

POD 解析を適用した空力振動する三次元正方形角柱の風圧変動場の分析
その 2 逆対称モードの層風力変動係数
Analysis of Fluctuating Wind Pressure Field Acting on the Surface of Oscillating 3D Square Prism
by Means of Complex Proper Orthogonal Decomposition
Part2 Simulation and Results

○小泉達也¹, 神田亮², 久保田理人³
 ○Tatsuya Koizumi¹, Makoto Kanda², Rihito Kubota³

This paper describes characteristics of air pressure variation field on the surface of the 3-dimensional square prism under aerodynamic vibration. The analysis is conducted by means of Proper Orthogonal Decomposition. The improved hybrid aerodynamic vibration technique is used to measure the air pressure. As a result, two typical modes, which are symmetrical mode and inversely symmetrical mode, are included in the POD mode. It is found out that the inversely symmetrical mode is a governing mode to generate the aerodynamic vibration, and in the case of generating Vortex Induced Vibration or Galloping Vibration, we can distinguish these phenomena from the information of phase angle distribution of inversely symmetrical mode.

1. はじめに

その 1 では, IHAT を用いた実験概要及び結果を示し, 得られた結果に対し POD 解析を行い, 代表的なモードの特徴について述べた. その 2 では, 層風力変動係数を評価し, 渦励振やギャロッピング振動時の風圧変動特性を明らかにする.

2. 逆対称モードの層風力変動係数

本節では逆対称モードの分析のために, 逆対称モードの層風力変動係数に着目し分析を行う. Fig.1 は, それぞれ, 静止時の $Vr=10, \delta=0.6, Vr=7, 10, 20, \delta=0.1, Vr=15.6$ における固有ベクトルより算出した層風力変動係数, 模型の最上層左端の測定孔を規準とした位相差, 風力係数の振幅スペクトルである.

Fig.1(i)より, 静止時の逆対称モードのベクトルは中央部付近ほど大きい. 次に振動時の逆対称モードのベクトルは応答が増大していない, すなわち, ほぼ静止していると思われる領域では, 模型中央部付近ほど大きい. これは静止時と同様な傾向を示している. 応答が増大している領域では, 逆対称モードのベクトルは模型上層部ほど大きい. 振幅の大きい上層部で大きな空気力が発生し, また, その空気力が建物基部からより遠い位置であることから振動を励起させるモーメントが大きくなり著しい発散振動が現れる.

位相差に着目すると, Fig.1(i)より静止時では, 上層部と下層部で約 20° の位相差がある. 応答が増大していない領域では, 上層と下層で約 20° あり, 静止時と同様な傾向を示す. 応答が増大している領域では, 位相差の分布は 2 つに大別できる. 一つは, Fig.1(iii)に見られるように, 側面に斜めに等角度の線があり, 圧力の高い場所が時刻の経過とともに斜めに側面を通過している. これは, Vr が 10 付近で発生しており, 渦励振が発生している場合の位相分布と考えられる. もう一つは, Fig.1(v)にみられるように, 等角度の線が側面の上下方向にほぼ垂直に分布している. これは, すべて Vr が 10 を上回る

ところで励起振動が発生している, すなわちギャロッピング振動が発生している場合の位相分布と考えられる. この渦励振に特徴的な位相分布, また層風力係数が上層部で大きいということから, 奥田らが示した三次元静止角柱の側面に形成される逆円錐渦¹⁾が振動時でも発達しているのではないかと推測される. Fig.2 は, 奥田らがこの逆円錐渦をスケッチしたものであるが, 円錐状の渦が斜めに通過している. 上述のように Fig.1(iii)で示した等角度分布からも同様な現象が推測できる. また, 渦励振時に特徴的な位相分布が必ず現れることから, 逆円錐渦の形成は振動時のほうが顕著なのかもしれない. これらの逆円錐渦に関する分析については, あくまでも推測であり今後可視化実験などで確かめる必要がある.

振幅スペクトルをみると, スペクトルのピークの周波数は渦放出周波数と同じ卓越振動数を持つ. また, 振幅の大きさは, 渦励振の発現している Vr では非常に定常性が強いことを表している.

3. まとめ

- 1) 層風力変動係数から, 静止時と応答が増大する風速域では傾向が異なることを示した.
- 2) 位相差より, 共振領域では位相差の分布性状は 2 つに大別できた. 1 つは渦励振発生時にみられる側面に斜めに等角度の線がある分布性状, もう 1 つはギャロッピング振動が発生時にみられ等角度の線が側面の上下方向ほぼ垂直に分布する性状である. 渦励振時の分布性状では, 奥田らが示した逆円錐渦が振動時でも発生しているのではないかと想像される.

4. 参考文献

- 1) Y. Okuda and Y. Taniike: Conical Vortices over Side Face of a Three-Dimensional Square Prism, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol.50, 1993, pp.163-172

