

Line Scan Cameraを用いた高精度濃度変動測定法の開発(その2)  
 ラインスキャンカメラによる単純流れ場内の汚染質濃度分布の測定

正会員 田中宣仁<sup>1\*</sup>  
 同 小林信行<sup>2\*</sup>  
 同 伊藤一秀<sup>3\*</sup>

ラインスキャンカメラ 濃度分布 濃度変動 チャンネル流

1 はじめに

本報は、前報(その1)に引き続き、ラインスキャンカメラを用いた濃度測定システムの適用例に関して報告する。特に本報は、風洞型チャンパー内に2種類の流れ場(チャンネル流、バックステップ流)を再現し、ポイントソースから発生するトレーサガスの拡散性状に関して、平均濃度および濃度変動の測定を行った結果に関して報告する。

2 風洞型チャンパーの概要

本研究では、図1に示す風洞型チャンパー(以下、チャンパー)を用いて実験を行う。このチャンパーは、2000mm(x) × 300mm(y) × 300mm(z)の大きさで、開口率20%の多孔板とアルミハニカムから構成される整流格子を有する。

3 汚染源および濃度測定条件の設定

前報(その1)により較正された濃度測定方法を用いて、本報は、図2に示すようなチャンパー内に模型のない場合のチャンネル流(図2(a))と模型のある場合のバックステップ流(図2(b))の場合における流れ場について平均濃度および濃度変動を測定した。

トレーサ粒子発生位置と濃度の測定位置を図3に示す。座標は、模型風下側直近のチャンパー床面高さとした。トレーサ粒子発生源は、ポイントソースとし、 $x = -75\text{mm}$ 、 $z = 225\text{mm}$ の位置とした。汚染質の放出方向は、鉛直下向きとした。汚染質を放出するための管の直径は、5mmである。汚染質の発生量は、計測されるピクセル値B'と較正される濃度C(g/m<sup>3</sup>)を考慮して、0.5g/hとした。

濃度測定位置は、 $x = 50\text{mm}$ の位置を測定ラインaとし、 $x = 200\text{mm}$ の位置を測定ラインbとした。

濃度の計測におけるサンプリング周波数は、1Hzである。また、計測時間は、200sである。

4 流れ場の測定結果

濃度場は、流れ場に強く依存する。そのため、チャンパー内の各流れ場をサーミスタ風速計を用いて、測定した。 $x = 750\text{mm}$ の地点における風速の鉛直プロファイルを図4(a)、(b)に示す。風速は、チャンネル流におけるチャンパー中央( $y = 150\text{mm}$ 、 $z = 150\text{mm}$ )の代表風速 $u_0$ (0.5m/s)で無次元化した。

チャンネル流では、無次元風速(以下、 $u^*$ (注1))は、中央部で風速が大きく、壁面に近づくほど値が小さくなる凸型の分布となっている。乱れの強さ(以下、 $T.I$ (注2))は、壁面に近づくほど大きくなっている。

バックステップ流では、模型の後流域で気流のよどみ(逆流)が起こっているため、床面に近づくにつれ徐々に $u^*$ が小さくなり、 $T.I$ は大きくなっている。

