

超音波風速計による地上風の乱流特性

東海大学・海洋学部 正員 田中 博通
 東海大学・海洋学部 富 康
 東海大学・海洋学部 海老原 毅
 東海大学・海洋学部 西山 博人

1. はじめに

接地層内でも特に地表に近い領域は生活圏であり、その領域の風の特徴を把握することは構造物を建設する上からも重要である。接地層に関する総合的観測は、1968年カンザス州で行われたものがあるが有名であり、その観測結果から風速分布と温度分布の普遍関数が求められ、相似性の妥当性が検討された。

本研究は、多点風速計により風速分布と横相関係数を求め、さらに超音波風速計による3次元風速と温度、気圧を同時観測し解析することにより、微気象の乱流構造を解明することを目的としたものである。

2. 観測方法

多点風速計による自然風の鉛直方向の風速分布の測定は、1995年11月27日三保の海岸で行った。地上から高さ10mのポールに8本のセンサーを取り付けて連続測定した。サンプリング数は23768個/ch、サンプリング時間は5Hzである。測定は、午前1回(WAM1)、午後2回(WPM1, WPM2)行った。

また、超音波風速計による測定は、地上から9.8mの位置に超音波風速計、9.6mの位置に温度センサー、8.93mの位置に気圧計を取り付けて連続測定した。サンプリング数は16384個/ch、サンプリング時間は2Hzである。

3. 観測結果及び考察

(1) 風速分布について

図-1は $Z=10\text{m}$ における平均風速 u_0 で無次元化した風速分布である。WAM1, WPM1, WPM2の u_0 はそれぞれ3.25, 2.82, 5.29m/sである。 Z が3m以下ではほぼ対数則となり、それ以上の高さではほぼ一定な平均風速となっている。この分布より、風速に関係なく地表から3m位の高さまでが境界層となっていることがわかる。

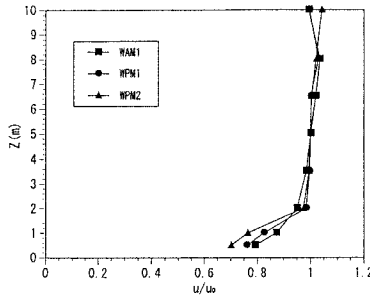


図-1 平均風速分布 (u/u_0)

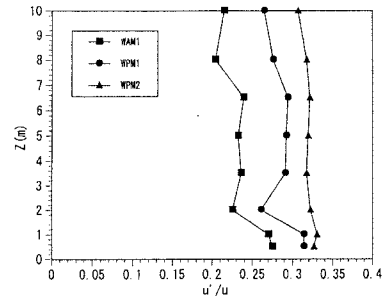


図-2 乱れ強さの分布 (u'/u)

図-2は場所的な平均風速 u で無次元化した乱れ強さ u' の分布である。境界層内では、地表の影響で乱れ強さは若干大きい、高さが増すに連れやや減少する傾向がある。

図-3, 4, 5はそれぞれWAM1, WPM1, WPM2の横相関係数 $C(r)$ の分布である。距離 r の絶対値が増加するにつれ減少する傾向があるが、WAM1において $r=9.5\text{m}$ でも $C=0.6$ 以上あり、WPM1, WPM2ではさらに相関が大きい結果となった。これより、自然風のスケールは地表付近でもかなり大きいものと考えられる。

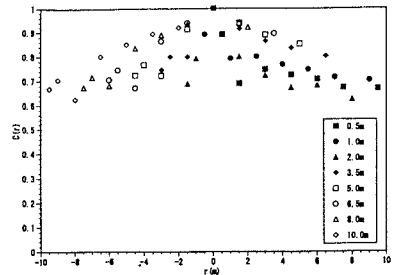


図-3 横相関係数 (WAM1)

