一様気流中の曲円柱に取り付けた仕切り板の エオルス音抑制効果*

松本 大樹**, 西田 公至***, 斉当 建一†

Noise Reduction Effect of the Partition Disks on Aeolian Tone Generated by Curved Columns in Uniform Air Flow

Hiroki MATSUMOTO, Kohshi NISHIDA and Ken-ichi SAITOH

ABSTRACT

This paper deals with noise reduction effect of partition disks on aerodynamic noise generated by curved columns in uniform air flow. The curved column is formed in V-shape by bending a straight column to an angle of 2θ . The bend part has a radius of curvature of R . Aerodynamic sounds generated by the curved columns are affected by the values of θ . When $\theta \leq 90^\circ$, eminent aeolian tones are generated by the curved columns. But when $\theta > 90^\circ$, the aeolian tones are not generated, the broad band noises are generated by the curved columns. In this paper in order to decrease aeolian tones, two partition disks are attached to a bend part, and its noise reduction effect is investigated experimentally. The result shows that it becomes clear that the disks are very effective to reduce the aeolian tone. The flow visualization around the curved column with partition disks by the tuft stick method, the oil dots method and the oil film method becomes clear the mechanism of noise reduction.

Key words : Aerodynamic Sound, Aeolian Tone, Noise Reduction, Visualization, Curved Column, Tuft sticks method, Oil dots method, Oil film method, Partition Disk

1. 緒 言

列車や車などの移動手段の高速化にともなう空気力学的騒音（空力音）の増大は、沿線や道路沿い、もしくは車両内での騒音問題を引き起こし、近年ますます注目されている。たとえば新幹線においては、パンタグラフや、車両外部に取り付けられた空調装置、吸排気口などが主要な音源となる空力音が問題となっている¹⁾。それらの音源の発生メカニズムを明確にすることができれば、空力音を減少させるための有効な対策を行うことができ、騒音問題の解決につながる。

列車の空力音の中でも特に主要な音源であるパンタグラフ²⁾の主な部材は円柱である。このほかに円柱は、車両のアンテナやコイルバネ、熱交換器、住宅の手すり、電柱、電線など、基本的な部材としてさまざまな部分で

使用されている。その基本的な部材である円柱が気流中に存在する場合に発生する空力音の特徴を明らかにすることは、空力音によるさまざまな騒音問題を検討する上で、重要なことである。

従来の、円柱から発生する空力音に関する研究では、いずれの場合も直円柱を対象としたものばかりである。たとえば、単独の直円柱を対象としたもの^{2), 3), 4)}や、平行に配置された複数本の直円柱を対象としたもの⁵⁾、2本の交差させた直円柱を対象としたもの⁶⁾などがある。しかしながら、実際の構造物から発生する空力音による騒音問題を解決するためには、直円柱のみに着目した研究の結果だけでは、不足していると考えられる。実際に部材として用いられている円柱の形状は、流れに対して様々な角度で存在し、また組み合わせられることによって複雑な構造をもつからである。たとえば、パンタグラフではV字状の構造を持ち、コイルバネでは曲率を持っている。このような複雑な形状をもつ物体から発生する空力音は、理論的な予測が困難であり、実験的に現象を把握することが重要である。

* 原稿受付 1998年11月20日

** 正会員 室蘭工業大学大学院

*** 正会員 室蘭工業大学

† 室蘭工業大学

そこで、円柱の流れに対する傾斜や曲率を考慮に入れ、V字形状に曲げられた曲円柱が一樣気流中に存在する場合に発生する空力音について実験的な検討を行った⁷⁾。その結果、曲円柱の形状によって発生する空力音の周波数特性は大きく異なり、純音に近いエオルス音が発生する場合と広帯域の雑音が発生する場合とに分けられることが明らかとなった。

本研究では、曲円柱から発生する空力音のうちエオルス音が発生する場合に着目する。エオルス音は人の聴感上、耳障りに感じることがあるが、その抑制を目的として仕切り板を曲円柱に取り付けることを考案し、その効果を明らかにする。また、タフトスティックによる後流の可視化と、油点法および油膜法による曲円柱の表面流れの可視化より、そのメカニズムについての検討を行う。

