

令和5年度5月度共同研究報告書

2023/05/23

京都工芸繊維大学 大学院 機械設計学専攻 計測システム工学研究室

M2 来代 勝胤 / KITADAI Masatsugu

報告内容

- 数値シミュレーションによる計測手法の評価
- 三角翼後流の計測
- 車両モデル周りの流れ計測
- 6月の予定

進捗報告

今月は、ISTPへの投稿に向けた数値シミュレーションデータの作成と解析および可視化情報シンポジウムの原稿作成に向けた三角翼後流と車両モデル周りにおける二次流れの計測実験を行った。

1 数値シミュレーションによる計測手法評価

1.1 作成する数値シミュレーションの条件

先月に引き続き、数値シミュレーションを用いた計測アルゴリズム評価に向け、以下に示す解析解についてTable.1に示す条件に沿ってデータを作成した。また、粒子数密度及び壁面の回転速度をTable.2のように変更し、合計9つのパターンについて計算を行った。

流れの解析解

$$\begin{aligned}\zeta &= z\sqrt{\frac{\omega}{\nu}} \\ V_r &= r\omega F(\zeta) \\ V_\theta &= r\omega G(\zeta) \\ u &= \sqrt{\nu\omega} H(\zeta)\end{aligned}$$

Table 1 シミュレーション条件

動粘性係数	ν	1.004×10^{-6} [m ² /s]
LLS ₁ の位置	x_0	7.000 [mm]
LLS ₁ の厚み	T_1	3.086×10^{-3} [mm]
LLS ₂ の厚み	T_2	9.259×10^{-3} [mm/s]
LLS 間の距離	Δx	9.645×10^{-3} [mm/s]
撮影範囲	$y \times z$	40×40 [mm]
画像サイズ	$w \times h$	800×800 [px]

Table 2 数値シミュレーション条件

	粒子数密度 [-/枚]	角速度 [deg/s]
Case 1	100	10.0
Case 2	200	10.0
Case 3	300	10.0
Case 4	100	5.0
Case 5	200	5.0
Case 6	300	5.0
Case 7	100	15.0
Case 8	200	15.0
Case 9	300	15.0

1.2 速度場の真値とPIV結果

Fig.1にCase 1における速度場の真値、Fig.2にCase 1の数値シミュレーションにPTVを適用した結果を示す。Fig.2にはベクトルの抜けはあるが回転の方向と速度の大きさが一致していることが確認できる。

Table 3 RMSEによる誤差の値と誤差率

	Error ratio of RMSE [%]
Case 1	5.654
Case 2	5.915
Case 3	7.220

またTable.3にCase.1 ~ Case.3についてRMSE率を示している。結果を見ると粒子数密度が上がるにつれて真値との差が広がっていることが確認でき、Case 2とCase 3の間に計測精度が大きく低下することがわかる。

Table 4 Experimental conditions

Mainstream velocity	250	[mm/s]
Laser sheets distance	2.5	[mm]
Image size	800 × 600	[px]
Frame rate	800	[fps]
Shutter Speed	1/1000	[s]
number of shots	4000	[sheet]

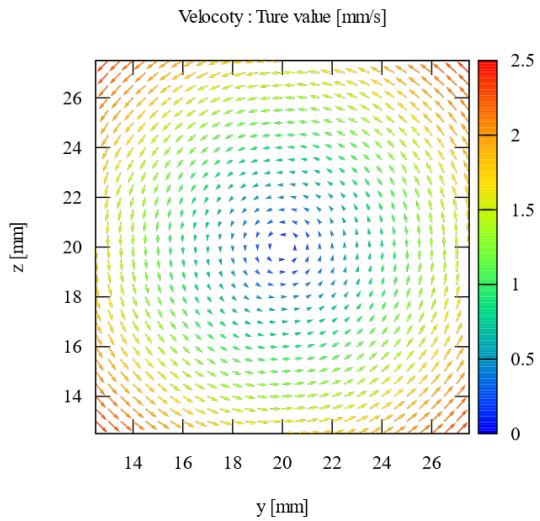


Fig.1 True value of velocity : Case 1

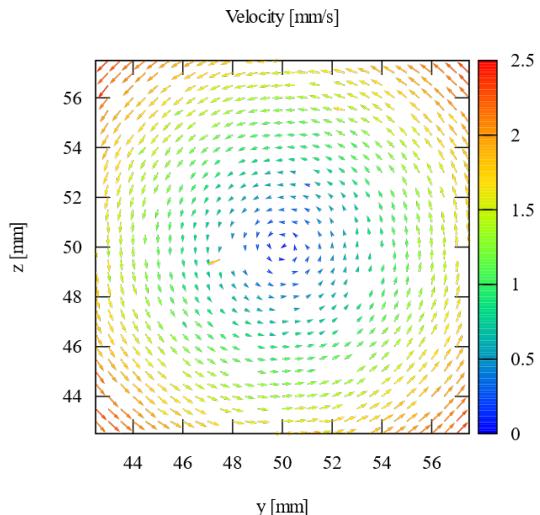


Fig.2 PIV result of velocity : Case 1

2 三角翼後流の計測

可視化情報シンポジウムの原稿作成に向けて三角翼後流の流れ場の撮影を再度行った。

2.1 計測位置について

今回は、Fig.3 に示す三角翼モデルの後流について Fig.4 のように設置し、後方 50mm の位置を対象として計測を行った。また、撮影条件は以下の Table 4 の通りである。



