

- 3 性能指向型耐風設計における風力係数の設定手法に関する研究

Study on Establishment of Wind Force Coefficients in Performance-Based Wind Resistance Design

(研究期間 平成 15~16 年度)

構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

岡田 恒
Hisashi Okada

喜々津仁密
Hitomitsu Kikitsu

This paper describes the outline of the comparative study on peak pressure coefficients among several international codes and standards. The result of comparisons of external claddings in a high-rise building is presented. And the consistency of measurements performed in various wind tunnels is also of concern to both design engineers and code writers. This study makes an initial attempt at quantifying the variability of wind effects estimates based on test conducted at six wind tunnel laboratories. A comparison was made among the estimated peak pressure coefficient of a tap located on the roof of the model nearest the building corner.

[研究目的及び経過]

強風下での建築物の耐風設計においては、当該建築物の形状等に応じた風力係数の設定が必要不可欠であり、我が国の建築基準法施行令をはじめ ISO 規格等の海外規基準においても設計用風力係数が規定されている。今日の一般的な建築構造分野の現状を鑑みると、平成 12 年の建築基準法施行令改正（性能規定化）を契機として、構造性能を指向した考え方が支配的となっており、海外の同分野においても同様の傾向がみられる。国内外の風荷重に関する規定においても、地表面粗度区分やガスト影響係数の概念導入等が図られているが、規定されている設計用風力係数に関しては、根拠となる実験的背景等が明確ではない場合が多く、それゆえ各々の規基準に規定されている数値間で不整合な点がみられるのが現状である。また、風洞実験に拠る場合についても、風洞施設そのものの具備すべき条件、接近気流の性状や評価時間等の実験条件の違いが測定結果のばらつきにどの程度影響を及ぼすのか十分に明らかにされていない。

以上の背景を踏まえて、本研究では、性能指向型耐風設計の確立に資するため、ばらつきを考慮した風洞実験法及び設計用風力の信頼度の評価方法の提案を行う。なお、本研究は平成 15~16 年度科学研究費補助金・基盤研究(B)(2)として実施したものである。

[研究内容]

本研究では、以下の調査及び検討を行った。

- 1) 国内外の風荷重に関する規基準の設計用風力係数の違いに関する調査
- 2) 低層建築物を対象とした風圧測定実験に基づく測定条件と測定結果のばらつきとの因果関係に関する評価・検討

[研究結果]

(1) 国内外の風荷重に関する規基準調査

本研究で対象とした国内外の規基準は以下のとおりである。

- ・ 建築基準法施行令（日本、以下「BSLJ」）
- ・ ISO4354（以下「ISO」）
- ・ 2003 International Building Code（米国）
- ・ ASCE 7-02（同上、以下「ASCE」）
- ・ National Building Code of Canada、1995（カナダ、以下「NBCC」）
- ・ BS6399-2:1997（イギリス）
- ・ AS/NZS1170.2:2002（オーストラリア・ニュージーランド、以下「AS/NZS」）
- ・ Eurocode ENV1991-2-4（欧州、以下「EURO」）
- ・ Swiss Standard（スイス、以下「SS」）

各規基準ごとに鉛直分布係数、平均風速の評価時間等の定義が異なるのでそれらの構成要素を調整するための諸係数 K_* を以下のように導入し、ピーク外圧係数

$(C_{pe}G_{pe})^*$ の値の比較を行った。基準となる設計用速度圧

q_H^* は、ISO4354 の規定に準じて、空気密度=1.2kg/m³、開けた平坦地に対応すべき指数=0.14、平均風速の再現期間=50 年、基準高さ=屋根平均高さとした。

$$w = q_H (C_{pe}G_{pe}) = q_H^* K_{air} K_{prf} K_{rim} K_{ave} K_h (C_{pe}G_{pe}) = q_H^* (C_{pe}G_{pe})^* \quad (1)$$

正方形断面の高さ 60m の高層建築物を想定して、図 1 に風上壁面のピーク外圧係数、図 2 に屋根面隅角部のピーク外圧係数をそれぞれ示す。風上壁面のピーク外圧係数の変動係数(COV)は、高さ 10m 以下が約 0.4、高さ 10m から 25m の間が約 0.3、高さ 25m 以上が約 0.25 と

