

# - 16 実測に基づく風荷重評価

## Wind Load Estimation Based on Full-Scale Measurements

(研究期間 平成 13 年度)

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

奥田泰雄 岡田 恒  
Yasuo Okuda Hisashi Okada

This study is based on three cooperative researches between BRI and BRIC, DPRI Kyoto Univ., Kanagawa Univ. and Izumi Sohken Engineering. In the cooperative research with BRIC, a method of wind pressure estimation on a building in natural wind was established, compared with the results of the wind tunnel tests. In the cooperative research with Kyoto Univ., mean, Max. and Min. wind pressure coefficients were estimated for each wind direction. Wind pressure measurements on roof tiles were carried out as a cooperative research with Kanagawa Univ. and Izumi Sohken Engineering. Peak wind force coefficients for roof tiles were evaluated from the measurements.

### 【研究目的および経過】

1998 年の建築基準法改正ならびに 2000 年の関連告示により風荷重規定が大幅に改正された。この風荷重規定の大半の部分は風洞実験結果に基づいて定められたものである。しかし、風洞実験結果の信頼性は自然風中の実大建築物や建築物模型を用いた観測（実測）結果によって確認されるものである。本研究では実測結果を収集して風洞実験の信頼性の検証を行うことを目的とする。

### 【研究内容】

本研究は以下の 3 つ相手先との共同研究で行われた。

- 1) 筑波建築研究協議会 (BRIC)
- 2) 京都大学防災研究所
- 3) 神奈川大学と泉創建エンジニアリング

1) では高さ 30m をこえる塔状構造物に作用する風圧力を評価し、風洞実験結果と比較した。2) では、和歌

山県串本町にある、京都大学防災研究所潮岬風力実験所にある高さ 8m の高層建築物縮尺模型に作用する風圧力を 180 点の圧力変換器で同時計測し評価した。3) では千葉県袖ヶ浦市にある実大住宅の屋根に葺いた屋根瓦に作用する風圧を計測し、ピーク風力係数を試算した。

### 【研究結果】

筑波建築研究協議会 (BRIC) の「数値シミュレーション技術を応用した建築物の耐風設計」に関する共同研究会では、外壁面に作用する風圧について実大建築物での実測と風洞模型実験との比較検討を行った。図 1 は、実測に用いた高さ 31.2m の鉄塔の立面図である。鉄塔の上部に幅 6m 角、高さ 7m の小屋があり、その壁面に作用する風圧力を高精度の差圧型圧力変換器で計測した。自然風中で風圧力を評価する場合、基準圧の設定が重要な問題になるが、高精度の絶対圧力計で基準となる地表面上の静圧を計測し、これに高さ補正を行って風圧評価の基準圧とした。

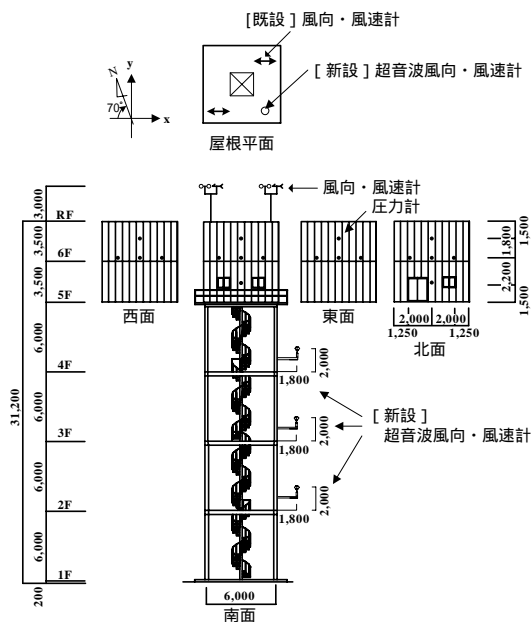


図 1 風圧計測用鉄塔

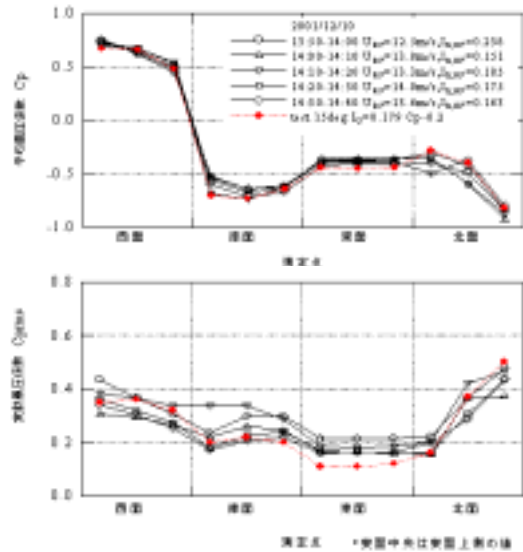


図 2 平均風圧係数と変動風圧係数

図2は観測結果の1例であるが、この基準圧の設定手法で平均風圧係数をまとめると、風洞実験結果と極めて良い一致であった。一方変動風圧については実測と風洞実験結果で若干の差があった。これは実測場合、自然風には非定常性があり風洞気流と完全に一致するわけではないこと、レイノルズ数の影響等が考えられる。

