

I - B18

空力音発生に着目した平板列周りの数値流体解析

東京大学大学院 学生員 山内洋志
 東京大学工学系研究科 正会員 木村吉郎
 東京大学工学系研究科 フェロー 藤野陽三

1.はじめに

薄い板を並列に配した平板列 (Fig.1) に風が斜めから作用することによって空力音が生じ、問題となることがある。こうした空力音に関しては風洞実験による研究が行われており、平板の風上側端部の二つのエッジ間に生じる剥離流れが圧力変動の発振源となり、それが平板列によって構成される気柱振動の共鳴によって増幅され、さらにそれが発振源の圧力変動を大きくするという説明がされている [1][2]。しかし風洞実験では流れ場の詳細な測定は困難なため、こうしたメカニズムの詳細については明らかではない。そこで本研究では、空力音発生の原因となる渦の運動およびそれにより生じる圧力変動を2次元非圧縮性数値流体解析により求め、平板列に生じる空力音の発振源の特性を解明することを目的とした。また気柱振動を模擬した解析も試みた。

2.解析手法

解析手法はMAC法に基づく差分法とした。対流項は風上三次差分とし、圧力ポアソン方程式はSOR法で解いた。平板周りの流れ場が一枚ごとに同じであると仮定して、周期境界条件を用いて計算負荷を減らした。解析に用いた平板列の概要を Fig.1 に示す。解析ケースは風洞実験 [2] において空力音が発生した基本ケース1つと、風向又は風速が異なり空力音が発生しなかったケース2つとし (Table 1)、実験における音の発生の有無と、発振源と考えられる平板の風上側端部周りの流れ場の特性の関係を検討した。計算格子を Fig.2 に示す。基本ケースに対しては、より等間隔の計算格子を用いた解析も別途行っているが、以下に述べるのと同様の結果であった。

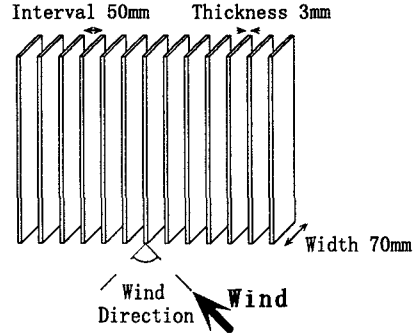


Fig.1: Analysed Flat Plate Cascades

Table 1: Computed Cases

Case	Wind Speed U(m/s)	Wind Direction β (deg)	Noise Generation at Experiment
Reference	1.0	6.0	○
Half β	1.0	3.0	×
Half U	5	6.0	×



Fig.2: Grid System (left : whole region , right : near windward edges)

3.解析結果

解析領域全体の渦度分布を Fig.3 に示す。発振源であると考えられる風上側端部において大きな渦が発生している。発振源周りの渦度分布の詳細を Fig.4 に示す。基本ケースと風速半分のケースで剥離せん断層が下流側エッジに衝突しており、既往の実験的研究における推察のように、空力音の発振源としての役割をはたしていると考えられる。しかし実験では空力音の発生しない風速においても同様の流れが形成されており、更に詳細な特性の検討が必要である。

キーワード：空力音、数値流体解析、平板列、発振源、気柱振動

連絡先：〒113 東京都文京区本郷7-3-1 TEL 03-3812-2111(内6099) FAX 03-5689-7292

圧力変動のスペクトルをFig.5に示す。発振源における圧力変動の周波数は平板間の流れ場のものと一致しており、空力音の周波数(2600Hz)付近の変動は見られなかった。共鳴機構(音場)の存在があって初めて対応する周波数の発振源の圧力変動が増幅するという報告があることから[3]、空力音の周波数の変動が見られないのは解析において気柱振動の存在を考慮していないためとも考えられる。そこで平板の風下側の側面境界で空力音に対応する周波数の風速変動を与えることによって気柱振動を模擬し、発振源にどのような影響を与えるのかを調べた。その時の圧力変動のスペクトルをFig.6に示す。空力音に対応する周波数の圧力変動は、発振源におけるよりも風速変動を与えた風下側面近傍の方が大きく、気柱振動の模擬によって発振源の圧力変動が大きくなるという現象は再現することはできなかった。

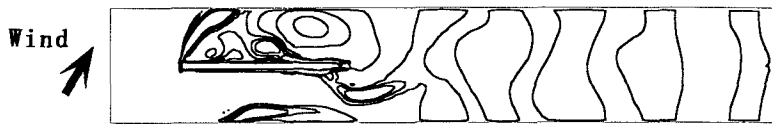


Fig.3: Vorticity Contour

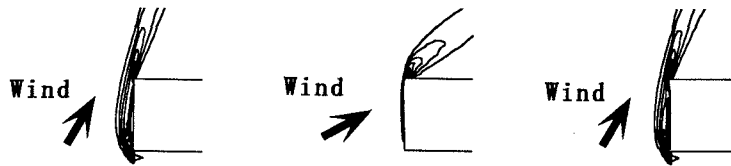
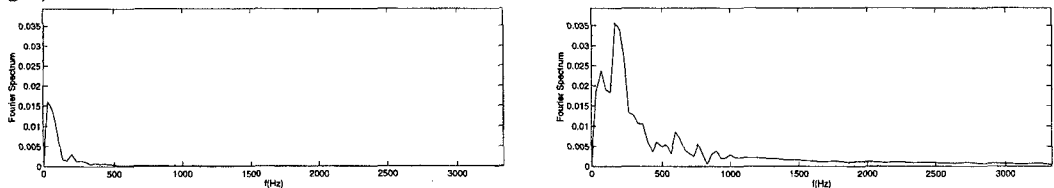
Fig.4: Vorticity Contour around the Sound Source Region ; Reference (left), Half β (center), and Half U (right)

Fig.5: Fluctuating Pressure Spectra of Sound Source Region (left) and Region between Plates (right)

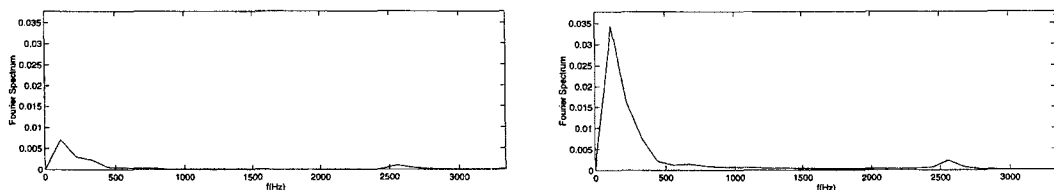


Fig.6: Fluctuating Pressure Spectra of Sound Source Region (left) and Region between Plates (right) with Simulated Acoustic Resonance

4. おわりに

非圧縮性数値流体解析の結果、平板列風上側端部周りに剥離せん断層が平板に衝突する流れが生じていることが確認できた。しかし空力音の周波数付近の圧力変動は気柱振動の模擬を試みても生じておらず、さらなる検討が必要である。

日本大学野村卓史助教授ならびに九州大学応用力学研究所大屋裕二助教授には貴重なご助言を頂きました。ここに記して、感謝の意を表わします。

参考文献

- [1] 原秀介：平板格子の風切り音発生に関する空気力学的研究、日本機械学会論文集 41 巻 3 4 6 号、pp.1781-1792、1975-6
- [2] 比江島慎二他：平板列で構成される高欄に生じる空力音に関する実験的研究、日本風工学会誌第 5 5 号、pp.111-112、1993
- [3] 坂尾富士彦：二次元せん断層と平板の干渉による空力音、第 23 回乱流シンポジウム講演論文集、pp.430-434、1991