

建物底部分の風圧に関する風洞実験

石 崎 滌 雄・許 昌 九

WIND TUNNEL TEST ON THE EAVES OF BUILDING

by Dr. Eng. Hatsuo ISHIZAKI and Changgoo HUH

Synopsis

Many wind tunnel tests of wind pressure distributions on buildings have been made, up to date, but the wind pressures at the parts of buildings such as eave or its neighbourhood have not yet been clarified sufficiently.

The relations between the wind pressure at the eaves and the roof slopes, the heights of the eaves, the length of the eaves on buildings with eaves are studied by the wind tunnel test, and their influence to the wind pressure variations are discussed.

1. は し が き

従来から建物に加わる風圧に関する風洞実験は種々なされていたが、建物のある部分における局所的な風圧については、いまだ不明なところが多い。

台風時の建物の被害をみると、その局部の破壊から全体の破壊に到っている例が非常に多く、また風圧変動により建物に振動が起りそれが破壊をたすけている現象が見受けられる。

従来この種の研究では建物全体の風力分布を知ることが主としており、局部風圧や風圧振動についてなされた研究はみかけない。そこで筆者らは風洞実験により建物模型を2次元的に扱って、庇局部の風圧が屋根勾配および庇の出、軒高などの変化とどのような関係にあるかということと、あわせてそのときの風圧振動も調べた。

2. 実 験 方 法

実験は、本研究所の吹出口直径 1.0 m、最大風速 60 m/sec まで発生可能なゲッチンゲン型風洞を使用して行った。模型は勾配の異なる 6 個の切妻型建物として、それを Photo 1 に示したように2次元的な流れを得るために設けた遮風板をもつた台上に据えた。各模型ともそれぞれ軒高を 5 段階に変え、風速 15 m/sec、20 m/sec の 2 種の風を吹かせた。風圧の風上側庇の上面と下面に 4 点ずつの 8 点、軒に近い壁に 3 点、屋根 2 点の計 13 点にあげられた孔を通して、その点に作用している風圧をゴム管によつてアルコール傾斜管に導き、その液面の変化を読み取つて測定した。またこれら風圧の時間的変化を知るために庇の上面、下面の 3 点の風圧変動をオットログラフによつて同時に記録して測定した。このとき U 字管アルコール液の風圧変動による液面変動を記録したのであるが、この U 字管アルコール液の固有周期と離れた固有周期をもつ U gage type の風圧計によつて庇の上面 1 点の風圧変動の測定もあわせて行なつた。

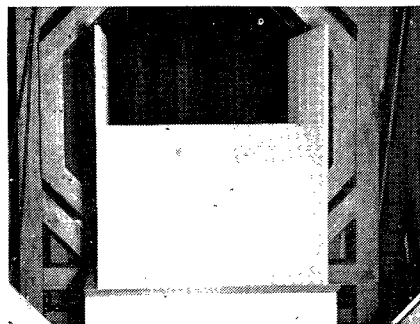


Photo (1)

模型

模型材料：タイワンヒノキを材料として表面を入念に、平滑に仕上げた。

模型の種類：屋根勾配 θ は、 0° , 5° , 15° , 30° , 45° , 60° の 6 種で各模型とも軒高を 35 cm, 30 cm, 25 cm, 20 cm, 15 cm の 5 段階に変えられるようにした。

