

立山周辺山岳地域の風の特徴について

石崎 潑雄・本多文一・光田 寧・藤谷徳之助

CHARACTERISTICS OF WIND OVER THE SLOPE OF TATEYAMA RANGE

By *Hatsuo ISHIZAKI, Fumikatsu HONDA, Yasushi MITSUTA and Tokunosuke FUJITANI*

Synopsis

In this paper the results of the experimental study of wind characteristics observed on the aerial ropeway over the slope of the Tateyama Range in November 1971 and March 1973 are described. The space correlations of horizontal wind speed component across the carrying rope do not decrease rapidly with increasing distance as expected from the knowledge of wind turbulence over the flat land. The scale of turbulence is about 500 m in this case and is apparently larger than that over the flat land surface.

1. 結 言

最近の社会活動の多様化と技術の進歩の結果、山岳地域などの厳しい自然環境のなかに建築物やあるいは送電線、ロープウェイといった長大構造物が作られる機会が増加してきている。しかしこのような特殊な自然環境での風の性状などについては殆んど判っていないのが現状である。風に関連して今日用いられている設計の基準でも山地においては風速を増して考えなくてはならないといった程度の事しか定められていない。地形による風の特徴については、海峡や尾根上での風速分布などについての研究¹⁾もあるが、その研究は端緒についたばかりである。

ここでは山岳地域での風の特徴を調べるために1971年11月と1973年3月に立山黒部アルペンルートの一部をなす立山ロープウェイを使用して行った観測の結果について報告する。

2. 観測の詳細

今回の観測に使用した立山ロープウェイは富山市と大町市とを結ぶ立山黒部アルペンルートの一部をなすものである。ロープウェイは立山連峰の最高峰雄山(3015m)の東側斜面、黒部峡谷の支流タンボ沢に沿って建設されており、標高差490mの大観峰(2324m)、黒部平(1834m)の2つのターミナルを結んでいる。黒部平ターミナル近くはタンボ平と呼ばれ開けた土地となっており、一方大観峰ターミナル近くは急峻な斜面となっている。またロープウェイルートの北側をさえぎるような形で立山の支稜がほぼ東西に走っている(Fig. 1)。ロープウェイは全長1710m、無支柱1スパンの4線交走式のものである。今回の観測はこの立山ロープウェイの搬器に測器を設置し、ルート周辺の風の性質を明らかにする目的で行った。

(a) 第1回観測

第1回の観測は1971年11月6日の14時から16時30分にかけて行った。雄山頂上に設置した3杯型風速計によれば、この観測期間中は4~5m/secのNWの風が吹いていた。しかしロープウェイルート周辺では余り風は強くなく、ルートに沿って一部では霧も見られるという状況であった。

観測は2台のGill型風速計を用いて行った。この風速計はプロペラの回転軸方向の風速分値を測定できるようにになっている²⁾。これを搬器のハンガー部分に鉛直方向および支索直角横方向の風速成分を測定でき

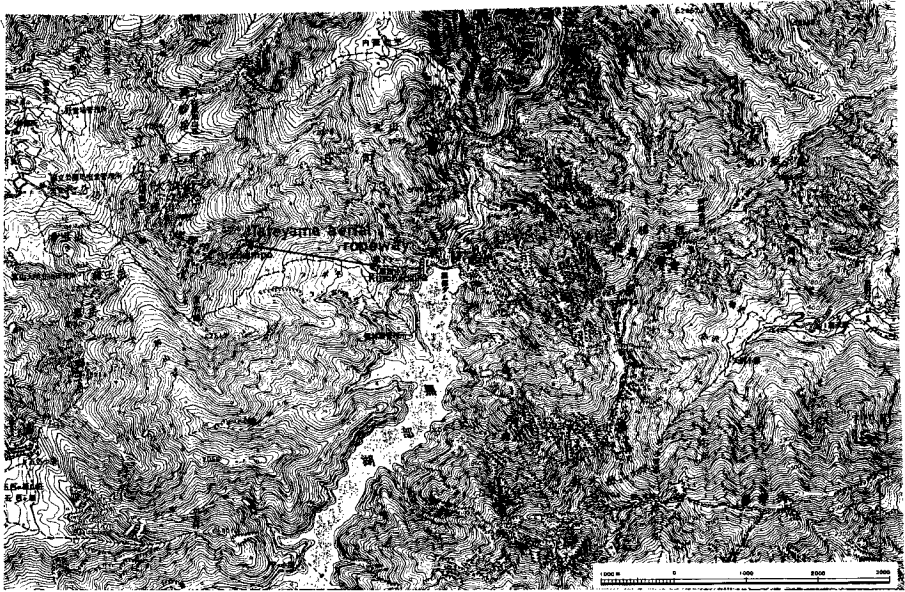


Fig. 1 General topography of the Tateyama range.

