

臨界レイノルズ数領域における円柱の表面圧力変動とエオルス音の特性

Characteristics of the Aeolian tone and the surface pressure fluctuation
on a circular cylinder in super critical Reynolds number

藤田 肇 (日大)
佐川 明郎 (鉄道総研)

鈴木 英明 (日大院)
高石 武久 (鉄道総研)

Hajime FUJITA and Hideaki SUZUKI,
Nihon University, 1-8 Kanda Surugadai, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8308
Akio SAGAWA and Takehisa TAKAISHI,
Railway Technical Research Institute, Maibara-machi, Shiga 521-0013

FAX : 03-3259-0738 e-mail : fujita@mech.cst.nihon-u.ac.jp

The characteristics of the Aeolian tone generated from a circular cylinder in super critical Reynolds number are investigated experimentally using the large low noise wind tunnel of the Railway Technical Research Institute. Transition of the surface boundary layer seems to start at around $Re=3 \times 10^5$, where the Strouhal number jumps up from 0.2 to 0.45, while the level of the Aeolian tone rapidly decreases. In the transition zone, the spanwise distribution of the surface pressure fluctuation and the coherence between the Aeolian tone and the surface pressure fluctuation show strong three-dimensionality. This result shows that the decrease of the Aeolian tone in transition zone is caused by the decrease of the surface pressure fluctuation and the breakdown of the two-dimensional large scale vortex shedding.

Key Words : Aeolian tone, surface pressure fluctuation, Supercritical Reynolds Number, Coherence Function

1. まえがき

一様な流れの中に置かれた円柱からエオルス音が放出される。このエオルス音の発生機構に関する研究については、円柱表面圧力変動に起因することを示した研究報告¹⁾があり、最近では円柱表面圧力変動とエオルス音の関係もある程度明確になってきた。しかし、その多くは臨界レイノルズ数以下であり、臨界レイノルズ数以上の領域においては、表面圧力変動とエオルス音を同時に測定した例はなく、これらの関係は不明確である。そこで本実験は、多数の圧力センサーを内蔵した円柱を用いて、表面圧力変動とエオルス音を同時に測定した。

2. 実験装置および方法

実験は鉄道総研風洞技術センタ(米原)の大型低騒音風洞で行った。吹き出し口寸法は幅 3m × 高さ 2.5m である。直径 267mm の円柱を水平に設置し、円柱端部には高さ 3.5m、主流方向長さ 2m のベニヤ製端板を取り付けた。端板は理想的には音響透過性端板²⁾を用いるべきであるが、高流速の流速を考慮してベニヤ板を用いた。

×10⁶) まで変化させて測定した。円柱の回転角度はスパン方向に並んでいる圧力センサが前方よどみ点となる場合を $\theta = 0^\circ$ と定義した。音は円柱の直上 5m の点に設置した音響測定用マイクロホンで測定した。

3. 実験結果

3.1 エオルス音とストローハル数の変化

図 1 にレイノルズ数 Re に対するエオルス音のピークレベルと、そのときのストローハル数 St の変化を示す。 Re 数が高くなり、円柱表面の境界層が層流剥離から乱流剥離に遷移する領域で、 St 数が 0.45 程度まで増加し、エオルス音のピークレベルは減少している。また、ピークレベルは減少後、風速の 6 乗よりやや大きく増加している。遷移領域でのエオルス音のピークレベルの減少については、円柱表面圧力変動を求めて検討していく。

3.2 円柱表面圧力変動

図 2, 3 に円柱スパン方向および円周方向での、ピーク周波数における圧力変動係数を対数表示

では、表面圧力変動のピークレベルが最も低くなっていることがわかる。また円柱表面の境界層が層流剥離のときは、表面圧力変動はスパン方向に強い2次元的な構造を持っているが、乱流遷移する領域では、スパン方向に3次元的な構造を持つ。この表面圧力変動の減少と、スパン方向の3次元的な構造が、遷移領域におけるエオルス音の減少の要因とみられる。

3.3 エオルス音と表面圧力変動の関連度

図4に $\theta=90^\circ$ におけるエオルス音のピークレベルと、スパン方向の表面圧力変動ピークレベルとの関連度を示す。層流剥離のときは、スパン方向に関連度が高く、スパン方向に大規模構造渦が発生していることがわかる。遷移領域においては、部分的に関連度が高くなっていることから、大規模構造渦が崩壊し、部分的に小さなスケールの

構造渦が発生し、エオルス音の放射に寄与していると思われる。この大規模構造渦の崩壊が、エオルス音の減少のもう一つの要因とみられる。

4.まとめ

臨界レイノルズ数領域における円柱の表面圧力変動とエオルス音の特性について以下の結論を得た。

遷移領域におけるエオルス音のピークレベルの減少は、表面圧力変動のピークレベルの減少と、円柱スパン方向の大規模構造渦の崩壊が原因とみられる。

参考文献

- 1) 飯田・ほか 3 名, 機論, 62-604, B(1996), 4160
- 2) 藤田・ほか 4 名, 機論, 62-593, B(1996), 187

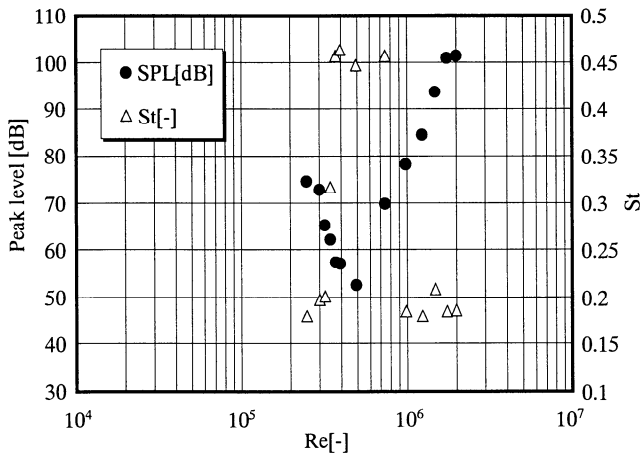


Fig. 1 The variation of the Aeolian tone peak level and the Strouhal number vs. the Reynolds number

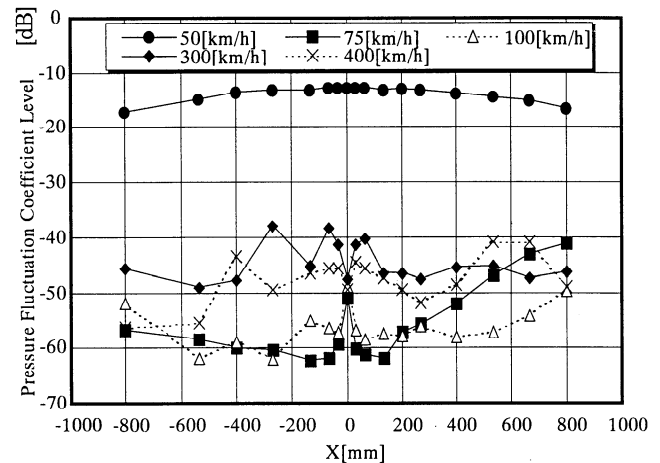


Fig.3 Spanwise distribution of the pressure fluctuation at $\theta=90^\circ$