模型寸法と

測定点：模型の寸法と測定点の分布は Fig. 1 に示した。

3. 測定

a) 風圧の時間的変動を考えない測定

測定点は前節の Fig. 1 に示す通りである。測定は 15 m/sec, 20 m/sec の風速について行なった。

まづ模型を軒高の最も高い 35cm になるように台に据えて前面から風を吹かせ、15 m/sec, 20m/sec 風速時の風圧分布を測定した。

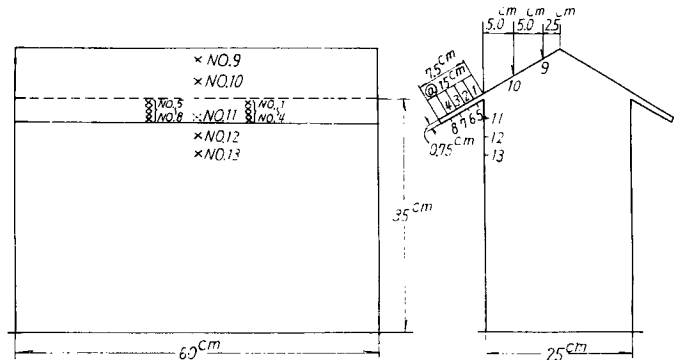


Fig. 1 The dimensions and the measured points of the models

風速は模型の表面にあけた孔に内径 3 mm のビニール管を埋め込み、これをゴム管を通して傾斜アルコール圧力管に導き液面の変化を読み取って測定した。液面が振動しているときは最大値と最小値の両方を読みとつた。このようにして軒高 35 cm について測定をなし、ついでその模型の軒高を 30 cm, 25 cm, 20 cm, 15 cm と 5 cm ずつ低くして同様の測定をなした。これは一つの模型で等しい勾配をもつた 5 種の軒高の建物の測定をするためである。以上のようにして $0^\circ \sim 60^\circ$ までの 6 種の屋根勾配をもつ模型について測定した。風下側の風圧の測定は上記の模型を平面的に 180° 回転せしめて同様の方法で行なった。

b) 風圧の時間的変動の測定

(i) 風圧が時間的にほとんど変動しない点もあるが、ある点においては著るしく変動していることがわかつたので、その点すなわち庇の上面 2 点 (測定点 No. 1, No. 2) の風圧変動を調べた。そのときその点に対応する下面の測定点 No. 5 も同時に測定した。

風速 20 m/sec 時の上記 3 点の風圧変動をオツシログラフで同時連続記録として測定したのであるが、このとき各模型とも軒高 20 cm の風上側についてのみの測定が行なわれた。

記録は模型測定点の風圧をゴム管から U 字管に導いて、U 字管内の黒インクをたらした液面の変動をオツシログラフペーパーに感光せしめる方法によつた。時間刻みは電接時計によつた。なほこの時の U 字管液面の固有振動周期は 0.5 sec であつた。

(ii) 風圧変動の時間的変化を知るために前項 (i) のような U 字管を用いた測定方法では計器自身の固有周期が長いいため風圧変動に追従できないおそれがあつたので、上記の風圧を固有周期の短い U gage type の風圧計に導いて、風圧振動の周期を測定した。この U gage type の風圧計は 5 cm \times 1 cm 大の厚さ 0.2 mm の磷青銅板の両面に電気抵抗線ひずみ計をはりつけた板を気密な函の中に片持梁状に取り付けて、その板に作用する風圧が板をたわませたときに生じたひずみを動的ひずみ測定器によつてとらえ、さらにオツシログラフペーパーによつて風圧振動が記録されるように作られたものである。なおこの測定では風圧計が 1 個のみであつたので 1 点のみの測定に終つた。この風圧計の固有周期は 0.016 sec である。