るように設置し、記録は搬器内に設置したデータレコーダを用いた。観測はロープウェイの営業運転中に行い、ルートに沿った鉛直および支索直角横方向の風速成分の分布を測定した。1回の観測時間は約6分間(搬器の移動速度は5m/sec)であり、15分間隔で10回の測定を行った。先にも述べたように観測は営業運転中に行ったため、鉛直方向の風速分値については搬器の移動速度が誤差として含まれている。これを補正するため、搬器の鉛直方向の分速度を次のような方法で求めて測定値の補正を行った。即ち、支索100mごとのマークを運転指令所のパルスカウンタで読み取ってその時間々隔を測定し、このとき同時に搬器内に設置した気圧高度計の値を読み取って、マーク間の高度差を求め、この両者から搬器の鉛直速度を支索100mごとに求めた。

(b) 第2回観測

第2回の観測は1973年3月8日に行った。今回は3台のGill型風速計をハンガー部分に設置し、鉛直方向、支索方向、支索直角横方向の3成分の風速分値が測定できるようにし、今回は搬器を停止させて観測を

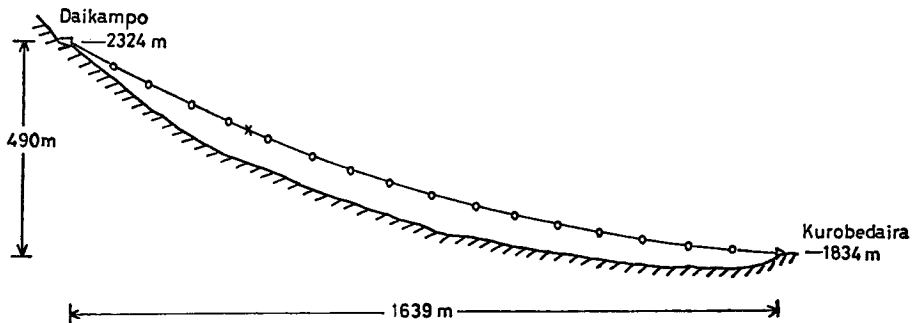


Fig. 2 Cross section of the Tateyama aerial ropeway. o; The data in November 1971 were obtained at these points. x; The data in March 1973 were obtained at this point.

行った。観測期間中は黒部平ターミナルに設置されたプロペラ型風速計によれば、平均 5~6m/sec の風が吹いており、瞬間最大風速は 12m/sec 程度であった。

3. 解析結果および考察

(a) 第1回観測

第1回観測で得られたデータについては、Fig. 2 に示すように支索に沿って 100 m ごとに 2 秒平均の値を読み取り以後の解析に用いた。鉛直方向の風速分値については先に述べたような補正を行った。Fig. 3 と Fig. 4 にそれぞれ 10 コの RUN から得られた支索直角横方向、鉛直方向の風速分値の分布を示す。Fig. 3 から明らかなように支索直角横方向の成分については、大部分の RUN について黒部平ターミナル近くでは上流に向かって（即ち北寄りの風）2m/sec 以下の弱い風が吹いており、一方大観峰ターミナル近くでは下流に向かって 2~3m/sec の風が吹いている。一方 Fig. 4 に示すように鉛直方向の風速分値の分布については、はっきりした特徴は見い出せないが、大部分の場合 1m/sec 以下である。しかし値そのものは小さくとも水平分値より大きくなっている場合が数多くみられ山岳地域においては風速の鉛直成分も無視できないことが判る。

次に支索直角横方向の風速分値のデータを用いて空間相関係数を求めた。但し、Fig. 3 から明らかなようにルートに沿って途中で風向が反対方向になっているためデータを2つの部分に分けて、各部分について相関係数を求めた。即ち、ルート西寄りの部分は大観峰ターミナルより100mから900mまでの各点のデータを用い、ルート東寄りの部分では黒部平ターミナルより100mから600mまでの各点のデータを用いた。この場合各点のデータが同時に得られていないことに問題はあるが、今回相関を求めた場合のもっとも離れた距離800mを運行するのに160秒程度しかかからず、測定間隔の15分に比べて充分短い。従って山岳地域の風の特徴の概略を知るためには、これらのデータが同時に測定されたものと考えても大きな誤りはないものと

