

神戸大学工学部

学生員○ 霜永勝之

神戸大学大学院自然科学研究科 正会員

中山昭彦

1. 序論

急峻な山を越える流れを評価することは、構造物の風荷重評価、大気汚染物質の拡散、航空機の安全性などの問題を考える上で非常に重要である。しかし、山の後流域での流れ場の形態、山の形状が流れ場に与える影響はいまだに十分に明かされていない。そこで本研究では、急峻な山を想定した最大傾斜角 25 度の 2 次元モデル山を過ぎる境界層を測定した。急峻な山を越える流れは剥離しており逆流を伴うので、逆流の計測が可能なスプリットフィルムを用いて平均風速と風速変動の測定を試みた。また横田¹⁾による x 型プローブを用いた実験データとの比較を行った。

2. 実験装置

以下に本研究で使用した 2 次元モデル山の概略図を示す。

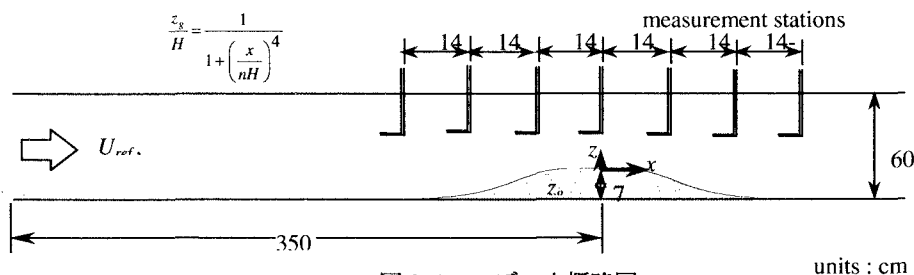


図 2.1 モデル山概略図

units : cm

座標の取り方として x 座標については山の頂上の x 座標を 0 として流下方向を正とする。山の頂上の高さを H とすると、 $x/H = -6, -4, -2, 0, 2, 4, 6$ の 7 断面について計測を行った。 z 座標はモデル山表面からの距離とし、上流での基準速度 U_{ref} は約 2.8 (m/s) に設定し、 H と U_{ref} を基にするレイノルズ数が約 13000 での実験を行った。

3. データ解析

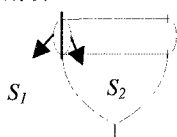


図 3.1 スプリットフィルム概略図

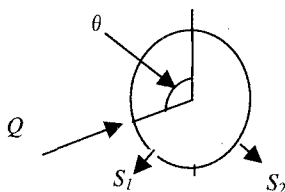
図 3.2 流れ方向 θ の定義

図 3.1 にスプリットフィルムの概略図を示す。スプリットフィルムの S_1 , S_2 の出力を E_1 , E_2 , Q を風速とすると、これらには流れ方向に依らず

$$E_1^2 + E_2^2 = A Q^{0.45} + B \quad (1)$$

の関係がある。図 3.2 のように流れ方向 θ を定義すると、流れがセンサーにあたる角度 $\theta = 0$ (パターン 1), $\pi/2$ (パターン 2), $-\pi/2$ (パターン 3) の 3 パターンでキャリブレーションを行なった。パターン 1 で設定抵抗値の微調整をし、パターン 2, 3 で微調整された抵抗値でキャリブレーションを行なった。図 3.3 では、2 つのパターンのプロット点はほぼ同一直線上にのっており、式 (1) の精度が確認された。

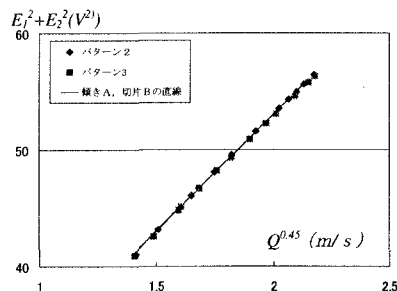


図 3.3 係数 A, B の決定

E_1, E_2 の流れ方向 θ の依存性については
 $\theta = \pi/2$ の時、 E_1 は最大、 E_2 は最小、
 $\theta = -\pi/2$ の時 E_1 は最小、 E_2 は最大となることより、
出力電圧 E は sin 曲線であらわされる。よって

$$E_1 - E_2 = \left(\frac{E_{1\max} - E_{1\min}}{2} + \frac{E_{2\max} - E_{2\min}}{2} \right) \sin \theta$$

$$= \left(\frac{E_1 - E_2}{2} (\theta = \pi/2) - \frac{E_1 - E_2}{2} (\theta = -\pi/2) \right) \sin \theta \quad (2)$$

