

C タイプ B タイプ隅角部および斜め部

図 19 ピーク風力係数の高さ方向分布

3.2 バルコニー手摺りの設計用ピーク風力係数の提案

3.1 に基づいて各模型形状に対する箇所毎のバルコニー手摺りの設計用ピーク風力係数の提案値を表 1 に示す。図 20 に隅角部の領域を示す。板状棟における短辺側の背後に壁面が無い部分を I、有る部分および長辺側の隅角部を II とした。A タイプにおいても同様である。また、隅切り幅の違いにより B タイプも $b1/B < 0.08$ を I、 $b1/B > 0.08$ を III、 $b1/B > 0.15$ を IV として領域を分けた。C タイプにおいては離隔距離の違いにより、 $b2/B < 0.15$ を II、 $b2/B > 0.15$ を IV とした。インナーバルコニーは一律に領域 IV とした。

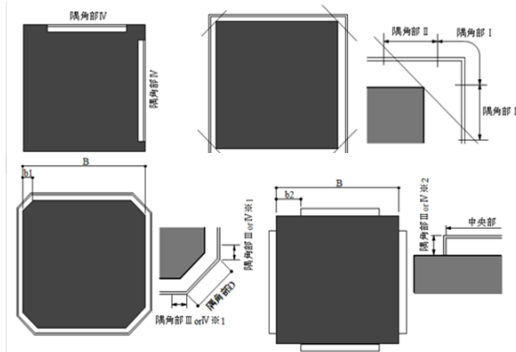


図 20 各模型の隅角部の領域わけについて

表 1 バルコニー手摺りの設計用ピーク風力係数の提案値

領域	I	II	III	IV	中央部
ピーク風力	-3.5	-3	-2.5	-2	1

4 疲労損傷について

4.1 等価応力範囲と等価風力係数範囲

変動振幅応力による繰り返し回数の総数 $N = \sum n_i$ で等価な疲労損傷度を与えるものを等価応力範囲といい、

$$\Delta\sigma_e = \sqrt[m]{\frac{\sum \Delta\sigma_i^m \cdot n_i}{\sum n_i}}$$

で定義される。 n_i は応力範囲の繰り返し回数、 m はマイナー則での応力範囲と回数の対数軸状の傾きを表す指数であり、本研究では 3 および 5 を用いる。

さらに、本研究では等価応力範囲を定数 α 、速度圧 q で除した値である等価風力係数範囲

$$\Delta C_{fe} = \sqrt[m]{\frac{\sum \Delta C_{f_i}^m \cdot n_i}{\sum n_i}}$$

なお、 α は疲労荷重と耐力の関係を表す係数であるが、本研究では未定である。

また本来累積疲労損傷度 D は $D = \sum \Delta\sigma_i^m \cdot n_i$ で定義されるが、これを等価風力係数範囲での式に変換すると、 $D = \frac{\Delta\sigma_e^m \cdot N}{C_0} = \frac{q^m \cdot \alpha^m}{C_0} \cdot \Delta C_{fe}^m \cdot N$ となる。

ここで $\frac{q^m \cdot \alpha^m}{C_0}$ を本論文では考慮せず、疲労荷重強度 D' を用いて相対的な考察をする。

$$D' = \Delta C_{fe}^m \cdot N$$

図 21 に、A、B 両タイプの疲労荷重強度を示すが、疲労荷重強度は隅角部で著しく大きな値を示していたので、これらを対象として考察する。隅角部と中央部の疲労荷重強度の差は一目瞭然である。

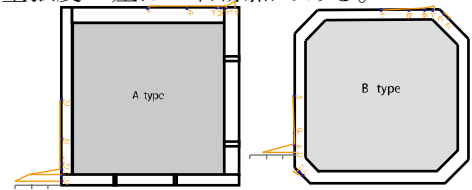


図 21 A タイプ B タイプの疲労荷重強度

4.2 ピーク風力係数と疲労損傷傾向との関係

(i) 疲労荷重強度

図 22 に、A および B タイプの隅角部および中央部における疲労荷重強度と最小ピーク風力係数との関係を示す。隅角部の疲労荷重強度は最大で両タイプ共に 1000 近くであるが、中央部では 0.01 程度である。これらの数値に絶対値としての意味は不明瞭だが、相対的危険度を表しており、隅角部の疲労荷重強度は中央部の 10^6 倍程度であるといえる。また、隅角部では、ピーク風力係数が 0 に近い箇所でも疲労荷重強度に幅があることより、風向角によって疲労の危険性が変わることがいえる。さらに、A タイプと B タイプの比較では、同じ程度のピーク風力係数の場合、疲労荷重強度は B タイプの方が大きくなっていることから、隅切りしたことでピーク風力係数が低減されているが、隅角部での疲労損傷に対する危険性は、A の方が若干大きいとほぼ同等と考えられる。