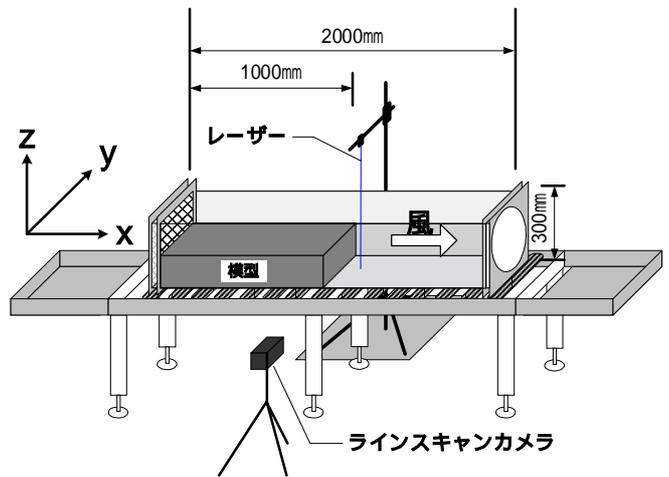


図1 風洞型チャンパーの概要

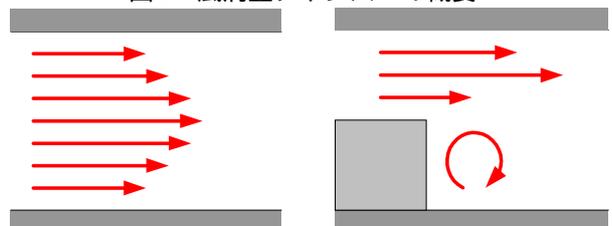


図2(a) チャンネル流 図2(b) バックステップ流  
 図2 風洞型チャンパー内の流れ場について

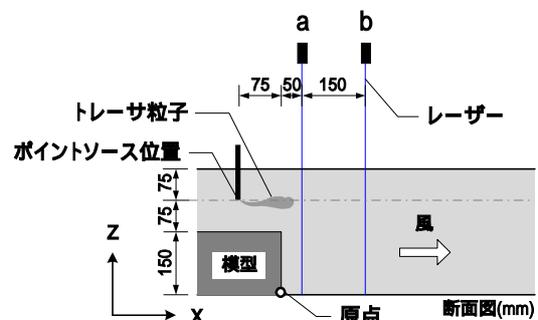


図3 汚染源位置と測定位置

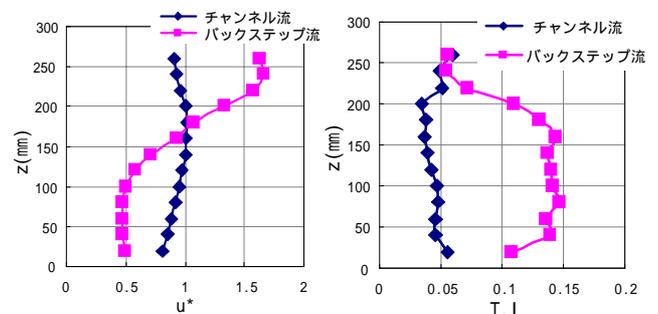


図4(a) 無次元風速 $u^*$  図4(b) 乱れの強さ $T.I$   
 図4 各流れ場における風速の鉛直プロファイル

x=750mm、z=150mmの高さにおける風速の水平プロファイルを図5(a)、(b)に示す。

チャンネル流では、 $u^*$ は、鉛直プロファイルと同様、チャンパー中央部で凸型の風速分布となっている。T.Iは、壁面に近づくほど大きくなっている。

バックステップ流では、チャンパー中央(y=150mm、z=150mm)の $u^*$ は、壁面付近の $u^*$ に比べて小さくなり、乱れの強さT.Iは大きくなっている。

### 5 平均濃度の測定結果

各流れ場(チャンネル流およびバックステップ流)について、ポイントソースからトレーサ粒子0.5g/hを放出した場合の鉛直濃度分布の測定を行った。

チャンネル流の鉛直濃度分布を図6(a)、バックステップ流の鉛直濃度分布を図6(b)に示す。

測定ラインaおよびbを比較すると、測定ラインb(図6(b))のバックステップ流の方が、濃度Cのピークが低くなっている。また、トレーサ粒子の放出方向が、鉛直下向きであるため、各図における濃度Cのピーク値は、ポイントソース高さより低くなっている。図6のz=0、300mm付近では、床面と天井面のレーザーの反射があり、計測誤差が生じていると考えられる。

### 6 濃度変動の測定結果

図7に測定ラインa(x=50mm)の各流れ場におけるz=75、225mm位置での濃度の時間履歴を示す。また、表1に各流れ場の平均濃度(以下、 $\bar{C}$ )と濃度の標準偏差( )の値を示す。チャンネル流における $\bar{C}$ は、z=75、225mm位置ではa、b共に0.0008g/m<sup>3</sup>を示している。は、z=75mmで0.0005g/m<sup>3</sup>を示し、z=225mmで0.0026g/m<sup>3</sup>ている。

バックステップ流における $\bar{C}$ は、z=225mmで、0.0109g/m<sup>3</sup>を示し、z=75mmにおけるでは、0.0007g/m<sup>3</sup>の値を示している。は、z=225mmで0.0165g/m<sup>3</sup>を示し、z=75mmで0.0005g/m<sup>3</sup>となっている。