と近似され、

カリブレーション、パターン 2、3 を利用して流速 Q と (2) の

関係を近似的に求める。これより、

$$\sin \theta = \frac{E_1 - E_2}{CQ + D}, \quad \theta = \sin^{-1} \left(\frac{E_1 - E_2}{CQ + D} \right) \quad (3)$$

となり、 θ を求める式になる。

4. 実験結果

ここで X 型プローブとスプリットフィルムの平均流速分布の計測結果を図 4 に示す。また $x/H=+4$ の地面近傍と地面から離れた計測点の U の変動を図 5.1、図 5.2 にそれぞれ示す。

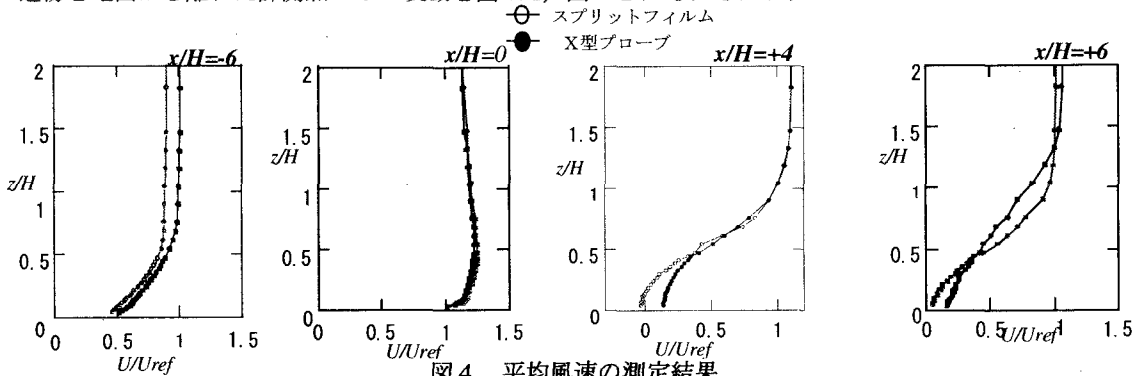


図 4 平均風速の測定結果

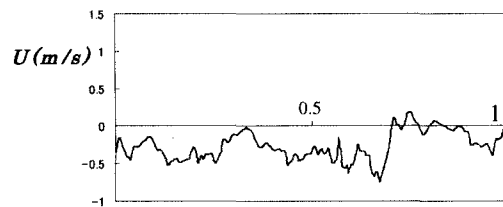


図 5.1 地面近傍での U の変動

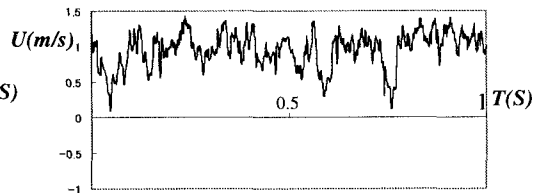


図 5.2 地面から離れた計測点での U の変動

5. おわりに

本研究では、スプリットフィルムによるデータ解析を行い X 型プローブの実験結果との比較を行ったが、測定断面 $x/H=+4$ の粗面近傍において逆流を計測した。しかし比較のグラフを見てみると、必ずしも精度の高い実験とは言い難い。今後はデータ解析にさらなる検討を加えて、より正確な実験を行い、乱流モデルの構築や既存の解析法の精度検証に役立てていくつもりである。

参考文献

- 1) 横田太作：粗面乱流境界層の特性とモデリング，神戸大学修士論文，p 24-25，2002