時針至南南東風時，其無因次化風速值約為 0.53~0.67。
4. 二四巷上：位於二四巷上之測點 41~44，測點 41~43 當風向分為東風順時針至西南風時，其無因次化風速值約為 0.51~0.73；測點 43、44 當風向為西風順時針至北北東風時，其無因次化風速值最高約為 0.51~0.70。
5. 信義路三段上：位於信義路三段上之測點，其無因次化風速值皆小於 0.5。
6. 大安森林公園上：位於大安森林公園上之測點其無因次化風速值均小於 0.4。

#### 4.2.2 行人風場舒適性評估

除了建築物本身之影響外，人行舒適性則需再加入該風向在氣象資料上所記錄之風速及發生機率，才能完整評估，所以在無因次化風速上產生高風速的地方，很可能因使其發生高風速之風向發生機率很低且全年所紀錄之該風向之風速不高，所以評估結果並無不舒適性。以下是加入風向風速機率所評估的整體結果，行人風場舒適度大多數與大樓興建前相同，多為符合短時間站坐之標準，部分區域因為遮蔽效應使其舒適度符合長時間站坐之標準。

#### (A)基地範圍內

基地內測點受到大樓之影響，部分位置風速有所增加，行人風場舒適性等級亦相對降低，評估結果如下：

1. 行人出入口：此區域測點之舒適性等級為長時間站坐。
2. 西側人行步道：測點 10 之舒適性等級為短時間站坐，其它區域之等級為長時間站坐。
3. 南側人行步道：此區域測點之舒適性等級為長時間站坐。
4. 停車場出入口：測點 14、15 之舒適性等級為短時間站坐，其它區域之等級為長時間站坐。
5. 東側人行步道：此區域測點之舒適性等級為長時間站坐。
6. 北側人行步道：測點 23 之舒適性等級為短時間站坐。

#### (B)基地範圍外

基地外之區域，其環境風場舒適度標準受新建大樓之影響，部分區域之等級有所變動：

1. 新生南路一段一六一巷上：此區域之測點之舒適性等級為長時間站坐。
2. 三七巷上：此區域之測點之舒適性等級為長時間站坐。
3. 新生南路一段一六五巷上：此區域之測點之舒適性等級為長時間站坐。
4. 二四巷上：測點 43、44 之舒適性等級為短時間站坐。
5. 信義路三段上：此區域之測點之舒適性等級為長時間站坐。
6. 大安森林公園上：此區域之測點之舒適性等級為長時間站坐。

雖然從無因次化風速來看，興建後有些風向風速有變大的趨勢，但人行舒適度評估需配合當地氣象資料，即該風向之平均風速及發生頻率，給予加權進行評估，所以大樓興建後即使某些地點在某些風向風速會明顯變大，但若氣象資料顯示該風向的 20 年間發生的平均風速及出現頻率很小，則其評估結果仍會在可容許範圍內。

如在台北發生機率最大的風向為東風其次是東北東及東南東風，這三組風向的發生機率已占了超過 50%，所以若在這三組風向上產生較大風速，則其評估結果則會較不利。相反的，在其他風向發生較高風速，若其發生機率不高，則評估結果並不會顯示不良的影響。

表 4-1-1 大樓興建前各測點無因次化風速  
(基地內北風至南南東風)

測點分類		興建前---無因次化風速								
		風向	N	NNE	NE	EEN	E	EES	ES	SSE
基地內	人行出入口	1	0.434	0.361	0.349	0.348	0.309	0.382	0.5	0.598
		2	0.557	0.402	0.404	0.359	0.266	0.322	0.437	0.531
	西側人行步道	3	0.363	0.381	0.283	0.257	0.27	0.324	0.352	0.355
		4	0.267	0.325	0.268	0.27	0.284	0.329	0.314	0.325
		5	0.29	0.266	0.245	0.286	0.284	0.31	0.305	0.337
		6	0.485	0.308	0.341	0.341	0.345	0.396	0.446	0.524
	南側人行步道	7	0.522	0.291	0.314	0.31	0.312	0.35	0.395	0.453
		8	0.383	0.33	0.342	0.353	0.372	0.457	0.558	0.671
		9	0.43	0.425	0.389	0.302	0.269	0.333	0.521	0.586
		10	0.531	0.457	0.425	0.323	0.285	0.331	0.467	0.531
	地下停車場出入口	11	0.326	0.32	0.278	0.261	0.275	0.344	0.394	0.413
		12	0.338	0.402	0.27	0.252	0.26	0.303	0.35	0.348
		13	0.349	0.508	0.283	0.241	0.266	0.335	0.358	0.326
	東側人行步道	14	0.358	0.504	0.28	0.255	0.303	0.414	0.467	0.423
		15	0.309	0.413	0.3	0.269	0.275	0.502	0.478	0.439
		16	0.33	0.457	0.324	0.251	0.28	0.349	0.317	0.303
		17	0.373	0.404	0.292	0.271	0.318	0.478	0.555	0.498
	北側人行步道	18	0.323	0.403	0.253	0.237	0.257	0.5	0.572	0.475
		19	0.296	0.344	0.27	0.237	0.257	0.329	0.37	0.371
		20	0.374	0.285	0.26	0.243	0.291	0.32	0.384	0.434
		21	0.272	0.388	0.294	0.255	0.258	0.342	0.312	0.288
		22	0.261	0.384	0.265	0.249	0.27	0.305	0.286	0.28
		23	0.279	0.301	0.243	0.251	0.273	0.278	0.291	0.301
		24	0.374	0.246	0.287	0.329	0.305	0.297	0.329	0.367
		25	0.456	0.267	0.307	0.315	0.299	0.325	0.372	0.431

表 4-1-2 大樓興建前各測點無因次化風速  
(基地外北風至南南東風)

		興 建 前---無 因 次 化 風 速							
測點分類		N	NNE	NE	EEN	E	EES	ES	SSE
新生南路 一段一六 一巷上	26	0.231	0.238	0.252	0.235	0.294	0.367	0.302	0.241
	27	0.231	0.231	0.253	0.257	0.34	0.402	0.335	0.268
	28	0.24	0.244	0.244	0.245	0.282	0.359	0.473	0.482
	29	0.317	0.277	0.326	0.226	0.229	0.228	0.237	0.291
	30	0.272	0.262	0.259	0.236	0.246	0.28	0.279	0.248
	31	0.278	0.258	0.25	0.221	0.241	0.269	0.314	0.295
	32	0.234	0.223	0.227	0.251	0.297	0.29	0.363	0.337
	33	0.22	0.22	0.219	0.236	0.244	0.262	0.32	0.343
	34	0.262	0.258	0.261	0.265	0.279	0.245	0.257	0.255
	35	0.293	0.272	0.264	0.341	0.323	0.358	0.419	0.514
	36	0.272	0.25	0.246	0.288	0.345	0.283	0.387	0.447
	37	0.362	0.458	0.26	0.255	0.284	0.433	0.374	0.349
	38	0.303	0.243	0.251	0.261	0.253	0.285	0.322	0.298
基地外	39	0.332	0.275	0.28	0.293	0.464	0.62	0.661	0.535
	40	0.315	0.305	0.32	0.28	0.381	0.501	0.514	0.386
	41	0.256	0.255	0.285	0.252	0.352	0.483	0.521	0.516
	42	0.546	0.323	0.333	0.356	0.359	0.407	0.41	0.414
	43	0.368	0.334	0.31	0.295	0.328	0.44	0.548	0.624
	44	0.441	0.443	0.408	0.307	0.286	0.31	0.501	0.608
	45	0.258	0.301	0.345	0.293	0.3	0.307	0.344	0.369
	46	0.351	0.427	0.388	0.307	0.287	0.322	0.437	0.472
信義路三 段上	47	0.395	0.43	0.383	0.296	0.264	0.265	0.422	0.472
	48	0.321	0.327	0.277	0.269	0.24	0.254	0.302	0.354
	49	0.32	0.39	0.256	0.275	0.274	0.312	0.348	0.302
	50	0.278	0.278	0.285	0.325	0.28	0.309	0.314	0.281
	51	0.274	0.316	0.29	0.33	0.297	0.26	0.279	0.263
	52	0.295	0.259	0.25	0.233	0.241	0.246	0.266	0.268
	53	0.323	0.283	0.272	0.232	0.24	0.288	0.293	0.243
	54	0.252	0.265	0.263	0.243	0.239	0.258	0.269	0.266
大安森林 公園上	55	0.239	0.233	0.249	0.231	0.238	0.24	0.244	0.237
	56	0.257	0.258	0.248	0.251	0.255	0.246	0.244	0.26
	57	0.401	0.39	0.327	0.247	0.248	0.244	0.253	0.28
	58	0.382	0.39	0.341	0.282	0.281	0.258	0.298	0.299
	59	0.234	0.279	0.266	0.241	0.257	0.254	0.259	0.247

表 4-1-3 大樓興建前各測點無因次化風速  
(基地內南風至北北西風)

		興建前---無因次化風速								
		風向	S	SSW	SW	WWS	W	WWN	WN	NNW
基地內	人行出入 口	1	0.605	0.516	0.295	0.263	0.287	0.505	0.562	0.553
		2	0.519	0.534	0.353	0.24	0.38	0.683	0.723	0.675
	西側人行 步道	3	0.356	0.357	0.296	0.236	0.372	0.516	0.552	0.491
		4	0.339	0.401	0.324	0.243	0.319	0.366	0.416	0.378
		5	0.357	0.406	0.278	0.236	0.349	0.402	0.462	0.455
		6	0.529	0.316	0.24	0.253	0.419	0.499	0.582	0.652
	南側人行 步道	7	0.456	0.334	0.264	0.256	0.391	0.483	0.56	0.659
		8	0.612	0.335	0.233	0.243	0.297	0.449	0.472	0.486
		9	0.53	0.497	0.376	0.236	0.232	0.284	0.522	0.558
		10	0.516	0.5	0.392	0.258	0.311	0.53	0.663	0.624
	地下停車 場出入口	11	0.399	0.404	0.306	0.238	0.289	0.416	0.428	0.367
		12	0.318	0.331	0.285	0.239	0.314	0.481	0.516	0.414
		13	0.304	0.281	0.26	0.247	0.389	0.487	0.509	0.419
	東側人行 步道	14	0.365	0.312	0.303	0.299	0.361	0.414	0.433	0.355
		15	0.409	0.387	0.391	0.287	0.288	0.349	0.372	0.318
		16	0.321	0.342	0.337	0.258	0.258	0.276	0.302	0.294
		17	0.383	0.328	0.325	0.32	0.471	0.473	0.465	0.364
	北側人行 步道	18	0.397	0.346	0.338	0.279	0.336	0.336	0.366	0.302
		19	0.38	0.348	0.327	0.254	0.262	0.25	0.276	0.262
		20	0.509	0.491	0.441	0.286	0.289	0.285	0.274	0.285
		21	0.31	0.334	0.338	0.246	0.266	0.292	0.339	0.282
		22	0.303	0.332	0.33	0.287	0.285	0.287	0.334	0.284
		23	0.307	0.378	0.31	0.239	0.285	0.326	0.387	0.374
		24	0.384	0.36	0.261	0.251	0.385	0.466	0.543	0.596
		25	0.482	0.375	0.258	0.248	0.383	0.471	0.555	0.604

表 4-1-4 大樓興建前各測點無因次化風速  
(基地外南風至北北西風)

測點分類		興建前---無因次化風速								
		風向	S	SSW	SW	WWS	W	WWN	WN	NNW
新生南路 一段一六 一巷上	26	0.221	0.226	0.244	0.227	0.233	0.235	0.243	0.229	
	27	0.217	0.247	0.249	0.23	0.233	0.235	0.251	0.24	
	28	0.338	0.266	0.247	0.264	0.255	0.244	0.292	0.255	
	29	0.254	0.229	0.238	0.233	0.224	0.225	0.239	0.24	
	30	0.252	0.247	0.298	0.299	0.268	0.256	0.261	0.25	
	31	0.244	0.218	0.234	0.218	0.226	0.226	0.308	0.289	
	32	0.276	0.229	0.246	0.224	0.232	0.24	0.326	0.273	
	33	0.281	0.236	0.261	0.252	0.252	0.244	0.303	0.228	
	34	0.29	0.277	0.276	0.276	0.291	0.298	0.32	0.287	
	35	0.597	0.534	0.396	0.245	0.308	0.359	0.339	0.312	
	36	0.516	0.49	0.354	0.273	0.274	0.263	0.277	0.274	
	37	0.385	0.324	0.304	0.262	0.251	0.251	0.29	0.285	
	38	0.343	0.437	0.321	0.228	0.255	0.288	0.359	0.388	
新生南路 一段一六 五巷上	39	0.342	0.319	0.248	0.245	0.297	0.375	0.437	0.4	
	40	0.269	0.293	0.247	0.235	0.266	0.268	0.314	0.306	
	41	0.459	0.309	0.238	0.23	0.25	0.277	0.303	0.279	
	42	0.379	0.303	0.239	0.25	0.328	0.391	0.481	0.572	
	43	0.389	0.246	0.255	0.244	0.236	0.256	0.437	0.555	
	44	0.58	0.544	0.34	0.237	0.236	0.239	0.36	0.607	
	45	0.307	0.259	0.257	0.27	0.288	0.268	0.309	0.256	
	46	0.438	0.38	0.325	0.331	0.269	0.336	0.333	0.302	
	47	0.4	0.344	0.3	0.272	0.24	0.302	0.325	0.447	
	48	0.335	0.328	0.287	0.244	0.252	0.287	0.449	0.402	
	49	0.298	0.263	0.261	0.235	0.289	0.454	0.491	0.374	
	50	0.26	0.256	0.266	0.27	0.308	0.421	0.366	0.265	
	51	0.274	0.286	0.295	0.282	0.302	0.268	0.327	0.252	
	52	0.301	0.312	0.294	0.258	0.235	0.239	0.293	0.246	
基地外 二四巷	53	0.256	0.264	0.291	0.284	0.257	0.259	0.273	0.251	
	54	0.261	0.28	0.315	0.311	0.268	0.289	0.297	0.23	
	55	0.251	0.259	0.299	0.309	0.231	0.249	0.352	0.286	
	56	0.249	0.246	0.261	0.241	0.231	0.232	0.279	0.247	
	57	0.296	0.298	0.299	0.301	0.233	0.226	0.269	0.288	
	58	0.285	0.326	0.32	0.311	0.275	0.234	0.321	0.254	
	59	0.248	0.252	0.268	0.3	0.284	0.273	0.295	0.243	

