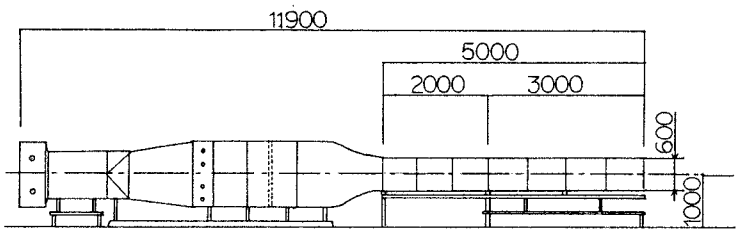
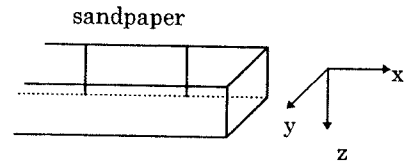
第Ⅰ部門　　圧力勾配、境界形状が粗面境界層特性に及ぼす影響

神大工学部　正員　　中山　昭彦
神大工学部　学員　○吉良　貴紀

1　はじめに

自然地形など一般的な任意の粗面乱流の数値計算には、一般的に適応できる境界法則が必要である。そこでサンドペーパーを用いた粗面に発達する乱流層の特性が圧力勾配や境界形状の変化により、どのように影響されるかを熱線風速計を用いた風洞実験により調べた。その結果を平面粗面における既存の研究結果との関係を比較し、解析を行う。

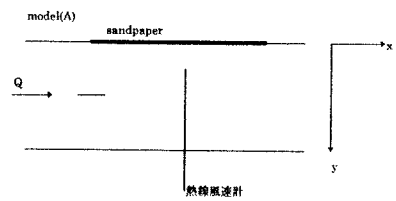




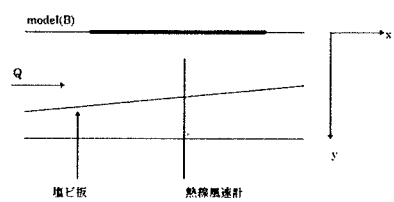
図－１

2　実験方法及び装置

本実験で用いた風洞はエッフェル型オープンサーキット境界層型風洞で測定風洞断面は60×60cm、長さは5mである。風洞内の座標は図－１のように定めた。装置についてはx-z平面にサンドペーパー（40）を貼り付けた平面粗面モデルA（図－２ａ）と，その対面に圧力勾配を生じさせるために塩化ビニル平板を設置したモデルB（図－２ｂ）の２種類において、２次元x型ホットワイヤー[1]を用いて計測を実行した。今回の実験では２次元x型熱線風速計を使用するため、x，y，z，の３成分のうち２成分しか測定できない。故に、熱線風速計の瞬時出力は１kHzの速さでサンプル、デジタル変換され、パーソナルコンピューターにとりこまれる。このデータはあらかじめ求められている検定係数を用い即時モデルの流下方向瞬時流速成分ｕと、高さ方向瞬時流速ｖに変換される。１測定につき7568個の瞬時流速データは統計処理され、平均流速、レイノルズ応力が算出される。



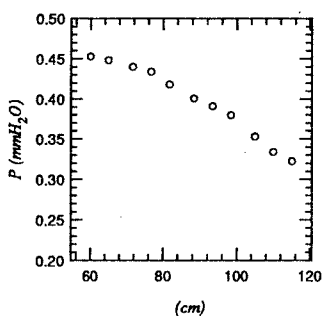
図－２ａ



図－２ｂ

3　計測結果

圧力勾配は図－３のようになっている。この図でx軸はサンドペーパーの始点からの距離でｙ軸は大気圧との差である。モデルAでの圧力はほぼ一定であったがモデルBでの圧力分布は図－３に示してあるように減少している順圧勾配となっている。



図－３

talanori KIRA, akihiko NAKAYAMA

計測点は流下方向にモデルＡの場合は３測線、位置はサンドペーパーの始点から 60cm, 85cm, 110cm をとりそれぞれ、st1, st2, st3 としモデルＢの場合は４測線、位置は 60cm, 76.7cm, 93.4cm, 110cm をとりそれぞれ st4, st5, st6, st7 としている。この結果をもとに摩擦速度ｕ'を対数分布則[3]により求め、速度、距離、レイノルズ応力を無次元化する。この結果が図－４と図－５である。圧力勾配の程度を示すため

