

研究テーマ: 低レイノルズ数における圧力測定への MEMS 技術の応用

— 微差圧センサーの試作 —

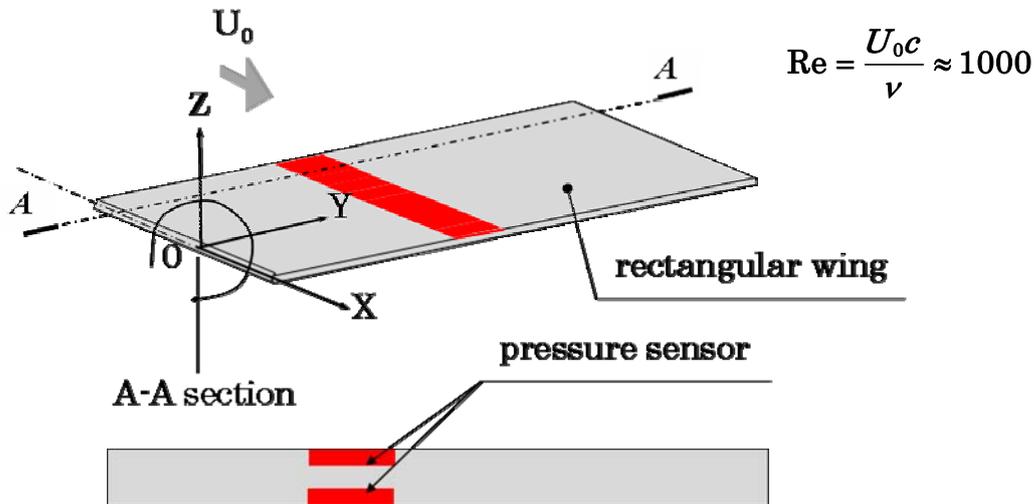


図 1 圧力センサーの実装概略図 微風速の中に置かれた平板翼の上下面に圧力センサーをアレイとして実装し、圧力分布を計測することを計画した。しかし、市販の圧力センサーは測定レンジが 5[kPa]程度と大きく、本研究の目的とする 10Pa 程度の微小な圧力の計測には適していない。さらに、翼面上にセンサーアレイとして取り付け、多点測定するには形状が大きく困難であるなど問題点が多い。そこで新たに、翼面境界層流れに影響をおよぼさない薄型で、かつ数 Pa の圧力変動を測定できる微差圧センサー(ピエゾ抵抗型)の開発に着手した。

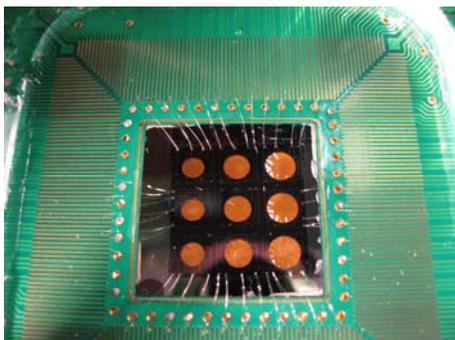


図 2 試作微差圧センサー外観

テスト用のため 9 個のセンサーが 1 枚の基板に埋め込まれている。9 個のセンサーは形状、ピエゾ抵抗の配置などが異なる。それぞれのセンサーに対して特性実験を行った。

