立方体に作用する風圧力分布および時刻暦波形の特性

関東学院大学 正会員 〇中藤 誠二

1. 目的

立方体を対象とした風洞実験は、これまで建築物を 対象に多く行われており、屋根面に局部負圧が生じて 屋根材を飛散させる現象を対象に風圧と流れ場の関係 ¹⁾²⁾などが明らかにされてきている.土木分野では橋梁 を対称に2次元模型を対象とした実験が多く行われて いるが、タワーなどの柱状構造物では端部の流れは3 次元性が顕著になり、対風応答に影響を及ぼすことが 考えられる.また、風圧の時間的な変動が大きく、ピ



図1 風洞内に設置した圧力模型

ーク圧力を精度良く測定するためには高周波成分におけるチューブ長の影響を考慮する必要がある.そこで、 本研究では、立方体模型を対象に、模型内部に圧力センサーを埋め込んで高周波成分まで精度の良い風圧力測 定実験を行い、風圧分布および時刻暦波形の特性について調べた.

2. 実験方法

実験に用いた風洞は吹き出し型の風洞で測定断面は 80cm×80cm である. 立方体模型には図1に示すよう なアクリルボックス (100mm×100mm×100mm)を使用した。屋根面に 20mmの均等間隔 (縁からは 10mm) に合計 25 個の圧力孔 (内径 1mm)を設け,約 1cmのシリコンチューブで,模型埋め込み型の圧力センサーを 接続した。なお、圧力センサーからは、2つ圧力孔と信号・電力線が異なる3方向に出ており、相互にぶつか るため、これ以上密に配する場合にはチューブ長を長くする必要がある. 基準圧は風洞外部の圧力とした. 風

速は 2.0, 4.0, 6.0m/s で行い,風向 45°と 0° について 10 秒間,1kHz で測定した.一様流中 の実験とするために,立方体は風洞床面から 73mmの高さの端板 (200mm×200mm)上に設置 した.風速 6m/s,代表長さ 100mm としたとき レイノルズ数は 3.6×10⁴となる.

3.実験結果 風速 6m/s のときの平均風圧分布, 変動風圧分布を図2に示す.上が風向45°,下 が0°の場合である.風向45°のとき,ほぼ対 象な分布となっており,既往の実験¹¹と対応し た結果となっている.平均風圧係数の最小値は, 圧力点6の-1.38である.直方体に対して斜め から風が当たる場合には、直方体の上面には円 錐渦が形成され、この渦に伴って上面の風上端 付近には大きな負圧が作用する.本実験結果で も,円錐渦の生成に対応した特性が見られる. また,下流側に行くに従って,端部側からひと つ内側の点の負圧が大きくなり,変動も大きく



キーワード 立方体,風洞実験,風圧

連絡先 〒236-8501 横浜市金沢区六浦東 1-50-1 関東学院大学工学部社会環境システム学科 TEL 045-786-7752

なる傾向も円錐渦に対応したものと思われる.

風向 0°の場合は,平均風圧,変動風圧ともにほぼ一様であ り,風下側が若干,負圧が大きく,変動も大きい結果となった. 既往の実験では,風上側に剥離泡が生じて平均風圧が最大とな り,中央付近で再付着して変動風圧が最大となる結果が得られ ているが,本実験結果は異なる傾向を示している.本実験では 端版上に立方体を設置しているが,端版の大きさが小さいため に,端版を回り込むような流れが生じた可能性が考えられる.

風向 45°のときの変動風圧力の時刻暦波形を図 3~図 5,図 7に示す.円錐渦をともなう流れは不規則であり,圧力の変動も 大きく、時刻暦波形でもそのような傾向が見られる.図3の圧 力点1の波形では、7秒付近に平均風圧の2倍以上の大きな変 動が生じている.図4に隣接する圧力点2の波形を示す.点1 に比べて変動が大きいが, 点1で大きな変動が生じた時間では 反対に変動が小さくなっている. なお、パワースペクトルにお いて特にピークは見られず、流れ場は不規則なものと考えられ る.図5は点2の対称に位置する点6のものであるが、円錐渦 のスイッチング現象に対応するような波形は見られない.図6 に文献1)に示されているほぼ同じ対称な2点の6秒間の時系列 波形を示すが、高周波成分がなく、1 秒から 2 秒程度の周期の 長い変動が,スイッチしている様子が読み取れる.この違いが, 実験条件の違いによって流れ場が異なることによるのか、圧力 センサーを直接圧力孔に接続していることによって高周波成分 が捉えられたことによるのか、今後、検討していく必要がある. 図7は、点7のものであるが、変動は小さく、7秒付近にも特に 変化は見られない.

風向0°の場合について点3の波形を図8に示すが,風向45°の場合のような間欠的な変動は見られなかった.他の点についてもほぼ同様な波形であった.図9に文献2)に示されている, 点3とほぼ同じ点の波形を示す.本実験結果では,高周波成分の振幅が,低周波成分と同程度であり,波形の特徴は異なるものとなっている.

4. まとめ

立方体の上面(屋根面)に作用する風圧力を調べた結果,風向45°では,上流側端部で大きな変動が生じたが,周期的な現象は見られず,また,上流側の隅角部に最も近い点では間欠的



な変動が見られた.また,高周波成分が低周波成分と比べて必ずしも小さくはないことが分かったが,その評価については,今後,検討していく予定である.

参考文献

1) 谷池義人,谷口徹:種々の陸屋根面上に形成される円錐渦のスイッチング現象解析,第15回風工学シンポジウム, pp.305-310, 1998

2) 伊藤真二,奥田泰雄,大橋征幹,佐々木康人,松山哲雄,喜々津仁密:立方体周りの流れと風圧の同時測定-屋根面の瞬間 的再付着について-,第17回風工学シンポジウム, pp.267-272, 2002