

磁気テープレコーダを内蔵した 係留気球用大気乱流測定ゾンデ*

林 正 康** 横 山 長 之**
吉 門 洋** 根 本 陽***

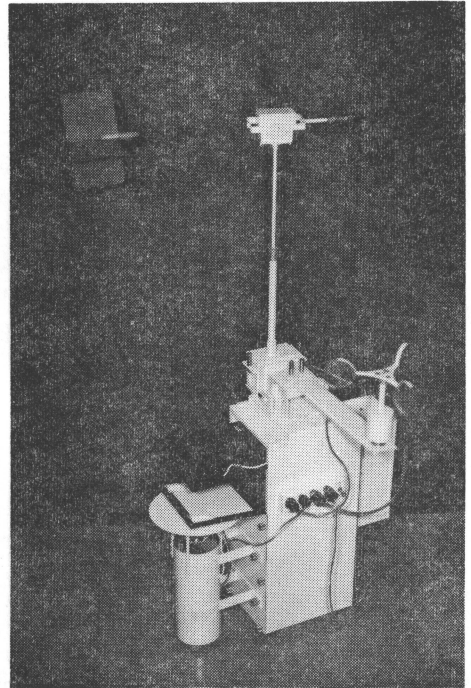
1. まえがき

大気拡散と気象条件との関連を調べる事を目的に、公害資源研究所では従来より、係留気球に、気象観測用測器を搭載して、地上から約1,000mまでの大気の乱流構造を調査してきた。この方法は、単に大気拡散のみならず、大気境界層の構造、輸送過程を研究するために、ひろく応用される可能性がある。

風速、気温、湿度の平均的な場を測定するために、これらの平均値を時分割で地上に無線で送信する実用的な測器が、既に開発された^{1,2)}。大気の乱れを測定する測器として、いくつか試作をおこなってきたが、今回、これらを改良した測器を開発したので、ここに報告する。

2. 機器の構造

本機の構造は本質的には、横山(1969)が報告したものと大差ない。電源、データ変換部等を内蔵した本体に乱流の検出器を取り付け、気球の糸目にジンバルで吊り下げる³⁾。検出部としては、風速を3杯式小型風杯型風速計で、風向を2方向矢羽根式風向計とコンパスで、気温を通風式白金抵抗温度計で測定する。これらの信号を、ゾンデ内でIRIG規格の副搬送波発振器を用いて混合する。地上に信号を送るのに、同軸ケーブルを用いる方法は、ワイヤーケーブルを用いるため、気球操作が困難であり、空中電荷により、時には危険である。従来の試作型は、この混合した信号を、気象援助局用の404・5MHzを用いて、地上に無線で送信していた。この方法は、電波法に記載されてなく、実験局として2年間の期限付で臨時に許可されていた(現在移動局として申請中)。この無線による方法は、ともしれば、空中で



Pic. 1 The boundary layer package for turbulence measurement. The recording system is set at the top of the inside of body.

電波障害を受けることがある。このため、今回用いた方法は、送信機の代わりに、カセット式小型テープレコーダー(SONY TC-1000B)を内蔵し、上空で録音し、地上で回収、再生する方法を採用した。

装置及びデータ処理システムを、ブロック・ダイアグラムで図1に示す。ゾンデ全体を写真1で示す。各センサは本体に取付式で、記録器は本体上部に内蔵される。電源はドライフットPCバッテリー3Aを5個使用し、容量は0.9AHである。約3時間の連続測定が可能であるが、片道45分のテープを使用するため、観測時間は約40分である。測器の全重量は9.2kgで、電池が1.6kg、

* A Boundary Layer Package with Tape Recording System Inside.