京都大学防災研究所との共同研究「自然風中での建築物模型に作用する風圧力」では、自然風中での風圧計測の問題点について検討を行い観測結果より風圧係数を算出した。その結果、きわめて短い評価時間で求めた風圧係数でも風向別に整理すると、風向に対して合理的な分布性状をもつことが明らかになった。

模型の縮尺を実際の高層建物の1/10、風速比を設計風速の1/3と仮定すると、時間縮尺率は3/10となる。本論文では、実建物の風圧の評価時間を10分間、3秒間および1秒間に対応する180秒、0.9秒および0.3秒の評価時間に関して解析を行った結果について述べる。観測で得られた風圧、風速および風向データを前述の各評価時間で区分し、それぞれの評価時間に対する平均、最大および最小風圧係数を計算し風向別に分類し、それらの平均値を算出した。風向別平均風圧係数、最大風圧係数および最小風圧係数は以下のように定義される。

$$C_{mean,T}(\theta) = E \left[ \frac{P_T}{q_T} \middle| \theta - \Delta\theta < \theta \leq \theta + \Delta\theta \right] \quad (1)$$

$$C_{max,T}(\theta) = E \left[ \frac{P_{max,T}}{q_T} \middle| \theta - \Delta\theta < \theta \leq \theta + \Delta\theta \right] \quad (2)$$

$$C_{min,T}(\theta) = E \left[ \frac{P_{min,T}}{q_T} \middle| \theta - \Delta\theta < \theta \leq \theta + \Delta\theta \right] \quad (3)$$

但し、 $\theta$ は風向角、 $E[\cdot]$ は平均値演算子、 $q_T$ は速度圧、 $P_T$ 、 $P_{max,T}$ および $P_{min,T}$ は、それぞれ評価時間Tに関する風圧の平均値、最大値および最小値である。

図3は、それぞれ、東面測定点における評価時間0.9秒(実物換算3秒)に関する風向別平均風圧係数の一例である。平成13年3月3日、4月9日および8月21日の各データの間際立った違いは見られない。図中に実線で示した近似曲線は風向を変数とした余弦関数の多項式である。図4は評価時間0.9秒(実物換算3秒)に関する風向別平均風圧係数、最大風圧係数および最小風圧係数の一例である。最大風圧係数と最小風圧係数は、それぞ

れ、ほぼ平均値の上下に分布している。他の測定点についても同様の傾向が見られた。これより、風向の関数として定義された平均風圧係数に基づき、評価時間と変動を考慮に入れて最大風圧係数と最小風圧係数を定義することができると考えられる。