2. 実験装置

2.1 装置概略

実験装置の概略を Fig. 1 に示す。風洞は、一辺の長さ W_N が 100 mm の正方形の吹き出し口を持つ開放型である。吹き出し口における流速は、0~50 m/s まで連続的に変化させることができる。空力音の測定に際しては、直径 1/2 インチの無指向性マイクロホン、聴感補正回路を A 特性に設定した精密騒音計、および FFT アナライザを使用した。マイクロホンは、ノズルの吹き出し口より水平下流方向に 200 mm、垂直上方に 500 mm の位置に鉛直下向きに設置した。

2.2 供試体

供試体である曲円柱を Fig. 2 に示す。曲円柱は、曲率を持つ部分と、傾斜した直円柱の部分とからなる。本研究では曲率を持つ部分を円弧部、円弧部の両側の傾斜した直円柱部分を傾斜部と呼ぶ。曲円柱は $x-x'$ 軸に対して、左右対称の形状をしており、傾斜部の片方の円柱と $x-x'$ 軸の下流方向とがなす角を開き角 θ とし、円弧部の曲率半径を R とする。曲円柱の形状はこの二つのパラメータによって決定される。

Fig. 1 Experimental apparatus

曲円柱の設置は、吹き出し口の中心を含む水平平面上にV字を描くように、かつ Fig. 2 中の $x-x'$ 軸がノズルの中心軸と一致させる。また、円弧部の曲率の中心をマイクロホンの真下にあわせている。曲円柱は、流路外に位置する傾斜部において固定され、固定点間の距離は 320 mm である。

仕切り板は、厚さ $t=0.3$ mm、直径 $d_p=20$ mm のプラスチック製の円盤を用いた。Fig. 2 に示すように、仕切り板は曲円柱の中心軸 $x-x'$ に対称に、主流方向に平行に取り付ける。2枚の仕切り板の取り付け間隔は W_d であり、さまざまに変えて実験を行っている。

実験は主流速度 U を 20~40 m/s の間でさまざまに変えて行ったが、代表例として 30 m/s の場合について示す。円柱の直径 d は 6 mm であり、 d を代表長さとしたレイノルズ数 ($Re = Ud/\nu$ (ν : 空気動粘度)) は 1.2×10^4 である。

なお本研究では、噴流のみの騒音を暗騒音 (B.G.N.) と定義する。

2.3 可視化方法

曲円柱周りの流れの可視化は、タフトスティック法、油点法および油膜法によって行った。

Fig. 3 にタフトスティックの設置状況を示す。タフトスティックは、直径 0.5 mm の針金の先端に着色した木綿糸を取り付けたものである。タフトは、針金の先端を支点にして、自由にふれ回ることができる。タフトの支点近傍は着色されていないため、撮影された写真では支点が白く写り、タフトの先端と支点を区別することができる。また、各タフトを設置した高さは、 $Z=-3$ mm であり、タフト同士の間隔は主流方向、主流と垂直方向ともに 10 mm である。撮影は、500 W のレフランプを 2 個使い、Z 軸上方からシャッタースピードを 1/30 sec

Fig. 2 A curved column

Fig. 3 Tuft stick

Fig. 4 Photograph of the flow pattern of jet ($U=30$ m/s).
Shutter speed is 1/30 sec.

もしくは 1/250 sec に設定したカメラで行う。Fig. 4 に、噴流中にタフトスティックだけを挿入した場合の可視化結果を示す。主流方向は写真の左から右で、流速は 30 m/s である。どのタフトも流れに平行になびいており、その振動もみられない。この結果より、気流が一様で、タフト同士の干渉がないことが明らかである。

油点法および油膜法では、流動パラフィンに油煙を混合したものを用いている。

3. 実験結果および考察

はじめに、暗騒音の影響について検討する。本研究では、供試体を挿入しないで風洞を運転した場合に発生する空力音を暗騒音 (B.G.N.) と定義する。流速 30 m/s での暗騒音を Fig. 5 中に示す。測定される騒音は暗騒音と供試体からの発生音との合成音になっているため、供試体からの正確な発生音を求めるためには、測定騒音から暗騒音を差し引き、補正する必要がある。しかし、暗騒音は測定騒音と比較して 10 dB(A) 以上の差があり、測定騒音から暗騒音を差し引く場合には、デシベルの差の計算式より -0.45 dB の補正値を測定騒音に加えるだけである。この補正値は無視できる程度であり、測定騒音を供試体からの発生音とみなして差し支えない。

