

浮上濃縮における微細気泡の生成に関する研究

九州大学工学部 学生員 ○築地治雄 学生員 張 満良
同 上 正 員 楠田哲也

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、浮上及び濃縮を行う方法である。濃縮速度が速いことや、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。ところで、気泡が小さければ小さい程、汚泥への付着性や濃縮効率が高まるということが既に知られている。しかしながら、実際に採用されるには至っていない。そこで本研究では、直円管を用いて気泡の生成について実験的に検討し、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の減圧装置（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トに、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。まず、フローテーションテストに水道水を入れ、所定の圧力で空気溶解量が飽和に達するまで（5分間で十分だが、余裕を持たせて7分間）曝気した後減圧弁を開き気泡を発生させた。気泡の撮影は実体顕微鏡による接写によって行った。実験に使用したノズルは、内径1.25mmのステンレスパイプで、入口の形状は角端にした。なお、実験はすべて20℃の恒温室で、回分式によって行った。

3. 実験結果及び考察

表-1は、ノズルの長さや加圧力を変化させた時の気泡径の測定結果である。全体的に見て、加圧力が高いほど、ノズルが短いほど、気泡は小さくなっている。しかし、ある加圧力に対して流速が一定の値を越えると、どのノズルでも縮流部において圧力が水蒸気圧以下になり、キャビテーションが発生する。図-2は $L=6.3\text{mm}$ 及び 11.1mm における加圧力と速度水頭の関係を表したもので、明らかにどちらとも加圧力が $2.0\text{k} \cdot \text{g}/\text{cm}^2$ を越えると損失が増加し、キャビテーションが発生していることが分かる。この時、キャビテーション特有の振動と音がノズルから発生し、肉眼で約2mm前後の大きな気泡が、細かい気泡と共に発生しているのが見られたが、前述

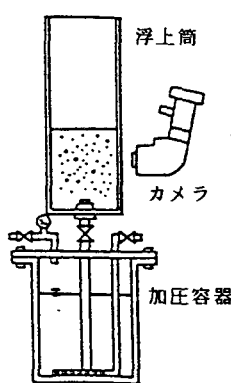


図-1 実験装置

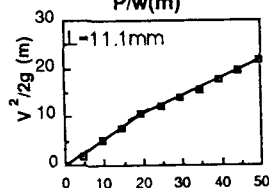
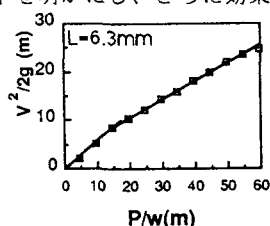


図-2

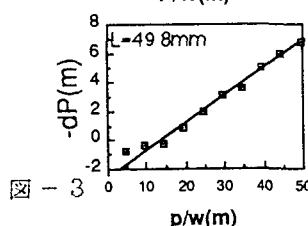
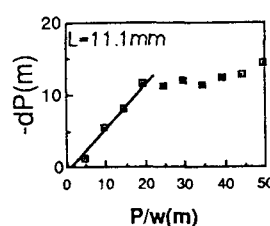
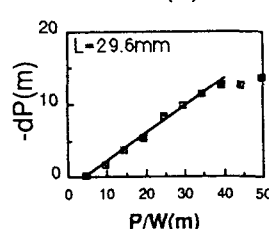
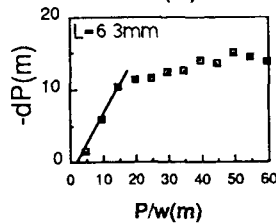
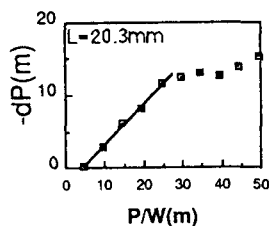
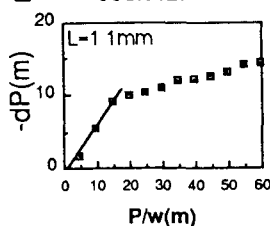


図-3

の撮影方法では気泡径のオーダーが2桁近くも違うため写真に撮ることが出来ず、実験結果は大きな気泡を除外したものとなっている。

図-3は縮流係数を0.59としたときの縮流部の圧力水頭に負号につけたもので、キャビテーションが起これと、縮流部における圧力降下が抑えられていることが分かる。また、実験結果より気泡径は最大で40μm（個数平均径）前後にまで小さくできるものと考えられる。別途に行った加圧力を6kg-f/cm²まで高めた実験でも、最小値はおおよそ同程度となった。

表-1 気泡径の変化

長さ (mm)	加圧力 (kg-f/cm ²)		
	2.0	3.0	4.0
1.1	37.4/51.2	47.3/56.2	39.3/47.3
6.3	45.8/54.6	42.5/47.7	52.5/63.1
11.1	52.4/62.0	48.0/56.1	39.6/47.0
20.3	52.1/67.5	47.0/56.4	40.8/50.4
29.6	80.9/93.3	47.9/53.4	43.4/61.0
49.8	107.7/120.3	91.8/125.0	47.2/62.0

(個数平均径) / (体積平均径) 単位: μm

表-2 キャビテーション発生時の加圧力

長さ (mm)	1.1	6.3	11.1	20.3	29.9	49.8
加圧力 (kg-f/cm ²) ²	1.47	1.49	1.90	2.71	3.75	—

4. まとめ

今回の実験より、キャビテーションが起こらない場合は、気泡径は加圧力が大きいほど、ノズルが短いほど小さくなると言える。また、キャビテーションが発生する場合は、撮影できなかった大きな気泡を無視したとしても、加圧力を大きくすることによる気泡径への効果はほとんどない。よって、キャビテーションを発生させないで、速やかに減圧を行うことが、小さな気泡を発生させる条件である。

文献

- ・日比 昭，他：“円筒形絞りの特性”，油圧と空気圧，Vol.2，No.2（昭46-4），pp.72-80
- ・加藤洋治：キャビテーション，1979，槇書店