

建物周辺流れと作用風圧の相関性に関する研究

○日大生産工(院) 永塚康宏
日大生産工 丸田榮蔵

1. はじめに

建物に作用する風圧は、ベルヌーイの定理(式①参照)によって定義されているため風圧変動と流速には、なんらかの関連性があることが分かる。

$$dP = P - P_{\infty} = \frac{1}{2} \rho (V_{\infty}^2 - V^2) \dots\dots \textcircled{1}$$

これまでの熱線による流速計測では、建物周りに生じる(図1参照)逆流などの複雑な流れ場では計測器の検出成分の問題や計測器自身がその流れを乱してしまう可能性から計測を行うことが困難であった。そのため、作用風圧と建物周り流れの相関性は未解明なところが多い。本研究は、3D-LDAにより建物周辺計測の問題点を解消し、建物の側面に作用する風圧変動と建物近傍の流れや建物周辺で発生する渦との相関性について分析を行った。

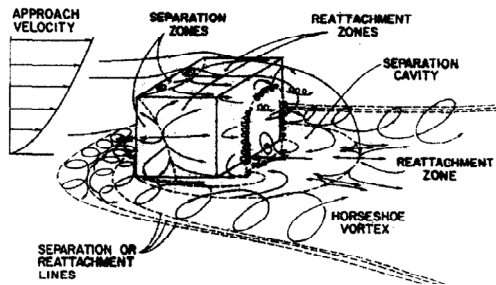


図1 建物周りで発生する現象¹⁾

2. 実験方法

実験気流は、これまでの研究²⁾と同様であるが、風洞実験の相似則は風速スケール 1/8、模型スケール 1/500、時間スケール 1/62.5 とし、風圧は data 数 8192 × Δt 0.0012sec で実時間 10 分相当の計測を行い、流速は約 2 倍のサンプリング間隔で計測した data を風圧 data と同等になるように線形補間した。(表1参照)

実験風向は 0° のみで、剥離点近傍、強風領域と建物側面で圧縮された変動の大きい渦、風圧計測点近傍の 3 箇所を Z=30~90 mm まで

10 mmピッチで計測し、建物側面との相関性を計測した。対象模型は、一辺が 100 mm の Cube 模型で一面に計測が 56 点ある。相関のシステムは、3D-LDA の計測時に出力される 5V から 0V への立下りパルストリガーとして風圧計測を開始させるシステムにした。

表1 実験条件

	風圧	風速
Data数	8192	8192[補間]
dt[mSec]	1.2	1.2[補間]
移動平均	7	
風速scale	1/8	
模型scale	1/500	
時間scale	1/62.5	
実験気流	地表粗度区分IV相当	

3. 実験結果

図2に座標定義と計測点の位置関係を示し、図3に計測高さ Z=30 における側面渦と風圧計測点(30、50、20 : 単位[mm])に対する相互相関係数を示す。

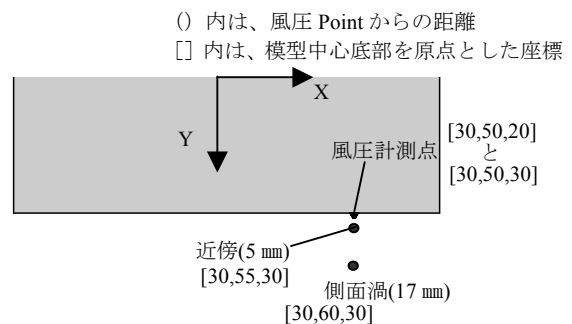


図2 風圧 Point と風速計測の位置

図3は、側面で発生する渦(風圧計測点から約 17 mm 離れた場所)の風速と風圧の相互相関である。乱流中において渦は一定の場所に存在せずに変動するが、過去の実験²⁾より最も RMS 値の大きい場所ならば、その付近に於いて渦の中心が存在するはずであり、妥当な位置と判断した。図3より渦の X 成分に逆位相の非常に高い相関がみられた。伊藤ら^{3,4)}の研究によれば、屋根面の風圧変動について

瞬間的な再付着が要因であり、また剥離せん断層の影響について発表がなされている。これらを総合して考えるならば、側面における流れが剥離と再付着が繰り返し生じることで、剥離せん断層内部で形成される渦が圧縮と放出を繰り返す。その結果、渦の挙動が X 成分に表れ、高い相関を示し、また Y、Z 成分が同様の周期で対照的な相関値を示していることから剥離により抑制された変動が、作用風圧との相関に現れたと推察できる。

