

II-195

ノズル形状と気泡発生特性に関する研究

電源開発（株） 正 ○築地治雄 九州大学 学 張 満良
九州大学 正 楠田哲也 神鋼パンテック（株） 正 平井孝明

1. はじめに

加圧式浮上濃縮法は、空気の溶解度の差を利用して析出させた気泡に、汚泥を付着させて固液分離及び濃縮を行う方法である。濃縮度が高いことや、比重の小さな汚泥にも適応が可能であるという特徴を持っている。従来の研究^{1), 2)}より、気泡が小さければ小さい程、汚泥粒子への付着性や浮力効率が高まることが明かになっている。したがって、微細な気泡を発生させることは、高効率、省エネルギー化を図る上でもっとも重要であると考えられる。そこで本研究では、気泡の生成に大きな影響を及ぼす減圧過程に着目し、加圧力とノズル形状に対する気泡径の変化について実験的に検討する。そしてその結果に基づいて、気泡径の決定因子を明かにし、さらに効果的な気泡発生装置（ノズル）の設計のための提案を行う。

2. 実験装置および実験方法

実験装置は、図-1に示す様な容量3.0ℓの全量加圧式フローテーションテスターに、内寸6.5cm×12cm、高さ23.5cmの亚克力樹脂製角筒とノズルを取り付けたものである。実験は、まずフローテーションテスターに水道水を入れ、所定の圧力で空気溶解量が飽和に達するまで7分間曝気した後、減圧弁を開き気泡を発生させた。次に、実体顕微鏡による接写によって気泡径を測定した。実験に使用したノズルは、内径1.25mmφのステンレスパイプを真鍮棒に挿入したもので、入口形状は、図-2に示す様にオリフィス（ $L=0.7\text{mm}$ ）、角端（ $L=6.3, 29.6, 49.8\text{mm}$ ）、及び鋭端（ $L=10.1\text{mm}$ ）にした。なお、実験はすべて20℃の恒温室で、回分式によって行った。

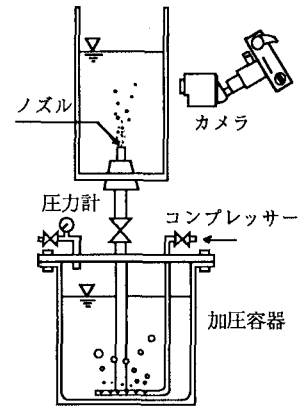


図-1 実験装置

3. 実験結果及び考察

ノズルの形状と加圧力を変化させた時の気泡径の測定結果を図-3に示す。また気泡径分布の例としてオリフィスの場合を図-4に示す。ここで図-5は角端ノズル（ $L=6.3, 29.6\text{mm}$ ）および鋭端ノズル（ $L=10.1\text{mm}$ ）における加圧力と速度水頭の関係を表したものであるが、途中から勾配が変化し損失が増加していることが分かる。これは縮流部においてキャビテーションが発生しているためで、オリフィスと49.8mmの角端ノズルでは、このような流況の変化は起こらなかった。さて、キャビテーションが発生すると気泡径は全体的に小さく、加圧力の増加による気泡径の変化は小さくなっている。そのため、加圧力が十分大きくなるとキャビテーションの発生しているノズルより、オリフィスや縮流部の絶対圧力が水蒸気圧に近いノズル（キャビテーションは発生していない）の方が気泡径が若干小さくなっている。つまり加圧力が小さい場合はキャビテーションは有利だが、ある程度加圧力が大きくなると不利になると言える。また同程度の圧力低下では縮流係数が小さい（圧力勾配が高い）方が全体的に気泡径が小さく

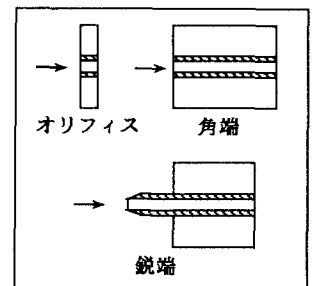


図-2 入口形状

なっている。実験とは直接関係ないが、キャビテーションが発生すると噴食が起こると言われているので実用化を考える場合には、ノズルの破損などに対しても注意をする必要がある。

