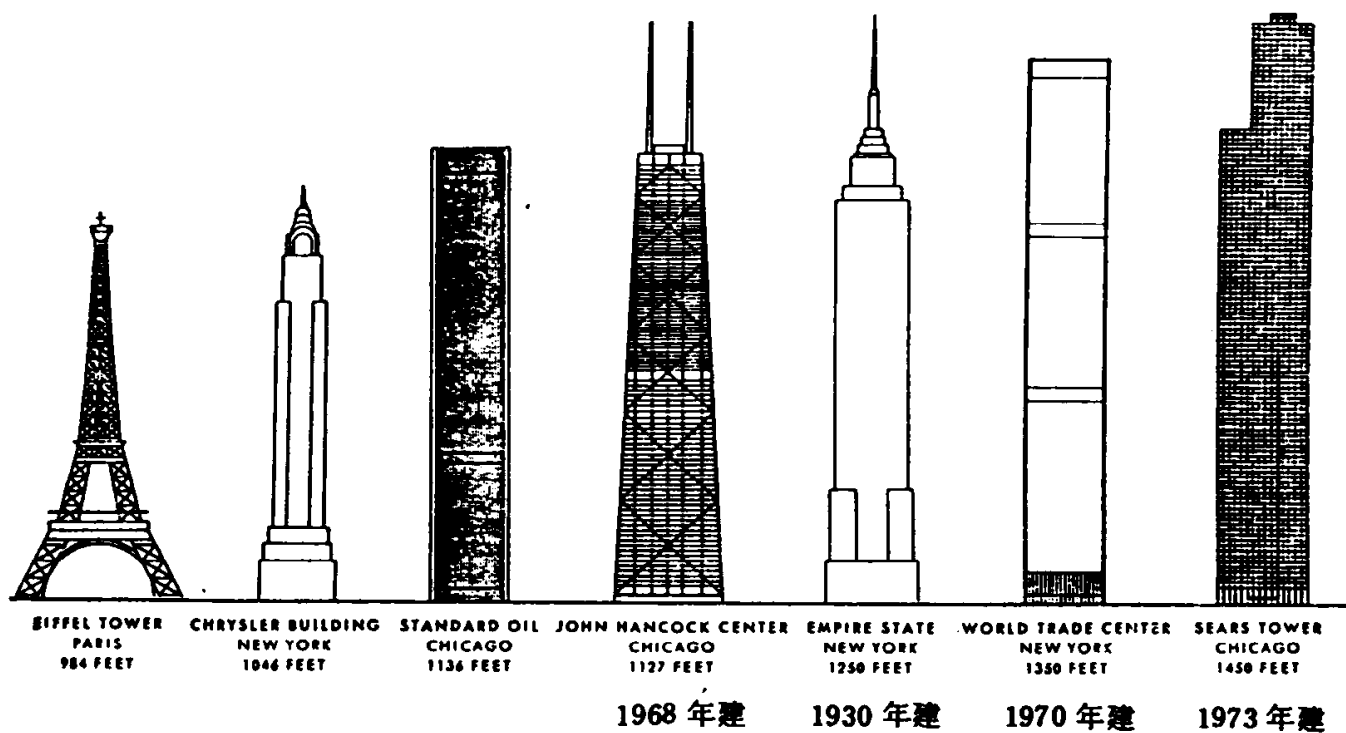
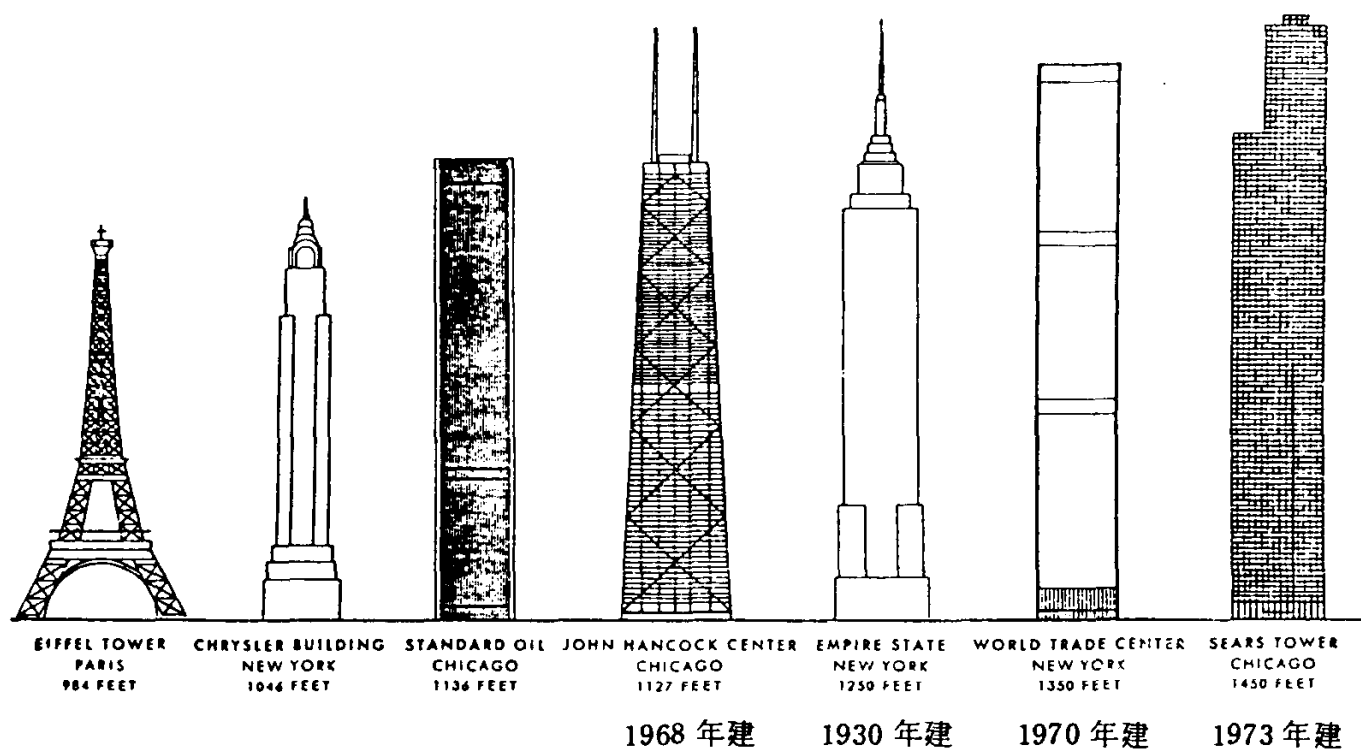