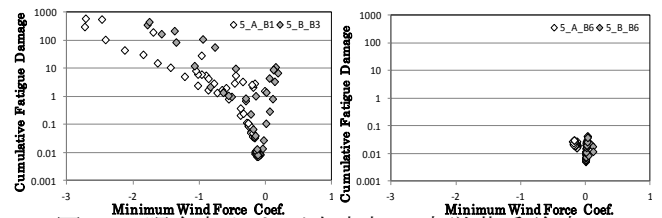
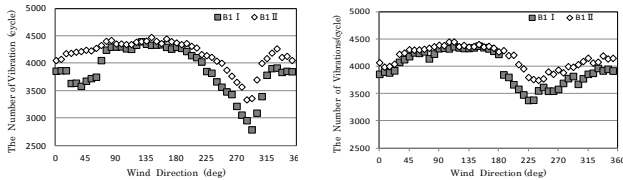


図 22 隅角部および中央部の疲労荷重強度

(ii) 振動回数について

図 23(a)(b) に A_B1 および B_B3 の振動回数の風向変化を示す。図 23(a)(b) の形状に顕著な差はなく、 270° 付近で回数が最少となっており、図 18 と比べると、振動回数とピーク風力係数の動向の形状と一致している。このことより作用する風力が強くなる場合には振動回数が減少する。



(a)A タイプ B1 (b)B タイプ B3
図 23 振動回数の風向変化

また、図 24 に A_B1 のピーク風力係数と振動回数の関係を示すが、ピーク風力係数が同程度であっても振動回数が異なる点がある。図中に記した 2 点の風向角は 270° および 292.5° である。図 25 に風向角と測定点位置の関係、表 2 に風向角 262.5° ~300.0° の範囲の手摺り外部側および内部側の平均風圧係数値を示す。これより風向角 285° を境に、手摺りに作用する風圧力で外部側の負圧の寄与率が低くなり、正圧側の寄与率が高くなっていることが解りこれが原因であると考えられる。

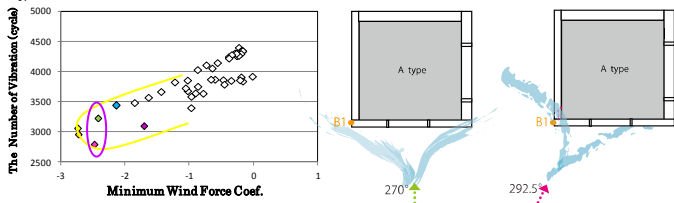


図 24 ピーク風力係数と振動回数の関係 図 25 各風向角における風の流れ

表 2 各風向角における負圧の寄与率

風向角		262.5	270	277.5	285	292.5	300
外部側	平均	-0.908	-1.074	-1.368	-1.32	-0.745	-0.047
内部側	平均	0.512	0.532	0.503	0.517	0.588	0.65
外部負圧の寄与率		0.639	0.669	0.731	0.719	0.559	0.067

図 26 に隅角部における振動回数と疲労荷重強度 D' の関係を示す。これより、疲労荷重強度が小さい方が振動回数減少し、疲労損傷に関する危険性も低減するといえる。

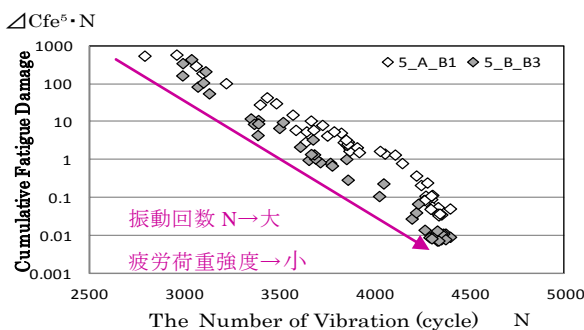
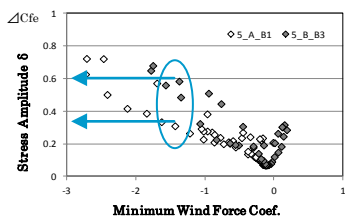