また、 u'/u が大きいほど横相関係数も大きくなる傾向がある。

(2) 3次元風速、気温、気圧の連続観測結果について

図-6, 7, 8, 9はそれぞれ $T=0 \sim 4500 \text{ sec}$ までの水平風速 (u)、鉛直風速 (w)、気温 (T)、気圧 (p) の時系列である。この観測時、風向は概ねSからW方向であった。水平風速には様々な周期成分があるが、 $T=300 \sim 400 \text{ sec}$ の周期性が見られる。これは、図-10のスペクトルからもわかる。鉛直風速は、水平風速の変動と気圧変動に微妙に関係している。また、水平風速が増加するときに気圧が増加する傾向があり、風速変動は局所的な気圧変動と関係しているといえる。

図-10のスペクトルはトレンドを除去した風速変動から求めたものである。低周波領域には卓越周期が存在し、慣性小領域においては $-5/3$ 乗則で減少していることがわかる。

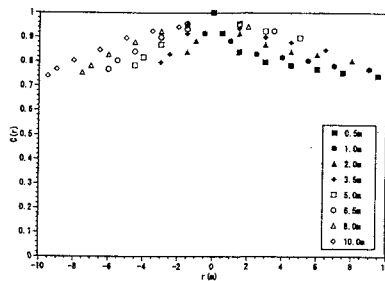


図-4 横相関係数 (WPM1)

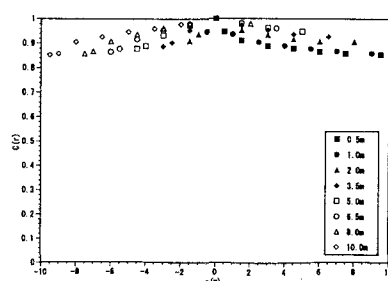


図-5 横相関係数 (WPM2)

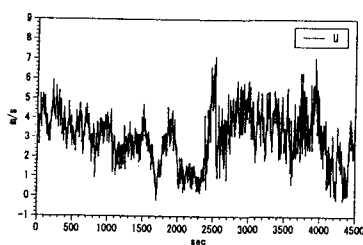


図-6 水平風速の時系列

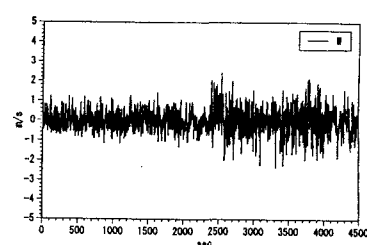


図-7 鉛直風速の時系列

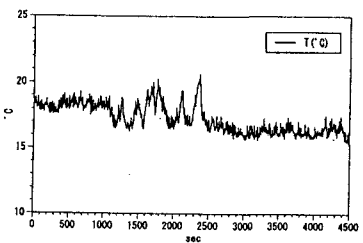


図-8 気温の時系列

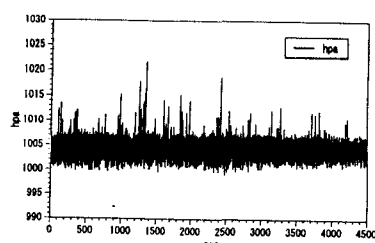


図-9 気圧の時系列

4. おわりに

今回は、1995年度の観測データを基に報告した。その結果、微気象領域の風速の変動は気温・気圧の局所的な変動と関係していることがわかった。現在、今年度のデータを解析中であるので、その結果は発表時に報告する。

最後に、本研究を行うに当たり協力してくれた東海大学海洋学部学生諸氏に感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 竹内・近藤：大気科学講座 1 - 地表に近い大気，東京大学出版会，1990。
- 2) J.C. Kaimal (光田・山田 訳)：微細気象学 大気境界層の構造と観測，技報堂出版，1993。

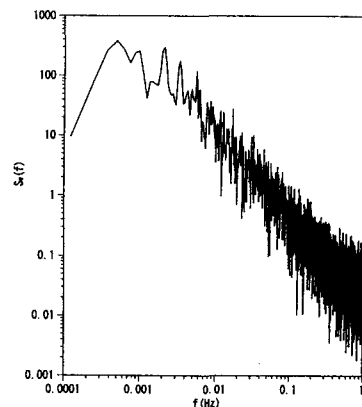


図-10 水平風速変動のスペクトル