建築結構設計精華



陳智 編著
詹氏書局

建築結構設計精華



陳智 編著
詹氏書局

國立中央圖書館出版品預行編目資料

建築結構設計精華／陳智編著．——初版．——壹

北市：詹氏，民 84

面； 公分

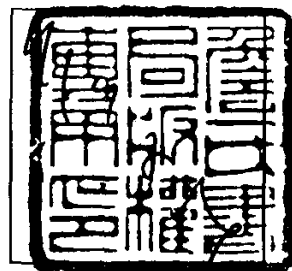
ISBN 957-705-083-2(平裝)

1. 建築 - 設計 2. 結構工程 - 設計

441.1

84012600

版權所有



翻印必究



建築結構設計精華

編 著：陳 智

發行人：詹 文 才

發行所：詹 氏 書 局

登 記 證：局版台業字第三二〇五號

郵政劃撥：0591120-1

戶 名：詹 氏 書 局

地 址：台北市和平東路一段一七七號九樓之五

電 話：(02)3918058.3967077.3412856.3938879

傳 真：(02)3964653.3938869

印 刷：海王彩色印刷製版公司

初版 中華民國八十四年十二月 定價：新台幣 650 元

I.B.S.N. 957-705-083-2

自序

建築結構是一門很古老的學問。在中國最早在易經繫辭下傳中也曾說到「上古穴居而野處，後世聖人，易之以宮室，上棟下宇，以待風雨，蓋取諸大壯」。在六十四卦中的雷天大壯（䷡）一卦說明了天上雷雨交加，下方有宏大堅固的房屋，才足以避風雨。到了近代，由於鋼材及混凝土等建材的進步，以及電腦在結構分析上有突破性的進展，各種高樓建築比比皆是，達到了現代大都市人口集中的要求。