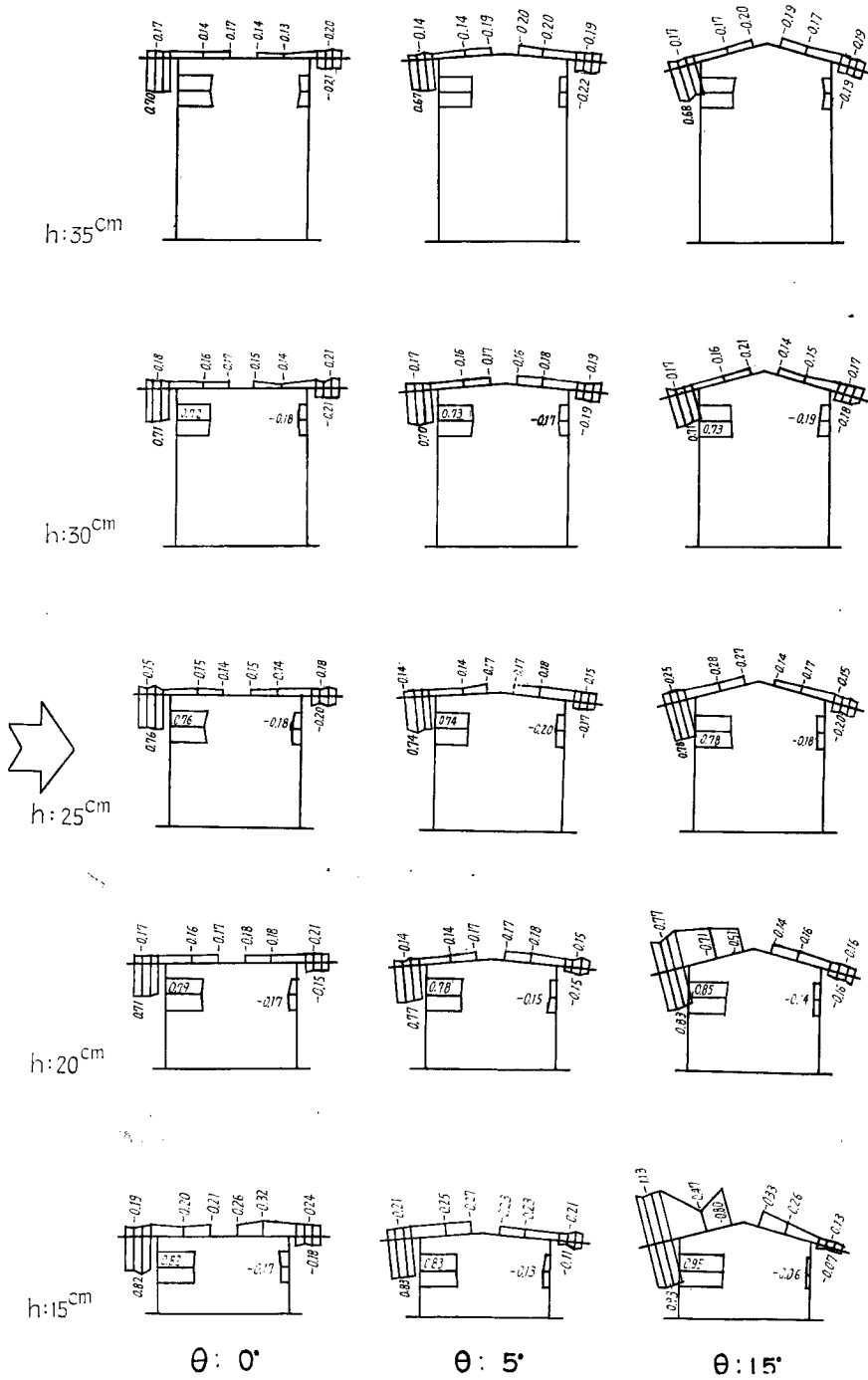
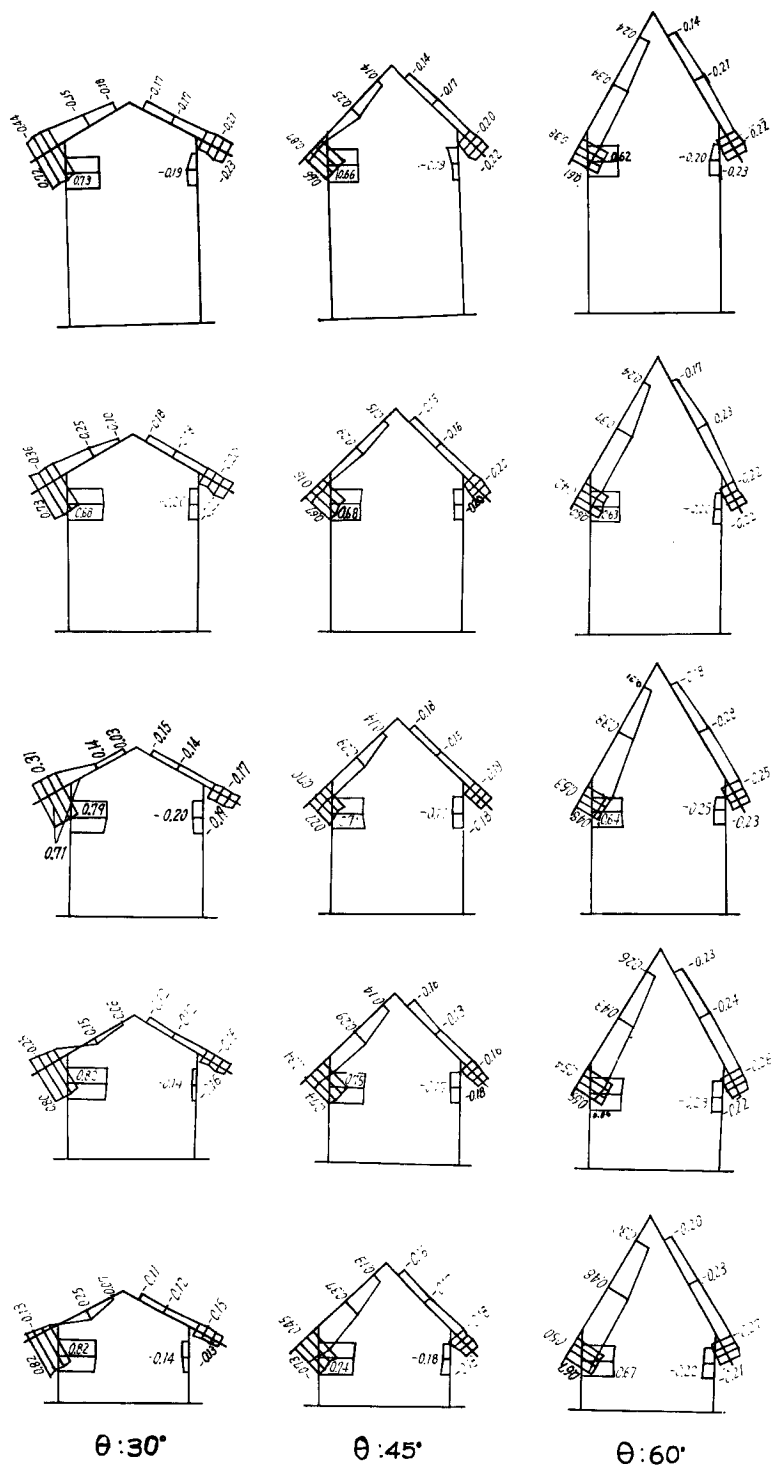


