

空力音の発生に対する主流乱れの影響

Effect of Uniform Flow Turbulence on Aerodynamic Sound Generation

- 民部 俊貴, 工学院大院, 東京都八王子市中野町 2665, E-mail:minbu@fluid.mech.kogakuin.ac.jp
 森田 謙次, 工学院大院, 東京都八王子市中野町 2665, E-mail:k-morita@fluid.mech.kogakuin.ac.jp
 飯田 明由, 工学院大院, 東京都八王子市中野町 2665, E-mail:iida@fluid.mech.kogakuin.ac.jp
 Toshitaka MINBU, Kogakuin University, 2665 Nakano-machi, Hachioji-shi, Tokyo
 Kenji MORITA, Kogakuin University, 2665 Nakano-machi, Hachioji-shi, Tokyo
 Akiyoshi IIDA, Kogakuin University, 2665 Nakano-machi, Hachioji-shi, Tokyo

In order to clarify the effect of uniform flow turbulence, aerodynamic sound and static pressure fields were measured in a low-noise wind tunnel with an active turbulence generator. The experimental results showed that influence of turbulent intensity for aerodynamic sound generation was not clear. However, the noise levels depended on the eddy scale of the uniform flow. The spanwise coherence length of circular cylinder depended on the scale of incoming flow. Since the spanwise scale decreased in the large-scale turbulent field, as a result, resultant aerodynamic noise also decreased. It indicated that the scale of the uniform flow dominant parameter for aerodynamic noise generation in turbulent flow fields. The phase averaged static pressure fields were also measured. The experimental results showed that the large scale eddies of the uniform flow destroyed Kármán vortex. Therefore, Kármán vortex disappeared when the scale of uniform flow were almost the same as the diameter of the cylinder.

1. はじめに

主流の乱れや渦スケールが空力音の発生にどのような影響を及ぼすかを調べるため、乱流発生装置を用いて主流の乱れを制御した流れ場に置ける空力騒音計測を行い、空力騒音と主流の乱れおよび渦スケールの関係について検討を行った。また、円柱のSPAN方向における渦の相関長および物体後流の静圧変動を計測することにより、流れと音の関係について調べた。

2. 乱流発生装置

乱流発生装置及び乱流格子を風洞出口部に設置し、主流の乱れ強度を1%から15.6%まで変化させ、円柱（直径 $D = 10$ mm から30 mm）から放射される空力騒音及び静圧変動場、渦スケールの計測を行った。乱流発生装置による空力騒音の発生を抑制するため、乱流発生装置の下流にサイレンサを設置した。

3. 実験結果

乱れ強度を変化させた実験結果から、主流の乱れ強度を変化させると空力騒音が変化することを確認したが、円柱の直径によって変化の様子が異なるなど、空力騒音の大きさは単純に乱れ強度によってのみ決まるものではないことがわかった。

図1に空力騒音に対する主流の渦スケールの影響を示す。主流の渦スケール L が円柱直径 D とほぼ等しい場合、通常の風洞実験（主流の渦スケールが小さい場合）に比べて空力騒音が約9 dB 小さくなる。主流の渦スケールが直径よりも小さい場合は空力騒音の変化は小さく、渦スケールが直径よりも大きい場合は、5 dB 程度、空力騒音が低下する。このことから、主流が乱流の場合の空力騒音レベルは乱れ強度だけでなく、渦スケールにも依存することがわかる。特にカルマン渦に起因するような大規模渦からの空力騒音の場合、主流の渦スケールの影響が顕著である。

図2に円柱後流の静圧変動の位相平均分布を示す。主流の乱れが小さい場合はカルマン渦による負の静圧の集中領域が観察される。一方、主流乱れが大きい場合は、千鳥配置の渦構造は観察されるものの、負圧の集中領域は小さく、またその絶対値も小さくなっていることがわかる。つまり、主流の乱れ成分によってカルマン渦が崩壊していることがわかる。この結果、空力騒音が小さくなるものと考えられる。

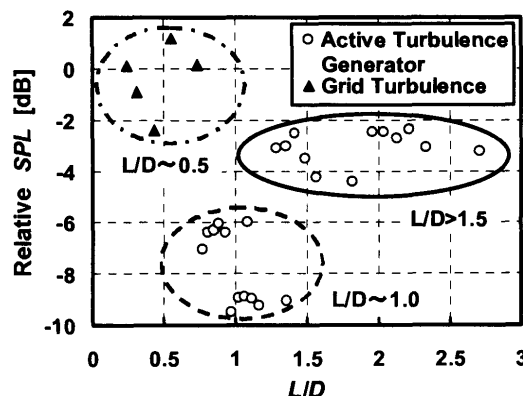


Fig. 1 Influence of eddy scale on aerodynamic sound pressure level ($U_0 = 30$ m/s, $X/H = 1.0$)

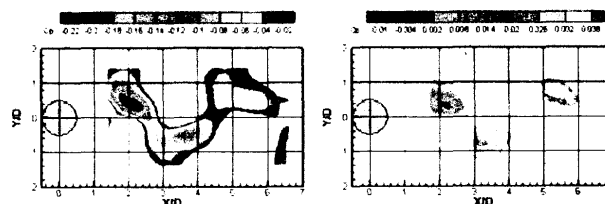


Fig. 2 Contour for phase averaged static pressure in a wake of circular cylinder at $U_0 = 30$ m/s

Left: $L/D < 0.1$, $u'/U_0 < 1\%$, Right: $L/D = 0.79$, $u'/U_0 = 11\%$

4. 結論

主流の乱れと渦スケールが空力騒音に及ぼす影響を実験的に調べ以下の知見を得た。

- (1) 主流の乱れ強度の増加に伴い円柱の空力音は低下するが、その低下の傾向は円柱の直径によって異なる。
- (2) 円柱の直径と主流の渦スケールが同程度のとき、騒音レベルは約9 dB 低下する。
- (3) カルマン渦のような大規模構造渦に起因する空力騒音に対しては、主流の乱れよりも渦スケールの影響が大きい。