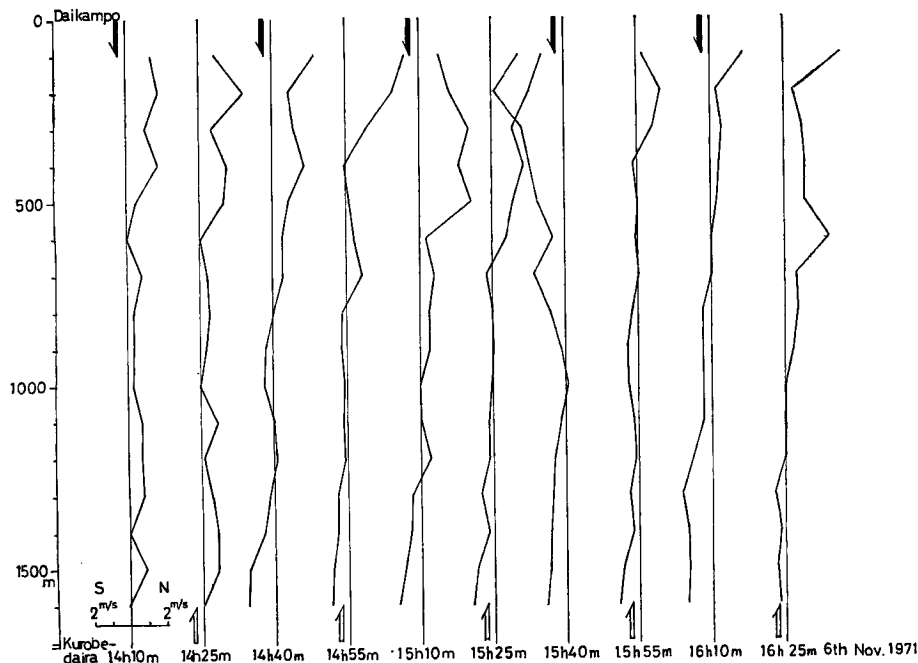


Fig. 3 The distribution of horizontal wind speed component across the carrying rope.

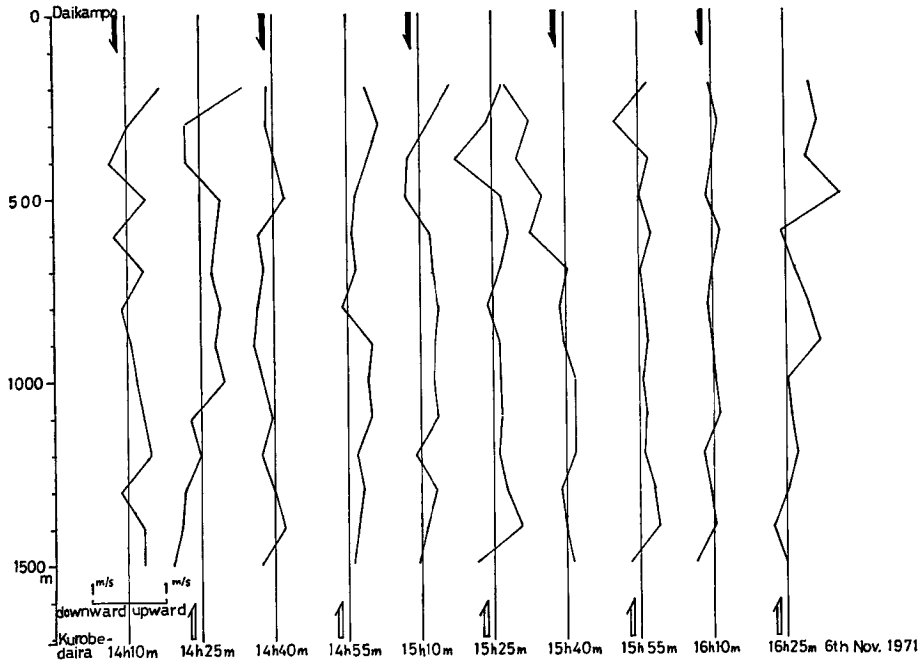


Fig. 4 The distribution of vertical wind speed component.

考えた。得られた相関係数の距離による変化について Fig. 5 に示す。Fig. 5 において●印は大観峰寄りの各点のデータから得られたもの、○印は黒部平寄りの各点のデータから得られたものを示す。両者を区別して考えたが、図から明らかなようにその変化の形はほぼ一致している。相関係数の距離の増加と共に減少する割合は、平地で得られた値よりは非常に遅い。この相関係数の変化から求めた乱れのスケールは約 500 m となる。このように、得られた乱れのスケールは平らな地上で得られた観測結果³⁾ に比較して非常に大きくなっている。一方鉛直方向の風速分値について相関係数を求めてみると、値は非常にバラつき、これから乱れのスケールを求めることは困難であった。これは鉛直成分は周囲の小地形によって著しく影響を受けるために、このような地形複雑な山岳地帯では乱れのスケールを求めることが困難であることを示している。これに反して水平方向の乱れの空間相関が大きな値を示し、乱れのスケールが平地で求められたものよりも大きくなっているということは、深い谷に沿って流れる風が両側の山腹に束縛されており、むしろ一次的な変動に近い性質を示すことを暗示しているとも考えられる。

