

円管内を流動する液体泡沫の圧力降下と熱伝達

Pressure drop and heat transfer for foam flow through a circular pipe

○学 松田 喬 (室蘭工大) 正 戸倉 郁夫 (室蘭工大)
小川 徳哉 (室蘭工大) 小河畑 敏 (株メデック)

Ikuo TOKURA, Muroran Institute of Technology, 27-1 Mizumoto-cho, Muroran, Hokkaido
Takashi MATUDA, Muroran Institute of Technology, 27-1 Mizumoto-cho, Muroran, Hokkaido
Noriya OGAWA, Muroran Institute of Technology, 27-1 Mizumoto-cho, Muroran, Hokkaido
Satoshi OGAHATA, MEDEC.,LTD Hakodate, Hokkaido

Key Words: *Liquid-Gas Foam, Flow in a Circular Pipe, Pressure Drop, Heat Transfer*

1. はじめに

常温の水-空気系泡沫を、水平円管内に流した場合の圧力降下と伝熱量を測定し流動抵抗と平均熱伝達率を算出した。また、これらの値が泡沫を外部から加熱、冷却した場合や、流動する泡沫の気液比などにより、どのような値となるかを実験的に調べた。

2. 実験装置および実験条件

本実験の試験部の概略を Fig.1 に示す。

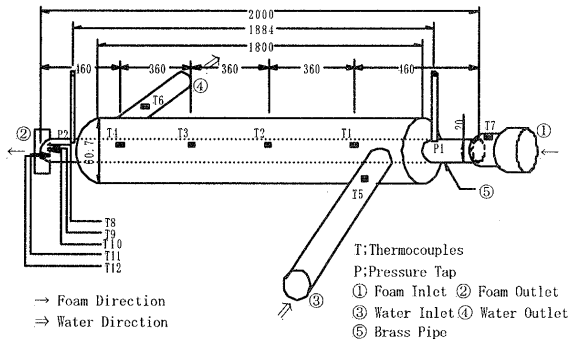


Fig.1 Test section

本実験では、管内径 20mm 全長 2000m の水平真鍮管を泡沫流路として用いており、試験部は二重管構造の熱交換器となっている。また、泡沫を生成する起泡沫液として界面活性剤(MX-968, 花王(株)製)の 1% 濃度水溶液を用いた。実験条件は、泡沫体積流量を任意の 5 段階に変化させ、圧力降下および各点の温度を測定した。空気タンクから発泡器へと流れる空気の流量は 20, 30 l/min の 2 段階で、溶液ポンプの吐出圧力を、2 kgf/cm² と一定に保ち実験を行なった。また、入口泡沫温度は約 293 K であり、循環水タンク中の水の温度を 283, 293, 313, および 333K に変化させることにより泡沫の冷却または加熱を行った。本実験の泡倍率の範囲は 20~60 であり、管内平均流速は 0.19~1.12 (m/s) であった。

3. 実験結果および考察

実験で得られた圧力勾配 dp/dx と泡沫流量 V_f との関係を図 2 に示す。図より、泡沫の圧力勾配は水や空気よりもかなり大きな値を示している。また、管壁面温度が高くなると圧力勾配は小さくなることからわかる。これは、溶液の粘度は、温度が高いほど小さくなるためであると思われる。

つぎに、平均熱伝達率 α_m と体積流量 V_f の関係を図 3 に示す。図を見ると、泡沫の熱伝達率は水と空気の中の値を示している。泡沫は液体と気体の二相混合物であるためこの結果は妥当であるといえる。また、発泡器空気流量によって

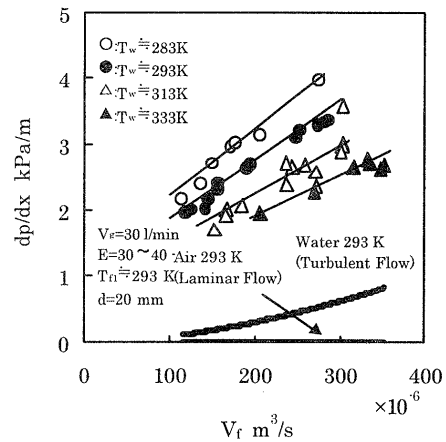


Fig.2 Relationship between dp/dx and V_f

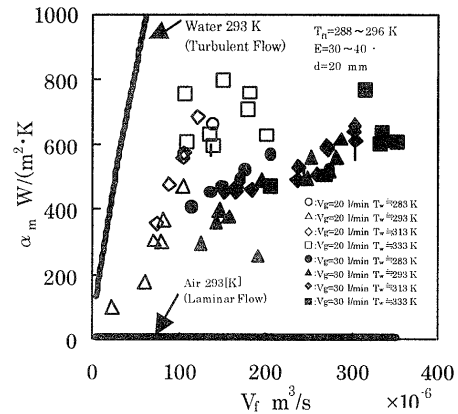


Fig.3 Relationship between α_m and V_f

熱伝達率の増加の傾きに違いが見られる。これは、泡沫の体積流量が一定であっても発泡器空気流量の少ない泡沫は、壁面から空気へと熱を伝える媒体(溶液)の量が多く、空気にもより多くの熱が伝わり、それによって空気が大きく膨張し結果的に出口で同程度の泡倍率になったと考えられる。つまり、同じ泡沫流量で、同じ出口の泡倍率でも、発泡器空気流量が多い泡沫は空気を多く含むため断熱性が高く熱伝達率が小さくなったのではないかと考えられる。

参考文献

- (1) 林, 吉田, 管路内の泡沫の流動特性に関する研究, 平成 9 年度室蘭工業大学学士論文。