本書所介紹的是如何實際的去做建築結構設計，而非做結構基本理論的探討。因為理論在學校中已講的很多了，從理論到規範到實際設計，其中還有很大一段的路要走。由於「契理易學，契機難尋」，本書只能做一個簡介的工作，讀者必須身體力行，實際去做才能了解其中的奧妙。書中的資料大部份取自美國工程雜誌。原本為教學之用。

在專業知識成長的過程之中要感謝的人很多，特別是我的指導教授 Dr. RICHARD PIN 以及 S. O. M. 的諸先進，也要謝謝我的賢妻替我騰寫稿件，更要謝謝詹氏書局替我出版這一本書以及您的購買。

陳 智 於1995

建築結構設計精華

陳智 編著

目 錄

1. UBC 規範簡介（23-29章）重力及側向力設計（UBC 23章說明）···	1
2. 1985 UBC與1988 UBC地震力設計之比較·····	75
3. 樓板（DIAPHRAGM）在結構上的作用·····	83
4. 複合鋼樑設計要點·····	97
5. 複合鋼樑腹板開洞之計算·····	121
6. 樓板的振動與舒適程度·····	133
7. 高樓結構系統·····	148
8. 高樓複合鋼樑框架分析·····	161
9. 如何有效的選用框架中柱和樑的尺寸以控制垂度·····	166
10. 圍帶結構系統·····	171
11. 高樓結構電腦模式之簡化·····	179
12. 外圍管狀樓結構之研討·····	196
13. 開洞剪力牆與管狀結構的電腦模式·····	214
14. 什麼是建築物地震時所受到動力的來源·····	221
15. 塑性力學簡介及應用·····	231

16. 韌性匡架大樑三個塑性絞破裂的情形	247
17. 韌性匡架中鋼樑和鋼柱的強柱弱樑的設計	249
18. 混凝土匡架韌性設計	253
19. 鋼結構韌性設計	271
20. 在高地震區的高樓採用脊柱式結構的設計	288
21. 後拉預力混凝土建築物的收縮問題	295
22. 工業用廠房的設計要點	311
23. 鋼結構極限應力 (LRFD) 設計簡介	323
24. 方形基礎之兩種破裂情形	332
25. 平板基礎設計要點	336
26. 地震隔離板	341
27. 您問我答	358
28. 鋼結構剪力偏心斜撐構架設計	378
29. 建築結構與橋樑結構設計地震力安全係數之比較	395
30. SRC 結構之優缺點	397
31. HONG LEONG PCAZA, SINGAPORE-STRUCTURAL ANALYSIS & DESING	399
32. 高速公路的線形與經濟效益 VS. 土地徵收 (河堤案之探討)	425
33. B.O.T. 簡介	447

第一章 UBC 規範第23章(建築結構篇)簡介

1. 前言

UBC (UNIFORM BUILDING CODE) 是美國較為完備而且普遍使用的設計規範，其中從第23章到29章是專門講結構設計的部份，其內容如下：

第23章——一般設計規則包含了載重，風力，地震力等。

第24章——磚造結構(MASONRY)的設計規則。

第25章——木造結構的設計規則。

第26章——混凝土結構的設計規則，並包含了高地震區的韌性設計。

第27章——鋼結構的設計規則，並包含了高地震區的韌性設計。

第28章——鋁結構的設計規則。

第29章——基礎的設計規則。

附錄第23章——雪載重設計。

附錄第49章——屋棚(PATIO)設計。

另外 UBC STANDARD 這本書中有關結構設計的章節如下：

第27-9章——冷型鋼設計或參考 AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE 所出的設計手冊。

第27-11章——儲藏室鋼架設計。

第27-12章——鋼線設計。

第29-1章——土壤分類。

除了 UBC 之外，另外兩個重要的參考規範，一個是 ANSI 規範 (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE)。另外一個是南加州結構工程師協會出的“藍皮書”專講高地震區的設計。

規範提供了一個大家設計時共同遵守的法則及其最低的要求。再詳盡的規範也不可能包含所有的情況。真是欲盡未盡不可說，要瞭解其真意而加以靈活運用。

2. 載重

A. 靜載重

除了建築物的本身重量之外，如果建築物有隔間而且可以任意移動時，像辦公大樓等要另外加入 20 磅每平方尺的隔間重。這裏所說的隔間乃指用輕質材料所組成的隔間，而非磚牆等笨重不易改變的隔間，如用磚牆等隔間時就應計算它的實際重量和位置。