3.1 曲円柱から発生する空力音に対する開き角 θ の影響

実験では様々な θ と R に関して検討した。その結果、曲円柱と等しい直径を持つ直円柱から発生する空力音とは異なる、新たな現象があらわれた。その特徴をはじめ

Fig. 5 Spectrum of aerodynamic sounds generated by curved columns ($R=23$ mm)

にまとめると以下ようになる。

- ・ $\theta < 90^\circ$ の場合には、直円柱よりも高い周波数のエオルス音が発生する。
- ・ $\theta > 90^\circ$ の場合には、エオルス音は消え、直円柱のエオルス音よりも低い周波数帯が支配的な広帯域の周波数成分を持つ雑音が発生する。

なお、以上の特徴は、傾斜部の開き角 θ を $30^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$ の範囲で、また曲率半径 R を 13~28 mm に変化させて実験を行った結果からまとめたものである。 R の相違に関わらずいずれも同様の傾向となる。ただし、曲率が 0 の場合、すなわち円弧部がない V 字円柱の場合にはエオルス音が発生しないことを確認している⁸⁾。

代表例として、Fig. 5 に $\theta = 90^\circ$ 、 45° 、 135° の結果を示す。いずれも R は 23 mm である。Fig. 5 において、 $\theta = 90^\circ$ (実線) と $\theta = 45^\circ$ (破線) の場合に発生する空力音の周波数特性は、単一の鋭いピークを持っており、純音に近い音、すなわちエオルス音が発生している。これらのエオルス音のピーク周波数は $\theta = 90^\circ$ では 975 Hz となるが、 $\theta = 45^\circ$ では 1175 Hz となり、曲円柱から発生するエオルス音のピークの周波数が高くなっている。このため、 $\theta = 90^\circ$ では「ひゅー」、 $\theta = 45^\circ$ では「びゅー」と聞こえる擬音で表現されるエオルス音となる。

一方、 $\theta = 135^\circ$ (一点鎖線) の場合では 600~800 Hz の広帯域の周波数帯が支配的な周波数特性を持つ。この場合では、「シュー」と聞こえる擬音で表現される広帯域の雑音が発生する。また、このときの発生音の周波数特性は、流れに対して傾斜して挿入した、まっすぐな円柱から発生する空力音とほとんど同一であることを確認している⁸⁾。すなわち、600~800 Hz の周波数帯に及ぼす影響は、曲円柱の円弧部よりも傾斜部の方が支配的である。

3.2 エオルス音が発生する場合の曲円柱後流の可視化

曲円柱から発生するエオルス音の発生源を明らかにするために、後流の流れ場をタフトスティック法を用いて可視化した結果を Fig. 6 に示す。ここでは、代表例とし

Fig. 6 Flow visualization around the curved column ($R = 23 \text{ mm}$, $\theta = 45^\circ$) by the tuft sticks method. (a) Shutter speed is $1/30 \text{ sec}$. (b) Shutter speed is $1/250 \text{ sec}$

Fig. 7 Effect of noise reduction of partition disks ($U = 30 \text{ m/s}$, $d = 6 \text{ mm}$, $R = 23 \text{ mm}$, $\theta = 45^\circ$, $d_p = 20 \text{ mm}$, $W_d = 36.8 \text{ mm}$)