Fig. 2 The wind pressure distributions of the models



$\theta : 30^\circ$

$\theta : 45^\circ$

$\theta : 60^\circ$

4. 測定結果

a) 風圧の時間的変動を考えない測定

Fig. 2 は測定模型の風圧係数を示す。値は 15 m/sec, 20 m/sec 風速時の平均値を記した。風圧が変動している点の測定値はその最大の値をとつた。Fig. 3 は庇の出と軒高の庇に対する庇上面, 下面の風圧を表わしたものである。

Fig. 4 は庇上面, 下面の風圧を加え合わせて庇の出と軒高の比に対する風力係数として示した。Fig. 5 は勾配と庇の出と軒高の比に対する風圧を示す。Figs. 6, 7 は軒に近い壁の風圧を庇の出と軒高の比および勾配に対して表わしたものである。

b) 風圧の時間変動の測定

(i) U字管を用いての測定

U字管を用いて測定した変動記録からその風圧変動が勾配 15° の模型の風圧記録を Fig. 8 に示す。記録中最上段の線は庇下面測定点 No. 5 のもので、中間のものは庇上面測定点 No. 1, 最下段のものは庇上面測定点 No. 2 のものである。Table 1 は各勾配別に風圧変動の周期と変動値を示したものである。

Fig. 9 は U gage type の風圧

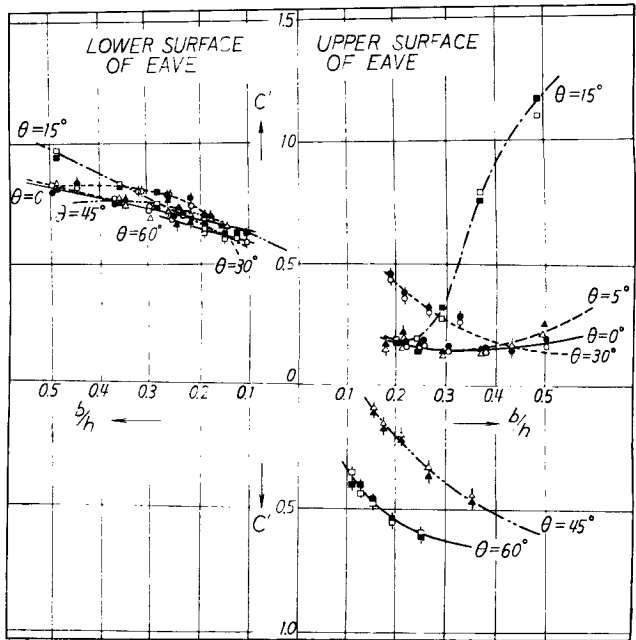


Fig. 3 The relation between the wind pressure and the ratio of the length to the heights of the eaves