Fig.3 Delta wing model

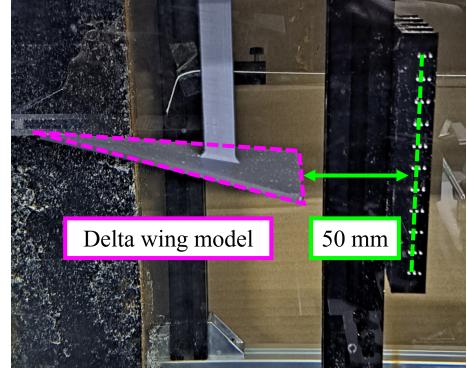


Fig.4 Measurement position of delta wing wake

2.2 解析結果

Fig.5 に PTV の時間平均結果を示す。結果より、 $(y, z) = (50, 15)$ を中心として反時計回りの渦の発生を見ることができる。一方で渦の左側が鮮明に解析されていることに対して、右側は形が崩れていることもわかる。これは、斜め後方からの撮影によって、カメラ手前面に当たる左側の情報量が大きく奥側に当たる右側の情報量が少ない影響であると考える。

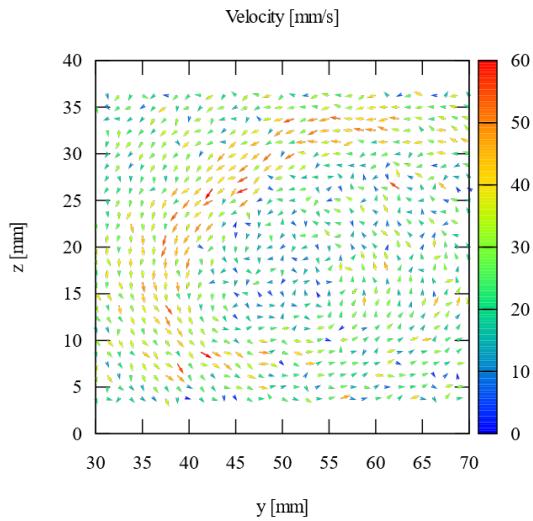


Fig.5 Time-averaged velocity for wake of delta

3 車両モデル周りの流れ計測

3.1 車両モデルの設置

続いて、車両モデルを用いた流れの計測を行うにあたり、回流水槽に Fig.6 に示すようにタイヤモデル及び車体モデルを取り付け設置した。また、タイヤモデルは主流速度に対応して回転させることができる。一方、地面板については以前使用していたものを使用しているため、再度撥水加工を行う予定である。

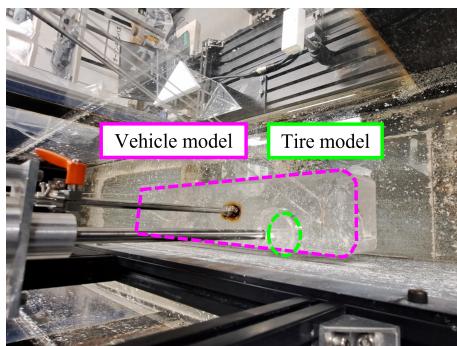


Fig.6 Vehicle model

計測位置について

今回の計測は、Fig.7 に示すように LLS を設置し、車両モデルのタイヤ車軸から後方 50mm の位置を撮影した。なお、撮影は三角翼後流と同様に Table 4 に示す条件で行った。

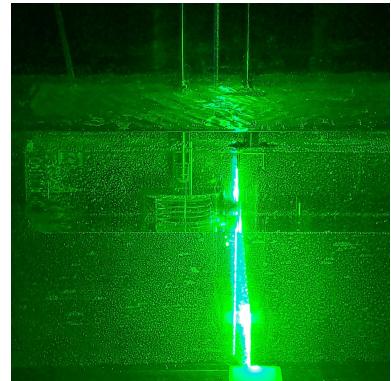


Fig.7 Measurement position of wheelhouse wake

解析結果

Fig.8 に PTV の時間平均結果を示す。結果の上部にタイヤモデルが設置されているためベクトルの表示はない。結果をみると、三角翼のように定常的な流れの発生ではないことから時間平均の流れ場に定常性はないことが確認できる。車両モデルの二次流れの撮影は達成したが、データの解析方法及び撮影条件については今後検討する必要がある。

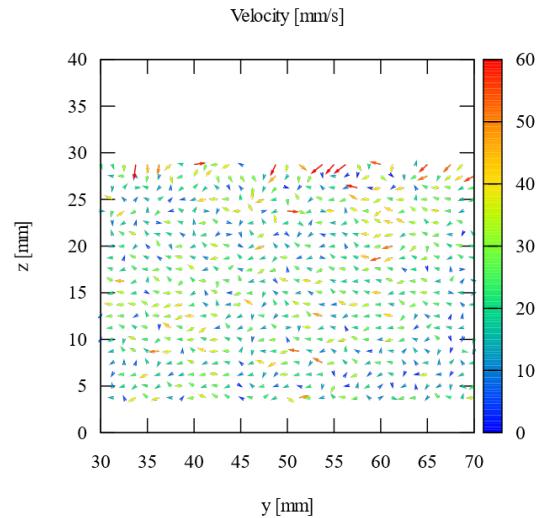


Fig.8 Time-averaged velocity for wake of wheelhouse

4 6月の予定

- 可視化情報シンポジウム 原稿提出 (5/31)
- 数値シミュレーションの結果整理
- ISTP 原稿提出 (6/30)