

家屋屋根面の風圧変動について

石崎 潑雄・許 昌九

FLUCTUATIONS OF WIND PRESSURE ON THE ROOF OF A HOUSE

by Dr. Eng. Hatsu ISHIZAKI and Changgoo HUH

Synopsis

This paper presents the results of wind tunnel tests on the three different sized models of a house and the measurement of wind pressure on the roof of the actual house under natural wind to investigate the dynamic behavior by the suction. In conclusion, we found that the fluctuations of wind pressure behind the house were periodic and the behavior depended upon the wind velocity.

1. ま え が き

強風により被害を受けた構造物をみると、それは単なる静的風圧力による以外の、風圧力の変動による動的な作用の影響がみられる。

構造物が吸引力を受ける部分、すなわち緩勾配屋根家屋の風上側屋根面、通常建物の風下側の屋根面、壁面等には変動を伴う吸引力が作用している。特に緩勾配屋根の風上側にはいちじるしい風圧力の変動がみられる。

この風圧力の変動が繰返し力となり構造物に動的な外力を加えるため構造物の破壊を早めているようである。

従来、構造物設計時の風圧力算定にはこのような動的な作用の考慮はあまりなされず、単に静的な風圧力のみを取扱っていたようである。これは風圧力の変動の性質があまり明らかでなかつたからと思われる。

筆者らはこの風圧力変動の性質を知る手始めとして緩勾配屋根の風上側屋根における風圧変動の挙動を模型による風洞実験と自然風を受けている実物家屋について調べてみた。

風洞実験の模型は規模による影響をも知るため相似形の大、中、小の三個を用いた。また実物家屋による測定は当研究所の潮岬風力実験所に建てられている実験家屋について行つた。

2. 実験および測定方法

a) 模型による風洞実験

実験は当研究所の吹出口径 1.0 m, 最大風速 60 m/sec, のゲッチンゲン型風洞を用いて行つた。

模型は屋根勾配; $\theta=15^\circ$ で, Fig. 1 に示す寸法の相似形の三種である。材料はラワン材を用いて表面を入念平滑に仕上げた。

各模型を Fig. 1 のように台上に据えて 15 m/sec, 20 m/sec, 25 m/sec, 30 m/sec の 4 段階の風を吹かせ、屋根面の風圧変動をビニール管により非接着抵抗線歪計型の風圧計に導き、それを電磁オシログラフに記録した。この風圧力測定孔の径は 4 mm であり、風圧計は抵抗線歪計型で風圧板に風が作用したときの変位を動的に記録できる構造のもので、風圧値 0.1 g の変動に追随しうる。この固有振動数は 73 cps

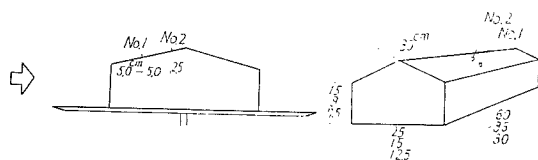


Fig. 1 The model size and its position of the measurement points in wind tunnel test

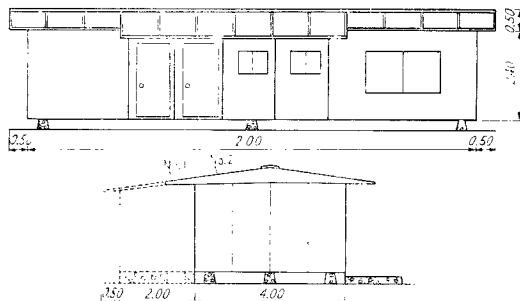


Fig. 2 The actual house and stations of the measurement points

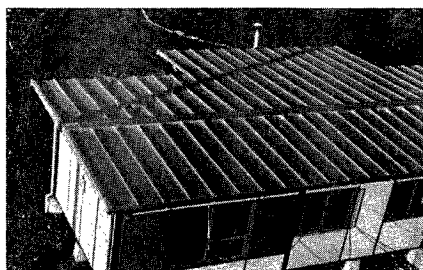


Photo. 1 View of a actual house

3. 測定結果

a) 模型について

Photo. 2 は風圧変動の記録の一部で、その振幅は風圧値である。Table 1 に各模型の風圧変動週期を、Fig. 3 に動風圧値と静的風圧値との比を示す。

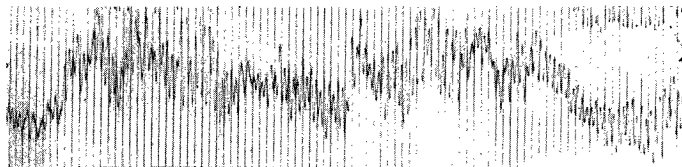


Photo. 2 The record of measurement of wind pressure fluctuations in wind tunnel

である。従つてこの型の風圧計を用いて 40 cps の風圧変動の応答が可能であろう。測定は Fig. 1 に示す測定点 2 点を同時に測定記録した。

b) 実物家屋による測定

実物家屋は Fig. 2 にその寸法と測定点を示す。建物は潮岬風力実験所内にある軽量鉄骨の骨組でパネル壁体がそれを補強する構造のもので屋根はアルミ板瓦棒葺である。Photo. 1 は該建物である。Fig. 2 の測定点に 30 cm×30 cm 平面の風圧板を取り付けて、それより屋根面の圧力変動をビニール管により計器に導けるようにした。

