

研究テーマ：境界層遷移におよぼす横流れの影響

当研究室では小さな人工的攪乱ジェットによって層流境界層内に生成した斑点が乱流斑点へ遷移していく過程を斑点内の速度場の詳細な計測から調べた。斑点内の瞬時速度変動の振幅や位相に不規則性が局所的に現れることを明らかにした。斑点内の速度場が主に、壁面垂直方向流れによって主流方向の運動量が運ばれることによって形成される。しかし、主流方向の瞬時速度波形に不規則性が現れても壁面垂直方向の流れがほとんど生じていない位置があった。この瞬時速度波形に生じた不規則性が横流れによる影響ではないかと考えている。このような不規則性が生じて以降、斑点の崩壊が急速に進むことから横流れが乱流斑点遷移に重要な役割を担うと思われる。本研究は、斑点内の横方向の流れに着目し、乱流斑点遷移過程における横方向流れの影響を調べることを目的としている。

実験装置および方法

実験は図 1 に示す回流型の低乱風洞で行った。平板前縁から 750mm 下流の直径 1mm の小孔から噴出速度 $U_j=0.8U_0$ のジェットを噴出し、層流境界層に初期攪乱を与えた。先行する斑点の影響を受けることなく、それぞれが単独の斑点として扱うことができるようにジェットの噴出間隔は 250msec とし、繰返し噴出させた。境界層の主流方向、横方向速度分布の測定は、新たに製作した境界層の厚さ方向の間隔が 0.14mm の X 型熱線プローブを使用した。実験時の排除厚さレイノルズ数 $R_{\delta^*}=990$ で一定である。

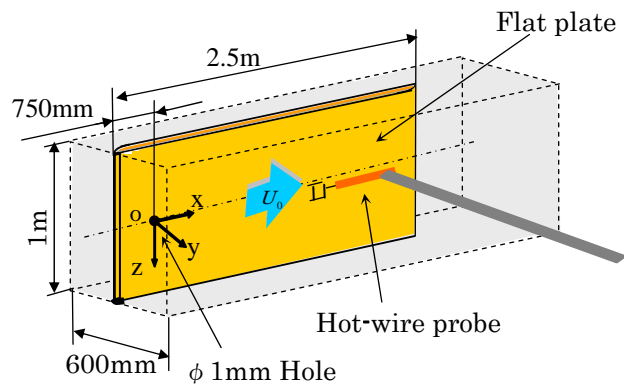


図 1 平板と X 型熱線風速計

実験結果

瞬時速度波形の振幅に不規則性が現れた $y/\delta=0.44$ になると、図 2 に示すように $\Delta U_{\text{mean}}/U_0$ の速度分布は $T=0.036\text{sec}$ から 0.054sec にかけて壁面近傍の $y/\delta=0.20$ よりも強く、斑点内部で高速領域と低速領域が互いに入り組むように速度分布の横方向への歪が生じていることがわかる。対応する W_{mean}/U_0 の等値線図には壁面近傍と同様に、 $\Delta U_{\text{mean}}/U_0$ の速度分布が斑点中央 ($z=0\text{mm}$) 方向に歪められている領域 ($T=0.037\text{sec}$, $z<4\text{mm}$) では斑点の中心に向かう横流れ ($W_{\text{mean}} < 0$) が、その背後の $\Delta U_{\text{mean}}/U_0$ の速度分布が斑点の外縁方向に歪められている領域では外向きの横流れ ($W_{\text{mean}} > 0$) が生じており、この断面においても斑点内部で生じた速度場の横方向への歪みが W_{mean} に起因することが明らかとなった。

