

壁面に作用する風圧力の突風作用について

石崎 潑雄・室田 達郎

ON THE GUST EFFECTS OF WIND PRESSURE ON WALLS

By *Hatsuo* ISHIZAKI and *Tatsuo* MUROTA

Synopsis

Wind pressure measurements on walls of a full scale house were made to investigate the gust actions of wind pressure on walls. The relations between gust factor on walls and sampling durations of peak gusts are obtained, which are compared with those on open field. It will be noted from these data that the values of gust factors on walls are considerably small comparing with those on open field and that on walls in negative pressure the observed gust factors are smaller than those on windward walls. The results of the measurements are compared with previous works on gust factors.

1. ま え が き

現在、建築物の高層化あるいは軽量化にともない、それに作用する風力が問題になっている。実際には現行の耐風設計で行なわれているように受圧面に一樣な風圧力が作用するものではない。風の観測資料などからわかるとおり、自然風は、風向・風速が時間的・空間的に激しく変動するから、受圧面に一樣な風圧力を仮定する場合は、その受圧面の大きさに応じて風圧力を増減することが合理的である。これは風圧力に対する規模効果といわれるもので、フランスでは建築物の規模によって風圧力を低減することを風荷重規準に定めている。

受圧面の規模による風圧力の低減係数は、平均風速 (V_{mean}) と最大瞬間風速 (V_{max}) との比 ($G = V_{max}/V_{mean}$) として定義される突風率を研究することによって推定するのが一つの方法である。突風率については多くの実測結果が発表されている。Durst¹⁾ は、風速変動の標準偏差から突風率を求めたが、風速評価時間がやや長く建築物に応用さるべき数秒以下の評価時間での突風率の値がない。筆者の一人²⁾ は、水平あるいは垂直方向の4点において風圧変動を観測して風圧に関する突風率を求め、受圧面の大きさによる突風率の減少傾向を示す式を提案した。また光田³⁾ は、Sherlock と Deacon の風速観測資料から突風率と評価時間との関係に関する実験式を求め、風速の低減に関する式を導いた。実在の建築物に作用する風圧に関して突風率を求めた例は少ないが、Newberry⁴⁾ は15階建の矩形平面の建物について風圧を実測し、これより風圧に関する突風率を求めている。Newberry の結果は、Durst の結果より突風率が大きく、建築物の壁面に対しては自然風の風速変化よりも風向変化が突風率により影響するのであろうとのべている。

ここで述べるのは、本年2月に潮岬風力実験所において実物実験家屋の壁面の風圧変動を測定した資料にもとづき、風圧力に関する突風率を求め前述の諸研究と比較したものである。

2. 実 験 方 法

風圧観測に用いた実験家屋は、Fig. 1 に示すとおりで、切妻屋根、平屋建の鉄骨構造である。風圧測定点は、Fig. 1 に示すように、実験家屋の北面の壁に4点と、西面の壁に1点および北壁面中央部の前方

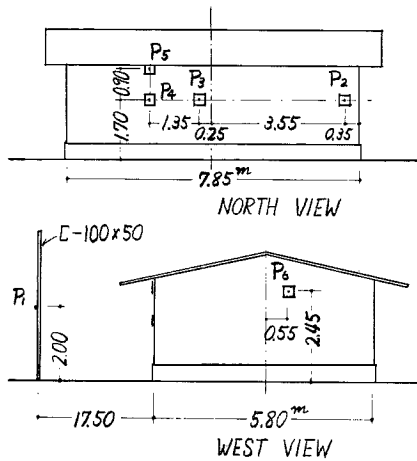


Fig. 1 North and west view of the house and the arrangement of the points of wind pressure measurements.