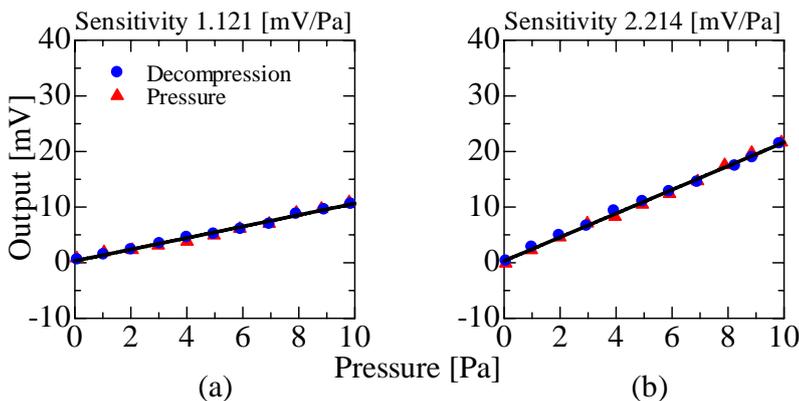


図 3 試作微差圧センサーの出力特性

ダイアフラムの形状等の改善を重ねて、10Pa の圧力に対して約 20mV(1000 倍のアンプを通して)の出力電圧が得られた (b). (a)の結果は改善前。



日本大学

低レイノルズ数における
圧力測定へのMEMS技術の応用
-微差圧センサーの試作-

松本研究室

6001 秋山大輔



1. はじめに
2. 目的
3. 原理
4. 結果
5. まとめ
6. 今後の課題

2. 目的

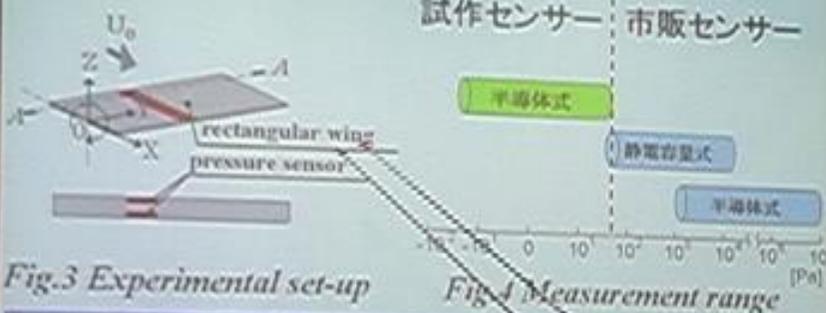


Fig.3 Experimental set-up

Fig.4 Measurement range

- ・ 翼面境界層流れに影響を及ぼさない薄型
- ・ 翼に実装可能で定格圧力10[Pa]程度
- ・ 低レイノルズ数において使用可能な半導体式
微差圧センサーを製作する

問題②:ドライエッチングによる深堀

酸化シリコン使用

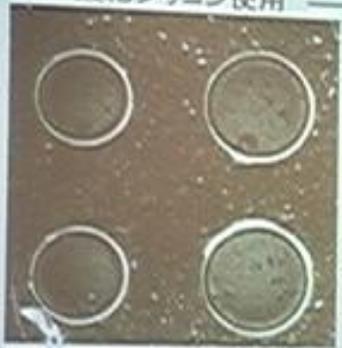


Fig.10 (a)

- ◆加工表面が粗い
- ◆500 μ m掘れない

2008/02/25

アルミ使用

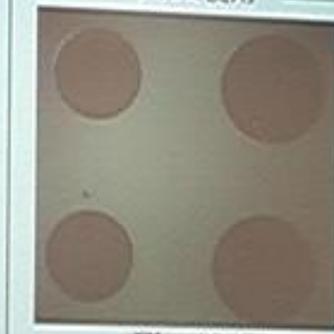


Fig.10 (b)