B. 活載重

a. 均勻活載重——除特殊情形之下，一般均採用 UBC 表 23-A 的均勻

活載重如下所：UBC表 23-A 均勻活載重表		
用 途		設計均勻活載重（磅每平方尺）
辦 公 室	一 般	50
	大 廳	100
一樓走道，樓梯		100
二樓以上走道		80
電腦室，檔案室		100 或實際重量
公寓，住家		40
停車場		50
修車場		100
醫 院	病 房	40
	手 術 室	60
圖 書 館	書 架	125
	閱 覽 室	60
工 廠	輕	75 或實際重量
	重	125 或實際重量
學校教室		40
儲 藏 室	輕	125
	重	250
商 店	一 樓	100
	二樓以上	75
公衆聚集區	一 般	100
	舞 台	125
批發店		100

公眾聚集區乃指舞廳，表演室，運動場，餐廳，高樓或購物中心的地面層等群眾聚集的地方。

水平屋頂的活載重大致如下：

支持面積（平方呎）	0-200	201-600	600以上
活載重（磅每平方呎）	20	16	12

b. 活載重遞漸係數：

當任何桿件，柱或樑，其支持面積大於150平方尺時而且設計載重小於或等於100磅每平方尺時，其設計活載重就以下式減少

$$R = (0.008)(A - 150)$$

$$\text{或} = 23.1 \left(1 + \frac{\text{靜載重}}{\text{活載重}} \right)$$

二者取其小值

樑的最大容許活載重遞漸係數是百分之四十，柱的最大容許活載重遞漸係數是百分之六十。因為柱子通常支持許多層的載重，其支持面積是可以累積的，但下列情況例外：

1. 公眾聚集區的活載重雖為100磅每平方尺但不得使用任何的遞漸係數。
2. 儲藏室只有柱子可以用遞漸係數，但最大為百分之二十。
3. 私人轎車的停車場最大遞漸係數為百分之四十。

建築物樓板活載重的假設，關係到建築物的造價，必須恰到好處，才不會有過與不及的毛病。一般的規範如UBC，ANSI等對不同用途的建築物的樓板活載重都有不同的規定，而且是大同小異，如辦公室是50 PSF，公寓是40 PSF，走道是100 PSF等。要能靈活運用，綜合歸納，以簡化設計時的困難，以辦公室為例，何處為辦公室？何處是走道？在初步設計時能正確知道所有走道的位置嗎？將來不同的用戶會不會變更走道的位置呢？把辦公室和走道用不同的數值來算是否會增加太多設計上的困難呢？將這些問題綜合起來，可以用80 PSF平均值來設計，好像80 PSF比50 PSF增加了30 PSF，大約是60%。但如果考慮到活載重因支持面積的減少值，靜載重以及20 PSF的隔間重等(PARTITION)。真正的全部設計載重增加量是遠小於60%的。又如設計公寓或旅館時，走道較少且位置較固定，所以宜用不同的活載重或較低的平均活載重。

另外一個要注意的就是活載重的支持面積減少值。以 UBC88，2306 (P.135) 為例，所有活載重超過 100 PSF 以上，不得用活載重減少係數 (R)，當活載重為 100 PSF 時仍可用減少係數，但是公眾聚集之處除外，公眾聚集之外乃指舞廳，練習室，體育館，遊戲間，廣場，陽台等地方，所以當活載重為 100 PSF 時要謹慎考慮是否要用活載重的減少係數，其中差異很大，一般辦公高樓的 1 樓（地表面層）及購物中心的一樓都用 100 PSF 而且不用減少係數，如購物中心內有溜冰場之類，則 1 樓以上可以引人觀看的區域亦應考慮為公共聚集之外，用 100 PSF 而且不用減少值。

