

氏名	河井宏允 かわいひろまさ
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1600号
学位授与の日付	昭和58年7月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	高層建築物に作用する風圧力に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 石崎潑雄 教授 中村恒善 教授 南井良一郎

### 論文内容の要旨

この論文は風荷重が支配的になることの多い高層建築物に作用する風圧力の基本的性質を明らかにするため、種々の角柱に関する風洞実験と、実物建物に関する風圧測定について論じ、その結果に基づいて風荷重の算定に用いられる基準や理論の妥当性を検討したもので、序文、6章、結論より成っている。

序文では本研究の目的を明らかにするとともに、関連する既往の研究を紹介し、その問題点を検討している。

1章では、角柱に作用する圧力変動の基本的な性状を調べ、これを表現する方法を見出すために、基礎的な実験である一様乱流中の2次元角柱に関する風洞実験の結果について述べており、角柱に作用する圧力が一般流の乱れ特性や角柱の辺長比によって、どのような影響を受けるかを考察し、角柱に作用する圧力の性状を左右する基本的要因を明らかにしている。また、従来、多く用いられている準静的理論、自由流線理論等と実験結果とを比較して、角柱に作用する風圧力を表わす方法を検討し、それぞれの理論の妥当性と問題点及び適用範囲を求めている。これらの結果に基づき、角柱の風上面の圧力変動を適切に表現する方法として、一般流の流速変動を圧力変動に結びつける線形変換子を提案し、これを一圧力アドミッタンスと名づけた。つぎに、角柱に作用する最大圧力、最小圧力は、側面の局部負圧の場合も含めて、流速変動の高次項を含んだ準静的理論と最大値に関する解析理論とを結びつけることによって、適切に評価できることを示している。

2章では、2次元角柱の風上側における風の乱れの諸特性及び角柱に近づく乱れの変形状態を調べ、これらと角柱風上面に作用する圧力変動の特性との関係について、流速変動と圧力変動の相互相関やコヒーレンスを用いて検討している。なお実験結果は乱れの急激な変化に関する理論とも比較検討されている。

3章では、一様乱流中にある3次元角柱に作用する圧力変動に関する実験結果と、2次元角柱の実験結果とを比較することにより、流れの3次元性が圧力に及ぼす影響について調べている。特に高さに対する幅の比、すなわちアスペクト比によって角柱に作用する圧力がどのように変化するかを検討し、一般流の乱れがかなり大きく、角柱のアスペクト比が約8以上の場合、その頂部付近を除いて、圧力の大きさや性

状が2次元角柱の場合に近いことを明らかにしている。

4章では、自然風に相似な乱流境界層中の3次元角柱に関する風洞実験結果と、1, 3章の1様乱流中の実験結果を比較して、角柱表面の圧力変動に及ぼす平均流速の勾配の影響を調べている。特に諸基準で広く用いられているストリップ理論について検討し、風上面の圧力分布にはストリップ理論が適用でき、側面、背面の圧力の特性を決定する基準流速としては、角柱の半分の高さの平均流速を用いることが適当であることを示している。

5章では、4章までの風洞実験結果が、実際の建物に作用する圧力変動の特性を正しく表わしているかどうかを確かめるため、大阪における高層建物の壁面圧力の実測結果を検討している。また実測の場合には、建物の側壁面に作用する圧力変動に著しい非定常性が認められることを明らかにしている。

6章では、5章までに明らかにした風圧力に関する結果に基づき、各国の諸基準で用いられている圧力係数や、壁面の負圧領域に対する従来の考え方の不十分な点を指摘している。また、広く用いられている確率統計的手法による建物の風向方向振動の評価法を、実験結果に基づいて検討し、その是正の方法を示している。さらに、その方法で計算した応答値と、従来の方法による結果とを比較検討している。

結論は以上の研究成果をとりまとめたものである。

#### 論文審査の結果の要旨

近年、建築物はますます高層化し、構法及び材料等が進歩してその固有振動周期が長く、減衰性が小さくなったために、風による振動が生じやすく、高層建築物に関しては、静的な風力の性質ばかりでなく、変動する風力についても正確に知ることが重要になってきた。また建築物の外装パネルは軽量化し、窓ガラスは大形化してきており、これらの耐風設計上も、変動風力の性質を正確に、また詳細に知る必要がある。

本研究は高層建築物に作用する平均風圧力、変動風圧力の性質を明らかにするため、風洞模型実験及び実物測定を行い、その結果に基づいて、風荷重算定の基礎となっている種々の理論の妥当性と問題点を検討し、その是正の方法を提案したものであって、主な研究成果は以下のとおりである。

1. 角柱状の高層建築物の風上面に働く圧力の評価に対してはストリップ理論が適用できるけれども、側面及び背面に働く圧力に関しては、これが適用できないことを明らかにし、それらの圧力の評価については建物の中間の高さにおける平均風速を基準の風速とすればほぼ正しい結果が得られることを示した。
2. 風上面の圧力変動のパワースペクトル密度は、その高周波領域において、建物の風上側の幅と風の乱れのスケールの比が大きくなるほど、準静的理論値より小さくなることを示した。
3. 上記の準静的理論値を補正するために、圧力変動と風速変動との間に流速-圧力アドミッタンスと名づけられた線形変換子を導入し、これが建物の幅を基準長さとする無次元周波数のみの関数となることを示し、それを表わす実用式を提案した。
4. 風上面の圧力変動のスケールが、水平、鉛直方向ともに、一般流の風速変動のスケールの1.5~2.0倍程度であることを明らかにし、圧力変動のコヒーレンスを表わす実用式を求めた。
5. 側面の圧力変動の高周波領域における強さとスケールが、風の乱れのスケールに関係なく、建物の

風上面の幅のみによって定まることを見出した。

6. 建物壁面の圧力変動の確率密度分布は、高次項を考慮に入れた準静的理論で表わされることを明らかにした。

7. 動的風圧力に関する準静的理論と最大値の解析理論を結びつけ、最大及び最小圧力を評価し、実験結果との比較によって、その方法の妥当性を明らかにした。

8. 側面の再付着点付近における圧力変動の確率密度分布を求め、これが乱れの不安定性に基づく圧力変動の非定常性によることを示した。

9. 実験により求めた流速—圧力アドミッタンス及び圧力変動のコヒーレンスを用いることによって、確率統計的手法による高層建築物の風向方向の振動応答解析法を改善した。

以上の成果は、学術上、実際上有用なばかりでなく、今後の風工学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

なお、昭和58年5月7日、論文内容とそれに関連する試問を行った結果合格と認めた。