

エオルス音の発生機構について

On the generation mechanism of aeolian tones

○ 井上 督, 東北大学流体科学研究所, 〒 980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1, Email: inoue@ifs.tohoku.ac.jp
 畠山望, 東北大学流体科学研究所, 〒 980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1, , Email: hatakeyama@ifs.tohoku.ac.jp
 庄司隼人, 東北大学流体科学研究所, 〒 980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1

Osamu INOUE, Institute of Fluid Science, Tohoku Univ., Aoba-ku, Sendai 980-8577, JAPAN

Nozomu HATAKEYAMA, Institute of Fluid Science, Tohoku Univ., Aoba-ku, Sendai 980-8577, JAPAN

Hayato SHOJI, Institute of Fluid Science, Tohoku Univ., Aoba-ku, Sendai 980-8577, JAPAN

The generation and propagation mechanisms of sound radiated from a two-dimensional circular cylinder in a uniform flow are studied by comparing the results of DNS and Curle's acoustic analogy. The importance of the Doppler effect on the sound propagation is shown. It is pointed out that the Curle's analogy should be improved to include the Doppler effect and the mean pressure, in order to approximate the DNS results.

1. 講演要旨

木枯らしや新幹線のパンタグラフから発生する音, あるいは強風の中の電線から発生する音などはエオルス音と呼ばれ, カルマン渦の発生と密接な関係があることが知られている。一様流中の二次元円柱から発生するエオルス音は実験的にも理論的にも数多くの研究が行われてきたが, DNS により捉えられるようになりその発生と伝播のメカニズムを詳細に議論できるようになってきたのはごく最近である¹。ここでは, DNS により得られた結果を詳細に吟味するとともに, Curle の式より得られた結果と比較することにより, エオルス音の発生と伝播のメカニズム並びに発生する音の性質について考察した結果を述べる。

2. 計算方法

DNS の結果は, 二次元・非定常・圧縮性ナビエ・ストークスの式を, 空間微分に六次精度 compact Padé スキーム (境界三次精度) を, 時間積分に四次精度 Runge-Kutta スキームを適用することにより差分法を用いて求めた。境界条件には無反射境界条件を用い, 非一様矩形格子を採用した。一様流のマッハ数 M は 0.1 - 0.3, 円柱直径と一様流速に基づいたレイノルズ数 Re は 150 または 1000 である。計算方法の詳細については参考文献「1」を参照されたい。

3. 計算結果

計算結果の一例を, レイノルズ数 $Re = 1000$, マッハ数 $M = 0.2$ の場合について, 図 1 に圧力分布で示す。図 1(a)-(c) は DNS の結果を示し, (a) は圧力そのもの $\Delta p (\equiv p - p_\infty)$ を, (b) は圧力から平均値をひいたもの $\Delta \bar{p} (\equiv \Delta p - \Delta p_{mean})$ を, (c) は $\Delta \bar{p}$ からドップラー効果を取り除いたもの $\Delta \bar{p}^M$ を示す。図 1(d)-(f) は Curle の式より得られた結果を示し, (f) が圧力そのもの Δp_{curle} を, (e) が Δp_{curle} にドップラー効果を加えたもの Δp_{curle}^D を, (d) が Δp_{curle}^D に更に圧力の平均値を加えたものを示す。図の (a) と (f) を比較することにより, DNS と Curle の解では結果が異なること, (a) と (d) を比較することにより, Curle の解にドップラー効果と平均値を加えることにより DNS と極めて近い解が得られること, などが判る。

参考文献

- Inoue, O., Hatakeyama, N., Hosoya, H. and Shoji, H., "Direct Numerical Simulation of Aeolian Tones," *AIAA Paper 2001-2132*, (2001).

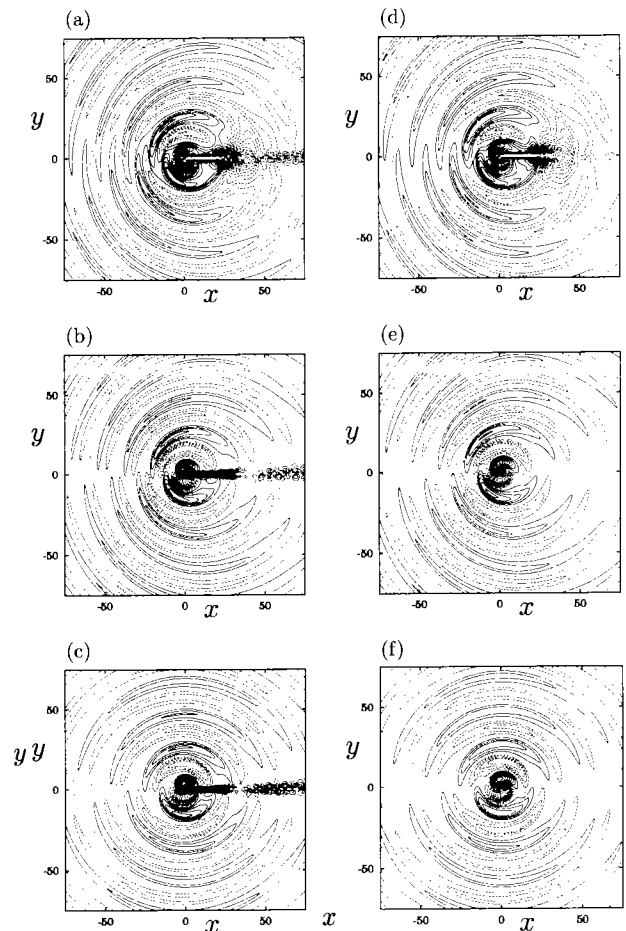


Fig. 1: Comparison between DNS and Curle's solutions. $M = 0.2, Re = 1000, t = 2000$. ———, positive pressure; - - - -, negative pressure. (a) Δp (DNS), (b) $\Delta \bar{p}$ (DNS), (c) $\Delta \bar{p}^M$ (DNS), (d) $\Delta p_{curle}^D + \Delta p_{mean}$, (e) Δp_{curle}^D , (f) Δp_{curle} .