て $\theta = 45^\circ$, $R = 23 \text{ mm}$ の曲円柱の場合を示す。Fig. 6(a) はシャッタースピードを $1/30 \text{ sec}$ とした場合であり、Fig. 6(b) は $1/250 \text{ sec}$ とした場合である。タフトの挙動はタフトの設置位置によって大きく異なる。Fig 6(a) において、円弧部と傾斜部との境界の後流に設置したタフト (A, B) は激しく振動し、撮影時のシャッタースピードではぶれて撮影されている。このことから、円弧部と傾斜部との境界の後流がかなり乱れており、エオルス音の発生に関係していると考えられる。また、振動しているタフトは円柱方向に偏った振動をしている。シャッタースピードが速い場合の Fig 6(b) をみると、タフト (A, B) は傾斜部側に向かってなびいていることがわかる。このことから、傾斜部に向かう流れが存在していることが明らかである。さらに、傾斜部後流のタフトは、Fig 6(a), (b) とともに曲円柱の円柱軸下流方向に沿って傾いている。これらのことから、傾斜部後流は円柱の軸方向に沿って下流側に向かう流れが存在し、その流れは、円弧

Fig. 8 Effect of the variation in the distance between the partition disks attached the curved column ($U = 30 \text{ m/s}$, $d = 6 \text{ mm}$, $R = 23 \text{ mm}$, $\theta = 45^\circ$, $d_p = 20 \text{ mm}$, $W_d = 10 \text{ mm}$, 20 mm)

部の傾斜部近傍の後流に対し、円柱軸下流方向に引き寄せる影響を与えていると考えられる。その結果、A, B のタフトが激しく振動していると考えられる。

3.3 仕切り板のエオルス音抑制効果

そこで、主流方向に平行な仕切り板を円弧部と傾斜部との境界に取り付け、円弧部後流と傾斜部後流の影響を抑制する。Fig. 7 は、エオルス音が発生する $R = 23 \text{ mm}$, $\theta = 45^\circ$ の曲円柱に仕切り板を円弧部と傾斜部の境界に取り付けた場合に発生する空力音の周波数特性である。この場合の仕切り板の取り付け間隔 W_d は、曲円柱の開き角と曲率半径より 36.8 mm となる。Fig. 7 において、仕切り板を取り付けた場合 (破線) の周波数特性は明確なピークを持たないことがわかる。このとき、発生する空力音は「シュー」のような擬音で表現することができる。仕切り板を取り付けていない曲円柱から発生するエオルス音の周波数特性 (Fig. 7 中実線) では、およそ $1,200 \text{ Hz}$ に鋭いピークがあらわれているが、仕切り板を取り付けることによってピークが完全に抑制されていることが明らかである。この際、ピークの騒音レベルでは、およそ 20 dB(A) 抑制されている。また、オーバーオール値においても、およそ 7 dB(A) の減音効果がある。また、仕切り板を取り付けることによってピーク以外の低周波数 ($600 \sim 1000 \text{ Hz}$) についても減音されている。仕切り板の効果は円弧部の後流に対してだけではなく、傾斜部後流に対しても及んでいると考えることができる。

つぎに、仕切り板の取り付け間隔を変化させ、仕切り板のエオルス音抑制効果の変化を検討する。

Fig. 8 に、仕切り板を円弧部に取り付けた場合に発生する空力音の周波数特性の例として、仕切り板の取り付け間隔 W_d が 10 mm の周波数特性 (破線) と 20 mm のもの (一点鎖線) を示す。仕切り板を取り付けていない場合 (実線) の周波数特性に現れている約 1200 Hz のピー

クは、 $W_d = 10$ mm, 20 mm の双方において抑制されており、仕切り板を円弧部と傾斜部の境界に取り付けた場合と同様の効果があることが明らかである。また、オーバーオール値における減音量は、 $W_d = 10$ mm でおよそ 5 dB(A), $W_d = 20$ mm でおよそ 7 dB(A) であり、 $W_d = 10$ mm の場合の減音量が小さい。この差は、 W_d が小さい場合に 700~900 Hz の低周波数帯の発生音が若干小さくなっているためである。この低周波数帯の増音は、仕切り板から剥離した流れが、仕切り板どうしの間隔が小さいために、干渉し合ったためであると考えられる。

Fig. 9 に、仕切り板を傾斜部に取り付けた場合に発生する空力音の周波数特性の例として、仕切り板の取り付け間隔 W_d が 60 mm のもの（破線）と 100 mm のもの（一点鎖線）を示す。双方とも、およそ 1,200 Hz に鋭いピークを持つ周波数特性となり、エオルス音が発生する。すなわち、仕切り板のエオルス音抑制効果はない。また、オーバーオール値においても、仕切り板を取り付けていない場合とほぼ一致し、減音効果は現れていない。

