## 吹き上げ気流場における渦相関法の屋外検証実験

## 1993417 堀口 哲也 1993448 山野井 康明

## 指導教員 成田 健一

**1. 研究の背景・目的** 過去に東京都庁屋上において、渦相関法による顕熱フラックスの測定が行われた。渦相 関法は、鉛直成分の平均風速がゼロであることが前提条件であるため、吹き上げ気流の影響を受けないよう屋上 面上のタワー先端に測器を設置したが、予想よりも吹き上げ気流が高い位置まで到達していたため吹き上げ気流 の影響を受けていた。そこで、吹き上げ気流に対して直交する成分を作り出す軸回転を施しフラックスを算出し た。しかし、このときは軸回転補正の妥当性を検証する参照データを得ることは不可能であったため、軸回転を 施した値が真値かどうか検討できなかった。よって本研究では、吹き上げ気流場での測定値に軸回転を施した結 果が、吹き上げ気流場以外の地点で測定された値と一致するのかどうかを検討する検証実験を試みた。

2. 測定概要 測定場所は、①吹き上げ気流を故意的に作り上げるために風向をある程度予測できる場所②顕熱 フラックスの精度を確保するため表面が高温になる場所(アスファルト面)③他の地表面の影響を受けることがな い広範囲に均質な場所。以上の条件を満たす場所で許可を得ることができた、広島大学東千田キャンパスの西側 のアスファルト駐車場にて実測を行った。1.8m四方の模型を作成し、その上部に超音波風速温度計を2台(以下 HI・LW)、前部に1台(以下 FR)設置し、模型周辺の3次元風速成分と温度変動を0.05秒毎に収録した。模型の材 質は、気温と表面温度に大きな差がでないよう断熱材を使用した。同時に測定地全体の顕熱フラックスの代表値 および3次元風速成分と温度変動を把握するために、シンチロメータと、超音波風速温度計を模型前方に三脚に 固定して2台(以下模型に近いほうを R1、遠いほうを R2)設置した(図 2)。また、同場所での正味放射量を把握す

るために長短波放射計、表面温度を把握するために赤外線放射カメラ、温度・湿度を把握するためにデジタル温湿度計・湿度変動計を設置し、実測 を行った(図1)。測定期間は、8月19日から8月23日までの5日間である。 ただし、19日は測器を一ヶ所に集め、観測前に器差更正を行った。

<u>3. 解析方法</u> 超音波風速温度計で測定したデータを用い、顕熱フラックス(*H*)を次に示す渦相関法により算出した。

w': 鉛直成分風速の平均からの偏差(m/s) t': 気温の平均からの偏差(K)

また、吹き上げ気流場での吹き上げ成分を水平成分に変換する軸回転を施 した。地表面と主流方向のなす角度を吹き上げ角度とする(図3)。

 $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\overline{W}}{Uxy}\right)$   $\theta: 
ext{wsblith} e(deg)$   $\frac{\overline{W}}{Uxy}:$ 鉛直成分の平均風速(m/s) ここでは、模型に対する角度のみが問題となるため、風向は図1に示すように模型に直交する方向を南北軸として以下、表示する。

**4. 測定結果と考察** 図4は、測定期間の風向と風速を示している。8月 20日の正午から8月22日の正午までは北風が多く、模型部分での吹き上 げ気流が観測されなかったが、8月22日の正午以降は南風が多く、吹き上 げ気流を作り上げることができた。本研究では、吹き上げ気流場での顕熱 フラックスの解析をすることが目的であるため、風向135(deg)~225(deg) のみを解析対象とした。図5は、水平成分風速の平均値と鉛直成分の平均 値から求めた吹き上げ角度を模型前方のFRの場合について示したもので



## 1993448 山野井 康明 1993417 堀口 哲也

ある。南風を受けた場合に 45(deg)~75(deg)の吹き上げ気流となっている。

図6は、軸回転を施して算出した顕熱フラックスと施していない顕熱フラックスの比較を示している。なかで も、FR では軸回転を施していない値には、ばらつきがある。その値が軸回転を施したことにより R1 の値に近く なっていることがわかる。全体的に見ても軸回転を施したことにより、基準となっている R1 の値に吹き上げ気 流場の各地点の値が近くなっている。このことから、軸回転を施したほうが、正確な値に変換することが確認で きた。しかし、それは完全に一致するわけではなく 1:1 線から遠ざかってしまう場合もみられる。よって、その

5

Æ

6

原因を追求するために、吹き上げ気流場の各 点と R1 との顕熱フラックス比のばらつきが 何で説明できるかを検討した。なお、以下の 図は吹き上げ気流場の各地点の傾向が同様で あるため、FR を例に表示する。

図7は、吹き上げ角度と顕熱フラックス比 の関係を示したものである。吹き上げ角度は 40 (deg) ~ 50 (deg) 程度の吹き上げ気流が多く 平均値は 53.1(deg)となった。プロットは全 体にばらついており、対応関係は見られない。

図8は、気温変動 SD(T) 比と顕熱フラック ス比の関係を示している。**SD(T)**比は、1.0付 近に固まっており、顕熱フラックス比の変化 をやはり説明できない。

**図**9は、軸回転後の**を**方向成分の乱れ SD(*を*)比と顕熱フラックス比の関係を示して いる。SD(*ξ*)比はすべて1より大きく、模型 周辺は乱れが大きくなっていることを示して いる。顕熱フラックス比が大きくなっている لا R 場合には1:1線に近づく傾向がある。しかし、 乱れが大きくなっているにもかかわらず、顕 熱フラックス比が小さくなる場合が存在する。

図10は、そのように図9において1:1線か ら大きく下方に外れている時間帯の、気温変 水平面のR1に比べて模型近傍のFRの相関が

悪くなっている。このことから、流れ場が単純に曲げられたのではなく、 温度場が非常に乱された局所空間に測器が位置した場合には、渦相関法

が適用できなくなるものと思われる。 **5. まとめ** 吹き上げ気流場における渦相関法において、軸回転補正が 顕熱フラックスの真値に近づけることを確認した。また、軸回転後に残 る測定誤差について、吹き上げ角度、気温変動・気流に直交する成分の 乱れならびにその相関について検討した。測器位置の乱れの程度によっ て、軸回転補正が有効な場合とそうでない場合があることがわかった。