(b) 第 2 回観測

第 2 回観測で得られたデータについては現在解析中であるが、現在迄に得られた 1～2 の結果について述べる。得られたデータは高速度 A/D 変換器によってデジタル化したのち、各風速分値についてスペクトルの計算を行った。このデータは 1973 年 3 月 8 日の 11 時 35 分～45 分大観峰ターミナルから 450 m の地点に搬器を停止させて観測したもので、地上高は約 75 m となっている。観測時間は 10 分間であり、観測時間中の平均風速は 4.8 m/sec 風はほぼ支索に直角方向に上流から下流に向かって吹いていた。支索直角横方向の風速分値は 4.7 m/sec 鉛直方向の風速分値は 2.5 m/sec となっており、鉛直成分は水平成分の 1/2 以上になっている。先にも述べたように、山岳地域においては鉛直方向の風速成分は無視できないものであることがはっきりと示されている。この場合の支索直角方向に対する吹き上げ角は 28° となり、一方支索直角方向の地面の勾配は支索南側では殆んど平らであり、北側では約 30° となる。得られたスペクトルを Fig. 6 に示す。スペクトルはまだ風速変動の高周波数成分についてしか求めていないので、はっきりしたことは言え

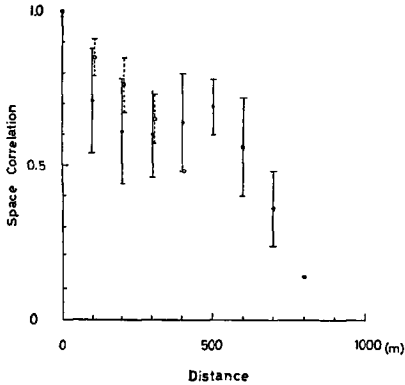


Fig. 5 Space correlations of horizontal wind speed component. (Space correlations estimated from the data of upper part (●) and lower part (○) along the route of aerial ropeway).

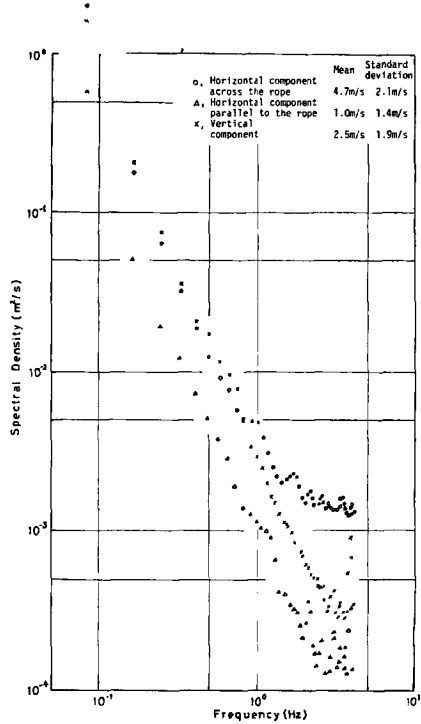


Fig. 6 Power spectra of wind speed components.

ないが、高周波数側には明瞭なピークはいずれの成分についても見られず単調に減少の傾向を示している。先に山腹の頂上近くで、比較的高い周波数に鉛直風速成分のスペクトルの山が見られる観測結果¹⁾を得ているが、今回の観測では少くとも解析の範囲内ではピークは見られない。ただ支索直角方向の成分については、0.8Hz程度までは鉛直方向成分と同様な値と傾向を示して変化しているが、それより高周波数側ではスペクトル密度の減少が急激に小さくなっている。これは搬器のゆれによって見掛け上生じた風速変動によるものと考えられる。一方支索方向の成分のスペクトル密度は全周波数範囲にわたって他よりも小さくなっている。これらのデータについては今後さらに解析を進めていく予定である。

4. 結 語

山岳地域の風の特徴を調べる目的で立山ロープウェイを用いて、ルート周辺の風の観測を2回にわたって行った。得られた支索直角横方向の風速分値の分布から空間相関を求めると、距離500~600m程度まで0.5以上の大きな値を持ちつづけ、乱れのスケールも約500mと平地上で得られた結果と比較して非常に大きな値となっている。

参 考 文 献

- 1) Mitsuta, Y.: Characteristics of Airflow over the Barriers in the Storm, Proceedings of 3rd International Conference on Wind Effects on Buildings and Structures, I-4, 1972.
- 2) 光田 寧・蒲生 稔・吉川祐三・藤谷徳之助：プロペラ型風速計の斜風に対する特性について，京都大学防災研究所年報，第 15 号B, 1972, pp. 255-264.
- 3) Shiotani, M. and Y. Iwatani: Correlations of Wind Velocities in Relation to the Gust Loadings, Proceedings of 3rd International Conference on Wind Effects on Buildings and Structures, I-6, 1972.