以上のことから、仕切り板のエオルス音抑制効果は、仕切り板の取り付け位置で異なり、エオルス音抑制効果が現れるのは、仕切り板を円弧部もしくは円弧部近傍に取り付けた場合である。

3.4 仕切り板取り付け時の曲円柱後流の可視化

3.4.1 タフトスティック法による可視化

エオルス音が発生する場合の曲円柱周りの流れ場と、仕切り板によってエオルス音が抑制されている場合の曲円柱周りの流れを、タフトスティックを用いて可視化した結果を Fig. 10 に示す。

Fig. 10(a) に $\theta = 45^\circ$, $R = 23$ mm の曲円柱を挿入した場合のタフトの挙動を示し、Fig. 10(b) に仕切り板を取り付けた曲円柱を挿入した場合のタフトの挙動を示す。前述したように、仕切り板を取り付けていない場合には (Fig. 10(a)), およそ 1,200 Hz にピークを持つエオルス

音が発生している。仕切り板を取り付けている場合には (Fig. 10(b)), エオルス音は完全に抑制されている。

両者を比較すると、Fig. 10(a) において振動していたタフトの振動が、仕切り板を取り付けた Fig. 10(b) では完全に抑制されている。このことから、仕切り板を取り付けることによって、傾斜部後流の流れが及ぼす、円弧部後流への影響が抑制され、円弧部後流の乱れが小さくなったと考えられる。また、Fig. 10(a) の傾斜部後流のタフトは円柱軸下流側になびいているが、これは Fig. 10(b) でもほぼ同様となっている。したがって、曲円柱から発生するエオルス音は、円弧部後流より発生していることが明らかである。しかし、仕切り板による円弧部後流に対する影響は明らかでないため、曲円柱の表面上の流れを明らかにすることによって検討する。

3.4.2 油点法および油膜法による可視化

曲円柱表面の流れの様子を油点法により可視化した結果を Fig. 11 に示す。Fig. 11(a), (d) は油点の初期状態である。油点は仕切り板を取り付けた場合と取り付けていない場合とで同一の点とし、曲円柱の対称軸上から 5 mm 間隔で 3 点、さらに、仕切り板から 5 mm 間隔で 3 点の計 6 点を取り付けた。曲円柱は水平平面内で軸対称の形状であるために、対称軸から片側のみに油点を取り付けている。なお予備実験によって油点の流れが軸対称であることを確かめている。Fig. 11(b) は、流速 30 m/s の気流に曲円柱を挿入してから 30 秒後の可視化結果を示している。A~C の油点は、円柱の軸とほぼ垂直の方向の後流側に流下し、時間の経過で大きな変化はないが、D, E の油点は、円柱後流で円柱軸に沿って下流方向（矢印の方向）に流れ、時間の経過とともに流下する。このことから円弧部では、主流のほとんどが円柱の軸と垂直方向へ流れ、その後剥離し、規則的な振動をすると考えられる。傾斜部後流では円柱軸下流方向に向かう流れが存在していることから、複雑な流れ場となり規則的には剥離していないと考えられる。

Fig. 9 Effect of the variation in the distance between the partition disks attached the curved column ($U = 30$ m/s, $d = 6$ mm, $R = 23$ mm, $\theta = 45^\circ$, $d_p = 20$ mm, $W_d = 60$ mm, 100 mm)

Fig. 10 Flow visualization around the curved column ($\theta = 45^\circ$, $R = 23$ mm, $d = 6$ mm) by the tuft sticks method. Shutter speed is 1/30 sec. (a) Without partition disks. (b) With partition disks ($d_p = 20$ mm, $W_d = 36.8$ mm)

Fig. 11 Flow visualization on the curved column ($\theta = 45^\circ$, $R = 23$ mm, $d = 6$ mm) by the oil dots method ($U = 30$ m/s).
(a)~(c) Without partition disks, (d)~(f) With partition disks ($d_p = 20$ mm, $W_d = 36.8$ mm)