- ◆加工表面が滑らか
- ◆10 μ m以下の薄膜形成

平成19年度博士論文発表会

15

4. 8 ピエゾ抵抗の形状の違いによる出力特性

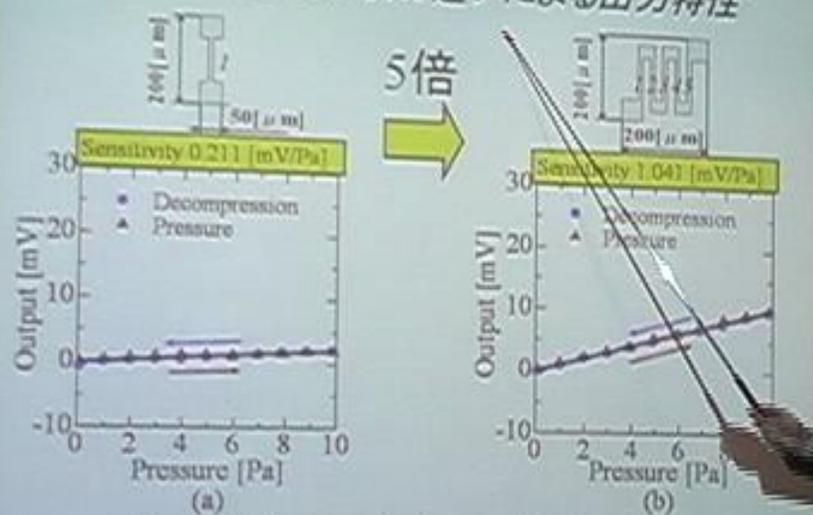


Fig.15 Influence of piezo-resistance shape on the sensor sensitivity

5. まとめ

1. 新たに半導体式微差圧センサー製作プロセスを構築した。
2. 試作したセンサーの圧力と出力電圧の関係は直線的でヒステリシスもなく再現性がある。
3. 最適なダイアフラム径は3[mm]程度で、抵抗の形状は複線にすることで感度が向上した。
4. 抵抗の配置を工夫することで感度が飛躍的に向上することがわかった。

研究テーマ: 径違い円柱の近接伴流の研究

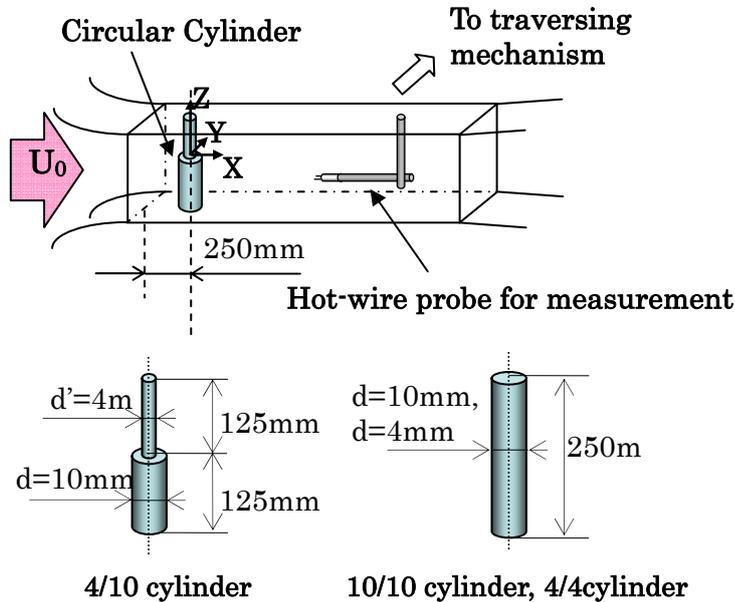


図 1 実験装置の概略図です。長手方向の途中で直径が 40%に急減する円柱模型を用いて、不連続面が伴流の速度場へどのような影響を与えるかを X 型熱線風速計によって計測を行った。

実験条件：直径 $d=10\text{mm}$ に基づくレイノルズ数 $Re=6500$ (主流速度 $U_0 \doteq 10\text{m/s}$)