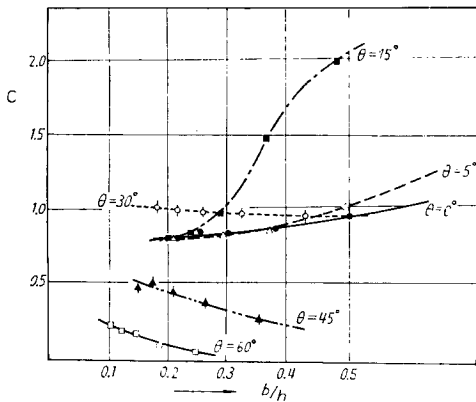


Fig. 4 The relation between the wind force coefficients and the ratio of the length to the height of the eaves

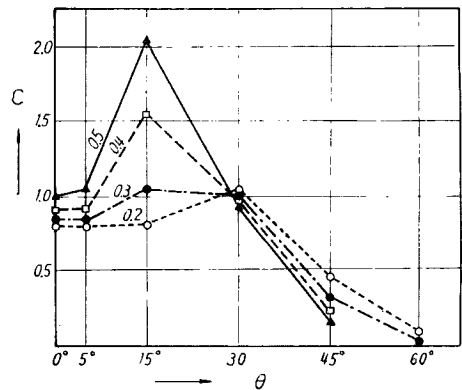


Fig. 5 The relation between the wind force coefficients for the roof slopes and the ratio of the length to the heights

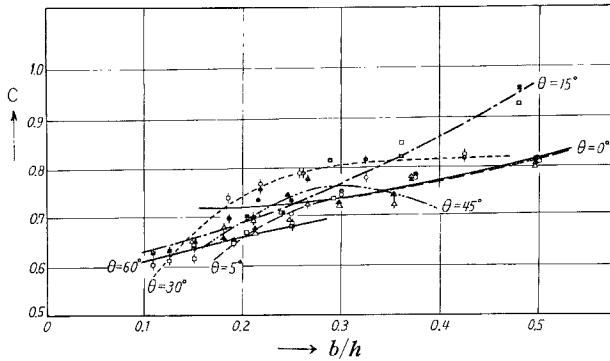


Fig. 6 The wind force coefficients of the wall at the neighbourhood of the eaves for the ratio of the length to the heights of the eaves

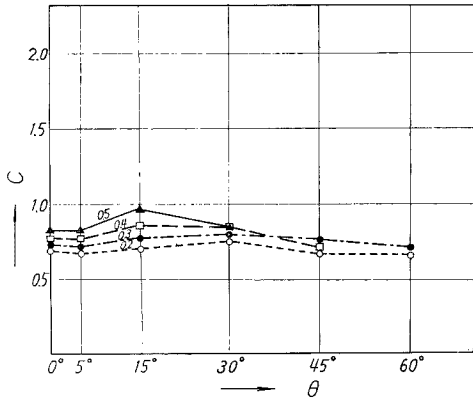


Fig. 7 The wind force coefficients of the wall at the neighbourhood of the eaves for the roof slopes and the ratio of the length to the heights of the eaves

計により風圧変動の最も大きい勾配 15° のときの記録の一部分である。この方法による各勾配別の記録もとつたのであるが、振巾が小さかつたためはつきりした記録が得られなかつた。

5. 測定結果の考察

Fig. 2 にある模型の風圧係数の値をみると、風上側の値は従来の実験値と変わらないのであるが、風下側の値はやや小さくでている。これは本実験においては風上側の軒局部を重点的に扱おうとしたため、模型台に対して模型の占めるスペースの考慮が風下側に対して充分満足し得なかつたからである。しかし目的とした風上側には、流線実験の結果その他からその影響がほとんど響いてこないと確かめられたので、ここでこの値をそのまま採用して考える。

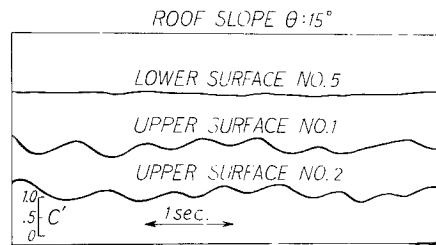


Fig. 8 The records of the wind pressure variations by the U-tubes



Fig. 9 The records of the wind pressure variations by the U-type wind pressure gage