17.5 m の位置に立てた柱の地上 2 m の点の合計 6 点である。Photo. 1 は、実験家屋を北から見たもので、北壁面の受圧板の配置を示している。Photo. 2 および Photo. 3 は、それぞれ実験家屋の壁面に取り付けられた受圧板を壁面前方の柱の動圧孔を示している。測定される風圧は、これらの動圧孔からビニール管を通じて差動トランス型風圧計に伝わり、直記式電磁オシログラフに記録される。壁面の風圧測定用の風圧計の静圧孔は、実験家屋の室内に開放し、壁面前方の柱上のものは、柱の下部に開放してある。したがって壁面の風圧は実験家屋の室内圧を含んだ値が記録されている。使用した風圧計の固有振動周期は 35c/s である。風圧測定は、1966年 2月 5日および 6日に、実験家屋から約 20 m 離れた地上 10 m の測風塔上で NNW 15 m/s の時と W 16 m/s の時の 2 回行なった。風圧測定点は、NNW 15 m/s の時は P₁, P₂, P₃, P₄, P₅ の 5 点, W 16 m/s の時は、P₂, P₄, P₆ の 3 点である。

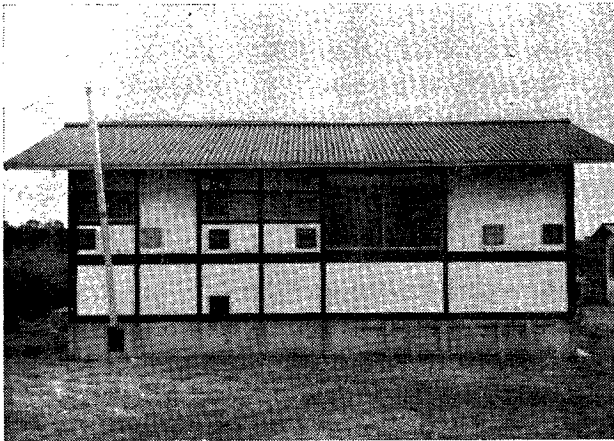


Photo. 1 North view of the test house. Centers of small square plates on the wall are the points of the wind pressure measurements.

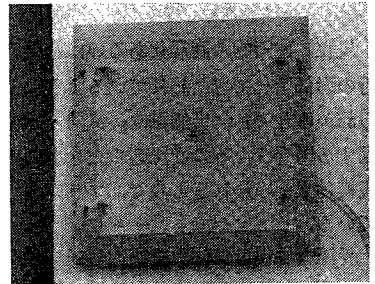


Photo. 2 A wind pressure tap on wall.

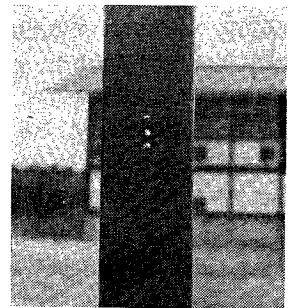


Photo. 3 The dynamic pressure hole of the pole 17.5 m far from the north wall of the house.

3. 実験結果

Fig. 2 は、前記2回の実験の各測定点での風圧変動記録から計算した風圧に関する突風率 G_p と最大風圧評価時間 S との関係を示したものである。ここで、平均風圧評価時間は、観測記録が短時間のものであったため5秒としている。なお Fig. 2 には、参考文献1) および4) に述べられている Durst および Newberry の求めた突風率も同時に示している。

光田が、Sherlock および Deacon の観測資料から求めた実験式では、突風率 G は、最大風速評価時間を S 、平均風速評価時間を D 、地上からの高さを Z とすれば、

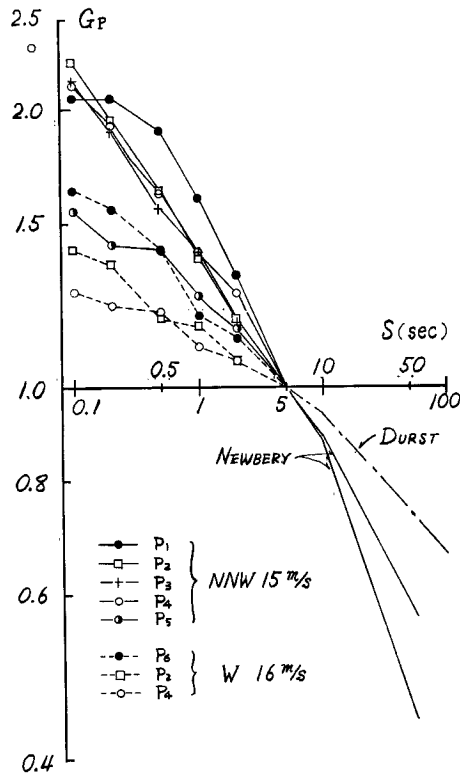


Fig. 2 The relation between gust factors and sampling durations of peak gust.