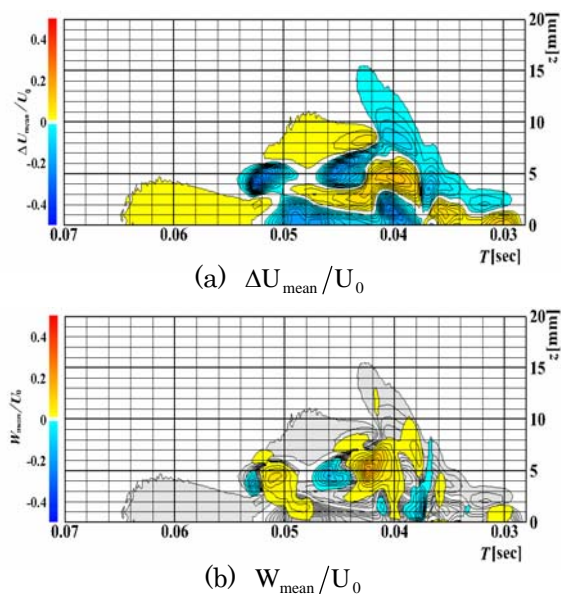
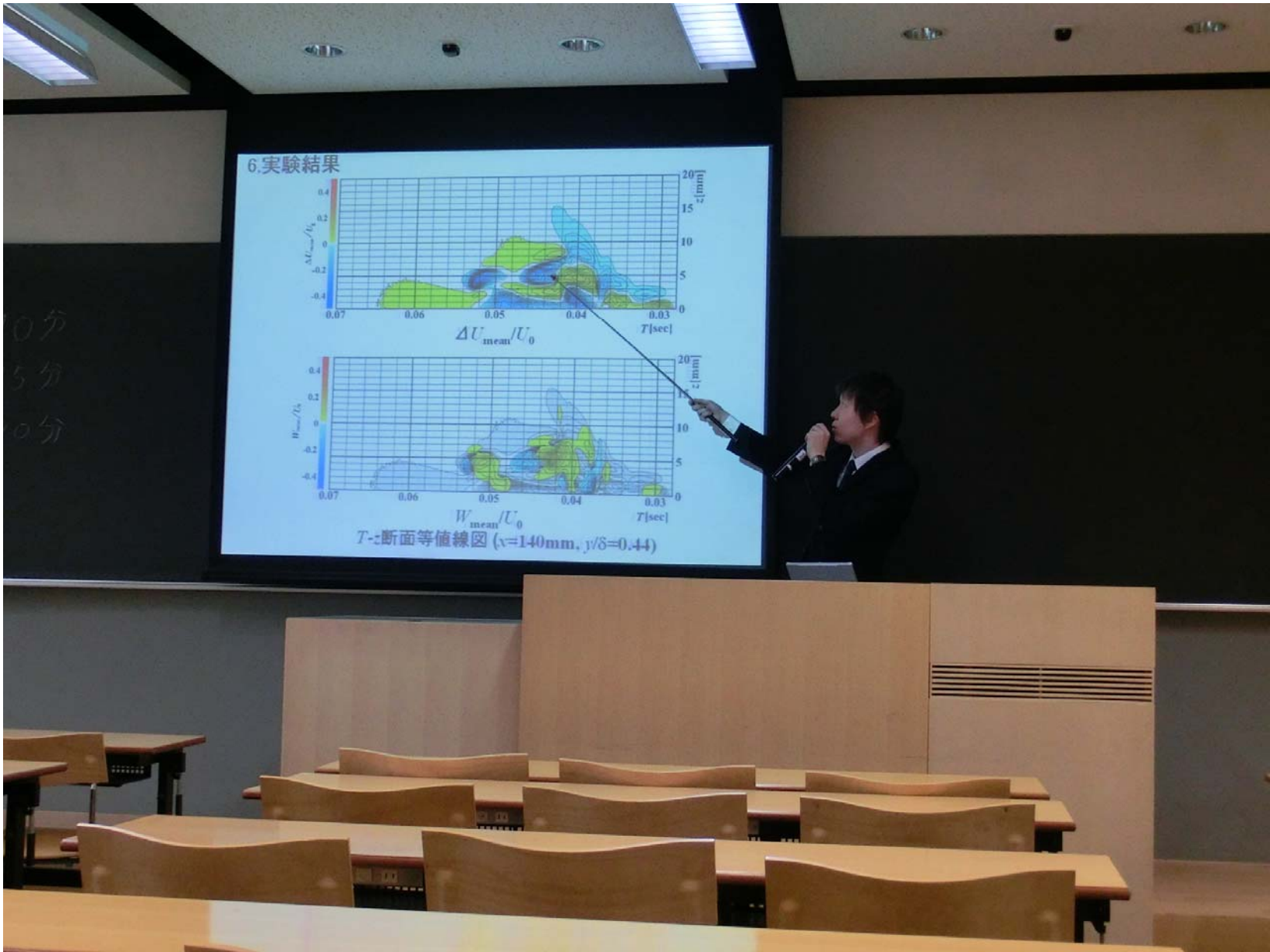
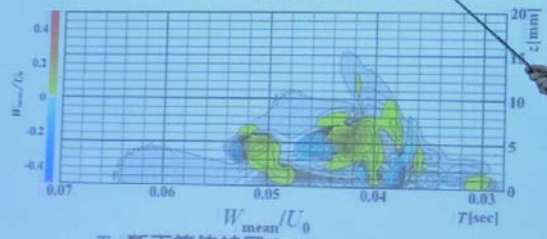
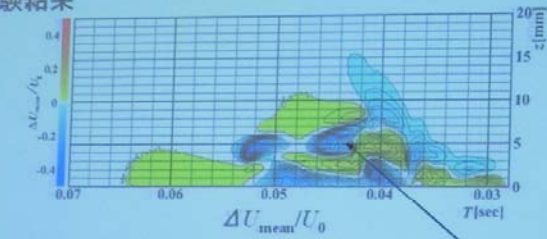


