D501 ターゲット型フルイディク発振器の流れ場と変動圧力場

山本圭治郎[○]、兵頭和人、三好晃一郎 (神奈川工科大学)

Flow and Pressure Fields in Target Type Fluidic Flowmeters

Keijiro Yamamoto, Kazuhito Hyodo, Koichiro Miyoshi

ABSTRACT

The oscillating jets in fluidic oscillators with a rectangular target and a crescent target were visualized and the changing pressure fields of the flow fields in the oscillators were measured and calculated numerically. The experiments and the numerical analysis clarified that the oscillating jet flow could be treated as a quasi-steady flow, and the oscillation of the jet was caused by the pressure difference across the jet which was produced by a reversed jet flow recirculating along the side wall of the oscillator and by a reflected jet flow from the target. In the case of the oscillator with the crescent target, the reflected jet flow from the concavity of the target produced a remarkable positive feedback effect, so that the amplitude of the jet oscillation increased and the oscillation frequency of the jet lowered, and the lowered, and the lower limit of the jet velocity sustaining the oscillation lowered.

Keywords: Fluidic oscillator, Target type oscillator, Flow visualization, Pressure field, Numerical simulation

1. 結論

フルイディク流量計の代表的なものに、フィードバック形発振器¹⁾とターゲット形発振器²⁾とがある。我々はターゲット形^{2, 3, 4)}にける発振周波数の脈動周波数引き込み現象を解明するために、噴流の可視化実験を行い、発振がターゲットからの反射流による低圧渦によるものと、この反射流と側壁に沿った循環流(フィードバック流)の複合効果によるものとの2種類があること、さらに、引き込み現象が反射流に起因していると考えた^{5, 9)}。また、形状パラメータと発振領域の関係⁶⁾、変動圧力場の関係^{7, 8, 10, 11)}を明らかにした。

本研究は流れの可視化と圧力場の測定と数値計算を行い、反射流の効果を解明し、ターゲット形状の効果をを中心として発振機構を明らかにしたものである。

2. 実験

ターゲットの形状として矩形と三日月の二種類を選んだ。これらの基本的形状及び寸法を Fig.1 に示す。供給ノズル幅

$W_s = 4.0\text{mm}$ 、アスペクト比 1.0 である。フェノールフタレインと苛性ソーダの水溶液により供給水流を赤紫色に着色して流れ場を可視化した。変動圧力場の測定は、片半面のベースプレートに、直径 1.0mm の圧力タップを 4.5mm 間隔に開けて微差圧センサにより測定した。

3. 数値シミュレーション

流れは層流と仮定し、汎用熱流体解析プログラム STAR-CD により速度ベクトルおよび圧力分布を計算した。

4. 結果

ターゲット形状が矩形の場合と三日月の場合の噴流パターンと変動圧力場の関係を Fig.2 及び Fig.3 にそれぞれ示す。噴流がノズルを出てからターゲットに到達するに要する時間は発振周期の約 1/5 分の 1 であり、流れ場は準静的と見なしてよい事が分かった。

噴流の発振は、ターゲットの片側端を通過した噴流が側壁に衝突し環流したリターンフローが噴流の偏向側側面領域の圧力を上昇させるネガティブフィードバック効果がもたらす

復元力によって維持されている。

三日月ターゲット発振器に於いては、リターンフローによる復元力に加え、ターゲットの凹面から反射した流れが噴流の非偏向側側面領域の圧力を上昇させるポジティブフィードバック効果がある事が分かった。この効果により、発振の下限流速が低くなるので発振領域が広がり、また、噴流の偏向量が増大し、発振周波数が低くなるものと考えられる。

5. 結論

ターゲット形発振流量計の発振現象について実験と数値解析により調べた結果以下の事柄が明らかになった。

- 1) 発振現象は、噴流がターゲット端を通過し側壁下流端コーナー部に衝突して環流するリターンフローによる復元力により生じる。
- 2) ターゲット形状を三日月にすると、凹面で噴流が反射し、これによりポジティブフィードバック効果が増大するため、発振下限流量が下がり、且つ、噴流の偏向量が大きく、発振周波数が低くなる。
- 3) 流量計に適した発振現象は大振幅で、発振領域が広い事が望ましい。これには三日月形ターゲットが適している。

参考文献

- 1) K.Yamamoto, F.Hiroki, T.Ishida: Oscillating LPA Flowmeter, Proc. FLUCOME'94 Toulouse, 35/40, 1994
- 2) 山崎, 岡林: 新しいフルイディカスメタの開発研究, 計測自動制御学会論文集, 29-5, 512/519, 1993
- 3) Y.Ikeda et al.: Error Estimation of Flow Metering in a Fluidic Gas Meter, Proc. FLUCOME'94 Toulouse, 1035/1041, 1994

4) M.Nishigaki et al.: Measurements of Flow and Oscillation Characteristics of Fluidic Gas Flowmeter by LDV, ibid., 1043/1049, 1994

5) 山本, 兵藤, 廣木: ターゲット形フルイディク流量計の発振機構, 第24回可視化情報シンポジウム講演論文集, 47/50, 1996

6) 山本, 兵頭, 山田, 廣木: ターゲット形フルイディク流量計の発振機構—素子形状による発振機構の差異—, 第14回流体計測シンポジウム講演論文集, 79/84, 1997

7) 山本, 兵頭, 山田, 廣木: ターゲット形フルイディク流量計の発振現象, 第34回計測制御学会学術講演会講演論文集 575/576, 1997

8) 山田, 山本, 兵頭, 廣木: ターゲット発振器の変動圧力場, 第15回流体計測, 第12回流体制御合同シンポジウム講演論文集, 69/72, 1997

9) K.Yamamoto, F.Hiroki, K.Hyodo: Self-sustained Oscillation Phenomena of Fluidic Flowmeters, J. of Visualization, Vol.1; No.4, 387/396, 1999

10) K.Yamamoto and K.Hyodo: Oscillation Phenomena of Target Type Fluidic Oscillator,

Proc. 2nd Pacific Symposium on Flow Visualization and Image Processing, PF033, 1998

11) K.Yamamoto and K.Hyodo: Oscillation Mechanism of Target Type Fluidic Oscillator, Proc. 5th World Congress of IMEKO, P.9.3, 1999

Fig. 1 Target oscillator under test

Fig.2 Rectangular target oscillator , experimental and calculated results

Fig.3 Crescent target oscillator , experimental and calculated results