表 4-2-1 大樓興建後各測點無因次化風速  
(基地內北風至南南東風)

		興建後---無因次化風速								
		風向	N	NNE	NE	EEN	E	EES	ES	SSE
基 地 內	人行出入 口	1	0.558	0.394	0.26	0.228	0.338	0.57	0.71	0.721
		2	0.241	0.226	0.215	0.218	0.257	0.329	0.366	0.333
		3	0.234	0.221	0.208	0.216	0.245	0.301	0.346	0.351
		4	0.218	0.242	0.234	0.216	0.219	0.218	0.224	0.215
		5	0.451	0.417	0.347	0.228	0.214	0.221	0.302	0.256
		6	0.441	0.351	0.267	0.212	0.221	0.229	0.245	0.245
	西側人行 步道	7	0.423	0.283	0.238	0.217	0.266	0.289	0.365	0.348
		8	0.227	0.246	0.232	0.247	0.276	0.299	0.397	0.527
		9	0.467	0.482	0.302	0.232	0.276	0.318	0.317	0.303
	南側人行 步道	10	0.678	0.573	0.486	0.477	0.504	0.584	0.437	0.342
		11	0.315	0.234	0.212	0.212	0.218	0.233	0.266	0.277
		12	0.3	0.33	0.258	0.242	0.272	0.289	0.293	0.279
		13	0.257	0.257	0.224	0.238	0.243	0.25	0.25	0.262
	地下停車 場出入口	14	0.767	0.676	0.371	0.259	0.279	0.295	0.312	0.32
		15	0.932	0.823	0.506	0.255	0.286	0.633	0.753	0.774
		16	0.298	0.292	0.281	0.261	0.254	0.457	0.567	0.561
	東側人行 步道	17	0.344	0.298	0.306	0.283	0.313	0.308	0.283	0.282
		18	0.488	0.441	0.329	0.227	0.275	0.282	0.311	0.281
		19	0.568	0.448	0.35	0.239	0.273	0.236	0.241	0.243
		20	0.342	0.324	0.282	0.229	0.262	0.232	0.244	0.224
	北側人行 步道	21	0.281	0.292	0.275	0.275	0.285	0.38	0.438	0.366
		22	0.283	0.328	0.319	0.31	0.27	0.276	0.319	0.307
		23	0.454	0.697	0.545	0.474	0.262	0.237	0.267	0.26
		24	0.305	0.266	0.242	0.224	0.219	0.218	0.225	0.227
		25	0.444	0.333	0.261	0.222	0.242	0.244	0.416	0.374

表 4-2-2 大樓興建後各測點無因次化風速  
(基地外北風至南南東風)

		興建後---無因次化風速								
		風向	N	NNE	NE	EEN	E	EES	ES	SSE
新生南路 一段一六 一巷上	26	0.247	0.245	0.283	0.239	0.301	0.391	0.238	0.243	
	27	0.255	0.24	0.263	0.274	0.33	0.486	0.341	0.236	
	28	0.268	0.245	0.288	0.24	0.334	0.479	0.527	0.446	
	29	0.32	0.277	0.339	0.233	0.25	0.233	0.311	0.392	
	30	0.263	0.262	0.268	0.247	0.263	0.257	0.296	0.298	
	31	0.312	0.238	0.253	0.222	0.277	0.281	0.343	0.414	
	32	0.281	0.225	0.236	0.235	0.321	0.292	0.407	0.4	
	33	0.261	0.234	0.237	0.236	0.27	0.298	0.407	0.401	
	34	0.355	0.273	0.254	0.252	0.293	0.295	0.356	0.326	
	35	0.352	0.299	0.255	0.343	0.353	0.425	0.569	0.676	
新生南路 一段一六 五巷上	36	0.307	0.258	0.237	0.281	0.374	0.474	0.516	0.429	
	37	0.239	0.252	0.247	0.261	0.363	0.29	0.309	0.294	
	38	0.307	0.286	0.279	0.229	0.282	0.378	0.534	0.531	
	39	0.288	0.243	0.263	0.236	0.554	0.675	0.559	0.427	
	40	0.367	0.327	0.311	0.237	0.389	0.473	0.403	0.279	
	41	0.276	0.255	0.321	0.249	0.357	0.498	0.55	0.498	
	42	0.252	0.253	0.289	0.265	0.518	0.652	0.692	0.662	
	43	0.528	0.483	0.378	0.258	0.479	0.627	0.709	0.728	
	44	0.703	0.683	0.437	0.25	0.301	0.284	0.353	0.418	
	45	0.271	0.24	0.238	0.284	0.321	0.339	0.317	0.295	
二四巷	46	0.321	0.263	0.297	0.286	0.349	0.364	0.408	0.393	
	47	0.466	0.485	0.353	0.322	0.282	0.283	0.306	0.326	
	48	0.343	0.302	0.242	0.354	0.293	0.298	0.339	0.284	
	49	0.403	0.363	0.292	0.286	0.268	0.29	0.351	0.337	
	50	0.306	0.323	0.374	0.308	0.293	0.277	0.307	0.302	
	51	0.455	0.407	0.333	0.345	0.302	0.26	0.295	0.308	
	52	0.395	0.313	0.252	0.234	0.229	0.268	0.304	0.323	
	53	0.397	0.36	0.296	0.237	0.232	0.257	0.274	0.267	
信義路三 段上	54	0.353	0.308	0.281	0.238	0.228	0.239	0.274	0.285	
	55	0.253	0.254	0.266	0.244	0.241	0.247	0.265	0.252	
	56	0.333	0.265	0.287	0.276	0.264	0.258	0.268	0.235	
	57	0.501	0.461	0.296	0.24	0.256	0.271	0.24	0.228	
	58	0.288	0.275	0.301	0.29	0.288	0.287	0.264	0.276	
	59	0.223	0.229	0.23	0.234	0.237	0.243	0.267	0.249	
大安森林 公園上										

表 4-2-3 大樓興建後各測點無因次化風速  
(基地內南風至北北西風)

		興建後---無因次化風速								
測點分類		風向	S	SSW	SW	WWS	W	WN	NNW	
基地內	人行出入口	1	0.664	0.61	0.444	0.311	0.401	0.485	0.532	0.533
		2	0.329	0.299	0.29	0.238	0.252	0.287	0.23	0.246
		3	0.334	0.265	0.245	0.22	0.213	0.217	0.216	0.234
		4	0.223	0.216	0.222	0.283	0.304	0.315	0.278	0.238
		5	0.24	0.244	0.245	0.262	0.284	0.302	0.291	0.276
		6	0.265	0.271	0.247	0.257	0.284	0.328	0.333	0.356
	西側人行步道	7	0.352	0.354	0.283	0.231	0.258	0.353	0.444	0.38
		8	0.601	0.531	0.374	0.293	0.288	0.286	0.319	0.291
		9	0.328	0.296	0.298	0.235	0.286	0.339	0.345	0.352
	南側人行步道	10	0.28	0.295	0.313	0.315	0.381	0.438	0.537	0.663
		11	0.278	0.282	0.277	0.218	0.238	0.248	0.234	0.296
		12	0.278	0.252	0.268	0.228	0.226	0.265	0.243	0.278
		13	0.281	0.257	0.236	0.233	0.231	0.255	0.222	0.245
	地下停車場出入口	14	0.336	0.312	0.276	0.254	0.246	0.503	0.663	0.69
		15	0.767	0.628	0.435	0.248	0.245	0.558	0.734	0.804
		16	0.557	0.462	0.355	0.239	0.303	0.351	0.314	0.294
		17	0.306	0.265	0.309	0.243	0.24	0.251	0.287	0.31
	東側人行步道	18	0.288	0.322	0.368	0.247	0.239	0.298	0.312	0.393
		19	0.22	0.251	0.252	0.242	0.249	0.375	0.413	0.493
		20	0.237	0.219	0.247	0.251	0.327	0.309	0.29	0.288
		21	0.381	0.375	0.349	0.266	0.28	0.567	0.41	0.284
	北側人行步道	22	0.314	0.284	0.287	0.373	0.464	0.342	0.299	0.309
		23	0.276	0.271	0.258	0.279	0.296	0.31	0.281	0.288
		24	0.219	0.229	0.234	0.255	0.266	0.274	0.279	0.271
		25	0.375	0.415	0.332	0.231	0.247	0.274	0.306	0.333

表 4-2-4 大樓興建後各測點無因次化風速  
(基地外南風至北北西風)

		興 建 後---無 因 次 化 風 速								
測點分類		風向	S	SSW	SW	WWS	W	WWN	WN	NNW
新生南路 一段一六 一巷上	三七巷	26	0.23	0.236	0.288	0.227	0.234	0.236	0.237	0.246
		27	0.236	0.239	0.291	0.238	0.234	0.238	0.243	0.247
		28	0.393	0.252	0.297	0.255	0.261	0.279	0.269	0.255
		29	0.397	0.275	0.277	0.232	0.229	0.236	0.226	0.232
		30	0.493	0.363	0.392	0.357	0.378	0.357	0.29	0.262
		31	0.253	0.228	0.255	0.223	0.244	0.249	0.299	0.299
		32	0.342	0.259	0.271	0.232	0.247	0.26	0.304	0.323
	二四巷	33	0.308	0.247	0.28	0.254	0.27	0.26	0.273	0.261
		34	0.432	0.351	0.274	0.269	0.301	0.332	0.366	0.367
		35	0.687	0.567	0.434	0.236	0.321	0.426	0.38	0.383
		36	0.269	0.248	0.266	0.237	0.247	0.278	0.334	0.315
		37	0.4	0.449	0.384	0.369	0.363	0.287	0.269	0.253
		38	0.489	0.438	0.317	0.253	0.261	0.26	0.251	0.253
		39	0.405	0.284	0.265	0.244	0.265	0.284	0.274	0.29
基地外	信義路三 段上	40	0.26	0.28	0.274	0.229	0.26	0.248	0.26	0.309
		41	0.457	0.284	0.259	0.23	0.241	0.257	0.246	0.257
		42	0.57	0.384	0.298	0.259	0.287	0.333	0.312	0.351
		43	0.724	0.636	0.401	0.292	0.526	0.646	0.643	0.648
		44	0.441	0.42	0.343	0.254	0.508	0.646	0.606	0.622
		45	0.334	0.253	0.288	0.254	0.307	0.293	0.256	0.283
		46	0.409	0.362	0.317	0.278	0.248	0.311	0.284	0.306
		47	0.35	0.282	0.301	0.264	0.28	0.406	0.389	0.382
		48	0.282	0.267	0.292	0.257	0.245	0.302	0.346	0.336
		49	0.323	0.268	0.283	0.246	0.251	0.309	0.276	0.366
		50	0.32	0.294	0.31	0.278	0.234	0.304	0.272	0.277
		51	0.352	0.325	0.322	0.265	0.247	0.261	0.259	0.425
		52	0.354	0.34	0.349	0.255	0.229	0.245	0.347	0.354
	大安森林 公園上	53	0.288	0.281	0.319	0.296	0.254	0.265	0.272	0.335
		54	0.336	0.315	0.358	0.315	0.256	0.269	0.257	0.292
		55	0.301	0.289	0.364	0.335	0.242	0.296	0.325	0.25
		56	0.24	0.233	0.28	0.241	0.227	0.245	0.289	0.284
		57	0.268	0.262	0.305	0.3	0.239	0.237	0.261	0.316
		58	0.322	0.287	0.349	0.3	0.302	0.251	0.245	0.253
		59	0.242	0.246	0.301	0.302	0.293	0.29	0.264	0.26

表 4-3 依據行人舒適性標準所得之環境風場評估

測點分類		評估結果	
		大樓興建前	大樓興建後
基地內	人行出入口	1	長時間站坐
		2	短時間站坐
		3	長時間站坐
		4	長時間站坐
		5	長時間站坐
		6	長時間站坐
	西側人行步道	7	長時間站坐
		8	長時間站坐
		9	長時間站坐
	南側人行步道	10	短時間站坐
		11	長時間站坐
		12	長時間站坐
	地下停車場出入口	13	長時間站坐
		14	長時間站坐
		15	長時間站坐
	東側人行步道	16	長時間站坐
		17	長時間站坐
		18	長時間站坐
		19	長時間站坐
	北側人行步道	20	長時間站坐
		21	長時間站坐
		22	長時間站坐
		23	長時間站坐
		24	長時間站坐
		25	長時間站坐
基地外	新生南路一段一六一巷上	26	長時間站坐
		27	長時間站坐
		28	長時間站坐
		29	長時間站坐
		30	長時間站坐
		31	長時間站坐
	三七巷	32	長時間站坐
		33	長時間站坐
		34	長時間站坐
	新生南路一段一六五巷上	35	長時間站坐
		36	長時間站坐
		37	長時間站坐
		38	長時間站坐
		39	長時間站坐
	二四巷	40	長時間站坐
		41	長時間站坐
		42	長時間站坐
		43	長時間站坐
	信義路三段上	44	短時間站坐
		45	長時間站坐
		46	長時間站坐
		47	長時間站坐
		48	長時間站坐
		49	長時間站坐
		50	長時間站坐
		51	長時間站坐
大安森林公園上	52	長時間站坐	長時間站坐
		53	長時間站坐
		54	長時間站坐
		55	長時間站坐
		56	長時間站坐
	57	長時間站坐	長時間站坐
		58	長時間站坐
		59	長時間站坐
		長時間站坐	長時間站坐