測定は昭和38年1月23日に行つた。その時の風速は敷地内にある基準高さ 10m における瞬間風速が 10 m/sec~18 m/sec であつた。

主風向は模型実験と同じ条件の家屋側面から吹く時、すなわち北風の時である。屋根面の風圧変動をビニール管から差動変圧器型の風圧計に導き、それをペンオシロに記録せしめた。この差動変圧器型の風圧計は風圧を受けたペローズの変位が、ペローズに付いている差動変圧器の鉄芯を移動させ、変圧器に生ずる電位差を測ることによつて風圧値を求めるものである。このペローズの固有振動数は 18 cps である。従つてこの風圧計で、10 cps 位の風圧変動の応答は可能であろう。

Table 1 The period of fluctuating wind pressure by various wind velocities

Velocity	15 m/sec	20 m/sec	25 m/sec	30 m/sec
Model				
Large	— sec (—)	0.100 sec (0.58)	0.076 sec (0.32)	0.060 sec (0.28)
Middle	— (0.73)	0.120 (0.58)	0.078 (0.32)	0.060 (0.28)
Small		0.120 (0.60)	0.078 (0.34)	0.062 (0.28)

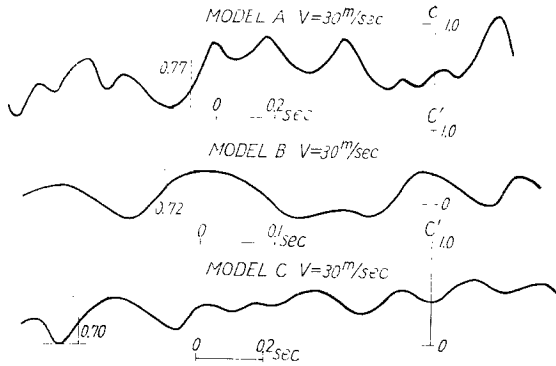


Fig. 3 The ratio of fluctuating wind pressure value to the static wind pressure value

風圧変動の週期は **Photo. 1** の記録からわかるように小さい週期で変動しながら大きい週期での変動もしている。

また測定点 No. 1 と No. 2 における風圧の変動に位相差があり、これは渦の移動によつて生じたものではないかと思われる。この渦の移動の速さをこれから推定すると一般流の 0.3 位の値になる。

次に建物の中央部と端部の風圧変動の傾向を調べると、これらは同一位相で同じ変動をしている。

b) 実物家屋について

Photo. 3 は実物家屋について測定した風圧変動記録の一部である。**Photo. 3a** は軒先と屋根面の記録であり、**Photo. 3b** は壁と軒先との記録である。この時の風速は基準高さ 10 m の点で 10 m/sec ~ 18 m/sec であった。

Fig. 4, **Fig. 5** にその時の測定点 No. 1, No. 2 における風圧変動の記録から求めたパワースペクトラムを示した。このパワースペクトラムは測定記録 30 秒間の圧力変化を 0.05 sec 間隔に読み取つて KDC-1 電子計算器により風圧変動週期

が 0 から 10 cps の範囲のものエネルギー配分を統計的に求めた。

それによると **Fig. 4**, **Fig. 5** でわかるように測定点 No. 1, No. 2 ともに 5 cps 付近にピークがみられる。次に振幅、すなわち風圧変動値のことであるが、この実物家屋の測定の場合は自然風自身の変動があるため、静的風圧値に対する比を求めることは難しいので、ここにはそれを省略する。

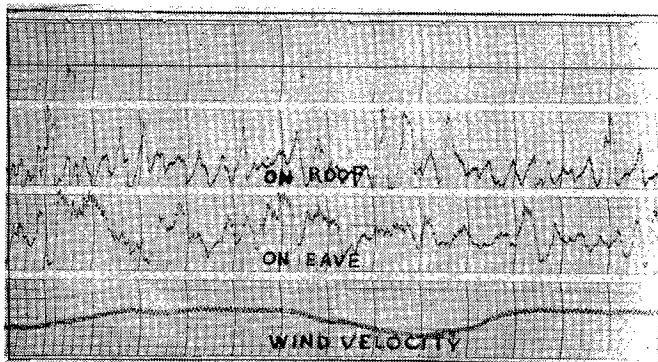


Photo. 3a

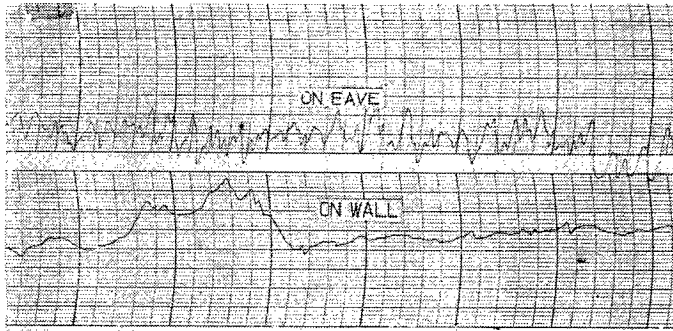


Photo. 3b The records of measurement of wind pressure fluctuations on actual house