** M. Hayashi, O. Yokoyama, H. Yoshikado, 公害資源研究所

*** K. Nemoto, 明星電気(株)

—1973年12月1日受理—

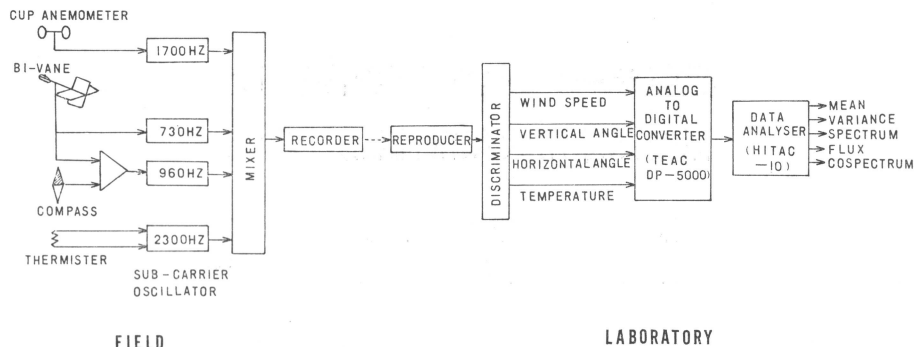
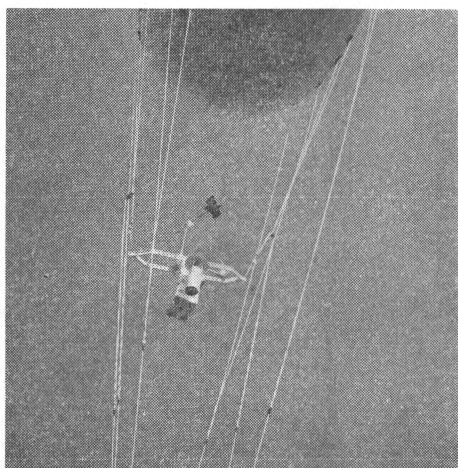


Fig. 1 EDPS of the turbulence sonde.



Pic. 2 The boundary layer package with a 50m³ captive balloon.

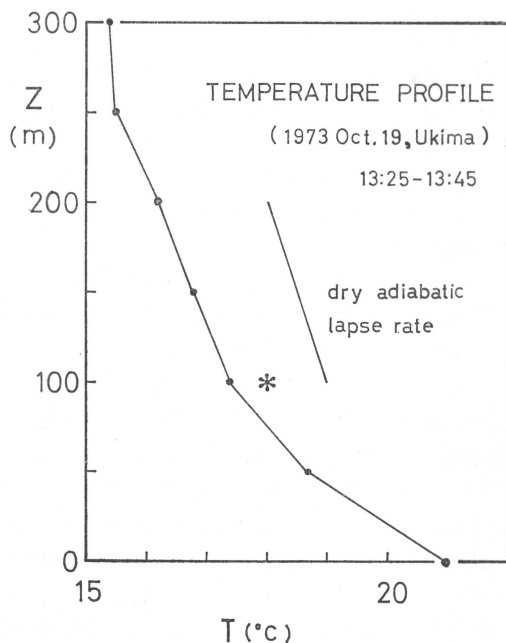


Fig. 3 Temperature Profile obtained from the sounding of mean value sonde before the measurement by turbulence sonde.

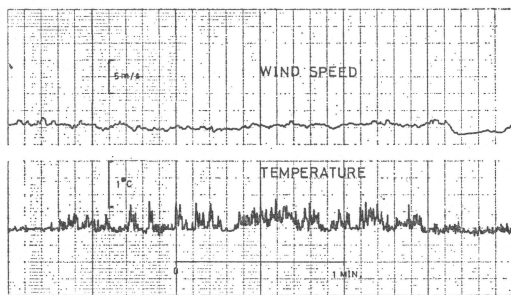


Fig. 2 Time domain traces of wind speed and temperature fluctuations.

40分である。測器の全重量は9.2kgで、電池が1.6kg、記録器が0.9kgを占めている。係留気球としては取り扱いの便利さを考慮して、約50m³程度の軟式液滴型気球を用いる。従って、測器もなるべく軽くしなければならぬ。