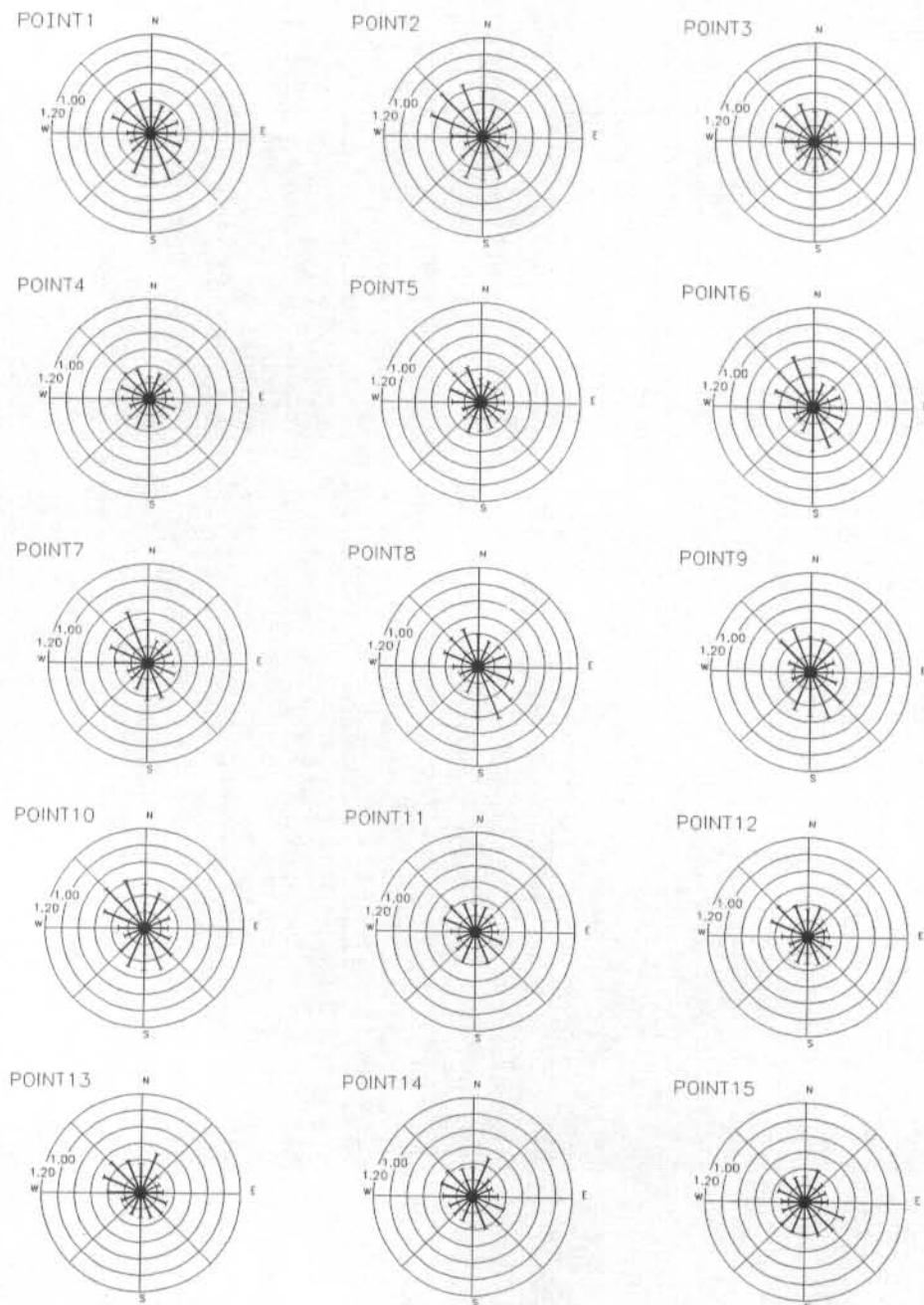


圖 4-1-1 大樓興建前各測點之無因次化風速風花圖(1)

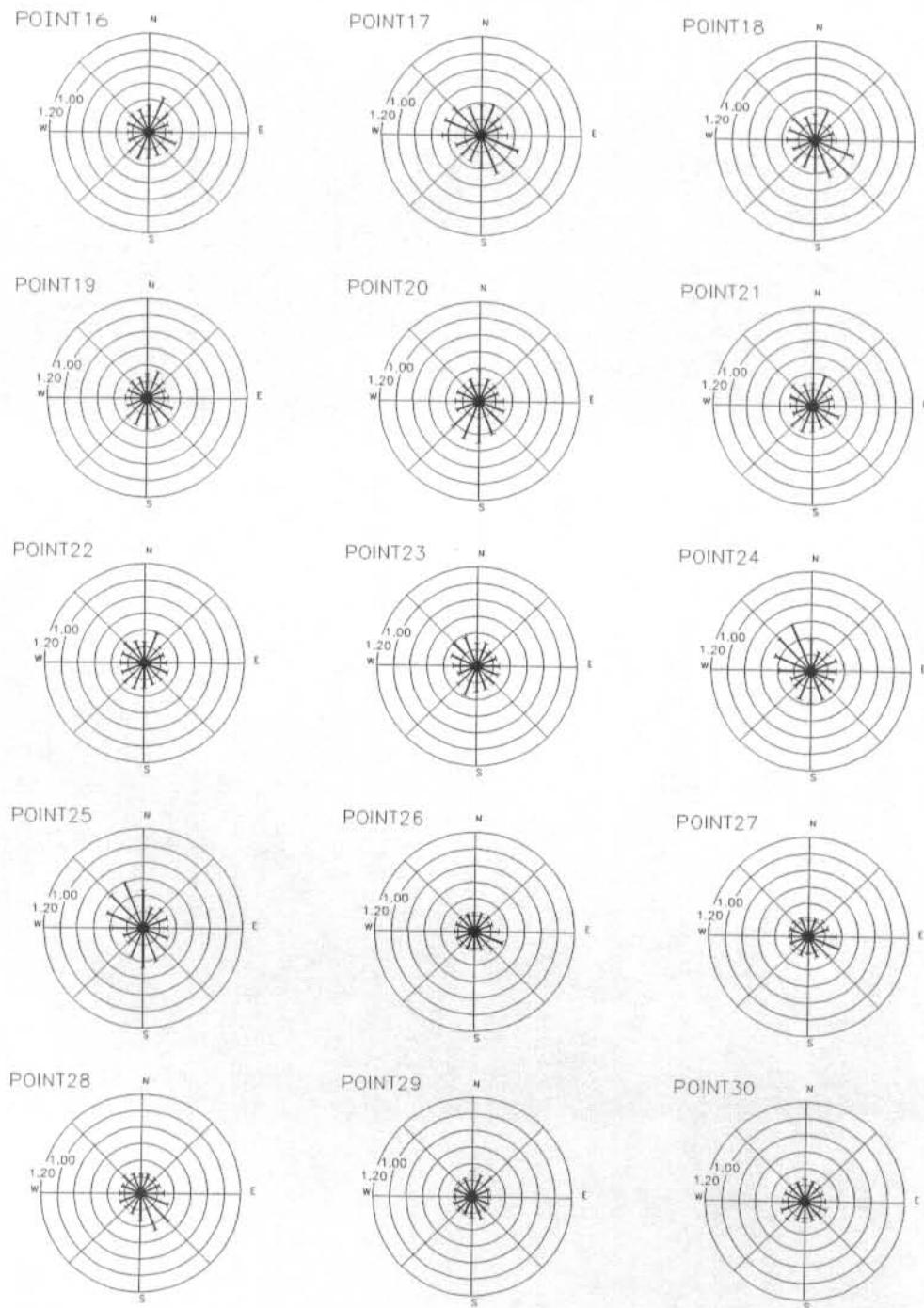


圖 4-1-2 大樓興建前各測點之無因次化風速風花圖(2)

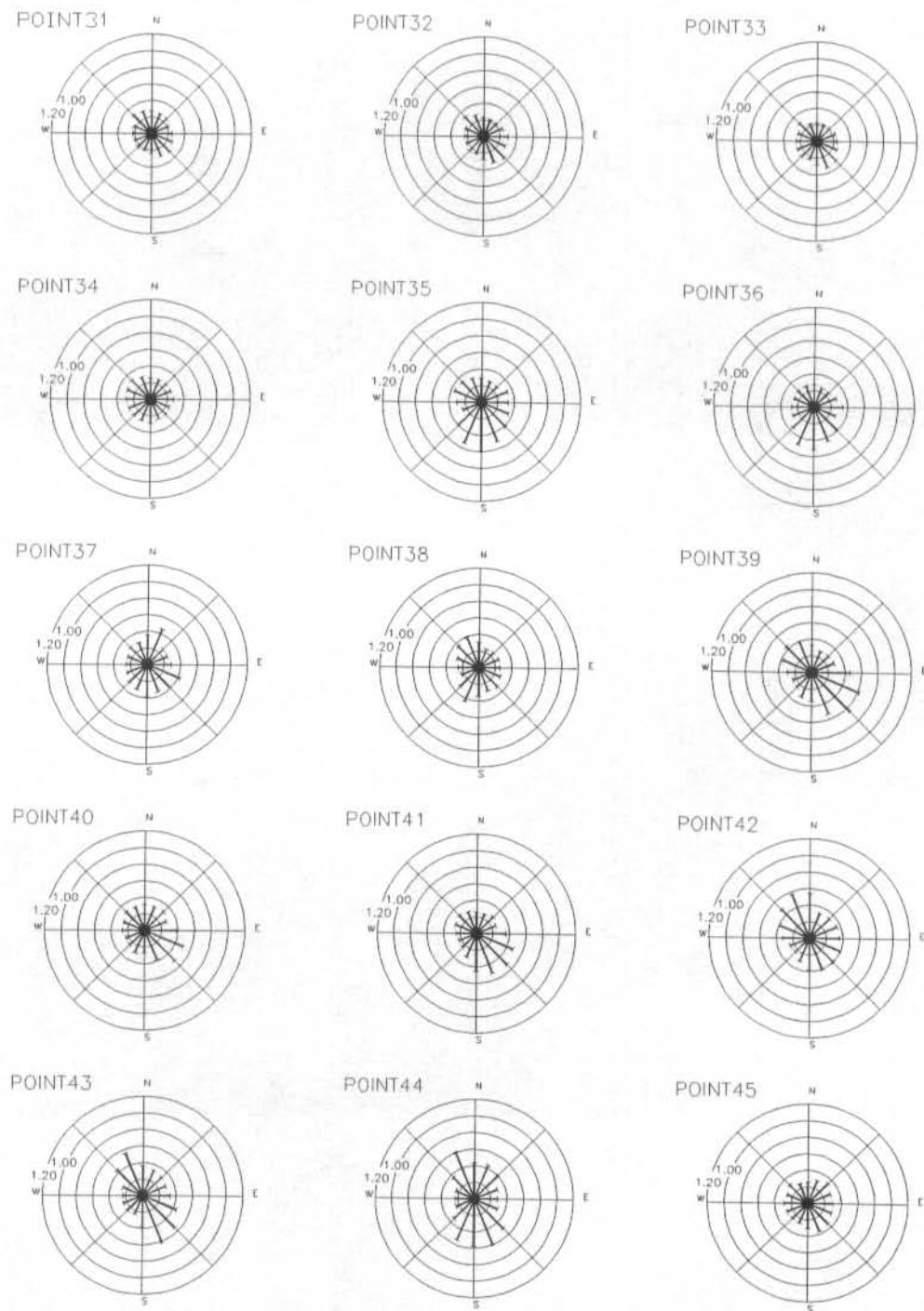


圖 4-1-3 大樓興建前各測點之無因次化風速風花圖(3)

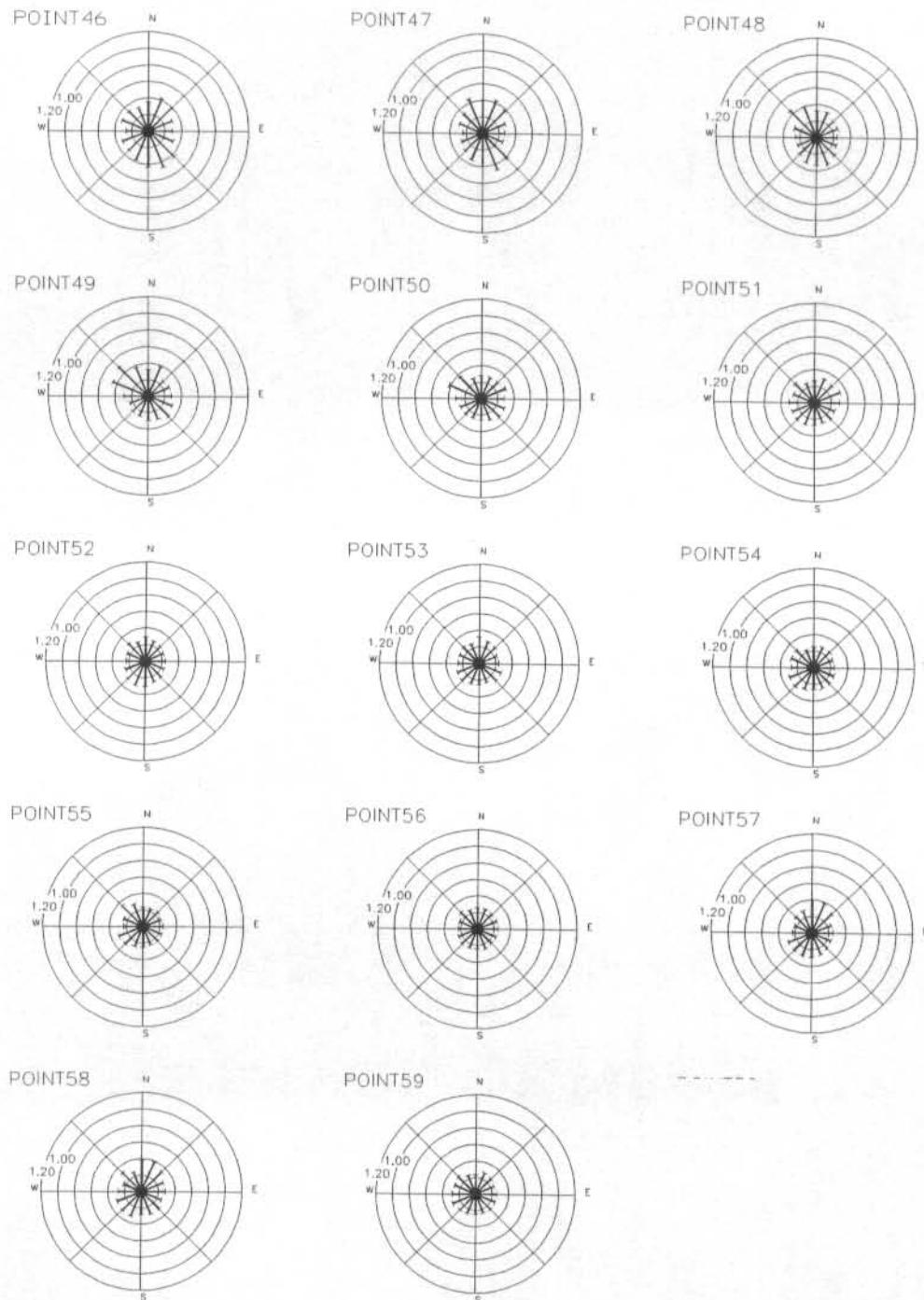


圖 4-1-4 大樓興建前各測點之無因次化風速風花圖(4)

