はく離と再付着を伴う鈍い前縁を有する平板まわりの流れ*

(再付着長さおよび遷移)

太田 照和**, 浅野 美久***, 大川 純一***

Terukazu OTA, Yoshihisa ASANO, Junichi OKAWA

はく離と再付着を伴う複雑な流れにおける流れおよび熱伝達特性を明らかにする目的のもとに、著者らはこれまでに鈍い前縁を有する平板まわりの二次元流れ、鈍い前縁を有する円柱まわりの軸対称流れについて実験を行い、さらに種々の頂角のくさび形および半円柱状の鈍い前縁を有する平板を取上げ⁽¹⁾、前縁形状の影響を考察してきた。これらはレイノルズ数が比較的高く、流れと熱伝達特性は本質的にはレイノルズ数によって変化しない場合に関するものである。レイノルズ数がどの程度からそのような特性となるのかはいまだ不明であり、さらにレイノルズ数が小さい場合にはそれと共に流れ特性は大きく変化する⁽²⁾ことが推測される。

このような観点から、本研究ははく離と再付着を伴う種々の形状の鈍い前縁を有する平板まわりの二次元流れ⁽¹⁾に関し、低レイノルズ数領域におけるはく離領域の大きさの変化、さらにはく離せん断層の遷移を回流水そうを用い、可視化実験を行うことによって明らかにしようとするものである。

実験に使用した回流水そうの測定部は幅 400 mm、長さ約 2200 mm、水深約 120 mm であり、流速は約 0.5~26 cm/s、板厚の半分にもとづくレイノルズ数 $Re = U_\infty h / \nu$ は 40~2000 の範囲で変化させた。平板は厚さ 22 mm、幅 100 mm、長さ 490 mm であり、前縁形状として頂角 $\alpha = 180^\circ, 120^\circ, 90^\circ, 60^\circ$ のくさび形および直径 22 mm の半円柱の 5 種類について実験を行った。流れの可視化は水表面にアルミニウム粉末を散布して行い、はく離点から再付着点までの距離は再付着領域におけるアルミニウム粉末の挙動を詳細に観察することによって決定した。得られた結果を要約すれば次のようになる。

$\alpha = 180^\circ, 120^\circ, 90^\circ$ のくさび形についての結果から、再付着長さ l はレイノルズ数ごく小さいうちはそれと共に増加し、頂角に依存するあるレイノルズ数で最大値に達した後減少し、極小値となった後レイノルズ数と共に幾分増加し、ほぼ一定値に漸近する。他

方 $\alpha = 60^\circ$ のくさび形および半円柱の場合には、レイノルズ数の増加と共に増加し、最大値となった後単調に減少し続け、くさび頂角の大きい場合とはやや異なる様相を示す。

これらの結果から流れ場ははく離せん断層の特性によって三つの領域に分けられることは明白である。すなわち、(i) レイノルズ数のごく低い領域で得られる、層流はく離一層流再付着の領域、(ii) 層流はく離一乱流再付着の遷移領域、そして (iii) 乱流はく離一乱流再付着の領域である。再付着長さは領域(i)ではレイノルズ数の増加と共に増加し、(ii)においてはそれと共に減少し、(iii)では本質的には変化しない。本実験のレイノルズ数範囲は 40~2000 であるが、いずれの前縁形状の場合もより高いレイノルズ数において熱伝達率最大位置までの距離として定義された再付着長さ⁽¹⁾にきわめてなめらかに漸近しており、それらを考慮し、領域(i)から(ii)、さらに(ii)から(iii)への遷移レイノルズ数 Re_{t1} と Re_{t2} を定めた。 Re_{t1} ははく離せん断層におけるアルミニウム粉末の挙動を特に詳細に観察し、波打ち現象が明白となるレイノルズ数として定義した。

Re_{t1}, Re_{t2} いずれもくさび頂角の増加と共に減少し、 Re_{t1} に関しては半円柱の場合も含めて次式が得られた。

$$Re_{t1} = 120(h/l_p)^{-5/4}$$

ここに、 $2l_p$ は前縁部の周囲長さである。前縁部分上の流れは層流であり、Falkner-Skan のくさび流れと仮定し求められた、遷移レイノルズ数 Re_{t1} におけるはく離点での境界層厚さ δ_t はくさび形頂角の増加と共に直線的に減少し、

$$\delta_t/h = 0.40 - 0.2(\alpha/\pi)$$

と表されることが明らかとなった。

領域(i)において、再付着長さはレイノルズ数のべき乗に比例して増加し、急拡大管⁽²⁾、後向きステップ⁽³⁾に対する結果とは様相を異にしている。

文 献

- (1) Ota, T. and Kon, N., *Int. J. Heat Mass & Transf.*, **22** (1979), 197.
- (2) Back, L. H. and Roshke, E. J., *Trans. ASME, Ser. E*, **39-3** (1972), 677.
- (3) Goldstein, R. J., ほか 2 名, *Trans. ASME, Ser. D*, **92-4** (1970), 732.

* 昭和 55 年 6 月 7 日 東北支部郡山地方講演会において講演、原稿受付 昭和 55 年 7 月 10 日。本論文の詳細は Bull. 24 巻 192 号に掲載。

** 正員、秋田大学鉱山学部 (〒010 秋田市手形学園町 1-1)。

*** 秋田大学鉱山学部、前学生。