

自然風の乱流特性について

東海大学海洋学部 正員 田中 博通
 東海大学海洋学部 ○野上 郁雄
 東海大学海洋学部 永倉 健二郎

1. はじめに

微気象領域の自然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。今までに、接地層に関する総合的観測等も行われ、風速分布と温度分布の普遍関数が求められている。しかし、自然風はその時々気象条件により風速や周期が異なり、かなり複雑な様相を呈している。

そこで本研究は、超音波風速計による3次元風速と気温、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

超音波風速計による自然風の水平・鉛直方向風速の測定は、1997年8月26日、10月28日の2回、三保の海岸で行った。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。測定は、午前1回(WAM1)、午後2回(WPM1, WPM2)それぞれ行った。

3. 観測結果及び考察

(1) 風速、温度、気圧の時系列

図-1 から図-5 はそれぞれ 1997 年 8 月 26 日 11:00 ~ 13:30 に測定した水平方向風速、水平方向の風速ベクトル、鉛直方向風速、気温、気圧の時系列である。

水平方向風速は午前から午後になるにつれ風速が増加し、その平均風速は直線的なトレンドが見られる。また、平均風速が増加するにつれ風速変動が増加していることがわかる。風向は測定期間中、南東から南南西に変化した。

鉛直方向風速は0付近で変化しており、このときの平均風速は $W = 0.26\text{m/s}$ となった。夏特有の上場流が見られる。なお、10月28日に測定した鉛直風速は $W = -0.05 \sim -0.04\text{m/s}$ となり、若干の下降流となった。鉛直方向風速の乱れ強さは、水平方向風速の乱れ強さの約1/2となった。気温は測定期間中 28°C 付近で変動しており、その気温変動は鉛直方向風速の変動と関係があることがわかる。

気圧は 1012hpa 付近で変動しており、その変動幅は約 0.4hpa とかなり小さい値となった。

(2) 平均風速と風速変動との関係

図-6 は水平方向の平均風速 V と乱れ強さ V' との関係である。この図には過去3年間の測定から得られた結果も併記してある。¹⁾ これから平均風速が増加するにつれ乱れ強さ

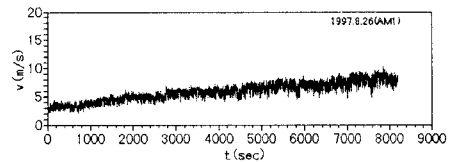


図-1 水平風速の時系列

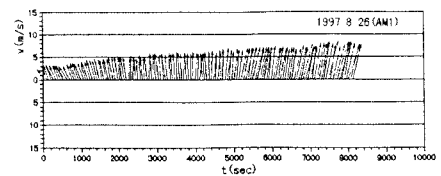


図-2 水平風速のベクトル

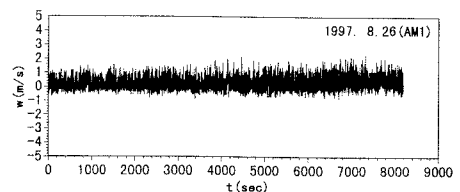


図-3 鉛直風速の時系列

も増加する傾向があり、その増加率は平均風速が大きくなるほど多少小さくなった。

図-7は水平方向の平均風速 V と鉛直方向風速の乱れ強さ W' との関係である。この図にも過去3年間の測定結果から得られた値を併記してある。 $V < 6\text{m/s}$ においてはばらつきがあるものの、平均風速が増加すると乱れ強さも増加する傾向が見られる。

乱れ強さは、前述したようにほぼどの測定値も鉛直方向の値が水平方向の値の $1/2$ となり、その増加率も同様に約 $1/2$ となった。

(3) 風速変動スペクトル

図-8は水平方向風速変動のスペクトルである。高周波に行くにつれエネルギーレベルが減少し、高周波側の慣性小領域では $-5/3$ 乗則で減少している。また、卓越周波数の周期は約8分となった。

図-9は鉛直方向風速変動のスペクトルである。水平方向風速のスペクトルと比べエネルギーレベルの減少割合が小さく、低周波側にいくつかの卓越周波数が見られる。また、夏期日中の鉛直方向風速は地面温度の上昇より様々なスケールの乱れが発生しているものと考えられ、その影響が低周波側のスペクトル形状に現れている。

また、低周波側において水平方向と鉛直方向の風速変動スペクトルの卓越周波数が一致するものもある。

4. おわりに

今回は1997年の観測データを基に考察した。風速の乱れ強さは水平方向の平均風速と関係があり、平均風速が増加するとともに乱れ強さは増加する傾向がある。また水平方向の風速変動スペクトルと鉛直方向の風速変動スペクトルは異なった形状となり、鉛直方向の方が減衰が小さい。

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) 田中・富・海老原・西山：超音波風速計による地上風の乱流特性、平成8年度研究発表会講演概要集、土木学会中部支部、pp.393～394、1997

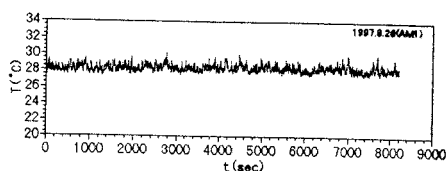


図-4 気温の時系列

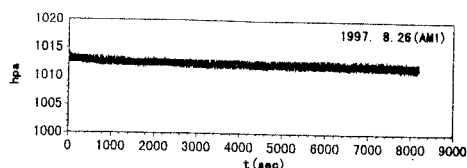


図-5 気圧の時系列

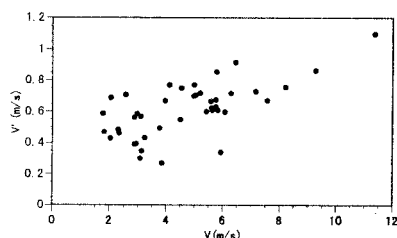


図-6 V' と V との関係

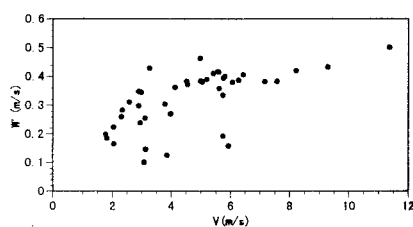


図-7 W' と V との関係

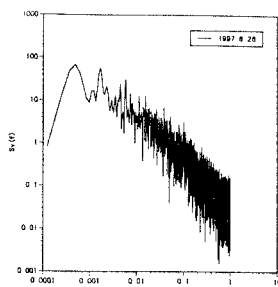


図-8 水平風速変動スペクトル

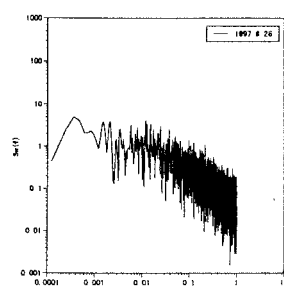


図-9 鉛直風速変動スペクトル