(i) Fig. 3 の底部分の風圧をみると各勾配とも底の下面の風圧値は、上向きの方で大体同じ傾向で同

じょうな値を示しており、庇の出と軒高の比 b/h が大きくなるにつれてほぼ直線的に風圧も増加している。

庇上面については θ が $0^\circ, 5^\circ$ のものは、 b/h に関係なく風圧係数は一様であるが、 $\theta=15^\circ$ は b/h が 0.4 位のところから風圧が急激に増加している。 θ が 30° になると逆に b/h が大きくなるにつれて風圧が減じている。これらはともに上向きの力であるが、 θ が $60^\circ, 45^\circ$ は風圧が下向きの力で b/h が大きくなるとそれに比例して風圧が増加している。

Fig. 4 は、Fig. 3 の庇の上面と下面の風圧係数を加え合わせて、風力係数として示したものであるが、 θ が $0^\circ, 5^\circ, 15^\circ$ については上と同じような結果を示している。ただ θ の $45^\circ, 60^\circ$ の場合は庇の上面と下面が相殺されて小さい値を示している。

(ii) Fig. 6 には庇に近い壁の風圧を示してあるが、これらの曲線も庇の風力係数の曲線と同じような傾向を示しており、やはり $\theta=15^\circ$ のものは庇の風圧ほど極端ではないが大きい値を示している。そして b/h に比例して風圧値が増加している。

これを勾配に対して表わしたものが Fig. 7 である。これによるとやはり庇と同じように庇附近の風力係数も $\theta=15^\circ$ 附近で最大の風圧を示しているが、勾配の変化に対する風力の変化はわかである。

(iii) 庇の風圧の変動をU字管を用いて調べた結果を Table 1 に示したがこれからみると、風圧の平均変動周期は各模型を通じて大体 0.7sec であり風圧値の変動は $\theta=15^\circ$ のところで卓越して大きく、風力係数にして 0.6 にも及んでいる。

勾配 \ 変動	変動平均周期 (sec)	最大変動値 (風力係数)
0°	0.8	0.05
5°	0.7	0.10
15°	0.7	0.60
30°	0.8	0.13
45°	0.7	0.13
60°	—	—

他の勾配でも風力係数にして 0.1 位の値で変動している。

θ が 60° の場合にはほとんど変動がない。Fig. 8 は $\theta=15^\circ$ の庇の風圧変動記録であるが、上面 2 点は著るしく変動しているが下面はほとんど変動していない。つぎに U gage type の風圧計による風圧振動の記録から、その振動周期をみるとU字管を用いて得られた振動周期と相当に異なつている。たとえば $\theta=15^\circ$ 、軒高 20 cm の例をとってみると、

U gage type で計測した場合は 0.36 sec 前後の周期が卓越しているが、さらに 0.9 sec 前後の周期の変動もある。一方 U 字管を用いて得られた変動周期は Table 1 には平均変動周期として 0.7 sec を記したが、それは、0.5 sec 前後のものが支配的でさらに 0.9 sec 前後の周期のものも含まれている。U gage type の風圧計の固有周期は 0.016 sec であり、U 字管液面の固有振動周期は 0.5 sec であることから、U gage type を用いて測つた風圧変動周期が正しいものと思われる。またU字管を用いて測定した変動周期は、その固有周期が 0.5 sec であつたために 0.3 sec 前後の変動周期に追随し得ず、真の風圧変動周期を示していないように思われる。

なお風圧変動値は、U gage type の風圧計によつて測り得ないのでU字管を用いて得られた結果から知るより方法がない。U字管液面の固有周期が 0.5 sec であり、U gage type 風圧計より得られた周期が 0.36 sec 前後であるためU字管を用いて得られた風圧変動値をそのまま採用することはできないにしても大きな誤りのない値と思われる。

6. む す び

以上の風洞実験の結果によれば、軒の局部風圧の値が庇の出、軒高が変わることにより同一勾配の屋根をもつものでも著るしく異なることがわかる。特に屋根勾配 15° のものはその差が著るしい。これらのことは実際の建物を設計するとき多くの示唆を与えるものと思う。

台風時の建物損傷をみると設計時、軸組に対する配慮はよくなされているのに、屋根面などの細部に対する考慮が不十分であつたために被害の程度を大きくしていることに気がつく。またこれは風洞実験の値で

はあるが底の表面の風圧が相当に大きな風力係数で変動することがあるから設計に当つてはこのことの配慮も必要となろう。この風圧変動は軽量建物に対して重要な問題であると思われるので、今後とも研究を進めてみたい。

また本実験による風圧値が設計上の参考にもなれば幸である。