【例 1】辦公大樓一樑長 40 尺，間距 15 尺的設計活載重為何

【解】：辦公大樓

活載重	50 磅每平方尺
靜載重	樓板 45 磅每平方尺
	隔間 20 磅每平方尺
	天花板等

全部靜載重 $= \frac{10 \text{ 磅每平方尺}}{75 \text{ 磅每平方尺}}$

樑支承面積 $A = 40 \text{ 尺} \times 15 \text{ 尺} = 600 \text{ 平方尺}$

$$R = (0.08)(600 - 150) = 36\%$$

$$\text{或} = (23.1) \left(1 + \frac{\text{靜載重}}{\text{活載重}} \right)$$

$$= (23.1)(1 + 75/50) = 57.8\% > 40\% \text{ 最大值，用 } 40\%。$$

取其小值 $R = 36\%$

設計活載重 $= 50(1 - .36) = 32 \text{ 磅每平方尺}$

【例2】四樓高辦公大樓的柱子，柱間距為25尺×25尺其各樓的柱子支承的活載重為何

【解】：柱支承面積 = 25 尺 × 25 尺 = 625 平方尺

R	活載重
屋頂	12 PSF (A>600平方尺)
3樓R = (0.08)(625-150) = 38%	50(1-.38) = 31 PSF
2樓R = (0.08)(625×2-150) = 88%	50(1-.58) = 21 PSF
>60%最大值, 用57.8%	

3. 風力(UBC)

UBC 的風力設計不包含建築物的高度和寬度大於5的建築因為這種建築在風中對動力效應敏感，也不包含400尺以上的高層建築。ANSI 規範對風力有較詳細的說明。

設計風力由下式求出

$$P = C_e C_q Q_s I$$

P……設計風壓，磅每平方尺

3.1 C_e ……暴露系數，指建築物所在地周圍環境及亂流的影響。

暴露係數A一指市中心區高樓林立區中的小建築物，周圍百分之五十以上的建築物均高於70尺，但有時在高樓之間的縫隙，會造成局部大風力則不在此限。

暴露係數B一指建築物所在地一哩的範圍內，百分之二十以上的區域有20尺高以上的樹林或其他建築物，一般指的是郊區。

暴露係數C一指建築物所在地半哩之內均為開闊地，一般性建築多用此係數。

暴露係數D一指河邊，海邊等區域，指從海岸線1500尺或建築物10倍長的距離內的建築物。美國芝加哥就因位於湖邊而有風城的美譽。

UBC 表 23-G C_e 值

地表高度 (尺)	暴露係數 D	暴露係數 C	暴露係數B
0-15	1.39	1.06	0.62
20	1.45	1.13	0.67
25	1.50	1.19	0.72
30	1.54	1.23	0.76
40	1.62	1.31	0.84
60	1.73	1.43	0.95
80	1.81	1.53	1.04
100	1.88	1.61	1.13
120	1.93	1.67	1.20
160	2.02	1.79	1.31
200	2.10	1.87	1.42
300	2.23	2.05	1.63
400	2.34	2.19	1.80