図 2 主流方向と横方向の速度の等値線 $X=140\text{mm}$, $y/\delta=0.44$



6.実験結果



T - z 断面等値線図 ($x=140\text{mm}$, $y/\delta=0.44$)

0分
5分
0分

研究テーマ: マイクロ圧力センサーによる平板表面上の圧力測定

約 $10^4 \sim 10^5$ のレイノルズ数領域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ためには、市販の圧力センサーでは測定レンジが 5[kPa]程度と大きく、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。本研究は、図 1 に示す厚さ 0.5[mm]、長さ 13[mm]、幅 5[mm]そしてダイアフラム直径 3.5[mm]および厚み約 10[μ m]の翼実装に向けての最終段階のセンサーの製作および静的および動的出力特性を実験的に調べることを目的としている。



図 1 マイクロ圧力センサー

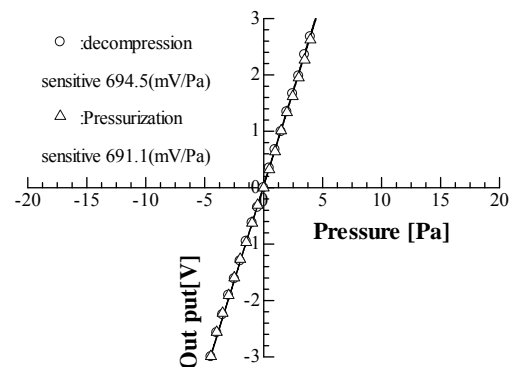


図 2 静特性

マイクロ圧力センサーの静特性実験

厚み 10 μ m のダイアフラム上のピエゾ抵抗に 10mA の電流を供給し、 ± 20 Pa の圧力を印加したときのセンサーの出力感度を示す。

691mV/Pa と十分な静的感度を示した。

マイクロ圧力センサーの動数特性実験

100Hz から 1.4kHz まではラウドスピーカによる圧力変動を与え、100Hz 以下は、加速度を一定とした加振器による強制振動を与えて、実験を行った。どちらの方法も 100[Hz]のときにセンサーが 0.5[Pa]相当の感度を示すように設定した。図 3 に示すように、800Hz までフラットな特性を示した。

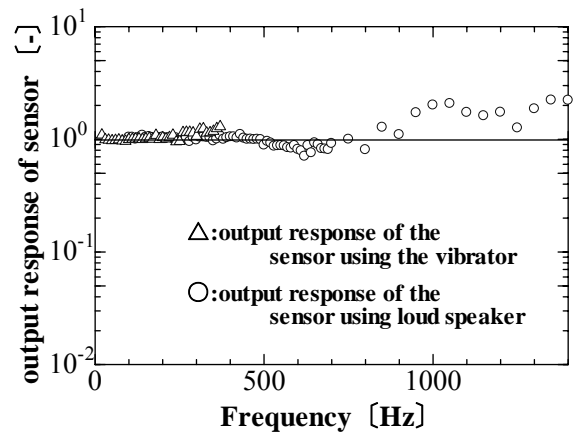


図 3 動特性

平板翼面上の圧力測定

図 4 はコード長 50mm、スパン長 218mm の平板翼のスパン中心の前縁から 85%コード長に取り付けたセンサーによって測定された圧力係数 C_p である。迎角 α は連続的に変化させた。赤線の C_p の時間変化は、黒線で示した熱線出力と同じ変化を示し、 $\alpha=5^\circ$ 付近で生じる剥離現象をうまくとらえている。このときのレイノルズは 30,000 で予定より 1 桁大きい。原因は図 2 で示した静的感度よりも下がったためであり、調査中である。