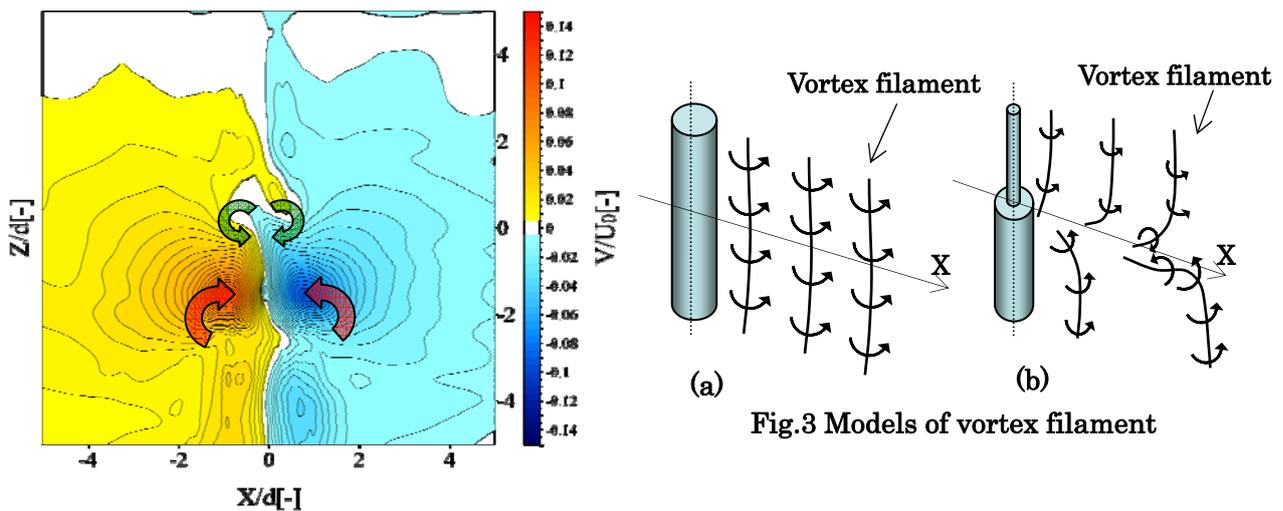


図 2 横方向平均速度 V/U_0 分布の等値線

$Z=0.5d$ の中心付近では流れの方向が逆転し外向きに、また、 $Z=-1.5d$ では局所的に円柱中心方向への流れが強められている。これらの領域では直円柱両側から放出された剥離せん断層による中心向き、外向きの交互の流れではなくそれぞれ一方向への流れとなっている。これは、矢印で示す不連続面で生成された縦渦の影響と考えられる。この縦渦のモデルとして本研究では図 3(b)の渦糸モデルを提案した。