3.2 C_q ……風壓係數

分成兩大部分，一為整個建築的主要結構系統，如剪力牆，匡架等一為附加桿件如外窗支架等

A. 主要結構系統，高度在200英尺以下時

C_q ……風壓係數

水平力 = 1.3 高度 40 尺以下

$= 1.4$ 高度 40 尺以上

屋頂上升力 = 0.7

山形結構的風壓係數略有不同，如下圖所示

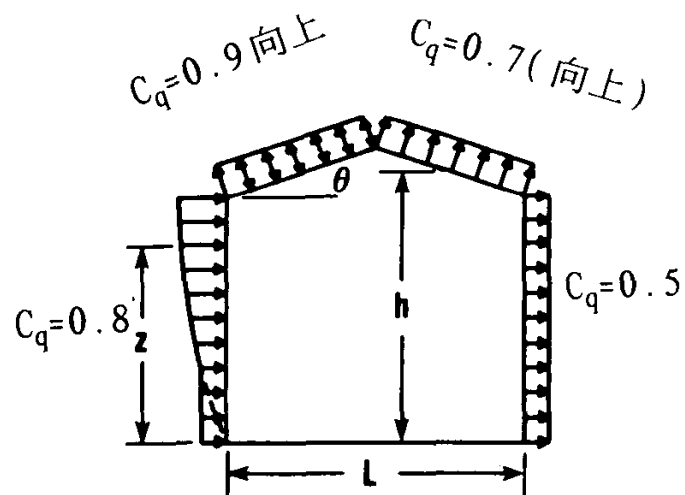


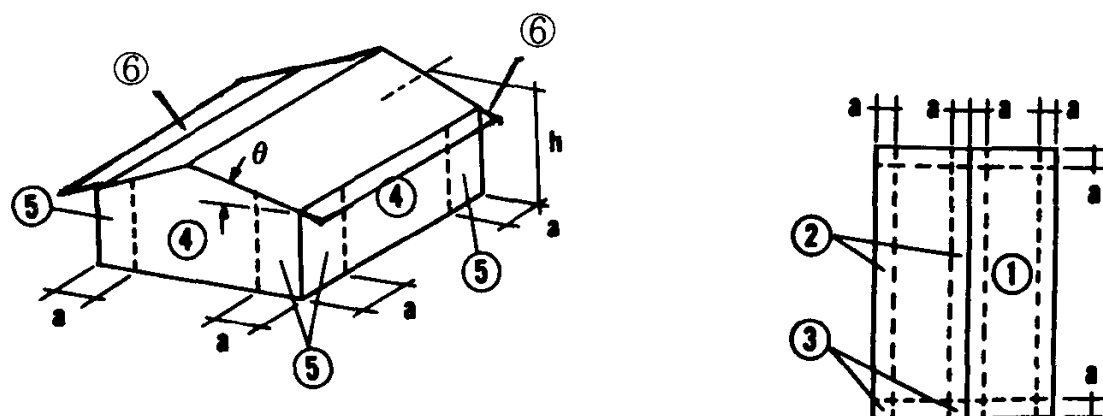
圖1-1 立面風壓係數圖

在特殊情形時，可以自行調整加大風壓係數，例如建築物位於兩棟大樓之間風力集中區的時候。

B. 附加桿件

不論建築物在何地，至少要用暴露係數C來計算風壓力

UBC 表 23-H		
	區域	Cq
牆	4	1.2 向內或向外
	5	1.5 向外或 1.2 向內
屋頂	1	1.3 向上或向下
	2 和 3	2.6 向上
屋外的 部份	6	2.8 向上



$a \cdots \cdots 10$ 英尺或 0.1 乘上建築物短邊的較小值。

圖1-2 建築物附加桿件的風壓係數

由上圖可以看出，風力對建築物附加桿件的影響就像是對一個密閉的容器施以壓力，在轉角部會有應力集中的現象。

C. 招牌，旗桿等 $C_q = 1.4$

D. 煙囪等，方形 1.4 ，八角形 1.1 ，圓形 0.8 。

3.3 q_s ——在30尺高時的停滯風壓

UBC 表 23-F							
基本風速（哩每小時）	70	80	90	100	110	120	130
風壓 Q_s （磅每平方尺）	12.6	16.4	20.8	25.6	31.0	36.9	43.3

3.4 $I \cdots \cdots$ 建築物重要係數

$I = 1.0$ ，一般性建築物

$I = 1.15$ ，醫院，警察局，救火站，發電廠，政府行政中心，含有爆炸物的建築等。

4. 風力(ANSI)

A. 主要結構系統風壓力，一般性建築

$$P = (q_z + q_n) C_p G_h$$

在建築物高度 Z 時的風速壓為

$$q_z = 0.0256 K_z (IV)^2$$

其中 0.0256 為標準空氣密度， K_z 為風壓係數， V 為風速英哩／每小時，

I 為重要性係數。

$$K_z = 2.58 \left(\frac{Z}{Z_g} \right)^{2/\alpha}, Z > 15'$$

$$= 2.58 \left(\frac{15}{Z_g} \right)^{2/\alpha}, Z < 15'$$

Z —建築物高度

暴露係數	α	Z_g	D_o
A	3.0	1500	0.025
B	4.5	1200	0.010
C	7.0	900	0.005
D	10.0	700	0.003