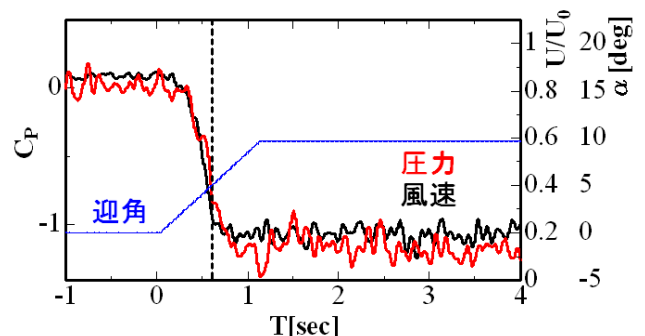
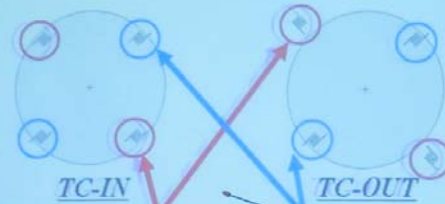


図 4 平板翼表面の圧力測定

3. 原理及びセンサー形状



温度補償用素子(TC)の位置
・TC-INはダイアフラムの周方向に向け90%に配置
・TC-OUTは応力を受けないダイアフラムの外に配置

測定用素子の位置
ダイアフラムの外方向に向け90%に配置

Arrangements of the piezoresistance

研究テーマ: 垂直軸風車モデルまわりの速度場について

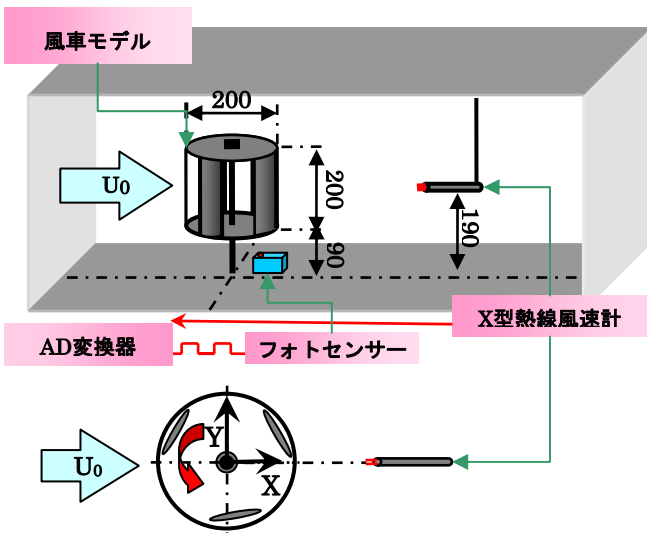


図 1 実験装置概略

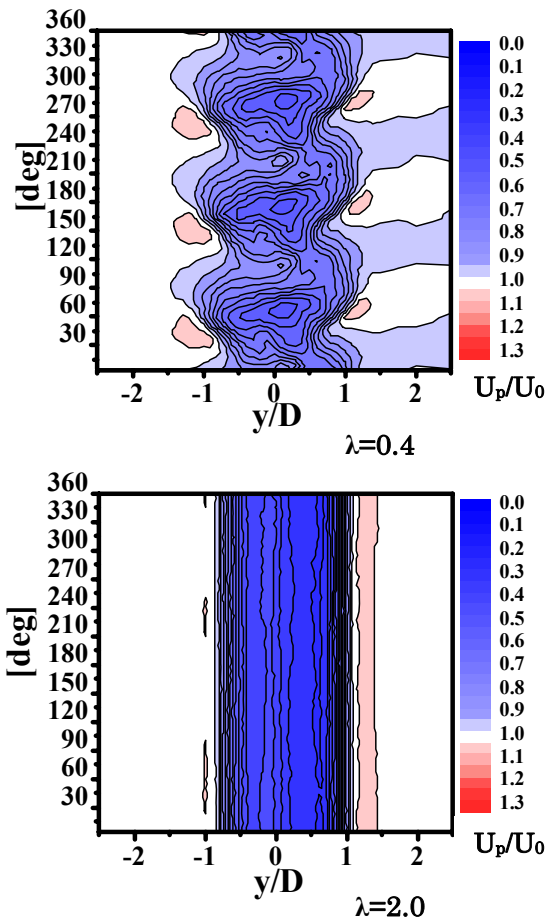


図 2 風車後流の速度場(集合平均)

垂直軸風車は、風の指向性が小さいため、小型であれば街中での立地も十分可能であり設置場所を問わない。これまでの研究は、垂直軸風車ブレードの空力的特性の向上に関するものが多く、発電効率を上げることを主眼としていた。したがって、回転体としての風車のまわりの風環境が大きく変わるという問題は見過ごされているようである。本研究は、風車効率と風車まわりの速度場との関連性を明らかにするために行われた。