図 26 振動回数と疲労荷重強度の関係

(iii)等価風力係数範囲

図 27 にはピーク風力係数との関係を示す。両タイプとも等価風力係数範囲とピーク風力係数との間には比例関係があり、A、B 両タイプでピーク風力係数が同程度の値の時には等価風力係数範囲の値は B タイプの方が大きくなっていることがわかりピーク風力係数の大小だけでは等価風力係数



範囲の大小は決まらないといえる。

5 結論

バルコニーがあることによる壁面の風圧係数の低減効果について建物形状が与える影響を調べた。建物中央部では低減率は低測定層で特に大きく 5 割程度、妻面隅角部ではピーク風圧係数の絶対値は 7 割程度に低減する。辺長比の違いの影響はなく、形状の比較としては隅切りをする事によってさらなる低減効果があることがわかった。またバルコニーの隅角部からの離隔距離の違いで風圧係数の低減効果に対する影響は見られず、インナーバルコニーを有する場合については建物中央部においても風圧係数の低減は見られなかったことより、バルコニーが隅角部を回っている時に最も低減効果が期待できるといえる。

バルコニーのピーク風力係数に関しても辺長比やバルコニーの出幅による影響は見られなかった。一方、隅切りをすることによってバルコニー手摺の風力係数は低減され、隅切り幅を大きくするとさらに低減効果は上がる。また、インナーバルコニータイプでは通常バルコニー形状と比べ、バルコニー中央部でのピーク風力係数が大きいことが特徴的であった。また、離隔距離の影響としては、若干ではあるが、離隔が大きい方が風力係数は低減される。

疲労に関しては、振動回数の風向変化のグラフとピーク風力係数の風向変化は同じような形状となることより、ピーク風力係数の絶対値が大きい時に振動回数は少なくなり、振動回数が大きい程疲労荷重強度の値は小さくなることも明らかになった。また、隅角部を隅切りすることで疲労荷重強度そのものは低減されることがわかった。しかしピーク風力係数が同程度であった場合では隅切りのされていない模型の方が隅切りなものより疲労荷重強度が小さい事が判明したため、ピーク風力係数の大きさだけでは疲労の危険性を評価する事はできない。

参考文献

- 丸田栄蔵, 神田亮: 高層建物に作用する風圧力の表面粗度による影響
- 鶴見俊雄, 須田健一: バルコニーを有する建築物の壁面風圧性状について

～討議等～

○【質問者:谷口与史也教授】

Cタイプについて、0タイプの説明と食い違っているがバルコニーの離隔距離は関係あったのか。相対的に見ているのか具体的に見ているのかどちらか。

【回答】

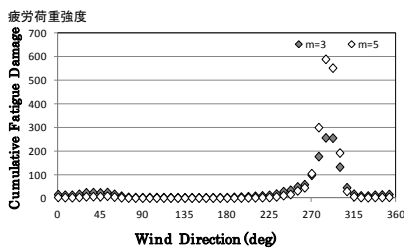
相対的に見えています。インナーバルコニーでは中央部での低減がされておらず、むしろ隅角部よりも大きくなっています。Cタイプでも前面でそこまで低減はされていませんが、バルコニーの小口面においては離隔距離が大きくなることで、ピーク風力係数は低減されることが明らかになりました。

○【質問者:山口隆司教授】

疲労に関して、数値の上限はあるのか。タイプによって数値は変わるか。また、 $m=3,5$ があるが、5の方が安全側なのか。

【回答】

今回の評価は相対的な物であるため数値自体に意味はありませんが、隅角部でのピーク風力および疲労荷重強度が最大となっていたAタイプで検証を行っており、値が1000に収まっていた為、この実験に関しての上限は1000であると考えられます。そしてその範囲内でタイプによって数値は変わると考えられます。また、下図より5の方が等価風力係数範囲の値が大きく出ている事より、同じ振動回数において疲労荷重強度も大きくなるため、安全側の評価となっています。



○【質問者:鬼頭宏明教授】

どこがこわれるのか。繰り返し回数の違いで壊れ方は変わるのか。

【回答】

振動回数が多い疲労の場合はバルコニーを固定しているリベット等の腐食が起こり固定具が飛んでいくことで破壊に至り、振動回数が少ないかわりに一度に大きな力が加わる場合には、バルコニーの支柱の下の方が破壊されると考えられます。

○【質問者:角掛久雄講師】

バルコニーの奥行きや幅の影響はあるのか。

【回答】

それらについては、Aタイプで比較検討を行いました。下図の通り影響は出ていませんでした。