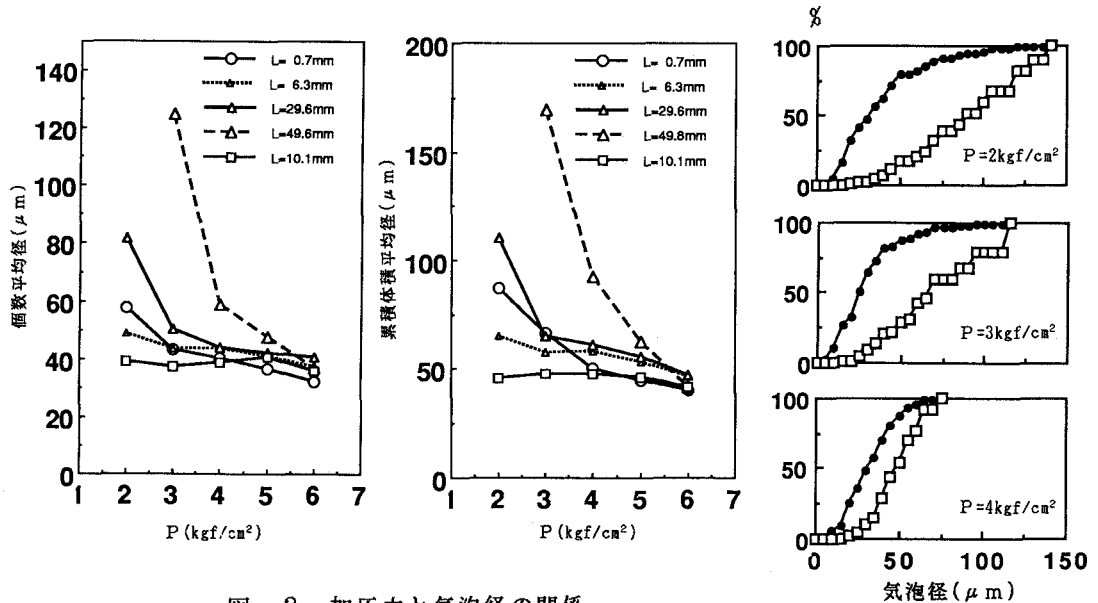


図-3 加圧力と気泡径の関係

4. おわりに

今回の実験では、ノズル形状と長さを変えることによって広い加圧力の範囲で微細気泡を発生させることが出来た。しかし気泡の生成が、過飽和度、気泡核の有無、及び力学的な刺激（水流の攪乱、振動）などの複雑な要因から起こっていることから、最も効果的な方法を提示するには至らなかった。また今回の実験は、あくまで試料として水道水を用いた結果であるので、今後は実際に余剰汚泥を用いた実験を行い、合せて固液分離についても検討する予定である。

参考文献

- 1) 寺沢克夫, 野口広: 余剰汚泥の加圧浮上濃縮実験報告, 東京都下水道局技術調査年報, 1981
- 2) 張 満良, 楠田哲也, 平井孝明: フロス内気泡の形状と有効応力の関係, 土木学会西部支部研究発表会, pp.314~315, 1991

● 累積個数
□ 累積体積

図-4 オリフィスの気泡径分布

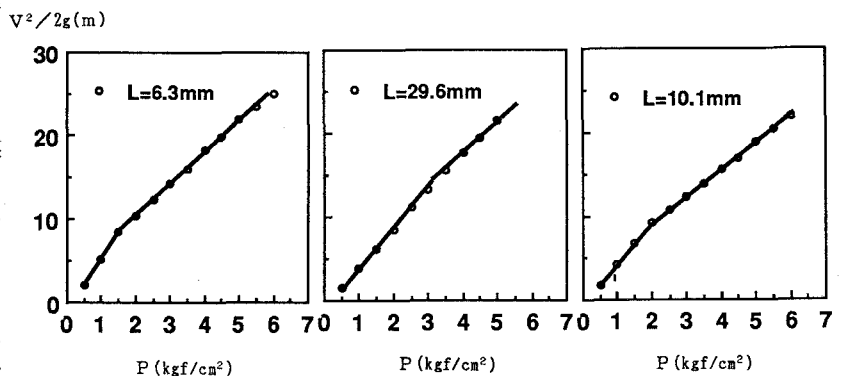


図-5 加圧力と速度水頭の関係