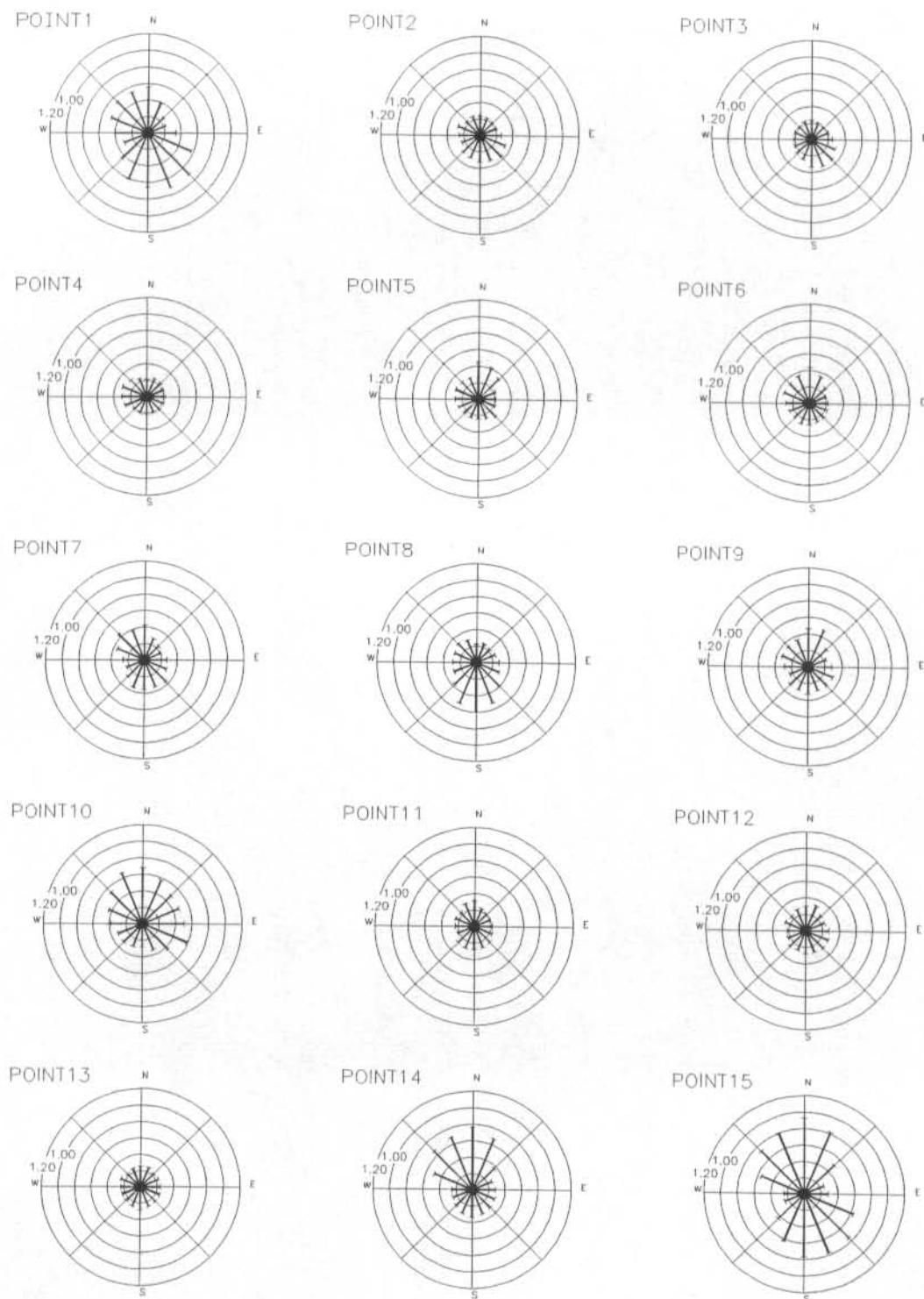


圖 4-2-1 大樓興建後各測點之無因次化風速風花圖(1)

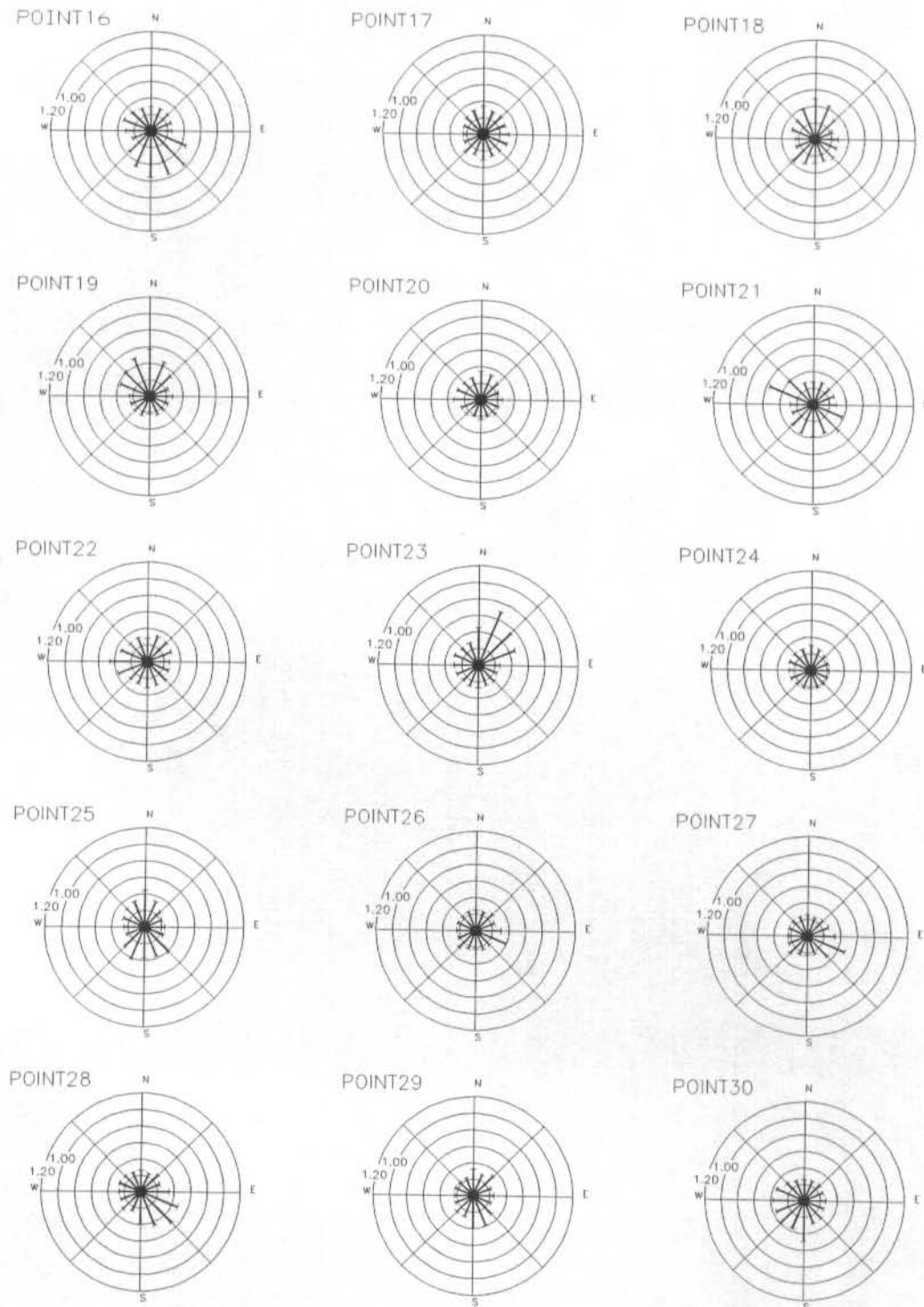


圖 4-2-2 大樓興建後各測點之無因次化風速風圖(2)

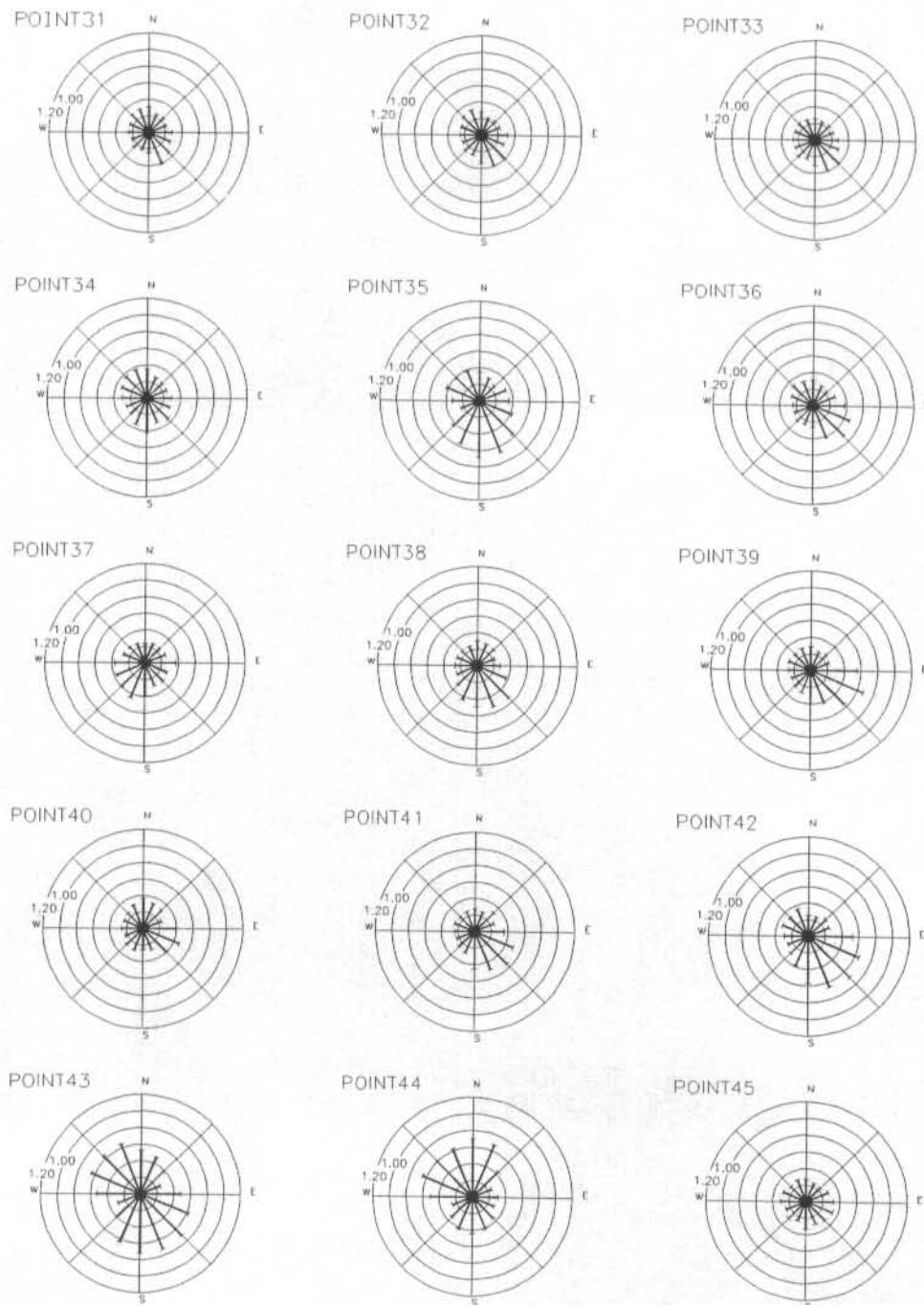


圖 4-2-3 大樓興建後各測點之無因次化風速風花圖(3)

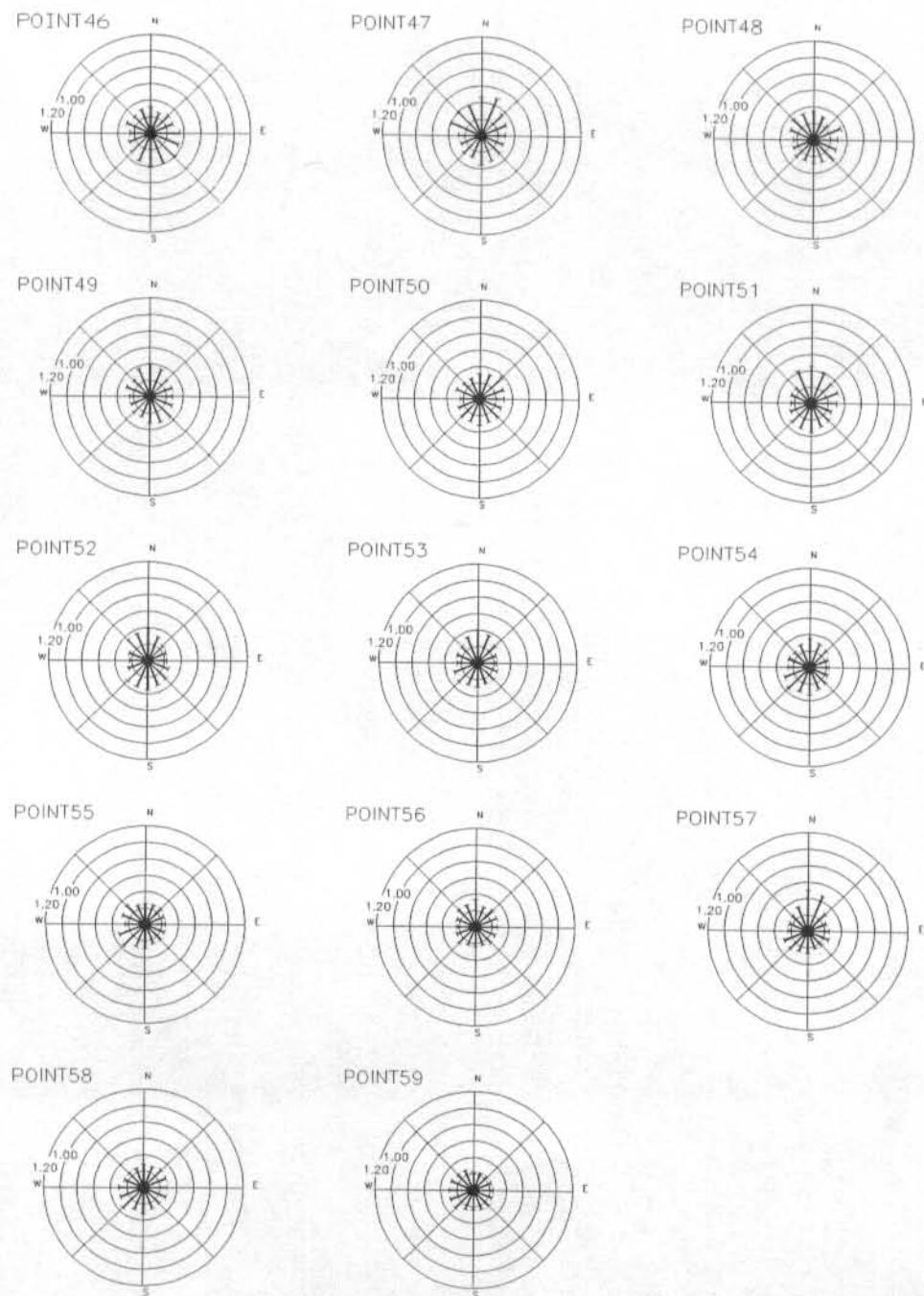


圖 4-2-4 大樓興建後各測點之無因次化風速風花圖(4)