Fig. 12 Flow visualization on the curved column by the oil film method ($\theta = 45^\circ$, $R = 23$ mm, $d = 6$ mm, $U = 30$ m/s, After 30 sec). (a) Without the partition disks. (b) With the partition disks ($d_p = 20$ mm, $W_d = 36.8$ mm)

仕切り板を取り付けた場合の **Fig. 11(e)**では、円弧部の油点のうち、Cの油点はBの油点の方向に流れており、円柱軸に沿って上流方向（矢印の方向）に向かう流れが存在することを示している。これは、仕切り板がない場合（**Fig. 11(b)**）と異なる。一方、傾斜部に存在する油点で、仕切り板がない場合と同様に円柱軸に沿って下流側に流れていることから、円弧部側の仕切り板近傍で

は、上流側に向う逆流が存在していると考えられる。

そこで、油膜法を用いて曲円柱表面の流れの可視化を行い、その結果を **Fig. 12**に示す。油膜は、曲円柱全体に油の厚さが均一になるように塗布する。流速 30 m/s の気流中に 30 秒間さらした後、斜め後方から撮影した写真である。仕切り板がない場合の **Fig. 12(a)**と、仕切り板がある場合の **Fig. 12(b)**とを比較すると、仕切り板がある場合の円弧部の背後でのみ、上流側に向って油膜が排除されており逆流が存在していることが明らかである。

この逆流により、円弧部後流の剥離は乱され、規則的な流れの振動が阻害されるために、エオルス音が抑制されたと考えられる。

3.5 エオルス音が発生しない曲円柱への仕切り板の影響

Fig. 13に $R = 23$ mm, $\theta = 135^\circ$ の曲円柱に仕切り板を取り付けた場合に発生する空力音の周波数特性を示す。仕切り板の取り付け間隔 W_d は、36.8 mm および 100 mm である。 $W_d = 36.8$ mm の場合の仕切り板は円弧部と傾斜部の境界に取り付けられており、エオルス音が発生する曲円柱に対して抑制効果がある場合に相当する。また、 $W_d = 100$ mm の場合の仕切り板は、傾斜部に取り付けられている。仕切り板を取り付けた曲円柱から発生する空力音の周波数特性は、仕切り板を取り付けていない曲円柱から発生する空力音の周波数特性（実線）とほぼ同様な周波数特性となっている。また仕切り板の取り付け間隔が変化しても、発生音の周波数特性には変化がない。すなわち、エオルス音が発生していない場合の曲円柱 ($\theta > 90^\circ$) に取り付けられた仕切り板は、発生する

Fig. 13 Effect of the variation in the distance between the partition disks attached the curved column ($U = 30 \text{ m/s}$, $d = 6 \text{ mm}$, $R = 23 \text{ mm}$, $\theta = 135^\circ$, $d_p = 20 \text{ mm}$, $W_d = 36.8 \text{ mm}$, 100 mm)

Fig. 14 Flow visualization around the curved column ($\theta = 135^\circ$, $R = 23 \text{ mm}$, $d = 6 \text{ mm}$) by the tuft sticks method. Shutter speed is $1/250 \text{ sec}$. (a) Without partition disks. (b) With partition disks ($d_p = 20 \text{ mm}$, $W_d = 36.8 \text{ mm}$)

空力音に対してほとんど影響を及ぼさないことが明らかとなった。

3.6 エオルス音が発生しない曲円柱周りの流れの可視化

仕切り板を取り付けていない場合のタフトスティックによる可視化結果を Fig. 14(a)に示す。曲円柱の傾斜部後流のタフトは、円柱軸と平行に円弧部に向かってなびいており、傾斜部後流の流れが円弧部後流に向かっていくことがわかる。また、仕切り板を取り付けた場合の可視化結果を Fig. 14(b)に示す。仕切り板の有無によってタフトのなびく方向に大きな変化はないことがわかる。すなわち、仕切り板により流れ場は影響を受けていないことから、発生する空力音も影響を受けないと考えられる。

このような、円弧部に向かう流れは円柱表面上においても発生している。油点法によって可視化した結果を Fig. 15に示す。油点は、対称軸上から片側に 5 mm 間

Fig. 15 Flow visualization on the curved column ($\theta = 135^\circ$, $R = 23 \text{ mm}$, $d = 6 \text{ mm}$) by the oil dots method ($U = 30 \text{ m/s}$). (a) Initial state. (b) After 40 sec.