3. 測定の1例

測定例を図2に示す。上段は風速、下段は気温の記録

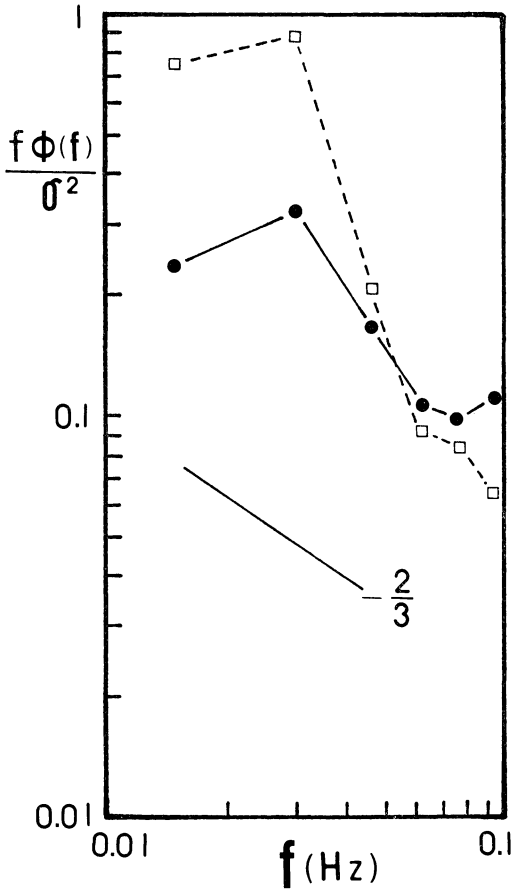


Fig. 4 Normalized temperature (●) and wind speed spectra (□) at 100m altitude. The straight line has a slope of $-2/3$ corresponding to the $-5/3$ Kolmogoroff law.

である。風速の測定範囲は $0 \sim 16\text{m/s}$ 、気温は3段切換えで、 $-10 \sim 40^\circ\text{C}$ である。ここに示した例は、1973年10月19日、公害資源研究所浮間分室構内で、15時07分から30分間、高度100mで、測定したもの的一部分である。また、T-3型平均値ゾンデで測定した気温の鉛直分布を図3に示す。測定は、13時25分から45分にかけて、乱流観測に先立っておこなわれた。地上付近では強い不安定で、上空に行くに従って中立状態に変化する。これは、晴れた日中に観測される典型的な気温の鉛直分布で

ある。このような時、地表付近で熱せられた空気は、いわゆるサーマルとなって上昇する。図2の気温のトレースに、サーマルが通過した様子が現われている。

実験室内で再生し、アナログ-デジタル変換 (TEAC DP-5000) した後、小型電子計算機 (HITAC-10) を用いて、15時11分から9分間のデータを解析した。平均風速 $U=1.0\text{m/s}$ 、 $\sigma_u=0.73\text{m/s}$ 、平均気温 $T=18^\circ\text{C}$ 、 $\sigma_T=0.11^\circ\text{C}$ であった。乱流ゾンデによる気温を、図3に*で示してある。高速フーリエ変換 (FFT) により計算した風速と気温のスペクトルを図4に示す。●印は気温の、□印は風速のスペクトルで、それぞれ分散で無次元化してある。直線はコルモゴロフの $-5/3$ 乗則に相当する $-2/3$ の勾配である。風速のスペクトルが高周波数側で急速に減少している。これは、平均風速が小さいため、風杯型風速計の遮断周波数が低くなるためである。気温のスペクトルは、ほぼ 0.05Hz より高周波数側で局所等方向性が成立していると考えられる。

4. 今後の問題点

今回の実験では、電力不足のため、風向計の測定は得られなかった。係留気球に計測器を搭載する場合の問題点は、(1) 重量の軽減、(2) 信号の収録方法、に集約される。ここでは(2)の問題について一つの方法を試みた。今後、係留気球により気象観測を円滑に行うために、重量の軽減、とりわけ容量の割に軽い電源の開発が必要である。

文献

- 1) 蒲生稔・他、1973: 風に搭載した Kite-Sonde による大気境界層の観測, 天気, **20**, 567-570.
- 2) Yokoyama, O. et al. 1969: Measurements of vertical profiles in the atmospheric layer, up to 1000 meters high above the sea surface, Preliminary Report of the Hakuho Maru Cruise KH-69-3.
- 3) Yokoyama, O. 1969: Measurements of wind fluctuations by a vane mounted on the captive balloon cable, J. of Met. Soc. of Japan, **47**, 159.
- 4) 特許 第610913号 (45. 10. 19) 観測機器を係留装置に吊り下げる機構.