風 壓 ， 暴 露 係 數 ， K_z 表				
地 表 高 度 (英 尺)	暴 露 係 數 A	暴 露 係 數 B	暴 露 係 數 C	暴 露 係 數 D
1 = 0 - 15	0.12	0.37	0.80	1.20
20	0.15	0.42	0.87	1.27
25	0.17	0.46	0.93	1.32
30	0.19	0.50	0.98	1.37
40	0.23	0.57	1.06	1.46
50	0.27	0.63	1.13	1.52
60	0.30	0.68	1.19	1.58
70	0.33	0.73	1.24	1.63
80	0.37	0.77	1.29	1.67
90	0.40	0.82	1.34	1.71
100	0.42	0.86	1.38	1.75
120	0.48	0.93	1.45	1.81
140	0.53	0.99	1.52	1.87
160	0.58	1.05	1.58	1.92
180	0.63	1.11	1.63	1.97
200	0.67	1.16	1.68	2.01
250	0.78	1.28	1.79	2.10
300	0.88	1.39	1.88	2.18
350	0.98	1.49	1.97	2.25
400	1.07	1.58	2.05	2.31
450	1.16	1.67	2.12	2.36
500	1.24	1.75	2.18	2.41

I.....建築物重要係數

I = 1.0 一般性建築

= 1.07 重要建築

G_h亂流係數

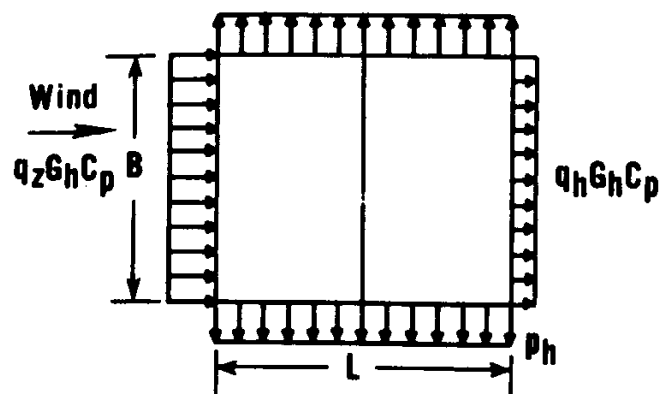
$G_h = 0.65 + 3.65 T_z$

$T_z = 2.35 (D_o)^{1/2} / (Z/30)^{1/2}$

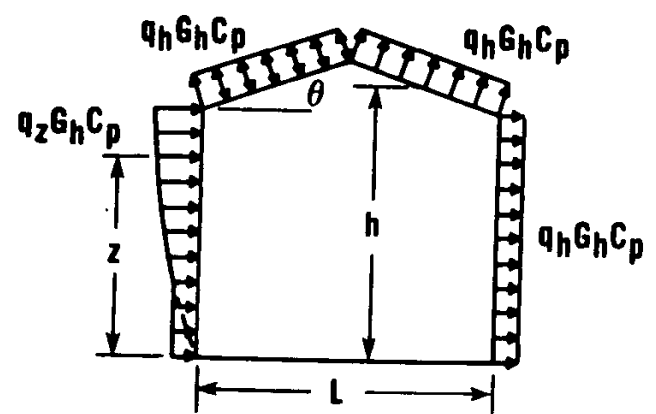
亂流係數， G_h 和 G_z				
地表 高度 (英尺)	暴露 係數 A	暴露 係數 B	暴露 係數 C	暴露 係數 D
0 - 15	2.36	1.65	1.32	1.15
20	2.20	1.59	1.29	1.14
25	2.09	1.54	1.27	1.13
30	2.01	1.51	1.26	1.12
40	1.88	1.46	1.23	1.11
50	1.79	1.42	1.21	1.10
60	1.73	1.39	1.20	1.09
70	1.67	1.36	1.19	1.08
80	1.63	1.34	1.18	1.08
90	1.59	1.32	1.17	1.07
100	1.56	1.31	1.16	1.07
120	1.50	1.28	1.15	1.06
140	1.46	1.26	1.14	1.05
160	1.43	1.24	1.13	1.05
180	1.40	1.23	1.12	1.04
200	1.37	1.21	1.11	1.04
250	1.32	1.19	1.10	1.03
300	1.28	1.16	1.09	1.02
350	1.25	1.15	1.08	1.02
400	1.22	1.13	1.07	1.01
450	1.20	1.12	1.06	1.01
500	1.18	1.11	1.06	1.00

C_p ……牆風壓係數

牆 風 壓 係 數 , C_p 值			
風 壓 面	L / B	C_p	q
向 風 牆	—	0.8	q_z
背 風 牆	0 - 1	-0.5	q_h
	2	-0.2	
	2.4	-0.2	
邊 牆	—	-0.7	q_h



平 面 圖



立 面 圖

圖 1-3 風 壓 圖