

超音速衝突噴流における流動-音響場への非定常光学計測の適用

学生証番号 47116071 氏名 佐々木 聖
(指導教員 岡本 光司 准教授)

Key Words : Optical Measurement, Jet Acoustics, Supersonic Jet, Jet Impingement

ロケット発射時において、強大な推力を得るための排気と射場の干渉により非常に強い圧力波が発生することが問題となっている。この圧力波はロケットに搭載された衛星等のペイロードの加振を引き起こす危険性が指摘されており、これを低減するためには衝突噴流の現象理解が求められる。

当研究室ではこれまで、衝突噴流の音響現象を対象とした騒音計測やシュリーレン法を用いた可視化から、超音速衝突噴流場からの発生騒音について、その発生機構の実験的な解明を進めている。実験は東京大学柏キャンパスの極超音速高エンタルピー風洞にて実施しており、噴流速度 $M_j=1.8$ の適正膨張噴流をノズル直径 $D=20\text{mm}$ の5倍離れた 45° 傾斜した平板に衝突させている。こうした実験により、噴流の衝突により図1に示す(i)(ii)の2種類の音響現象が発生し、それぞれ異なる周波数特性を持つことがわかっていく。さらにシュリーレン法による可視化によりその騒音伝播方向に圧力波が伝播していることを確認した。しかし、両計測手法の間にはサンプリング速度に大きな違いがあり、音響現象と流動現象とを直接比較検討することができなかった。

そこで本研究では、レーザー光とフォトダイオードを使用した非定常光学計測を実施し、マイクロフォンと同程度のサンプリングレートで流体の密度勾配変動を計測した。超音速衝突噴流場に計測を適用し、衝突現象に特有な騒音である、傾斜平板に垂直方向に伝播する騒音と流体現象の関係を探った。衝突噴流場の衝突点前方に形成されるプレートショック自身の振動 $5,000\text{Hz}$ は非定常光学計測を用いて確認されたが、発生騒音のスペクトルとの関連は見出せなかった。

一方、噴流の境界層部分が衝突によって向きを変える図2のAで示した付近を計測したところ、先のプレートショックの振動とは別に、図3のように $8\sim 20\text{kHz}$ 付近で特徴的な変動が観察された。これは、(ii)の音響スペクトルのピーク周波数にきわめて近いことから、この部分の流動現象が(ii)の音響波の発生と密接に関わっているものと推察された。

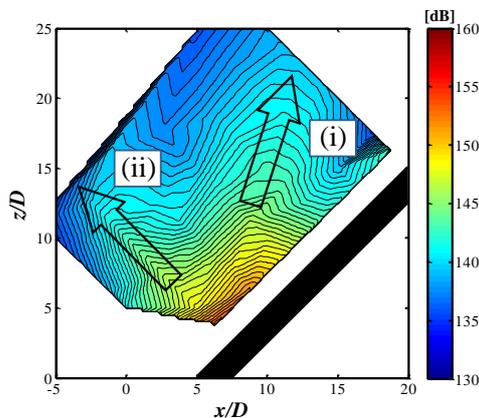


図1. OASPL分布

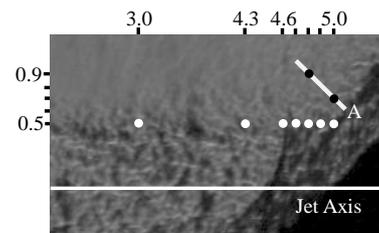


図2. 計測点

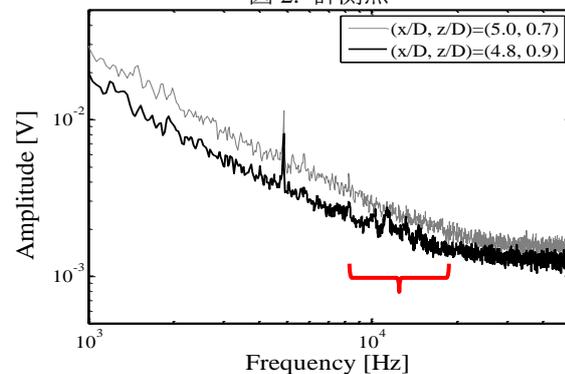


図3. 密度勾配スペクトル