### 7 結論

チャンネル流およびバックステップ流を対象とし、ポイントソースから放出されたトレーサ粒子の濃度変動を測定した。その結果、チャンパー内の気流の変化による濃度分布、濃度変動を詳細に把握することができた。今後、実験の再現性の確認を行うとともに、他の濃度測定法による測定結果の比較を行い精度の確認を行う必要がある。

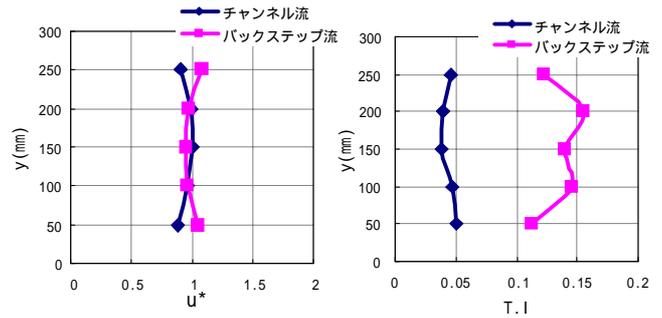


図5(a) 無次元風速 $u^*$  図5(b) 乱れの強さT.I  
図5 各流れ場における風速の水平プロファイル

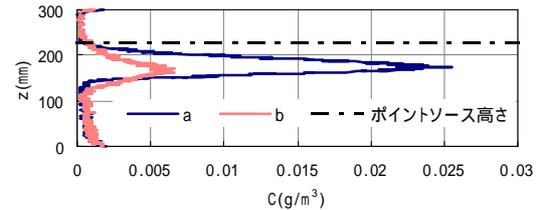


図6(a) チャンネル流

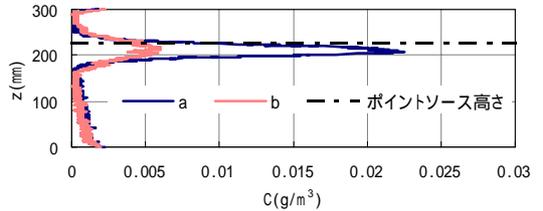


図6(b) バックステップ流

図6 各流れ場における鉛直濃度分布

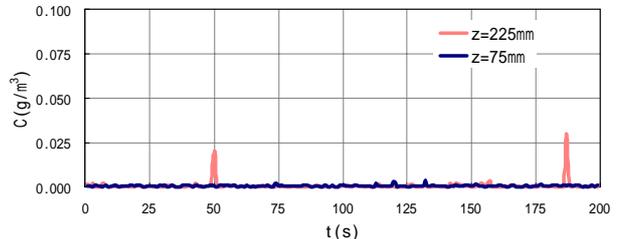


図7(a) チャンネル流

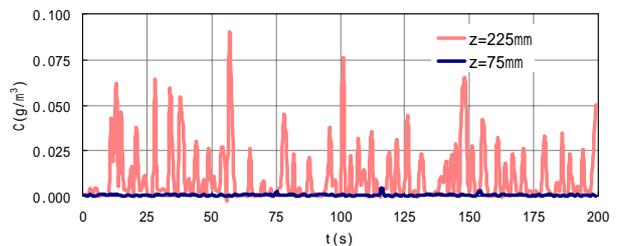


図7(b) バックステップ流

図7 各流れ場における濃度Cの時間履歴

表1 各流れ場の平均濃度 $\bar{C}$ と濃度の標準偏差

	測定高さz(mm)	平均濃度 $\bar{C}$ (g/m <sup>3</sup> )	標準偏差 (g/m <sup>3</sup> )
チャンネル流	225	0.0008	0.0026
	75	0.0008	0.0005
バックステップ流	225	0.0109	0.0165
	75	0.0007	0.0005

注(1)  $u^* = u/u_0$

$u$ : 瞬時風速(m/s)

$u_0$ : 代表風速(m/s)

注(2)  $T.I = \sqrt{\overline{(u')^2}} / \bar{u}$

$u'$ : 変動風速(m/s)

$\bar{u}$ : 平均風速(m/s)

\*1 東京工芸大学大学院

Graduate school, Tokyo Institute of Polytechnics

\*2 東京工芸大学 教授 工博

Prof, Tokyo Institute of Polytechnics Dr.Eng

\*3 東京工芸大学 講師 工博

Tokyo Institute of Polytechnics Dr.Eng