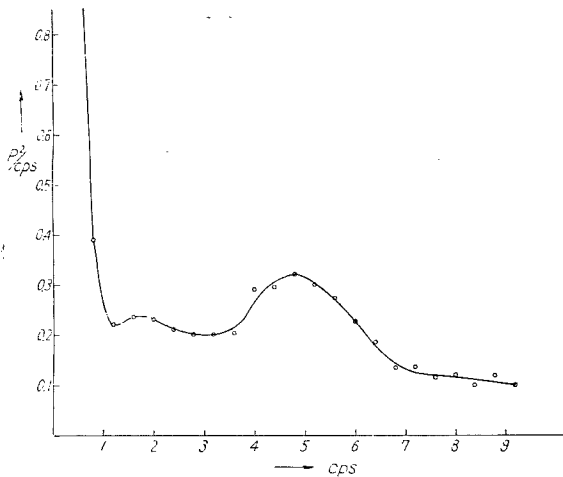


Fig. 4 Power spectrum of the wind pressure fluctuations of measurement point No. 1

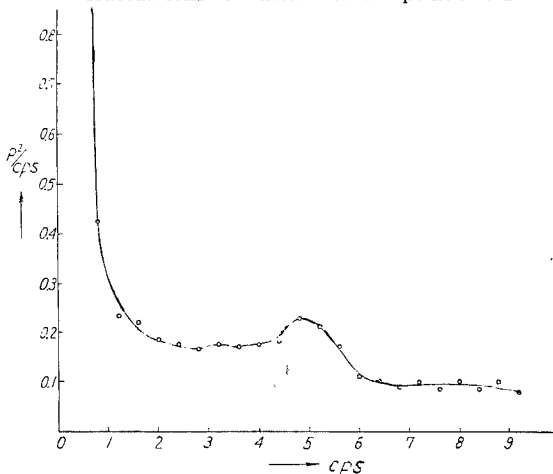


Fig. 5 Power spectrum of the wind pressure fluctuations of measurement point No. 2

4. 測定結果の考察

風圧変動の週期は模型実験の一般的な流れの場合、完全に規則的でないが、やや規則性をもつた変動を示している。そして風速に比例して風圧変動週期が速くなる傾向は明らかである。

模型規模の大小による影響はあまり顕著でないようである。この事実と実物家屋における測定結果から考えて規模による影響はほとんどないとみてよいように思える。

実物家屋の場合、風速を 10 m/sec とし、その変動週期が規模に反比例するものとすれば、それは数秒という結果になるはずであるが、測定結果は 0.2 sec 前後の変動週期であるから上述のように規模の大小は影響がないといえる。勿論、実物の場合は自然風の乱れが影響するから、風洞流れの場合と同一に論じられないとしても、軒先と壁との同時測定をした風圧記録から推定して、これは一応一様な流れによるときの変動とみてよいように思う。

次に変動風圧値であるが、一般的な流れの風洞実験では、静的風圧値の 0.7~0.8 にもおよぶ変動を示している。すなわち吸引力を受ける屋根部分は連続的な圧力変動を受けていることを示している。実物家屋については自然風の風速変動があるため、変動風圧値を静的な風圧

値の比としてあらわすことがむづかしいが、模型実験の結果と同じような傾向であることを記録から推測しうる。

5. む す び

以上の結果から、風が一様な場合でも吸引力を受ける部分では、ほぼ規則性をもった風圧変動のあることがわかる。このことは風洞流による模型の場合にも、自然風による実物の場合についても同じ傾向である。

また変動の週期は風速の変化によりいちじるしく変化するが建物の規模による変化はほとんどない。変動風圧値は吸引部においていちじるしく大きいことがわかる。ここでは静的風圧値の0.8にもおよぶ変動があった。

これらの結果から、われわれが従来建物の設計時に用いた風圧力の算定では、建物の安全性に充分であると考えられない。何故ならば、繰返し力が外力として構造物に作用する場合を想定した耐風設計でなく、単に静的な力としてのみ風圧力を取扱ってきたからである。

今後構造物の設計時には、このような風圧変動による動的な力を考慮すべきである。従来用いて来た風力係数のみにたよる耐風設計法は、大いに検討を要する。なほ本論文中のパワースペクトラム作成には、当研究室の光田君に協力をお願いした。