以下修論審査会発表風景



径違い円柱の 近接伴流の研究

松本研究室 上田 恒

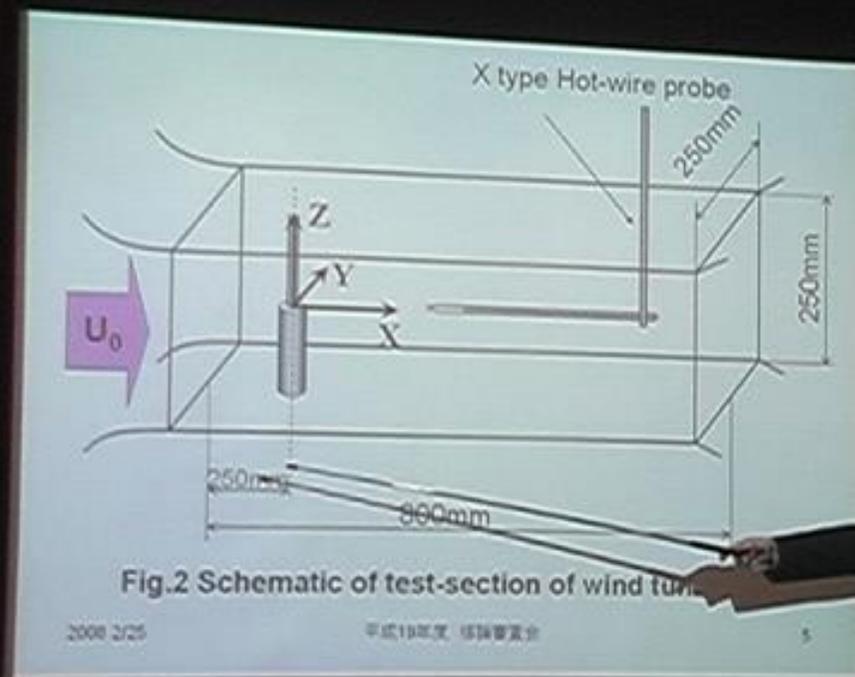
1. はじめに

背景

- ・風環境中によく見られる円柱構造物
- ・多くの円柱構造物は軸方向に径が変化
- ・直円柱とは異なり渦糸は変形を受ける

目的

- ・円柱中央で径の変わる径違い円柱を用いて、段により渦糸がどのように変形され、伴流へどのような影響を与えるかを調べる



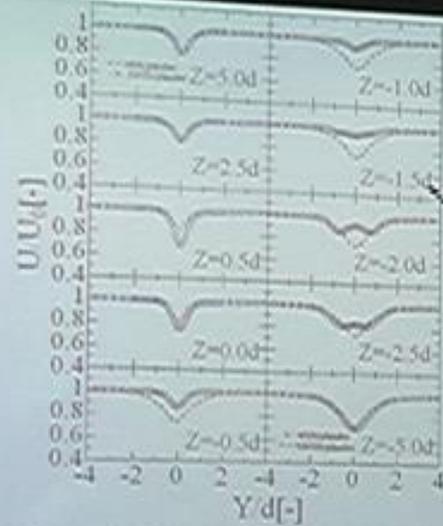


Fig.3 Mean velocity at $X=5d(X=12.5d)$ of 4/10cylinder

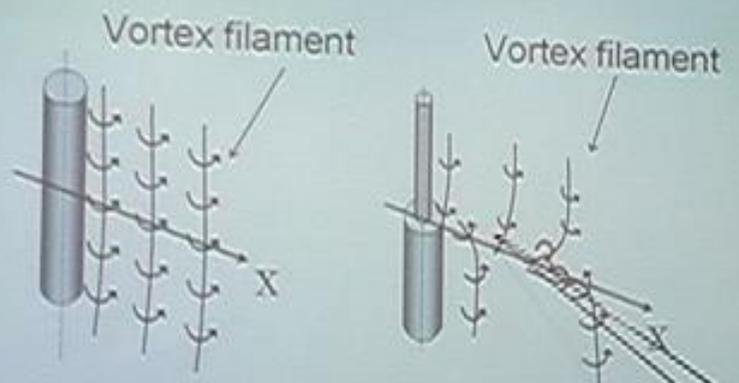


Fig.6 Models of vortex filaments

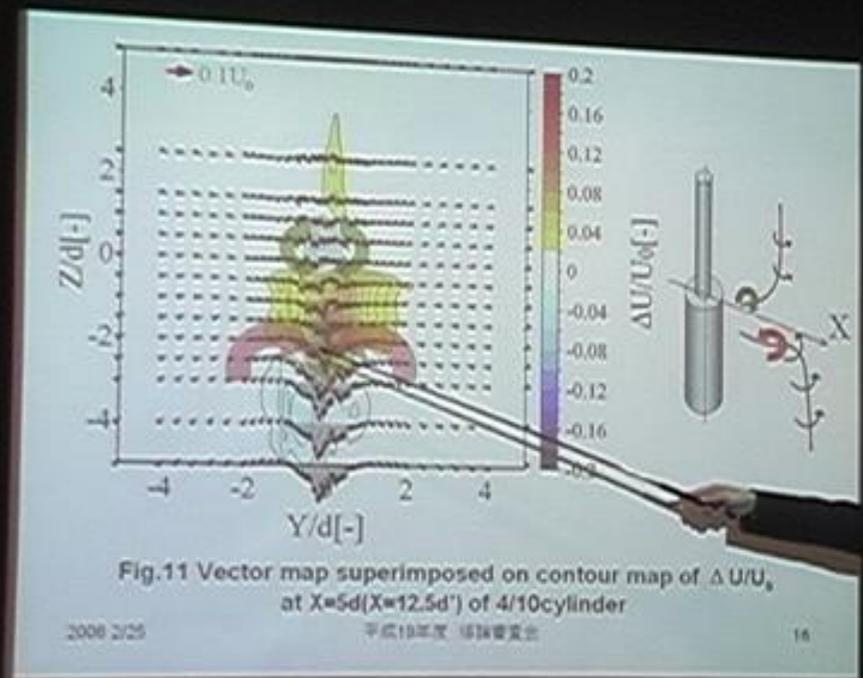


Fig.11 Vector map superimposed on contour map of $\Delta U/U_0$ at $X=5d(X=12.5d')$ of 4/10cylinder

4. まとめ

1. 直円柱と異なり不連続面の x 側で外向き、 y 側で中心向きの流れが強くなる箇所が存在し、縦渦の作る中心向きの流れが支配的となる。
2. U、V及び、Wから、本研究で提案した渦糸モデルの妥当性を説明できる。
3. x 側の縦渦の存在は $X=5d$ 以降ほとんど見えなくなるが、 y 側の縦渦は外側へ広がり、下方へ移動しながら下流発達する。