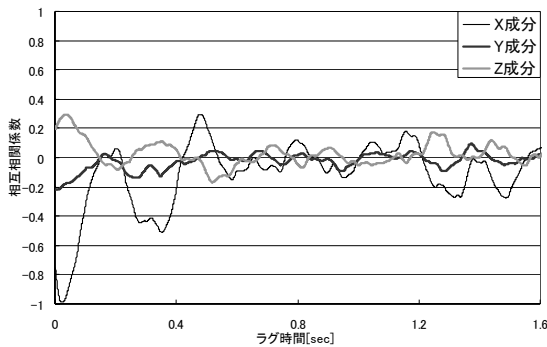


図3 (30,50,20)と側面渦の相互相関

図 4-1、4-2 の順に、計測高さ $Z=30\text{ mm}$ の側面渦(風圧計測点から約 14 mm 離れた場所)、計測点近傍と風圧計測点(30、50、30)の相互相関である。前述と同様に側面渦の X 成分と逆位相の高い相関性が見受けられ、Y、Z 成分の波形が対称的になっている。図 4-2 は、風圧計測点から 5 mm しか離れていない場所を計測した相互相関であるが、3 成分とも相関が小さい。この現象は、石崎・河井の論文⁵⁾で指摘されている「以下引用：風圧変動がすぐ近傍の風速変動によって生じるのではなくて、少し離れたところの風速変動に起因している」と言う結果と一致している。

図 5 には、計測高さ $Z=30\text{ mm}$ の側面渦と 7 つの風圧計測点との相互相関を示し、図 6 にその位置関係を示す。側面渦との位置により渦の影響の受け方に相違があるように見受けられる。各 Point の同じラグ時間を見ると風上部では、再付着により圧縮された渦と逆位相の相関があり、反対に風下部では再付着に応じた正の相関が生じている。

参考文献

- 1) J. A. Peterka Wind Flow Patterns About Buildings Journal of Engineering and Aerodynamics 1985 年
- 2) 永塚、丸田 局部風圧に及ぼす建物周りの変動風速に関する研究 第 37 回日大学術講演会 2004 年
- 3) 伊藤ら 立法体周りの流れと風圧の同時測定-屋根面の瞬間的な再付着について- 第 17 回風シンポジウム 2002 年
- 4) 伊藤ら 立法体屋根面の風圧特性に与える剥離せん断層の影響 第 18 回風シンポジウム 2004 年
- 5) 石崎 角柱表面の風圧変動とその周囲の風速変動の相関について 構造物の耐風性に関する第 4 回シンポジウム 1976 年

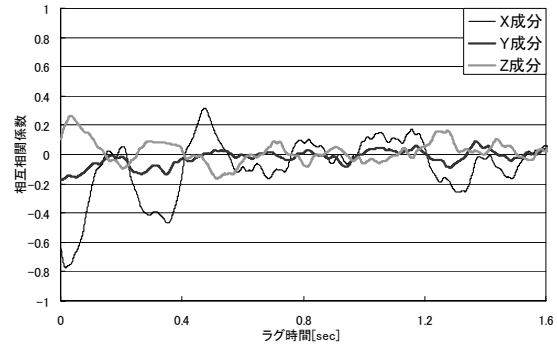


図 4-1 (30,50,30)と側面渦の相互相関

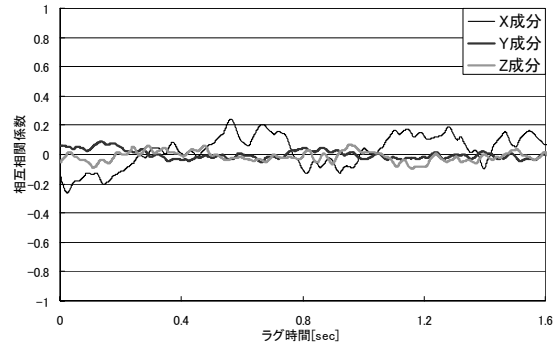


図 4-2 (30,50,30)と計測点近傍の相互相関

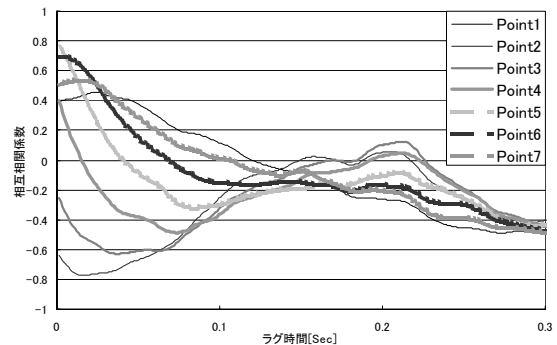


図 5 側面渦と各風圧点との相互相関

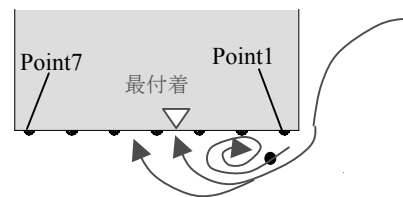


図 6 風速計測点と風圧計測点の位置関係

4. まとめ

側面の作用風圧との相関には、渦と剥離せん断層が関連していることが予想される。今後は、再付着の要因とされている入射風の乱れを変化させ、側面渦に及ぼす影響を明らかにしたい。