## 第五章 結論與建議

經由風洞模型試驗後，可對大樓興建前後該處的風場環境影響有所瞭解。在非建築基地內之區域，行人風場風速增加有限；而對於建築物基地內之空間，大部分依其使用目的而言，亦在可接受範圍。現針對受大樓興建影響風環境之區域作以下之討論。

本案其住宅大樓樓層數及含屋凸之高度原為 35 層 139 公尺，後依都計審議降為 33 層 124.2 公尺。建築基地位於台北市信義路三段路與仁愛路三段 24 巷交叉路口上，其鄰近建築物：東側為 13 樓建築物、西側為 18 樓建築物、北側低矮建築物、南側為大安森林公園。

本案大樓對於基地內外之行人環境風場的評估，如下面的探討：

### (A) 基地範圍內

基地內測點受到大樓之影響，部分位置風速有所增加，行人風場舒適性等級亦相對降低，評估結果如下：

1. 行人出入口：此區域測點之舒適性等級為長時間站坐。
2. 西側人行步道：測點 10 之舒適性等級為短時間站坐，其它區域之等級為長時間站坐。
3. 南側人行步道：此區域測點之舒適性等級為長時間站坐。
4. 停車場出入口：測點 14、15 之舒適性等級為短時間站坐，其它區域之等級為長時間站坐。
5. 東側人行步道：此區域測點之舒適性等級為長時間站坐。
6. 北側人行步道：測點 23 之舒適性等級為短時間站坐。

### (B) 基地範圍外

基地外之區域，其環境風場舒適度標準受新建大樓之影響，部分區域之等級有所變動：

1. 新生南路一段一六一巷上：此區域之測點之舒適性等級為長時間站坐。
2. 三七巷上：此區域之測點之舒適性等級為長時間站坐。
3. 新生南路一段一六五巷上：此區域之測點之舒適性等級為長時間站坐。
4. 二四巷上：測點 43、44 之舒適性等級為短時間站坐。
5. 信義路三段上：此區域之測點之舒適性等級為長時間站坐。
6. 大安森林公園上：此區域之測點之舒適性等級為長時間站坐。

在此需說明的是，一般建議作為供短暫駐足及活動的廣場需符合短時間站坐的評估標準，而一般人行道或公園步道符合慢步的評估標

準即可。所以若該地點並不是被計畫用來做像露天餐飲、咖啡店等長時間坐定的場所或是提供舉辦活動及休閒的廣場，符合慢步的評估標準對行人步行應在可接受的範圍之內。本基地大部分區域之風場舒適度符合其使用目的，風速較高區域包括基地內建築物四周測點，因氣流下洗所造成之穿堂風，及氣流受建築物阻擋在角隅分離所造成之角隅強風，均會使得該處產生較高風速，另外基地外東側、西方測點，會受因兩棟建築物之影響，產生縮流現象，使的風速加大。若希望進一步加強舒適度之等級，建議於建築物東側、西側及北側加強植栽或在大樓周邊設置頂棚或花架，以改善角隅渦漩所造成的強風。並以喬木（高木）、灌木（低木）及闊葉樹種搭配使用，較能達到降低風速之效果。

### 經「都市設計審議」後之補述

因都市設計審議後，經委員建議，本建築物作部分修改，目前配置，與進行環境風場風洞試驗時之配置，大樓位置並無改變，僅在大樓高度及一樓西側，有部分調整（如下圖），其調整部分如下所述，  
1.在大樓高度部分，由原先 139 公尺降為 124.2 公尺。2.大樓一樓西側原為書軒，目前調整部分為捷運出入口通行步道。

主要影響地面風場之區域為氣流下洗所造成之穿堂風及氣流受建築物阻擋在角隅分離所造成之角隅強風會形成較高風速。而此類現象與建築物位置、量體大小與形狀有關，但因大樓初步設計與目前之設計，位置不變，並皆為方柱體，且量體大小相近，主要差異為大樓一樓西側原為書軒，目前調整部分為捷運出入口通行步道，此差異對於風速影響與測點 14、15 效果相同，因為氣流下洗所造成之穿堂風，該處影響較大。在大樓高度部分，由原先 139 公尺降為 124.4 公尺，對於風場評估影響會有較好結果。

根據目前之設計，風場影響較大之區域會增加大樓一樓西側改變區域，所以在一樓西側部分，植栽仍應加強，或在大樓周邊設置頂棚或花架，以降低氣流對於一樓西側風場之影響。

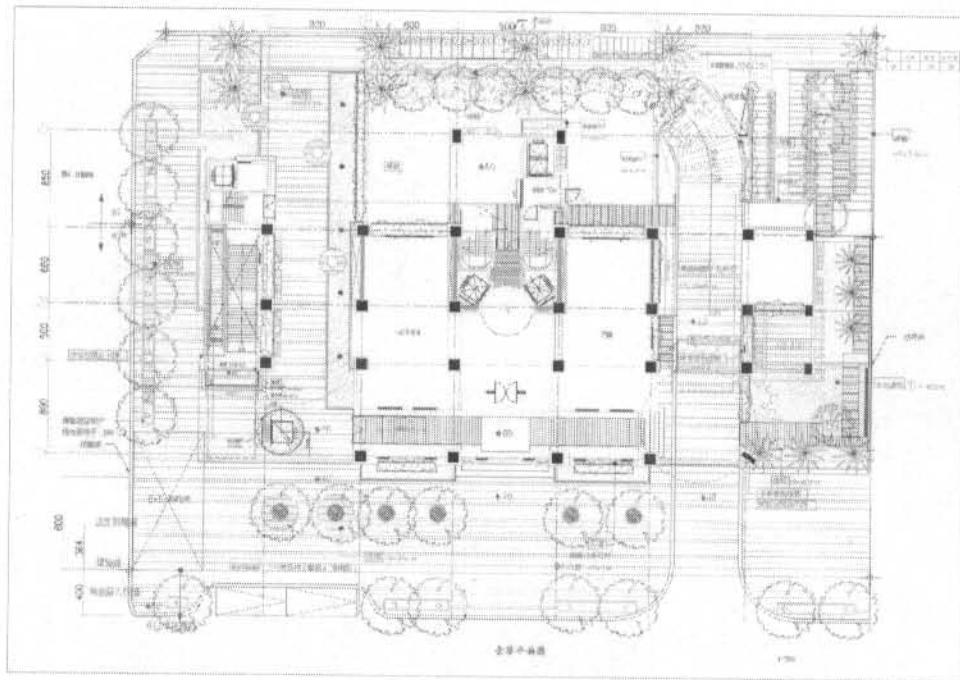


圖 5-1 本大樓一樓目前配置

## 附錄 A 風場環境物理模擬之理論依據

### A.1 邊界層特性

地表附近空氣的移動受到地面之起伏、建築物、林木作物分佈等的磨擦作用的影響，使得平均風速隨高度而變，形成一垂直分佈剖面，越接近地表風速越慢(參見圖 A.1)；換言之此「風速剖面」直接受到地表粗糙狀況之影響。而影響所及的範圍就稱之為「大氣邊界層」。在邊界層頂部之風速通常稱之為梯度風速(gradient wind)。

一般風工程之應用所涉及的問題大都發生在較強的風勢情況下，近地表上數百公尺高度的大氣邊界層範圍之內。在強風的情況下，大氣機械紊流作用遠超過熱對流作用。由於紊流之強制混合趨向於形成中性層差。所以本節對大氣邊界層之討論僅限於中性層差之大氣邊界層。

大氣邊界層之厚度，在中性層差的情況下，視風之強度、地表之粗糙程度及所在之緯度而定，通常在數百公尺至數公里之間。本案之風洞模擬實驗，很重要之一項工作即是要模擬邊界層高度內紊流流場的各項重要性質，其中包括有平均風速特性及紊流特性。

#### (一) 平均風速剖面

一般常用於規範邊界層風速剖面的有兩定律，一為指數律(power law)，另一則為對數律(logarithmic law)。

##### (1) 指數律(power law)

傳統上，水平方向均佈之地形上的平均風速剖面，是用指數律表示：

$$\frac{U(Z)}{U_\delta} = \left(\frac{Z}{\delta}\right)^\alpha \quad \text{(A-1)}$$

式中  $U$ ：縱向之平均風速； $Z$ ：地表上之高度； $U_\delta$ ：梯度風速； $\delta$ ：大氣邊界層厚度； $\alpha$ ：指數。在現行工程應用中之假設為：

1) 一個 $\alpha$ 為定值之指數律可適用至梯度高度 $\delta$ 及 2) 邊界層厚度 $\delta$ 僅只為指數 $\alpha$ 的函數。

### (2) 對數律(logarithmic law)

越接近地表的地方，其風速的擾動性越高，解析描述也就越加困難。在地表層(或稱之為常應力層 $0 < Z < Z_\ell$ ,  $Z_\ell \approx 0.1\delta$ )其剪應力值 $\tau_u$ 與地表面之剪應力值 $\tau_0$ 極為接近，且其橫風向之風速分量 $V$ 極小。對邊界層橫風向之平均風速方程積分至高度 $Z_\ell$ ，再加以整理可得

$$Z_\ell = b \frac{u_*}{f} \quad \dots \dots \dots \quad (A-2)$$

式中 $u_*$ ：剪力風速 $= (\tau_0/\rho)^{0.5}$ ； $f$ ：科氏力參數； $\rho$ ：空氣密度； $b$ ：常數，其值約在 0.015 至 0.03 之間。

近期微氣象學研究的一些結果顯示，在地表層其平均風速剖面可以下式表示

$$U(Z) = \frac{1}{k} u_* \ln \frac{Z}{Z_0} \quad \dots \dots \dots \quad (A-3)$$

式中  $k(\approx 0.4)$  為 von Karman 常數； $Z_0$  為地表粗糙長度(roughness length)。式(A-3)即為通常所稱之對數律。實場量測結果[A.1]指出，在強風之情況下，對數律之適用範圍可達數百公尺之高度。

有關在不同地表情況下，上述討論之大氣邊界層各參數的建議值可於表 A-1 中見到

### (二)紊流特性

紊流強度是紊流擾動流速大小的表達方式。將擾動風速之均方根值(root mean square)除以平均風速值，以百分比之方式表達出來，邊界層中某特定高度 $Z$ 之紊流強度，其定義如下：

$$I_{ui}(\%) = \frac{\overline{(u_i^2)^{0.5}}}{U_i} \times 100\% \quad \dots \dots \dots \quad (A-4)$$

$I_{ui}(\%)$ ：i 方向上之紊流強度； $u_i$ ：i 方向上之擾動風速； $U_i$ ：i 方向之平均風速。縱向擾動風速之均方根值與地表剪應力風速有下列關係：

$$\overline{u_i^2} = \beta u_*^2 \dots \dots \dots \quad (A-5)$$

$\beta$  值通常假定與高度無關。在一般工程應用上可取為 0.6。在非常粗糙的地況下，其值可低達 0.4。

大氣邊界層中的紊流性質除了前述的紊流強度之外，紊流長度尺度(turbulence length scale)以及紊流頻譜密度函數(turbulence power spectrum density function)和交相關頻譜(cross-spectrum density function)都是進行風洞模擬時不可忽略的重要特性。

### A.2 物理(風洞)模擬相似律

在進行物理模擬時之幾何、動力及熱力的一般相似要求可以從檢視分析方法中直接得到[A.7]。將邊界層流之基本質量、動量及能量守恆方程無因次化，可得到下列諸式：

$$\frac{\partial \rho^*}{\partial t^*} + \frac{\partial (\rho^* U_i^*)}{\partial x_i^*} = 0 \dots \dots \dots \quad (A-6)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial U_i^*}{\partial t^*} + U_j^* \frac{\partial U_i^*}{\partial x_j^*} + \left[ \frac{L_0 \Omega_0}{U_0} \right] 2 \varepsilon_{ijk} \Omega_j^* U_k^* &= - \frac{\partial P^*}{\partial x_i^*} - \left[ \frac{\Delta T_0 L_0 g_0}{T_0 U_0^2} \right] \Delta T^* g^* \delta_{ij} \\ &+ \left[ \frac{\nu_0}{U_0 L_0} \right] \frac{\partial^2 U_i^*}{\partial x_k^* \partial x_k^*} + \frac{\partial \langle -u'_i u'_j \rangle^*}{\partial x_j^*} \dots \dots \dots \quad (A-7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial T^*}{\partial t^*} + U_i^* \frac{\partial T^*}{\partial x_i^*} &= \left[ \frac{k_0}{\rho_0 C_{p0} \nu_0} \right] \left[ \frac{\nu_0}{L_0 U_0} \right] \frac{\partial^2 T^*}{\partial x_k^* \partial x_k^*} + \frac{\partial \langle -\theta' u'_i \rangle}{\partial x_i^*} \\ &+ \left[ \frac{\nu_0}{U_0 L_0} \right] \left[ \frac{U_0^2}{C_{p0} (\Delta T)_0} \right] \phi^* \dots \dots \dots \quad (A-8) \end{aligned}$$

式中： $x_i$ ：i 方向座標； $t$ ：時間； $\rho$ ：質量密度； $U_i$ ：i 方向之局部平均速度； $\Omega_i$ ：i 方向角速度； $L$ ：長度尺度； $P$ ：局部靜壓力； $T$ ：局部瞬間溫度； $\Delta T$ ：溫度差(與乾絕熱遞減率之差)； $g$ ：重力加速度； $\nu$ ：運動黏滯係數； $k$ ：熱傳導係數； $C_p$ ：恆壓比熱； $\theta'$ ：局部擾動位溫；