$$G = \left(\frac{S}{V}\right)^{-p} \dots\dots\dots(1)$$

$$p = p_0 \left(\frac{Z}{Z_0}\right)^{-0.418} \dots\dots\dots(2)$$

であらわされる。この式を用いると風圧に関する突風率 G_p は、風圧が風速の2乗に比例するとすれば、

$$G_p = \left(\frac{S}{D}\right)^{-2p} \dots\dots\dots(3)$$

となる。この式にしたがって Fig. 2 から p の値を求めると Table 2 のようになる。

Table 2 Values of p calculated from Fig. 2.

	NNW 15m/s	W 16 m/s
P_1	0.14	—
P_2	0.10	0.05
P_3	0.10	—
P_4	0.10	0.03
P_5	0.07	—
P_6	—	0.07

以上の結果から次のことがいえる。

(i) 前方の柱上での突風率は自然風のもつ突風率に近いと思われるが、それは建物壁面での突風率より大きい。柱上では、 $p=0.14$ であるが、光田が Sherlock と Deacon の観測資料から求めた所では、 $Z=20$ m で $p=0.07$ であり、これを(2)式に入れて $Z=2$ m での p を求めると 0.18 となり、比較的近い値がえられる。

光田は(1)式から受圧面の長さ L と V_{max} およびその継続時間 S との間に

$$V_{max} = V_{mean} \frac{1}{1-p} \cdot D^{\frac{p}{1-p}} \cdot L^{-\frac{p}{1-p}} \dots\dots\dots(4)$$

$$S = \left(\frac{L}{V_{mean}} \right)^{\frac{1}{1-p}} \cdot D^{-\frac{p}{1-p}} \dots\dots\dots(5)$$

なる関係を導びいているが、地上 2 m で $V_{mean}=20$ m/s、 $D=600$ sec とし、 p の値を自然風の場合 0.14、風向に直角な壁面については 0.10 を用いて(4)式から L と V_{max} の関係を求めると Fig. 3 のようになる。

壁面における突風率の値が、自然風の場合より小さいということは、自然風のもつ高い周波数の変動が壁面にあたって減衰することを意味し、両者のパワースペクトルを比較すれば高周波域で自然風の場合にくらべ

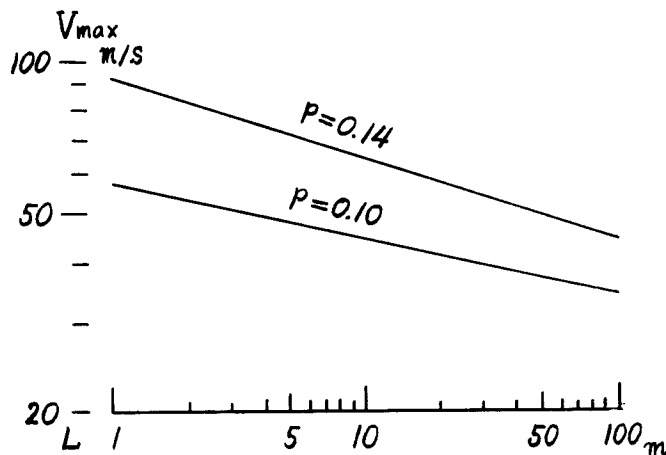


Fig. 3 Variation of maximum wind speed V_{max} with the scale of the peak gust L , where $V_{mean}=20$ m/s and $Z=2$ m.

