37 くぼみの内部および開口部領域の流れの可視化

日大生産工 吉原正博*

Flow Visualization on Inside and Opening Region of an Open Cavity

Masahiro YOSHIWARA*

Flow pattern on inside and opening region of an open cavity for the following shapes of an open cavity is experimentally studied by means of tracer technique in the range of Reynolds numbers from 2×10^3 to 6.0×10^4 : the range of depth-to-width ratio H/L is from 0.2 to 3.0. Flow pattern inside an open cavity is significantly influenced both Reynolds number and the depth-to-width ratio of an open cavity. Flow pattern on an opening region of an open cavity in the range of Reynolds numbers from 1×10^4 to 6×10^4 is unsteady with chaotic movement of parts of fluid in different direction superimposed on the external main stream, that is to say, turbulent flow on the opening region of an open cavity is observed.

1. まえがき

固体の表面にくぼみがある場合は、固体壁面に形成された境界層がくぼみ部分で剥離して、くぼみ内の流れは渦を巻く複雑なものとなっている。筆者は既報^{1) 2) 3)}において、くぼみ内の流れについて報告した。

本報は、既報のくぼみの深さ H とくぼみの幅 L の比 $H/L=0.2 \sim 3.0$ のくぼみ内の流れの可視化の報告と併せて、新たに実験を行ったくぼみの開口部の流れの可視化について報告するものである。

2. 実験装置および実験結果

くぼみ内の流れの可視化のための流体には、水が用いられている。流れの可視化は、トレーサ法（表面浮遊法⁴⁾と注入流脈法⁵⁾）によって行われている。実験装置は、くぼみの模型（表面浮遊法において用いる模型と注入流脈法において用いる模型の2種類もの）および小型回流水槽および水ポンプおよび流量計等から成り立っている。

2. 1 表面浮遊法による観察

Fig. 1は、表面浮遊法による撮影結果であって、外部の主流は紙面に対して左から右に向かっている。くぼみは外部主流の上側位置に撮影されている。 $H/L=1.0$ の場合はFig. 1aに

Fig. 1a Flow pattern ($H/L=1.0$, $Re=5.49 \times 10^3$)

*Dept. of Mech. Engng., College of Industrial Technology, Nihon University

示されているように、くぼみ内は、ほぼ1つの渦になっている。H/L=2.0の場合は、Fig. 1bに示されているように底面よりに2つ目の渦が観察される。H/L=3.0の場合は、Fig. 1cに示されているように底面よりの領域に3つ目の渦が観察される。

2. 2注入流脈法による観察
2. 2. 1 色素によるくぼみ
(H/L=2.0)内の流れの観察

Fig. 2は、H/L=2.0の場合のものである。レイノルズ数 $Re=3.68 \times 10^4$ のものである。外部主流は、左から右に向かっている。くぼみ内部に、外径1.9mm、内径が1.0mmの真鍮のパイプが取り付けられている。その先端から色素を滲出させることにより16mmフィルムによって撮影されたものである。2つの写真の時間の間隔は1/64秒である。Fig. 1bと比べてみるとくぼみの開口部よりの渦が伸びて、くぼみ内はほぼ1つの渦になっている。

Fig. 1b Flow pattern (H/L=2.0、 $Re=5.49 \times 10^3$)

Fig. 1c Flow pattern (H/L=3.0、 $Re=4.30 \times 10^3$)

Fig. 2a

Fig. 2b

Fig. 2c

Fig. 2d

Fig. 2e

Fig. 2f

Fig. 2 Flow pattern ($H/L=2.0$, $Re=3.56 \times 10^4$)

2. 2. 2 色素によるくぼみ

($H/L=1.0$) 開口部領域の流れの観察

くぼみ内のほぼ中心位置に真鍮の $\phi 17^\circ$ (外径1.9mm、内径1.0mm)の一端を固定して、その先端から色素を滲出することによりVHSビデオテープを用いて、流れの撮影が行われている。外部主流は左から右である。Fig. 3は、 $H/L=1.0$ のくぼみ内開口部領域の流れを撮影したビデオテープの再生画面を35mmフィルムにより撮影したものである。くぼみは、外部主流の下側に撮影されている。レイノルズ数は $Re=2.54 \times 10^4$ である。Fig. 3a~3dの2つの写真間の経過時間は4秒である。くぼみの開口部での色素の流出が撮影されている。くぼみの開口部では、色素が激しく拡散していて、外部主流の色素の拡散領域が、Fig. 3a~3dから明らかに脈動している。すなわち、くぼみ開口部領域の流れが乱流になっていることが観察された。

Fig. 3 Flow pattern($H/L=1.0$, $Re=2.54 \times 10^4$)

3. あとがき

表面浮遊法および注入流脈法によって、くぼみの深さ H と幅 L との比 $H/L=0.2 \sim 3.0$ のくぼみについて、レイノルズ数 $Re=2.0 \times 10^4 \sim 6.0 \times 10^4$ の範囲における流れの可視化が行われた。くぼみ内の流れは、くぼみの深さ H とくぼみの幅 L との比 H/L およびレイノルズ数 Re の両者の影響を受けている。そして、レイノルズ数 $Re=1.0 \times 10^4 \sim 6.0 \times 10^4$ の範囲におけるくぼみの開口部の流れは色素による観察によって、乱流になっていることが観察された。

4. 文 献

- 1) 吉原正博、冷凍、54-622(1979)、683-698
- 2) 吉原正博、流れの可視化、4-2(1982)、口絵写真
- 3) 吉原正博、日本機械学会講演論文集、中国・四国支部講演会講演論文集、No. 945-1(1994)、117-119
- 4) 流れの可視化ハンドブック、浅沼 強編、朝倉書店(1977)、210~214
- 5) 流れの可視化ハンドブック、浅沼 強編、朝倉書店(1977)、171~185