$u_i'$ ：擾動速度之  $i$  方向分量； $\phi$ ：能量消散函數； $(\cdot)_0$ ：參考量； $(\cdot)^*$ ：無因次純量。

欲以風洞邊界層模擬大氣邊界層，其中一組的相似要求即為上述中之無因次參數(括號中之量)相等。這些要求可概述如下：

### (一) 幾何相似律

幾何相似乃使模型與實場於各方面之特性長度縮尺比例( $\lambda$ )一致。特性長度包括有欲模擬實體之尺度  $L$ ，邊界層之厚度  $\delta$ ，紊流之縱向積分尺度  $L_u$  等。故幾何相似可表示為：

$$\frac{(L)_m}{(L)_p} = \frac{(\delta)_m}{(\delta)_p} = \frac{(L_u)_m}{(L_u)_p} = \dots = \lambda \quad \dots \dots \dots \quad (A-9)$$

式中  $(\cdot)_m$  代表模型； $(\cdot)_p$  代表實體。

### (二) 動力相似律

(1) 羅斯培數(Rossby number， $R_o = U_0/L_0\Omega_0$ )相等。 $R_o$  為流體中慣性力與科氏力(Coriolis force)之比。

(2) 總體理查森數(gross Richardson number， $R_i = [(\Delta T)_0/T_0](L_0 g_0/U_0^2)$ )相等。 $R_i$  代表流體中浮升力與慣性力之比。如果大氣層流是由二層不同溫度層差所組成，在這種情況下則需二個理查森  $R_{i1}$  及  $R_{i2}$  來界定相似要求。

(3) 雷諾數(Reynold's number， $R_e = U_0 L_0 / \nu_0$ )相等。 $R_e$  代表流體中慣性力與黏滯力之比。

(4) 普朗特數(Prandtl number， $P_r = \nu_0/(k_0/\rho_0 C_{P0})$ )相等。 $P_r$  為流體中黏滯性擴散力與熱擴散之比。

(5) 埃克特數(Eckert number， $E_c = U_0^2/[C_{P0}(\Delta T)_0]$ )相等。 $E_c$  為流體中慣性力與熱擴散力之比。

### (三) 邊界條件及逼近流特性相似

除了上述之幾何、動力與熱力之相似要求外，尚應包括有地表邊界條件及紊流特性之相似。

#### (1) 地表邊界條件之相似包括：

- (a) 地表粗糙物之分佈(包含地表氣動粗糙性質)
- (b) 地形起伏
- (c) 表面溫度之分佈

#### (2) 邊界層紊流特性之相似包括：

- (a) 平均及紊流擾動流速分佈之相似
- (b) 紊流頻譜之相似
- (c) 平均及脈動溫度之分佈
- (d) 順風向之壓力梯度為零
- (e) 溫度層差之相似。

如果上述諸項相似要求，能夠同時都得到滿足，則從微尺度至中尺度( $10^{-3} \sim 10^5$ m)之氣流運動，在一組特定之邊界條件下，可以被準確地模擬。但是，以當今世上之實驗室設備而言，上述所有相似律的要求無法能同時都得到滿足。人們只能針對風工程之某種特定應用，選擇性地採用部份或近似性的一些模擬。

由於強風所產生的機械混合作用能破壞大氣中之層差現象。本案風場環境之探討，側重在風勢較強之情況下，所可能導致之行人舒適性問題。因此，在利用邊界層風洞進行物理模擬實驗時，上述與溫度有關的相似要求如  $R_i$ 、 $P_r$ 、 $E_c$  等，可以合理地加以忽略。

因為羅斯培數代表科氏力對大氣運動的影響程度，在風洞實驗中對科氏力模擬有極大的困難，換言之無法達到在原模型與模型間羅斯培數相等之要求。但是在模擬邊界層氣流運動時，如果所考慮的距離尺度不大，地球自轉對流場所產生的影響可謂極小。一般言之，在水平距離小於十公里，垂直距離不超過一公里情況下，此項效應可以忽略。通常在建築工程的應用中，風洞實驗的對象鮮有超過 500 公尺者，在此高度下，風向隨高度的變化可不予以模擬。

在低速邊界層風洞實驗中，由於風洞極速的限制及因高速可導致之空氣可壓縮性的考慮，無法達到  $Re=10^7 \sim 10^8$  之實場狀況。但一般認為當雷諾數(大氣邊界層)超過  $10^5$  此一臨界值，或鈍體之氣動力實驗之雷諾數超過  $10^4$  時，流場之特性已不受雷諾數大小的影響。風力工程之實驗(包括本案風洞實驗)，其雷諾數均要求在  $10^5 \sim 10^6$  之間，故足供實驗進行之需要。再者，依 Kolmogrov 之相似理論，當雷諾數夠大時，紊流頻譜具有慣性次階的特徵，使紊流無因次頻譜呈相似性，在雙對數軸上繪出時具-5/3 斜率之特性。因此實驗中所量測得之未擾動流場風速頻譜具有此一重要特徵，表示流場能量傳遞機制符合現場狀況。

### A.3 大氣邊界層之物理(風洞)模擬：

大氣邊界層之物理模擬，通常是使用大型之邊界層風洞在其長試驗段上進行。原則上是在最短之吹程內建立最厚之邊界層，並要求邊界層在試驗段內須在一種平衡狀態。有關於在風洞內模擬大氣邊界層所涉及之問題，在 Davenport & Isyumov[A.8]及 Cermak & Arya [A.9]之論文中有關詳細之討論。一般而言，於風洞上底板之鋪以粗糙元(roughness element)，讓邊界層自然發展形成，此法能得到最佳之模擬效果。但是，以西安大略大學(University of Western Ontario)之 25 m 長試驗段之風洞為例，鋪以 2.5~10 cm 之方塊粗糙元(模擬城市地表狀況)，所得之邊界層厚度約為 90 cm；鋪以地毯(模擬鄉村地表狀況)，則僅約 38 cm。相應之模型比例分別為 1/400 及 1/1000。所以，一般吹程較短之風洞，都有必要在試驗段之進口處設置：(1) 主動設施，如 directional jets 或 counter jets 或 (2) 被動設施，如阻流板、網格板、角形渦流發生器等來輔助厚邊界層之形成。對這些被動設施及配套之粗糙元之選擇、大小尺寸之決定大都憑直覺、經驗，以試誤法來得到。

就現今的知識及技術能力而言，欲於風洞內產生可接受之模擬大氣邊界層，最可行的方法是採用錐形擾流板(spires)與粗糙元搭配之方法(可參見圖 1-2)。此法一般而言，能得到令人較為滿意之平均風速剖面及紊流特性。本案研究計劃中所使用之模擬大氣邊界層即以此法得到。

表 A-1 大氣邊界層之 $\alpha$ 、 $\delta$  及  $Z_0$  建議值

參考文獻	Coastal Area			Open Terrain			Suburban Terrain			Centers of Large City		
	$\alpha$	$\delta$ (m)	$Z_0$ (m)	$\alpha$	$\delta$ (m)	$Z_0$ (m)	$\alpha$	$\delta$ (m)	$Z_0$ (m)	$\alpha$	$\delta$ (m)	$Z_0$ (m)
Davenport[A.2]	-	-	-	0.16	275	-	0.28	400	-	0.40	520	-
ANSI[A.3]	0.1	215	-	0.14	275	-	0.22	370	-	0.33	460	-
Cook,N. JA[4]	-	-	0.0030.01	-	-	0.030.1	-	-	0.3	-	-	0.8
ESDU[A.5]	-	-	-	-	-	0.020.1	0.26	-	0.2-0.6	0.35	-	0.7-1.2
蔡益超[A.6]	0.11	233	-	0.15	300	-	0.25	400	-	0.36	500	-

 $\alpha$ ：邊界層風速廓線暴律指數 $\delta$ ：邊界層厚度 $Z_0$ ：粗糙長度

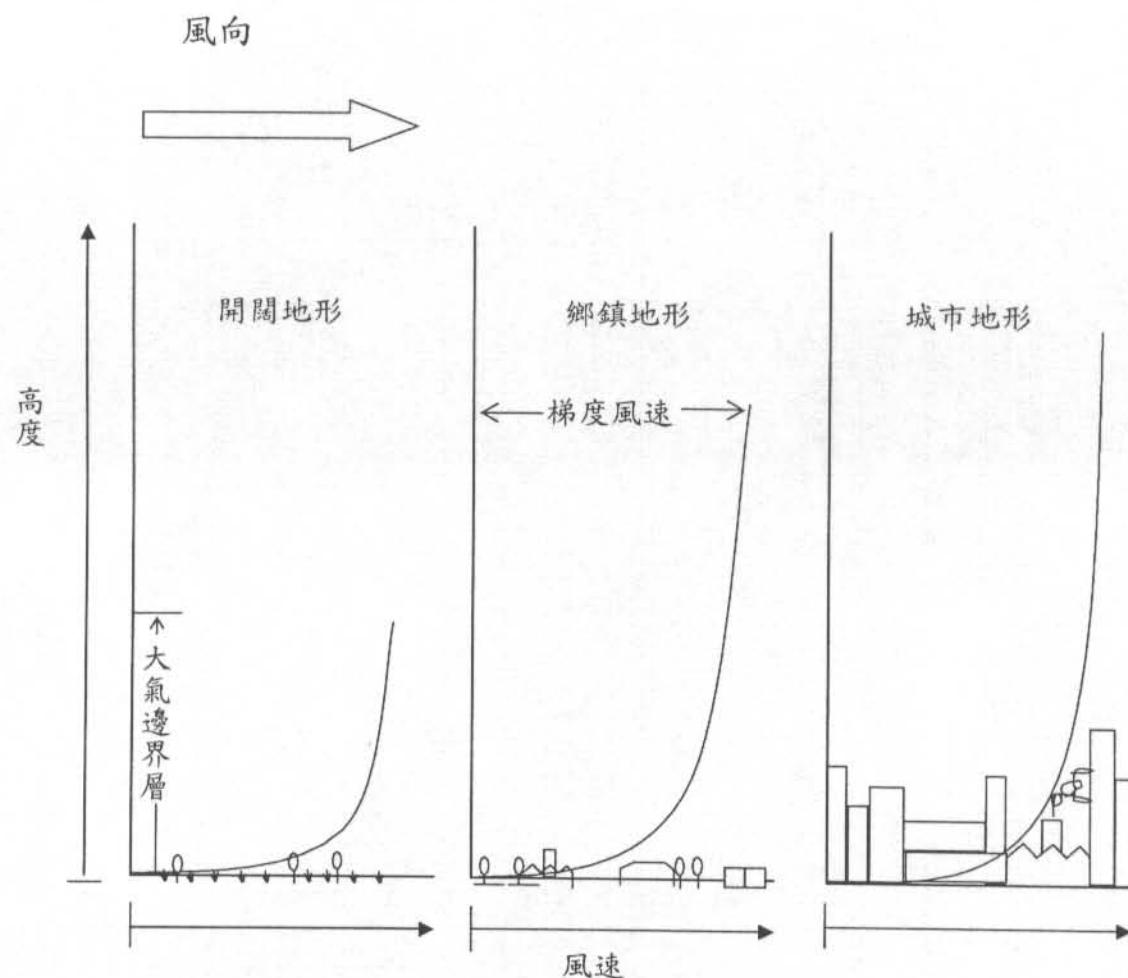


圖 A-1 不同地況下平均風速隨高度之變化示意圖

## 附錄 B 舒適性評估準則

在建築物「舒適性」的評估判定中，扮演主要角色之「無法接受的不舒適」的這一個概念，可以下述方式來定義它：

在任何一個已知的設計情況下，吾人可以預期，因為風而導致的不等程度的不舒適(參見表 B-1)，視不舒適的程度、設計用途以及當地的風氣象而會有一些不同的發現頻率(次數)。如果這些發生的頻率(次數)被判定、認為過高(過多)，那麼這些「不舒適性」就被認為是「無法接受」。界定這個不等程度之不舒適性的最高可接受的發生頻率即是通常所說的「舒適性評估準則」。

舉例來說，某些地帶偶而會有很強的風勢發生，但是，因為他發生的機率不大（換言之，不是經常發生），所以人們會覺得它可以被接受。相反的，某些地帶，雖然風勢不強，但是因為它發生的頻率高，人們會覺得那些地方老是在刮風，覺得惱人、覺得不能接受。除此之外，該地之設計用途也必須納入考慮。譬如高爾夫球場，吾人就希望除了特殊情況，如颱風過境等之外，各球道之常年風速最好能保持在 5m/s 以下至 3m/s 之間。

如何適當評估風場環境對行人的影響，因其本身就是一個相當主觀的問題，所以到目前為止並沒有一致的標準。如上所述，原則上，無論採用哪一種評估方法進行定量的舒適性評估時，應當建立在兩個要件之下：(1)適當的行人舒適性風速分級標準，(2)各級風速標準的容許發生頻率。在文獻中可以發現不同研究者提出不同的風速分級標準和不同的發生頻率。RWDI 風工程顧問公司依據 Williams & Soligo [B.1]、Lawson & Penwarden [B.2]、Penwarden & Wise [B.3]等人的研究，發展了一套舒適性評估準則。國際間以研究風工程著名的科羅拉多州立大學 (Colorado State University) 風洞實驗室的舒適性評估，除了依據上述文獻外，加上了 Hunt,Poiton&Mumford [B.4] 以及 Isyumov & Davenport [B.5] 建議的評估準則。與科羅拉多州立大學風洞實驗室齊名的西安大略大學 (University of Western Ontario)風洞實驗室則是根據 Penwarden & Wise [B.3]、Isumov & Davenport [B.6]，Davenport [B.7]，Isyumov [B.8] 等人的研究提出其舒適性評估準則 [B.9]。本文採用西安大略大學風洞實驗室所提出的行人舒適性準則進行評估工作。