なっており、低層部にいくにつれて大きくなっている。
 また、屋根面隅角部のピーク外圧係数の COV は、約
 0.2 である。

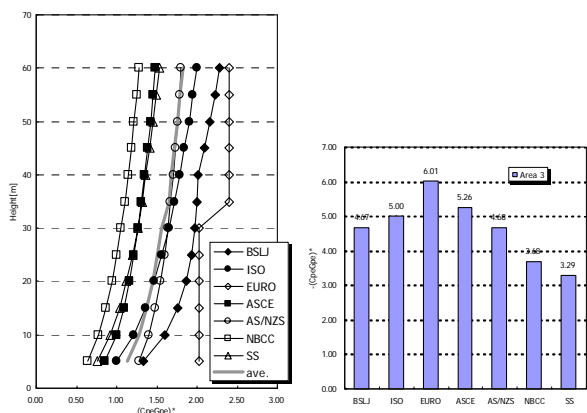


図 1 風上壁面の $(C_{pe}G_{pe})^*$ 図 2 屋根面隅角部の $(C_{pe}G_{pe})^*$

(2) 低層建築物を対象とした風圧測定実験¹⁾

低層建築物を対象として、地表面粗度、縮尺率、軒高さ等の実験条件の違いが、測定結果にどのように影響するか検討を行った。ここでは、UJNR/TC-D(風工学に関する作業部会)における米国 NIST(National Institute of Standards and Technology)との共同研究の一環で、建築研究所を含む世界の 6 機関で同様の実験条件のもとで得られる測定結果の比較を行った。建築研究所以外の実験機関は、Colorado State University, Texas Tech University, Clemson University (以上米国), The University of Western Ontario (カナダ)及び Centre Scientifique at Technique du Batiment (フランス)の 5 機関である。

図 3 に風洞実験模型(縮尺 1/200)の設置状況を、図 4 に風洞実験気流の平均風速と乱れの強さの鉛直分布をそれぞれ示す(平均風速は高さ 1200mm での値で規準化している)。また、図 4 には The University of Western Ontario での同一の地表面設定下の鉛直分布も併せて白丸で示した。

縮尺 1/200 の低層建築物を対象として、各実験機関で実施した風圧測定結果に基づいて、梁間方向の柱と屋根梁との接合部に係る曲げモーメント、屋根の風上隅角部に作用する局部風圧の結果を相互比較した。ここでは、屋根隅角部のある 1 点におけるピーク外圧係数の結果並びに当該結果の Max/Min 比及び変動係数(COV)を表 1 に示す(6つの実験機関を A から F の記号で表記した)。ピーク外圧係数の変動係数は 0.08 から 0.30 の間に分布しており、実験模型の軒高さが高いほど、また地表面粗度の程度が小さいほど小さくなる傾向が確認された。



図 3 風洞実験模型(1/200)の設置状況

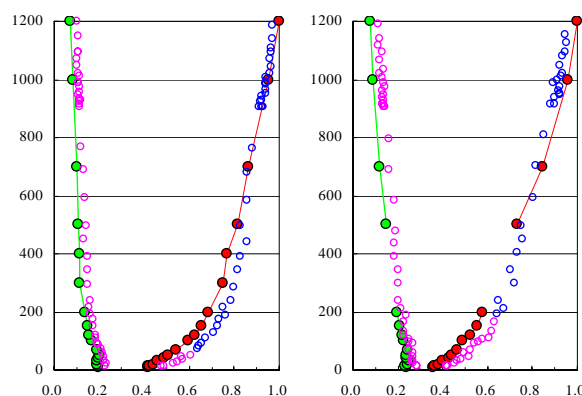


図 4 風洞実験気流(左: Open Terrain, 右: Suburban Terrain)

表 1 屋根面隅角部におけるピーク外圧係数(絶対値)結果一覧

Wind Tunnel Facility	Model							
	O20		S20		O32		S32	
	90	0	90	0	90	0	90	0
A	3.96	4.62	4.08	4.72	3.97	4.29	4.37	8.41
B	-	-	-	-	-	-	-	-
C	3.93	5.25	5.32	7.92	3.87	5.01	5.83	8.03
D1	4.19	6.29	6.82	7.06	4.56	5.93	6.91	8.22
D2	4.26	6.33	7.37	6.65	4.40	6.10	8.14	8.61
E	4.36	4.75	4.67	5.83	3.82	5.31	3.97	5.60
F	1.47	5.87	-	-	-	-	-	-
Max/Min	3.0	1.4	1.8	1.7	1.2	1.4	2.1	1.5
COV	0.30	0.14	0.25	0.19	0.08	0.14	0.30	0.16

注) O20 : 6.10m(full scale) eave height building in open terrain, S20 : 6.10m eave height building in suburban terrain, O32 : 9.76m eave height building in open terrain, S32 : 9.76m eave height building in suburban terrain

[参考文献]

1) W.P.Fritz, B.Bienkewicz, O.Flamand, E.Ho,H.Kikitsu, C.Letchford and C.Bo, International comparison of wind tunnel estimates of wind effects on an industrial building model : test-related uncertainties, Proceedings of the Ninth International Conference on Structural Safety and Reliability (投稿中)