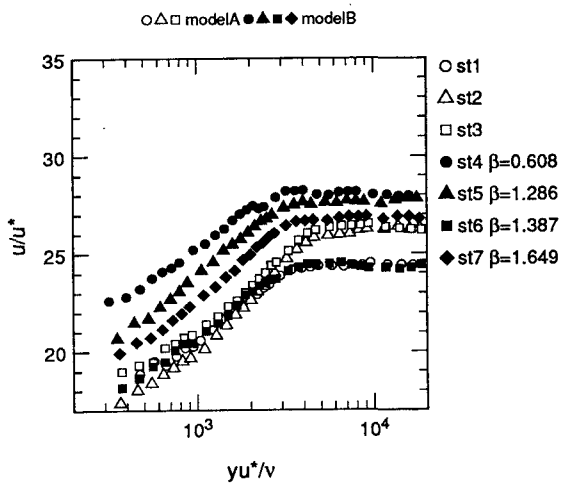
$$\beta = \frac{\delta^*}{u^{*2}} * \frac{d(p/\rho)}{dx}$$

で定義される圧力勾配パラメーターβの値の変化を図－６に示してある。図から分かるように圧力勾配は平衡ではないが変化は大きくない。

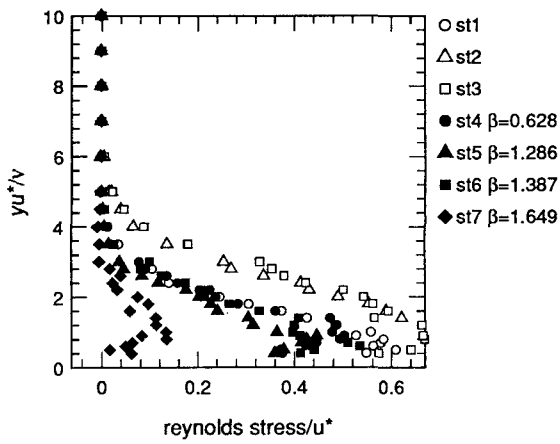
４　考察と課題

図－４より速度分布においては、圧力勾配が生じるとモデルＡの場合のグラフがそのまま平行移動していることがわかる。さらに、圧力勾配の違いを圧力勾配パラメーターβにより考えると、βの値が大きくなるとｕ／ｕ'の切片が小さくなると推測される。図－５よりレイノルズ応力の分布においては、モデルＡも，モデルＢもほぼ、同様な挙動を現している。st7 だけ他の測線と違っているのは、上流側の圧力勾配やその地点の圧力勾配が変極点になっているためにβの値を過大評価しているためと思われる。

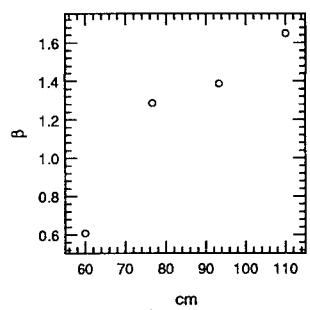
今後の課題として、計測点の細分化と、下流域での上流域の影響の大きさの調査、また今回は順圧勾配であったので逆圧勾配の測定結果との比較も必要だと思われる。さらに、今回平面粗面で実験していたが粗面の形状が変化した場合の実験が今後の大きな課題である。



図－４



図－５



図－６

参考文献

1）宮里　剛：風洞実験による傾斜地乱流特性の評価、神大工学部卒業論文、1995。

2) Raupach. M. R, Antonia. R. A, and Rajagopalan. S: Raugh-wall turblent boundary layers, Applied Mecanics Review, Vol. 44, pp. 1-25, 1991.

3) Tuncer Cebeci, A. M. O. Smith: Equilibrium Boundary Layers, Analisis of Turblent Boundary Layers, pp. 122-123, 1974.