## B.1 舒適性評估準則

風洞試驗中，各測點位置上的試驗結果被表示為風速處於各級速度範圍內的時間百分率，依此判斷某處的風環境是否舒適。本研究案所採用的舒適性評估準則(見表 B-2)，是以人們進行不同的活動，諸如坐定、站立、步行等評估風力等級，進而計算風速求某一設定範圍內之發生機率評估其舒適性。本準則活動分類分為(1)長時間站、坐；(2)短時間站、坐；(3)慢步行走；(4)快步行走。除此之外，就每一種活動評估時風速標準又進一步細分為可接受性良好、可能出現不舒適、及會有嚴重不舒適的風場情況。在使用時，同樣的要視各區域規劃使用的性質不同，選擇適當的評估標準。譬如：風場條件要求最為嚴格“長時間站坐”標準，僅有在規劃設計露天餐廳時，才需要滿足，若是規劃一般的公園，開放廣場休憩區只需要滿足短時間站坐的風場環境即可。舉例而言，在一般休憩區從事短時間站立或坐定，可接受的風場環境為第 4 級風，風速範圍  $19 \sim 29 \text{ km/hr}$ ，發生的機率小於每週一次。若是該處的風場特性為第 5 級風，風速範圍  $30 \sim 39 \text{ km/hr}$ ，發生機率小於每月一次，則根據評估準則，該處規範提供人們短時間站立、坐定的休憩區，雖然可接受性並不好，但尚不致有嚴重不舒適的情形發生。

## B.2 各級風速標準發生機率及評估方法

本計劃結合淡江大學風洞實驗室所得各風向角數據，以無因次化風速為基礎，配合氣象局風向風速資料計算各級風速發生頻率，並進行舒適度評估。

分析的流程大致如下：

- (1) 風洞實驗室所量測到各風向測點風速除以邊界層厚度處風速，使其成為無因次化風速。
- (2) 利用無因次化風速和實際風場成比例的關係求得邊界層高度的評估風速。
- (3) 將邊界層高度的評估風速代入各風向風速機率函數，求得各風向測點發生機率。
- (4) 最後將各風向測點發生機率分別累加，則各測點發生機率為所求。

表 B-1 風效應概要

蒲福風級	名稱	風速(km/hr) *	效應
0,1	無風-軟風	0~5.4	平靜,無可察覺之風
2	輕風	5.5~11.9	臉頰上感覺到風之輕拂
3	微風	12~19.4	輕質旗幟招展 擾動頭髮 衣襟飄動
4	和風	19.5~28.4	塵土揚起,紙片飛動 頭髮吹亂
5	清風	28.5~38.5	身體可感覺到風力 雪被吹離地面 令人覺得愉快的地面風的上限
6	強風	38.6~49.7	舉傘困難 頭髮被吹直 穩步行走困難 耳邊之風聲令人不悅 吹離地面之飛雪越過行人高度
7	疾風	49.8~61.6	行走覺得不便
8	大風	61.7~74.5	前行困難 在陣風中保持身體之平衡極度困難
9	烈風	74.6~87.8	人被陣風吹倒

\* 空曠地面上 10 公尺高度之相當平均風速

註:小數點以下之風速值,是因為原始風速是以「節」(knot)表示( $1\text{m/s} = 1.94\text{ 節}$ )

資料來源:Penwarden[3.10]

表 B-2 舒適性評估準則

活動性	適用之區域	相對舒適性		
		可容忍	不舒適	危險
快步	人行道	6	7	8
慢步	公園	5	6	8
短時間站立,坐	公園,廣場	4	5	8
長時間站立,坐	室外餐廳	3	4	8
可接受代表性準則		<1 次/1 週	<1 次/1 月	<1 次/1 年

相對舒適性標準(2~8)由蒲福風力等級表示之

## 附錄 C 實驗設備及儀器配置

本案風洞試驗是在淡江大學大氣邊界層風洞實驗室執行，實驗量測是利用地表風速計測器量測人行高度水平方向上的風速，並以壓力掃描器快速掃描各地表風速計測器。從而將所得資料傳輸至電腦來記錄、分析與儲存。

### C-1 風洞

本案物理實驗所使用之風洞設備為淡江大學第一號邊界層風洞，該風洞屬於吸入、開放型，如圖 C-1 所示。

風洞實驗段長 18.0 m，其斷面寬 3.2 m、高 2.0 m，風洞頂板高度可分七段調整，其最大調整高度為 0.4 m。十六槳葉之軸流式風扇(axial fan) 其直徑為 2.2 m，由具 175 匹馬力之直流無段變速馬達帶動。風速可經由控制風扇之轉速而得到調整，其流速範圍為 0.7 m/s 至 15 m/s。風洞進口段之收縮比為 4：1，進口段設有蜂巢管及四層之阻尼網(damping screen)，風洞內自由流之紊流強度約為 1%。

在風洞實驗段距進口 13.5 m 處設有直徑 3 m 之旋轉工作平台(turn table)。平台採雙層設計，有效地解決了一般風洞所經常帶有之氣密性問題。平台可經由電腦操控轉動，其數位式角度計之量測精度可達  $\pm 0.1^\circ$ 。實驗段裝有一台三軸向之載具天車，可透過數位控制器之操作，在整個實驗段進行量測。旋轉台之一側設有觀測室，可透過大型之加強落地窗戶對實驗進行觀測記錄。

開放式邊界層風洞是設計應用於研究中性穩定邊界層之大氣擴散與風力工程問題。根據 Cermak 與其他專家之意見(Hunt & Femholz, 1975)，其最佳尺寸為實驗段長 20 m，寬度至少為 3 m，高度約 2 m，最高風速應在 10 m/s 以上。表 C-1 顯示當今世上此一類及風洞之主要參數。與西方主要大學和風工程顧問公司風洞實驗室之風洞設備相比，不論在設計理念以及尺寸規格、性能等之要求上，顯而可見，淡江大學之邊界層風洞不但毫無遜處，在許多方面上甚至具有凌駕之勢。

## C-2 風速量測

本實驗風速測量所使用之儀器包括有(見圖 C.2)：

- (一) 皮托管 (pitot-static tube) — 用於風洞內風速之監控。
- (二) 热風速儀 (thermal anemometer) — 用於對邊界層風速剖面及紊流特性之量測。此套 TSI 公司生產之熱風速儀量測系統包括有
  - i. IFA-300 智慧型風速儀(anemometer)
  - ii. model 1210-20 一般用途熱膜探針(hot film probe)
  - iii. model 1125 探針率定器(probe calibrator)

所謂熱風速儀是利用電流通過金屬導線時會使導線溫度升高，而當流體流經金屬表面時會帶走部分熱量之原理來量測流體之速度。其基本電路為如圖 C.3 所示之惠斯頓電橋(Wheatstone bridge)。當探針(probe)所在位置之電阻 R 值因溫度之改變而改變時，會使電橋失去平衡。探測元(sensor)之運作方式可採用恆電流式(constant current)及恆溫式(constant temperature)兩種。

本研究中心所有之恆溫式流速儀，利用補償電路(compensating circuit)，因應流速之變動，對流經探測元之電流做瞬間之改變來維持探測元之操作溫度固定不變(因而探測元之電阻亦不變)，使電橋保持平衡狀態。吾人可經由回饋電壓的變化來得知所要量測流場中流速之變化。熱膜探針之探頭，即所謂之探測元為一長 1.0mm 直徑 0.005mm 之石英棒(quartz rod)，上面覆以高純度之鉑金膜(platinum film)，其外，再覆以一層鋁質之保護薄膜。

探針是採用 TSI Model 1125 探針率定器依照廠商所設定之標準程序進行率定。探針經過率定後可得到探針回饋電壓和風速間之切確關係。有效風速， $V_{eff}$  ( $V_{eff} = V \cos\alpha$ )， $V$  為來流風速， $\alpha$  為來流與垂直於探測元軸線之夾角)為電橋電壓 E 之函數。基本率定中兩者之擬合曲線，可以下一多項式表示：

$$V_{eff} = K + AE + BE^2 + CE^3 + DE^4$$

式中之係數 K、A、B、C 及 D 可以在率定中得到。

量測與率定時因溫度之差別對電壓所產生之影響可以下式修正：

$$E = E_b \times \sqrt{\frac{T_s - T_c}{T_s - T_e}}$$

$E_b$ ：電橋之輸出電壓

$T_s$ ：探測元之操作溫度( $\sim 250^{\circ}\text{C}$ )

$T_c$ ：率定時之溫度

$T_e$ ：測試時之溫度

量測與率定時因大氣壓力改變(流體之密度亦隨之改變)而對所量測到流速的影響可以下式修正：

$$V_{\text{eff}(cor)} = \frac{P_c}{P_e} \times V_{\text{eff}}$$

$P_c$ ：率定時之大氣壓力

$P_e$ ：測試時之大氣壓力

$V_{\text{eff}(cor)}$ ：經過密度修正後之有效流速

由風速儀所輸出之電子訊號經過類比/數位轉換器(A/D converter)由電腦系統讀取而後進行計算、分析及紀錄、存檔。

測試時探針是架設在風洞內由電腦所控制之載具天車上，天車可在三個軸向上作獨立之移動。探測元之軸線呈水平且與逼近流之流向垂直。

### (三)地表風速計測器(omni-directional sensor)

如前所述，在風洞實驗中要介定人行高度的風場，在風速的量測上，通常需要在不同的風向情況下，量測許多接近地表、不同位置的測點。由於邊界條件的複雜，導致各測點風向的高度不準確性，再加以紊流度高，傳統之量測工具如皮托管與熱流速儀使用起來相當困難，其誤差亦大。

本案測試，淡江大學風洞實驗室是採用Irwin於1981年所發展出來的無方向性地表風速計測器來進行量測。其原理是利用管與管中之細

管(即管中管，內外兩管共一中心軸，但內管突出較高)，兩者間之壓力差，參照預先率定之結果，可迅速、實用地量測到行人高度上之水平方向風速。

### C-3 壓力量測

上述之風速量測方法中，亦涉及壓力之量測。是本計畫採用多頻道電子式風壓掃描器（如圖 C-5），用來同步擷取作用於結構表面各點的瞬時風壓，經過適當的處理便可得到結構系統所受之平均風力、擾動風力以及外牆所受之局部風壓。

本儀器為 SCANIVALVE 公司之產品，其元件包括：

(1) 壓力訊號處理系統(RADB BASE3200)

- (a) 最多可支援 8 組類比訊號轉換成數位訊號之轉換器(A/D MODULE)
- (b) 最多可支援 8 組壓力感應模組，共 512 個壓力量測點。
- (c) 其類比訊號轉換成數位訊號(A/D convert)解析度達 16bit。
- (d) 最大採樣速率可達 500Hz
- (e) 採 USB 介面傳輸。
- (f) 具備網路控制與傳輸功能。

(2) 壓力感應器模組

特性：

- (a) 壓力感應範圍為  $\pm 10 \text{ in H}_2\text{O}$
- (b) 誤差範圍為  $\pm 0.2\%$

實驗中將各個風壓孔之壓力訊號經 PVC 管傳遞至壓力感應器模組，其量得之訊號傳至壓力訊號處理系統計算後所得壓力值傳回電腦。

表 C-1 主要開放式風洞一覽表

	<u>試驗段</u>			<u>收縮比</u>	<u>馬力</u> (Hp)	<u>速度</u> (m/s)	<u>紊流度</u> (%)
	長(m)	寬(m)	高(m)				
T.K.U.	18.00	3.20	2.00	4 : 1	175	1~16	1.0
C.S.U.	17.42	3.66	2.13	2.8 : 1	50	1.3~12	1.0
U.of W. Ontario	24.38	2.40	1.68	—	—	0~15.3	—
Oxford U.	14.00	4.00	2.00	2.8 : 1	—	0~30	—
EPA	18.30	3.70	2.10	2.8 : 1	100	0~8	0.5
CPP	22.71	3.66	2.13	—	20	0~9.1	—
RWDI	13.00	2.40	1.90	—	—	—	—

T.K.U. 淡江大學；C.S.U. 科羅拉多州立大學；U.of W. Ontario 西安大略大學；Oxford U. 牛津大學；EPA 美國環保署；CPP, Cermak Petreka Petersen 風工程顧問公司；RWDI, Rowan Williams David & Irwin 風工程顧問公司

