

微小重力下における円管内気液二相スラグ流の流動抵抗

Pressure Drop for Gas-Liquid Slug Flow through a Circular Pipe under Microgravity

○正 戸倉郁夫 (室蘭工大) 正 花岡 裕 (室蘭工大)

准 花田 裕 (マツダ(株))

Ikuro TOKURA, Yutaka HANAOKA, Muroran Institute of Technology, 27-1 Mizumoto-cho, Mizumoto-cho, Muroran
Yuu HANADA, Mazda Motor Corporation**Key Words:** Two-phase Slug flow, Circular Pipe, Microgravity Condition, Pressure Drop, Bubble Shape

1. はじめに

本研究は、気液二相スラグ流圧力降下を予測するための第一歩として、気泡の剪断変形と流動抵抗の関係を調べたものである。円管内のスラグ流について、気泡の剪断変形と圧力降下の関係、および気泡回りの圧力分布について検討を行った。地上では気泡に働く浮力のため気泡の移動が生じ、純粋に流動のみの影響による気泡の形状変化や流動抵抗を調べることは困難である。そのため、実験は微小重力下で行った。

2. 実験装置および実験方法

本実験の流路には、長さの制約、スラグ気泡発生容易さを考慮し、外径 6.0mm、内径 2.9mm、全長 700mm のガラス円管を使用した。ガラス管には、二つの圧力孔を設け、差圧計により圧力降下、および差圧変動を測定した。液体には水、気体には空気を使用した。二相流の流動の様子は二台のビデオカメラによって撮影された。気泡は、ガラス管入口の前方で、小孔 (直径 1mm~2mm) より空気を吹き出すことにより発生させた。実験は、地下無重力実験センター (JAMIC) の落下坑を使用した微小重力下 (約 $10^{-4}G$, 10 秒間) で実施した。

3. 実験結果および考察

単一気泡流動時の差圧変動を Fig.1 に示す。気泡が、まだ上流の圧力孔まで到達しない状態が A、両圧力孔間に気泡が存在する状態が B、気泡が下流の圧力孔を通過し終えた状態が C である。この差圧変動より、気泡回りの圧力分布を予測すると Fig.2 のようになる。Fig.1 の AB 間で、圧力が一旦上昇してから大きく下降している時点が、上流の圧力孔の上を気泡が通過している状態である。この部分で差圧が直線的に降下するのは、気泡側面 (液膜厚さ一定) 部分の圧力降下がないからであると考えられる。したがって、測定区間に長い気泡が入るほど、差圧は低下すると予測される。気泡が下流の圧力孔の上を通過する BC 間でも、同様な圧力変動を示している。これは、Fig.2 に示されるように、気泡の先端と後端付近で圧力が急上昇する部分があるためと考えられる。

測定区間に多数の気泡が存在する場合、気泡のビデオ画像より、気泡先端と後端を球形で近似すると、曲率半径を求めることにより気泡前後の圧力差を算出できる。したがって、気泡存在区間と液体スラグ部分の圧力降下を個別に見積もることができる。その結果、液体スラグ部分は水の単相流とほぼ同じ圧力降下を示すが、気泡部分の壁面剪断応力は、気泡の長さが短いほど大きな値となることが示された。特に、流速が低い領域でその傾向が著しいことがわかった。

4. おわりに

全流量が同じ場合、測定区間に入る気泡の数が多くほど大きな圧力降下が得られた。これは、Fig.2 に示されるように、流動気泡の先端および後端で圧力上昇があり、その数が増加す

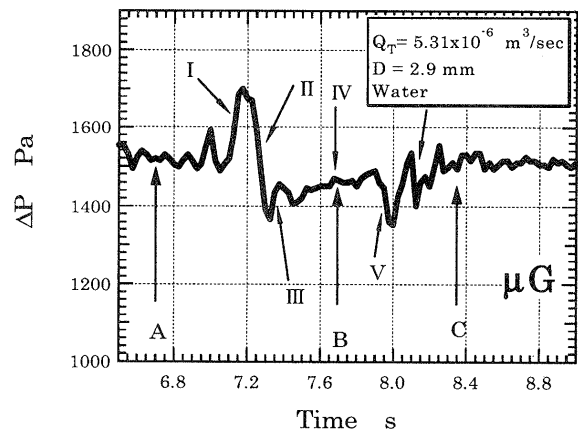


Fig.1. Change in difference pressure with time.

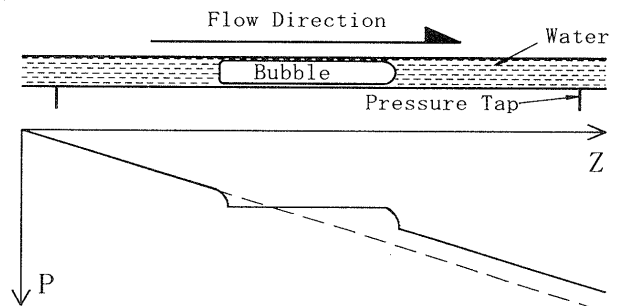


Fig.2. Pressure change around a flowing bubble.

ためであると考えられる

謝 辞

本研究は、(財)北海道地域技術振興センター、および(財)宇宙環境利用推進センターの援助を得て実施されました。実験を支援して下さい小川徳哉氏 (室蘭工大)、(株)地下無重力実験センター (JAMIC) の方々に深く感謝します。

参考文献

- (1) Lockhart, R.W. and Martinelli, R.C., Chem. Eng. Prog., 45-1(1945), 39-48. (2) Jonicot, A. and Duker, A.E., AIChE J, 39-7 (1993), 1101-1106. (3) Hamagichi, H., Sakaguchi, T., Proc. of ASME/JSME Thermal Engineering Joint Conference (Vol.2), Hawaii (1995), 69-73. (4) Tylor G.I., Journal of Fluid Mechanics, Vol.16(1963), pp. 595-619. (5) 赤川, ほか3名, 械論 (第2部) (1970), 1520-1542.