て壁面の値が小さくなることに相当する。Fig. 4 は許⁹⁾が実物建物壁面と壁面から 1 m 程度離れた点とで風の変動を観測し、それぞれのパワースペクトルを求めたものであり上に述べた傾向がよく示されている。

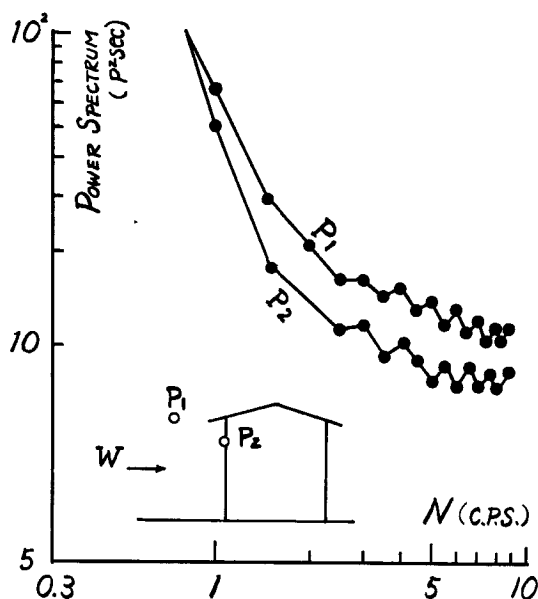


Fig. 4 Normalized power spectra of wind pressure on a wall and that at a point in front of the wall.

(2) NNW 15 m/s の場合、北壁面は風上側にあるが、その各点の突風率を比較すると、水平に並んだ P_2 , P_3 , P_4 での値は同じであるが、庇の下での P_5 の値はそれらより小さい。W16 m/s の場合、北壁面は風向に平行であり、この時の P_2 , P_4 点の突風率の値は風向に直角な P_3 あるいは NNW15 m/s の場合の P_2 , P_3 , P_4 での値に比べると、かなり小さい。

庇の下あるいは風向に平行な面の突風率の値が小さいという事から、構造物の形状によって自然風が乱される場所、又は負圧を受ける場所では自然風が直接当たる所に比べて風圧変動が少ないということになる。

(3) Newberry の求めた突風率は、15階建の建物の11階での値であり、本実験と直接比較できないが、 ρ に関して(2)式が成り立つものとすれば、本実験結果よりかなり大きい値を示している。Durst の場合は、地上 15 m の自然風について求めたもので $\rho=0.09$ 程度であり、(2)式を用いて地上 2 m での値を推定すると $\rho=0.21$ で本実験の P_1 での値よりかなり大きい。

4. あとがき

自然風の観測から得られた突風率の値を建物壁面に作用する風圧力の問題にまで適用してよいかどうか疑問があったので、今回簡単な実験を行ってみた。その結果によれば、建物壁面での突風率の値は、自然風の場合よりも小さくなっており、このことは自然風のもつ高い周波数の変動は建物壁面で減衰することを示している。したがって自然風の突風率の値は、建物壁面に適用する場合は多少小さくして用いる必要がある。また、建物の形状によって自然風が乱される場所、あるいは負圧を受ける壁面の突風率の値は、風上側壁面での値より小さく壁面の受ける圧力の種類に応じて突風率を変えることも必要であろう。わずかな数の実験であり、また建築物の耐風設計の対象である高い風速での観測を行っていないため、未だ十分な結果が得

られたとはいえない。今後同様の実験を行なって壁面に作用する風圧の性質を明らかにしたい。

参 考 文 献

- 1) Durst, C. S., Wind Speed over Short Periods of Time, Met. Mag. Vol. 89, No. 1056, 1960.
- 2) 石崎澄雄, 受圧面積の大きさによる設計用風圧力度の低減について, 日本建築学会論文報告集, 第63号, 分冊2, 昭34.
- 3) 石崎澄雄, 光田 寧, 強風時における突風の拡がり と突風率について, 京都大学防災研究所年報, 第5号A, 昭37.
- 4) Newberry, C. W., The Measurement of Wind Pressures on Tall Buildings, Research Series 4, Current Papers of Building Research Station, England, 1963.
- 5) 石崎澄雄, 許昌九: 建築物に加わる風圧変動のスペクトルについて, 京都大学防災研究所年報, 第10号, 昭42.