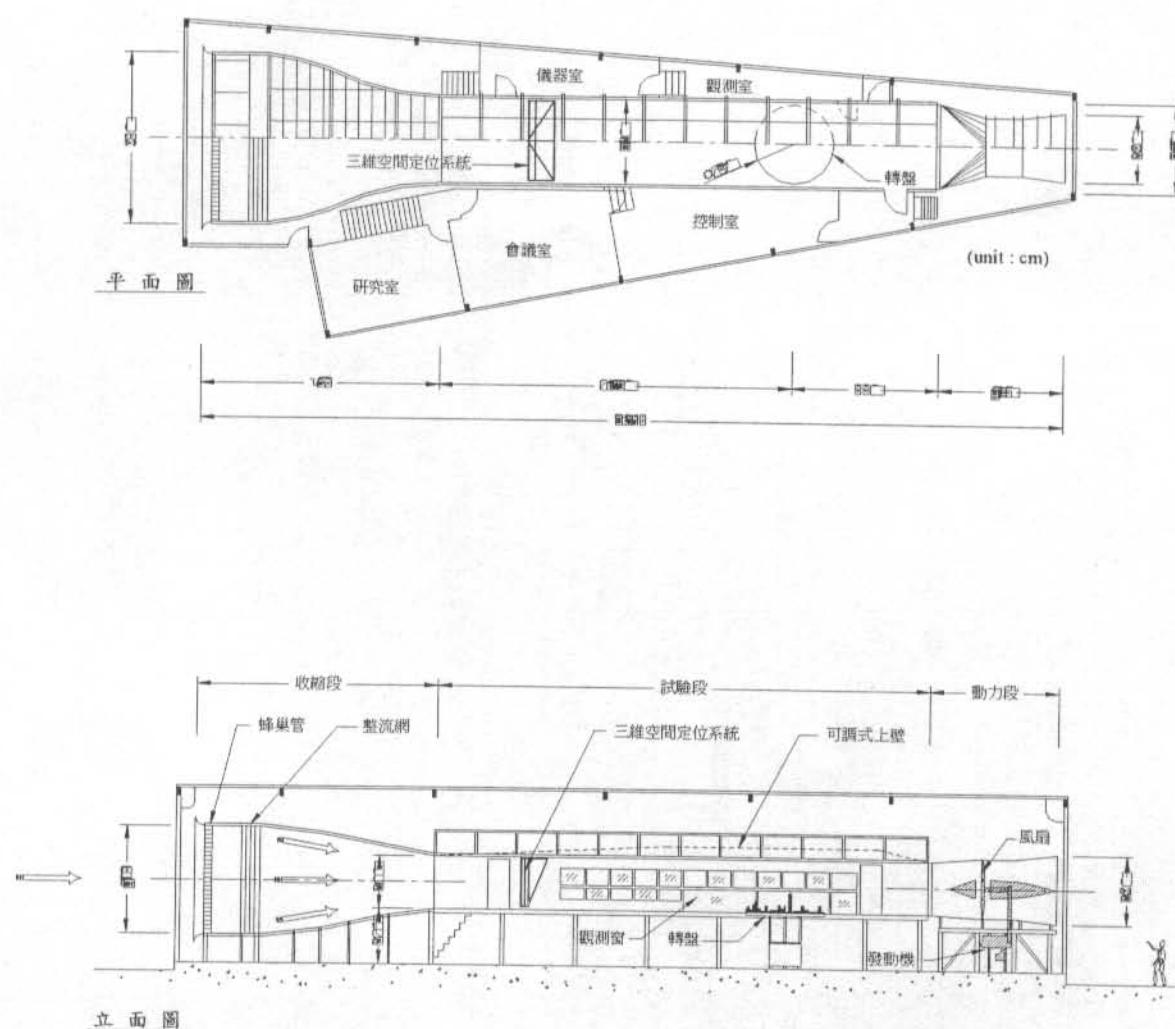


圖 C-1 淡江大學大氣環境風洞實驗室剖面圖

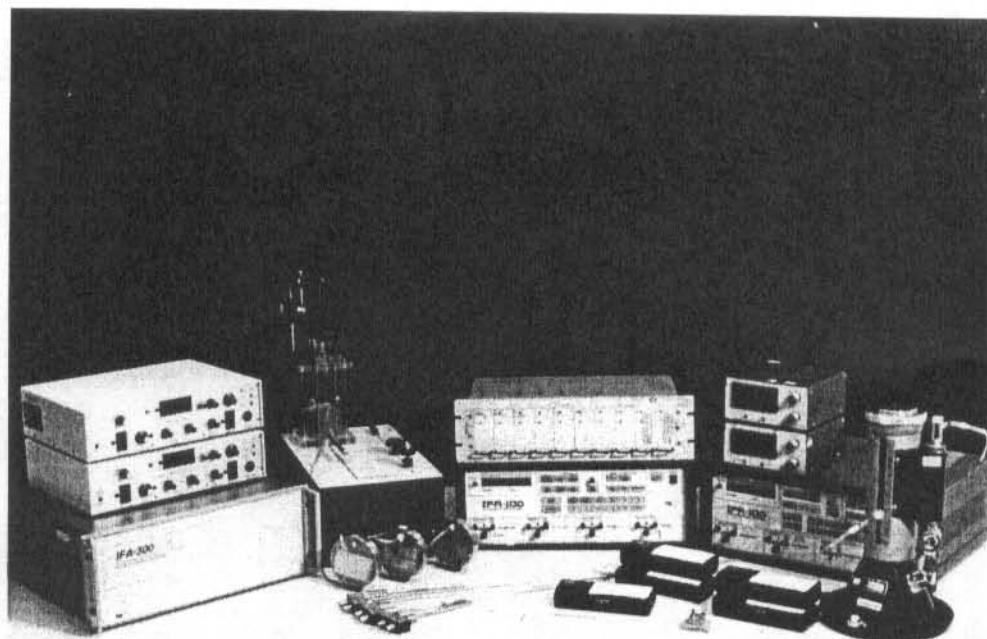


圖 C-2 風速量測系統

Feedback for Constant Temperature Anemometer ( $U=U_B$ )

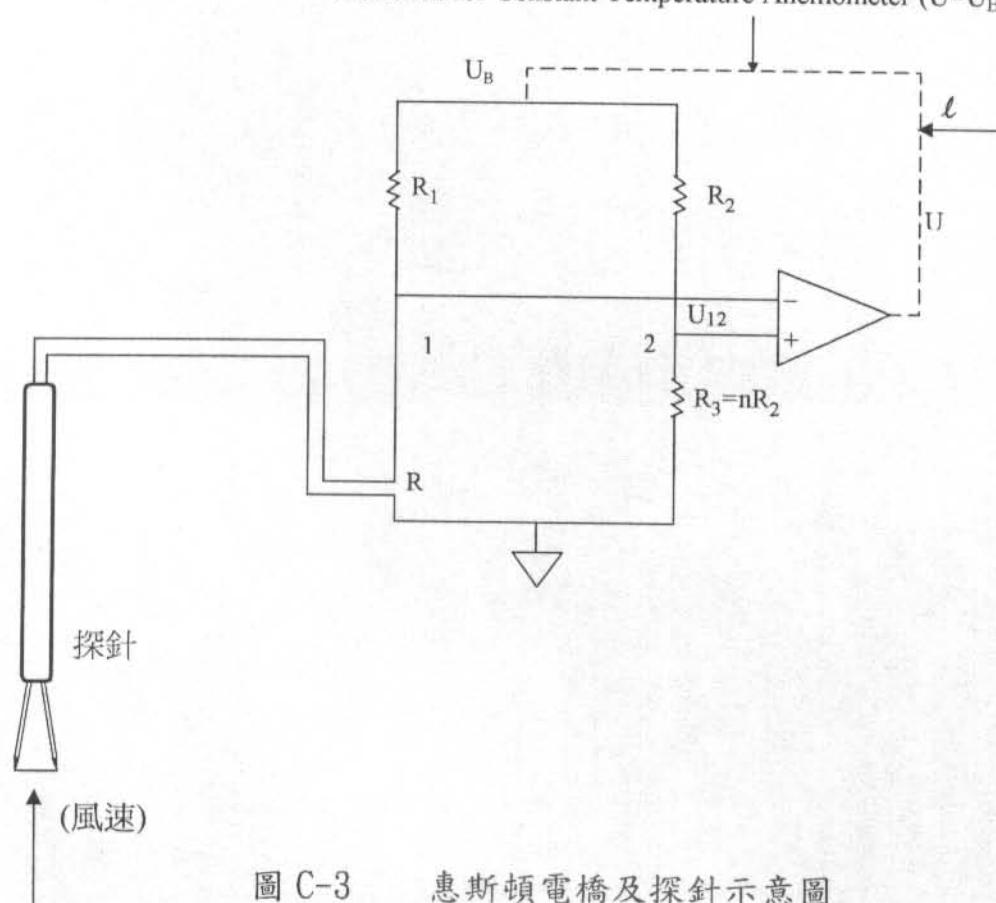


圖 C-3 惠斯頓電橋及探針示意圖

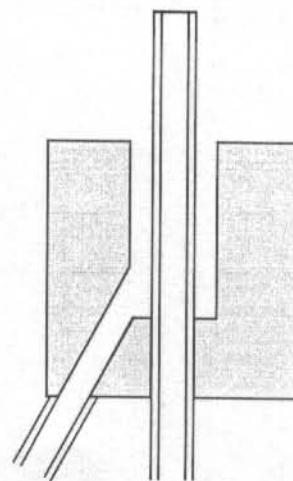


圖 C-4 Irwin probe

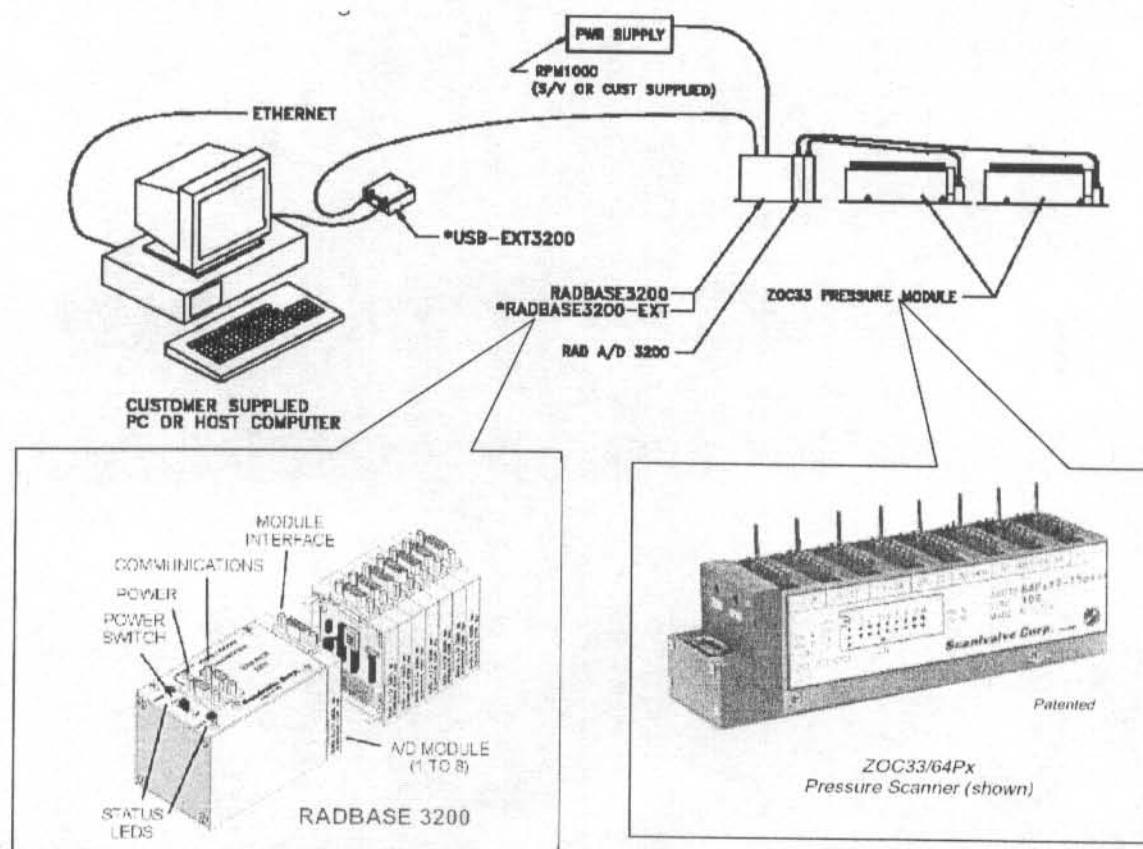


圖 C-5 多頻道壓力訊號處理系統(RADBASE3200)

## 參考文獻

- [2.1]Frank,H.Durgin,"Pedestrian level Wind Criteria Using the Equivalent anerage," Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 66, pp. 215-226,1997
- [A.1]Carl , D.M., Tarbell,T.C., and Panofsky , H.A. "Profiles of Wind and temperature from towers over homogeneous terrain", J.Atmos. Sci.,30 (1972), pp.788-794.
- [A.2]Davenport, A. G. "The relationship of wind structure to wind loading ", Proceedings of the Symposium on Wind Effects on Buildings and Structures, Vol.1, National Physical Laboratory, Teddington, U. K., HMSO, London, (1965), pp.53-102.
- [A.3]American National Standard A58.1-1982. Minimum Design Codes for Buildings and Other Structures, ANSI, Inc., New York, (1982).
- [A.4]Cook, N. J. "The designer's guide to wind loading of building structures, Part I: Background, damage survey, wind data and structural classification", Building Research Establishment Report, London, Butterworths, (1985).
- [A.5]ESDU(1982) Strong winds in the atmospheris boundary layer, Part I mean-hourly wind speeds. ESDU Data Item NO.8026, Engineering Sciences Data Unit, London, 51P.
- [A.6]蔡益超、陳瑞華、項維邦。建築物風力規範條文、解說及示範例之研訂。內政部建築研究所專題研究計劃成果報告。MOIS-850015，中華民國 85 年 6 月
- [A.7]Cermak,J.E. "Application of fluid mechanics to wind engineering". A Freeman Scholar Lecture, ASME J.of Fluids Engineering, 97 , No.1, (1975), pp.9-38.
- [A.8]Davenport,A.G.and Isyumov,N. " The application of the boundary layer wind tunnel to the prediction of wind loading ". Proceedings of International Research Seminar ,Wind Effects on Buildings and Structures ,(1967), pp.210-230.

- [A.9] Cermak, J.E. and Arya, S.P.S. "Problems of atmospheric shear flow and their laboratory simulation ". *Boundary Layer Meteorology*, I, (1970), pp. 40-60 .
- [B.1] Williams, C.J., and Soligo M.J., " A Discussion of the Components for a Comprehensive Pedestrian Level Comfort Criteria", Eighth International Conference on Wind Engineering, London. (1991).
- [B.2] Lawson, T.V., and Penwarden, A.D., "The Effects of Wind on People in the Vicinity of Buildings", Proceedings of the Fourth International Conference on Wind Effects on Buildings and Structures, United Kingdom, (1976), pp. 605-622.
- [B.3] Penwarden, A.D., and Wise, A.F.E., "Wind Environment around Buildings" Building research Establishment Report H.M.S.O. (1975).
- [B.4] Hunt, J.C.R., Poulton, E.C., and Mumford, J.C., "The Effects of Wind on People; New Criteria Based on Wind Tunnel Experiments", *Building and Environment*, Vol. II, (1976), pp.15-28.
- [B.5] Isyumov, N., and Davenport, A.G., "The Ground Level Wind Environment in Build-Up Areas", Proceedings of the Fourth International Conference on Wind Effects on Buildings and Structures, United Kingdom, (1976), pp.403-422.
- [B.6] Davenport, A.G., "An Approach to Human Comfort Criteria for Environmental Wind Conditions", Colloquium on Building Climatology, Stockholm, (1972).
- [B.7] Isyumov, N., "Studies of the Pedestrian Level Wind Environment at the Boundary Layer Wind Tunnel Laboratory of University of Western Ontario", *Journal of Industrial Aerodynamics*, Vol. 3, (1978), pp.187-200.
- [B.8] Wind Tunnel Testing: A General Outline, Report of the Boundary Layer Wind Tunnel Laboratory, University of Western Ontario, (1991).
- [B.9] Cermak, J.E. and Arya, S.P.S. "Problems of atmospheric shear flow and their laboratory simulation ". *Boundary Layer Meteorology*, I, (1970), pp.40-60 .

- [B.10]Penwarden, A.D., "Acceptable wind speeds in towns", Building Science. Vol.8, (1973), pp.259-267.
- [C.1]Hunt, J. C. R & Femholz, H. 1975 Wind-tunnel simulation of the atmospheric boundary layer: a report on Euromech 50, J. F. M, 70, pt. 3, pp.543-559
- [C.2]TSI Incorporated, IFA 300 Constant Temperature Anemometer System Instruction Manual. May, 1997.
- [C.3]Irwin , H.P.A.H. "A Simple omnidirectional sensor for wind-tunnel studies of pedestrian-level winds". J. of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics.7 (1981), pp.219-239.