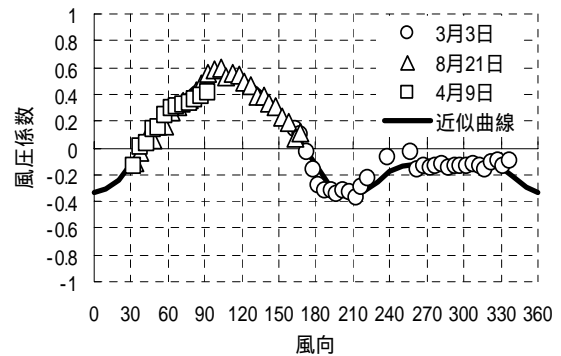


図3 風向別平均風圧係数の

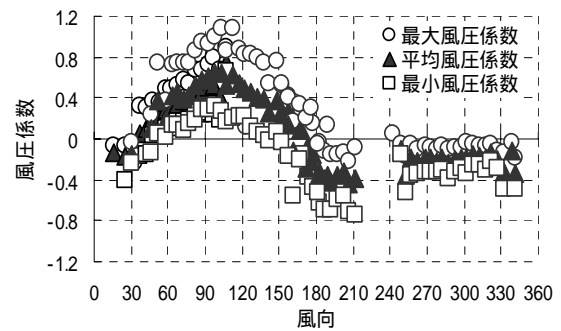


図4 風向別平均・最大・最小風圧係数の例

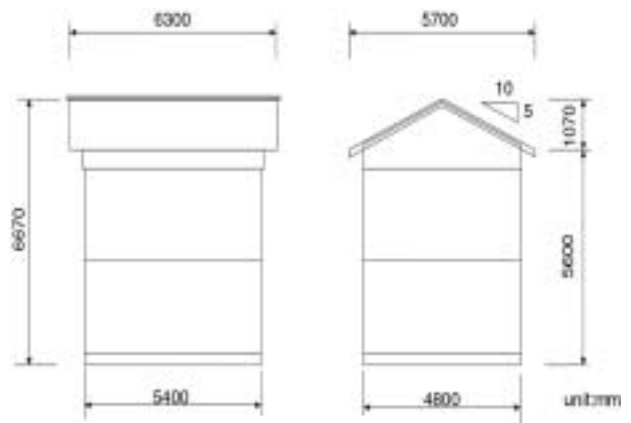


図5 瓦実測用建物

神奈川大学等との共同研究による屋根瓦に作用する風圧の実測では、屋根瓦の表面、裏面に作用する風圧の測定を行った。図5に実測に用いた建物を示す。屋根の1面にJ形53B、他の面にF形40の瓦を葺いた。建物はター

ンテーブルに載っており、回転により、瓦に対する風向を変化させることができる。瓦面に作用する風圧を計測するため、J形、F形瓦ともに実物と形状、寸法ともに同じFRPの瓦をそれぞれ9枚製作した。この計測用瓦には、図6に示すように表面、裏面それぞれ4点ずつの圧力測定点を設けた。ただし、今年度の測定では、図7に示すJ形7枚のみを測定に使用した。図8に圧力測定の結果から算定したピーク風力係数、平均風力係数の測定結果の1例を示す。

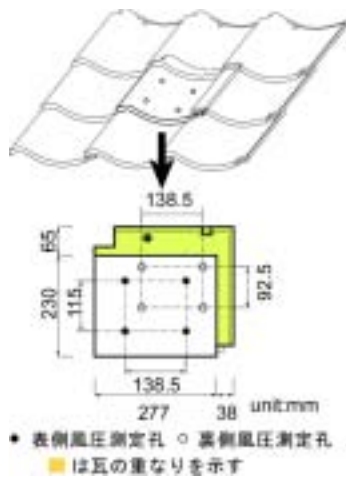


図6 風圧計測用瓦

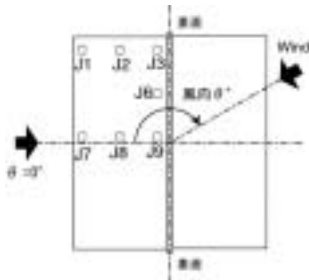
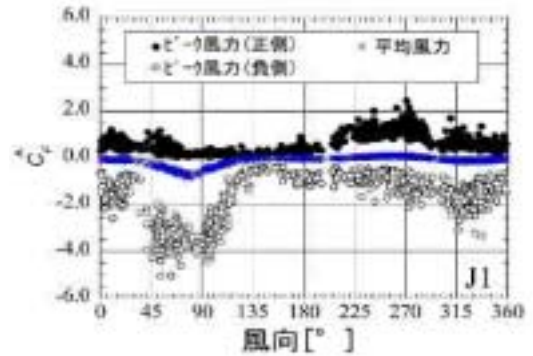
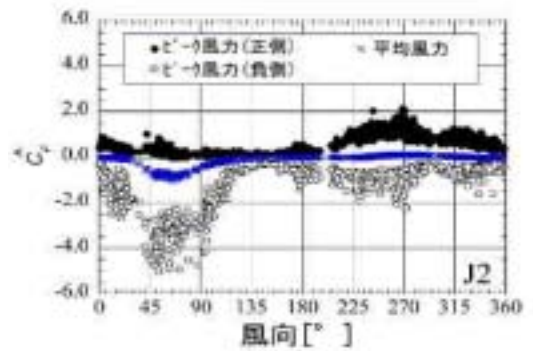


図7 計測用瓦の配置



(a) J1の風力係数



(b) J2の風力

図8 風力係数の算定結果

[参考文献]

- ・ 安井健治, 佐々木康人, 奥田 泰雄, 岡田 恒ら: 塔状構造物の風観測 その1~4, 日本建築学会大会, pp.205-210, 2001.9
- ・ 荒木時彦, 河井宏允, 奥田泰雄: 自然風中の高層建築物模型に作用する風圧力に関する研究, 日本建築学会大会, 2002.8
- ・ 大熊武司, 岡田恒, 丸川久佐夫, 下村祥一, 岡田 創: 実大建物による屋根瓦に作用する風力に関する研究, 日本建築学会大会, 2002.8

