C109

ディンプル表面構造を有するドアミラーの後流に関する可視化

渡邊 大輔^{*} (山形大学), 李鹿 輝 (山形大学), 中野 政身 (東北大学)

Visualization of wake flow behind a door mirror with dimple structures

Daisuke WATANABE, Akira RINOSHIKA and Masami NAKANO

ABSTRACT

A door mirror is mounted on the vehicle body as a projection. When the vehicle moves at high speed, the complex separation flow structures are generated behind the mirror. Therefore, the reduction of the aerodynamic drag is demanded. From the previous study, it has been understood that the high-frequency vortex produced by the mirror tip is associated with the aerodynamic drag. In this study, the separation region behind the mirror is controlled by improving the tip surface structure of the door mirror, and the flow structures are quantitatively evaluated by the wind tunnel and flow visualization.

Keywords: Door mirror, Aerodynamic drag, Flow visualization, Vortex, Wake control

1. 緒 論

自動車ドアミラーに作用する空気抵抗を軽減することは燃費低減の観点から一つの重要な改善項目である。また、走行時の快適性の向上から、高速走行時の風切り音の軽減も一つの大きな課題である。これらの問題は、ドアミラー後方に発生するはく離流れが原因である¹⁾。これまでの研究²⁾から、ドアミラーの先端部と根元部から発生するはく離渦、特に先端部から発生する高周波のはく離渦が空気抵抗に大きな影響を与えていることが明らかになっている。

本研究は、ドアミラーの表面にディンプル構造を施すことによって、後方の流れはく離渦を制御し、ドアミラーの空気抵抗軽減を目的とする。風洞を用いてドアミラーの抗力計測と回流水槽にて流れ可視化実験を行い、ドアミラーの表面構造がはく離流れの構造に与える影響を明らかにする。

2. 実験方法

本研究で基準となるドアミラーの実験模型を Fig.1 に示す。代表長さ ($L=45\text{mm}$) はドアミラーの高さとし、実機の 40 % とする。改良を加えたドアミラーは、基準となるドアミラー先端部と根元部および端全域にディンプルをそれぞれ加えた形状である。

加工するディンプル寸法は直径 3.5mm, 中心間距離 4.15mm, 深さ 0.6mm, 鏡面端からの距離 2.5mm とし、ドアミラーの端に平行に 2 列加工を施した。加工位置はドアミラー端全域に加工した (a) all type, 先端部のみに加工した (b) top type, 根元部にのみ加工した (c) root type の 3 つである。加工を施さない標準形状を (d) standard type とする。

(1) 抗力計測 本実験には、軸流型低速風洞 (吹き出し口寸法 $W400\text{ mm} \times H200\text{ mm}$) とひずみゲージ (KYOWA KFG-5-120) を用いた。また、ドアミラーの代表長さ ($L=45\text{mm}$) と主流速度 U ($=5.8 \sim 16.4\text{ m/s}$) に基づくレイノルズ数 Re の範囲は $2 \times 10^4 \sim 3 \times 10^4$ において抗力測定の実験を行い、レイノルズ数と抗力係数との関係を調べる。

(2) 流れ可視化実験 回流水槽中にトレーサー粒子を混入させ、ドアミラーモデルを水槽底面に設置する。計測断面に照明を照射し、ハイスピードカメラを用いて PIV 画像の撮影を行う。なお、光源には連続光であるメタルハライドランプを用いる。

- ・回流水槽 測定部寸法 $400 \times 200 \times 1000\text{mm}$
- ・高速ビデオカメラ フォトロン FASTCAM MAX
解像度 $1024\text{ pixel} \times 1024\text{ pixel}$, 撮影速度 500fps
シャッタースピード $1/500$
- ・照明装置 MORITEX MME-250
メタルハライド 250W
- ・トレーサー粒子 三菱化学 ダイアイオン HP20ss
粒子径 $63 \sim 150\mu\text{m}$, 比重 1.02

Fig.1 Model of standard door mirror.

Fig.2 Drag coefficients of door mirrors.

3. 結果

3.1 抗力計測の結果

標準とディンプル構造を有するドアミラーの抗力係数 (C_d) の測定結果を Fig. 2 に示す. 本実験範囲において, ドアミラー端全域にディンプル構造を有する (a)all type のドアミラーの抗力係数は標準形状のドアミラーの抗力係数に比べ約 3%程度の抗力係数低減の効果が確認できた. これらの原因はドアミラー表面にディンプル加工を施し, 渦の発生を積極的に促した結果, 後流のはく離領域が小さくなったことで, 抗力係数が低減できたと考えられる. また, (c)root type より (b)top type の抗力係数が低いことより, 先端から発生するはく離渦が抗力増加の大きな要因であることが確認できた.

3.2 可視化実験の結果

先の研究によりドアミラー先端から発生する支配的な剥離渦が空気抵抗に大きな影響を与えることがわかった. そこで, ディンプル構造をドアミラー端全域に加工した (a)all type, 先端部のみに加工した (b)top type, 標準形状の (c)standard type の3つにおいて流れ場の計測を行った. 今回はドアミラー上面から撮影を行った. Figs. 3~5 は $Re = 1.1 \times 10^4$ における各ドアミラー後方流れの時間平均流線分布である. 標準の形状のドアミラー (Fig. 5) に比べ, 先端ディンプル構造を有するドアミラー (Figs. 3, 4) は, 先端部から発生したはく離領域が小さくなることがわかった.

4. 結言

本研究より, ドアミラー表面にディンプル構造を施した場合, 剥離領域の減少および抗力係数低減に効果があることが確認できた. また, ドアミラー先端部の形状の変化が抗力係数低減に大きな影響があることが確認できた.

Fig.3 Average velocity distribution and streamlines of all type door mirror. ($Re = 1.1 \times 10^4$)

Fig.4 Average velocity distribution and streamlines of top type door mirror. ($Re = 1.1 \times 10^4$)

Fig.5 Average velocity distribution and streamlines of standard type door mirror. ($Re = 1.1 \times 10^4$)

参考文献

- 1) Rinoshika K. Watanabe and M. Nakano, "Experimental Investigation of Flow Structures around a Car Mirror", Dynamics of Continuous, Discrete & Impulsive Systems, Series B: Applications & Algorithms, Vol.14 (2007).