隔で5点取り付けている。Fig. 15(a)に初期状態を示し、Fig. 15(b)に40秒後の状態を示す。傾斜部に存在する油点は円柱の下流側の背後に回り込み、円弧部方向に流れていく様子がわかる。以上のことから、円弧部後流へ流れが流入するために、円弧部からの規則的な渦の放出がなくなり、その結果エオルス音が発生しないと考えられる。

4. 結 言

直円柱の一部を曲率半径 R で、角度 2θ に曲げた V 字形状の曲円柱から発生する空力音は、エオルス音が発生する場合 ($\theta < 90^\circ$) と広帯域の雑音が発生する場合 ($\theta > 90^\circ$) とに分けられる。本研究では、エオルス音を抑制するため2枚の仕切り板の流れに平行に取り付けることを考案した。仕切り板のエオルス音抑制効果を検討した結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 曲円柱から発生するエオルス音は、仕切り板の取り付け間隔を小さくし、円弧部もしくは円弧部近傍に取り付けることによって、オーバーオール値で約 7 dB (A) 、ピークレベルで約 20 dB (A) の抑制効果を得た。
- (2) 仕切り板の取り付け間隔が大きく、仕切り板が傾斜部に取り付けられている場合は、エオルス音が抑制されず発生音に大きな変化はない。また、エオルス音が発生しない $\theta > 90^\circ$ の曲円柱に仕切り板を取り付けた場合、発生する空力音への影響はほとんどない。
- (3) 仕切り板を取り付けた場合に生じる、円弧部背面で上流側に向かう逆流の存在を、タフトスティック法と油点、油膜法を用いて明らかにした。
- (4) 仕切り板によって円弧部背面で上流側に向かう逆流が生じ、円弧部後流の規則的な変動を乱すために、仕切り板によるエオルス音抑制効果があらわれる。

- (5) タフトスティック法と油点, 油膜法を用いて, エオ
ルス音が発生する $\theta < 90^\circ$ の曲円柱周りの流れ場と,
広帯域の雑音が発生する $\theta > 90^\circ$ の曲円柱周りの流れ
場との違いを明らかにした.

参考文献

- 1) 森藤良夫, 新幹線車両の空力騒音, 騒音制御, Vol.14,
No.5, 1990, pp.13~16
- 2) 藤田肇, 白石純一, 栗田健, 丸田芳幸, 山田彰二, 二次元モ
デルから発生する空力騒音の実験的研究 (第1報, 風洞測定
部壁面の端板効果と壁面材料の検討), 機論, 62-593, B
(1996), pp.187~193
- 3) 加藤千幸, 高野靖, 飯田明由, 藤田肇, 池川昌弘, LESによ
る流体音の予測 (第1報, 二次元円柱からの放射音), 機論, 60
-569, B (1994), pp.126~132
- 4) 古池治孝, 石原国彦, 後藤知伸, 高野泰斉, 数値解析による
流体音の音源分布の解析, 機論, 62-595, B (1996), pp.992
~998
- 5) 望月修, 木谷勝, 鈴木忠司, 新井敬, 直列2円柱から発生す
る渦放出音, 機論, 60-578, B (1994), pp.3223~3229
- 6) 富田幸雄, 稲垣進, 鈴木昭次, 横山俊雄, 一様流中におかれ
た十字交差2円柱の音響特性 (第1報, 減音効果), 機論, 51
-468, B (1985), pp.2571~2580
- 7) 松本大樹, 西田公至, 齊当建一, 一様気流中の曲円柱の後流
から発生する空力音, 機構論, No.97-10 (1997-7), Vol.B,
pp.199~202
- 8) 松本大樹・西田公至・齊当建一, 一様気流中の異形状曲円柱
から発生する空気力学的騒音, 機論, 64-628, C (1998), pp.
4618~4625