実験は 2m×2m×5.3mの測定部をもつ大型低速風洞で行われた。風車後流の速度場は X 型熱線風速計を用いて主流速度 $U_0=5.0\text{m/s}$ 一定のもと、周速比のみ変えて行われた。(図 1)

図 2 は風車中心軸から下流 400mm における主流方向の集合平均速度 U_p/U_0 の等値線である。低周速比 $\lambda=0.4$ ではブレード枚数 3 枚に関連した周期性が見られるが、高周速比 $\lambda=2.0$ では周期性が消えている。

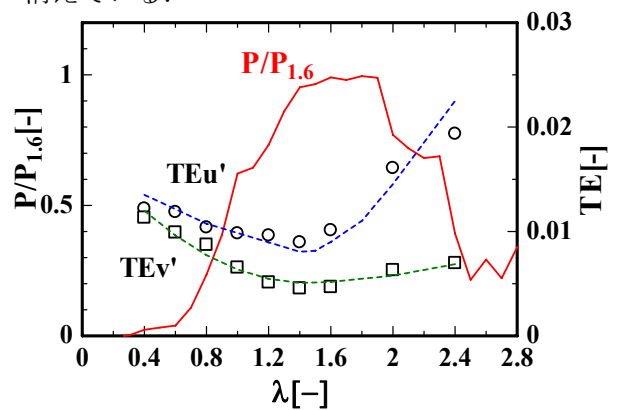
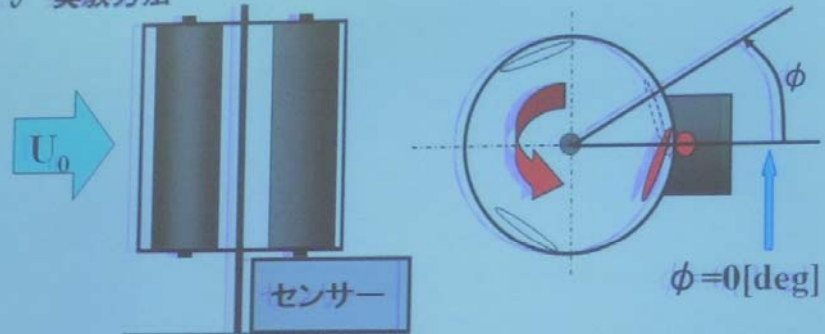


図 3 風車軸出力と変動エネルギーの積分量

風車効率と後流の流れ場の関係を見るために、軸出力 $P(\lambda=1.6$ の出力 $P_{1.6}$ で無次元化)と変動エネルギーの積分値を周速比 λ に対して調べた。 $\lambda \approx 1.4$ において軸出力が最大となり、変動エネルギーが最小値をとった。これら結果は、最大効率での運転が風環境への負荷も小さくなることを示している。

3 実験方法



Trigger point of AD convert

測定は $\phi = 0$ [deg] ~ 360 [deg] まで 0.125 [deg] 間隔で 256 組のデータをサンプルする. これを基に, 時間平均速度, 位相平均速度を算出する.