

(第1報, 作動原理と実現可能性試験)

Development and Study of Performance of Bubble-jet-type Air Lift Pump
(1st Report, Principle and Feasibility Test)

正 佐田富 道雄 (熊本大) ○学 木村 隆直 (熊本大) 武藤 雄治 (熊本大)

正 川原 顕磨呂 (熊本大) 正 加野 敬子 (熊本大)

Michio SADATOMI, Kumamoto University, Kurokami 2-39-1, Kumamoto city, Kumamoto

Takanao KIMURA, Kumamoto University

Yuji MUTOU, Kumamoto University

Akimaro KAWAHARA, Kumamoto University

Keiko KANO, Kumamoto University

1. 緒言

有明・八代海では養殖漁業が盛んであるため、海底には魚類が食べ残した餌等が汚泥として堆積して、水質悪化の原因となっている。また、ダム湖や沈砂池では流れてきた土砂や落ち葉が湖底に堆積して貯水量を低下させると共に水質も悪化させている。

本発表は、このような堆積汚泥と土砂を除去する装置の開発と性能予測を目的として考案された、バブルジェット式エアリフトポンプ[1]の作動原理、特長、ならびに実現可能性試験の結果を紹介する事を目的としている。

2. 装置の概要と作動原理

2.1 バブル製造装置

バブルジェット式エアリフトポンプを説明する前に、その重要部品であるマイクロバブル発生装置[2]を Fig.1 により説明する。

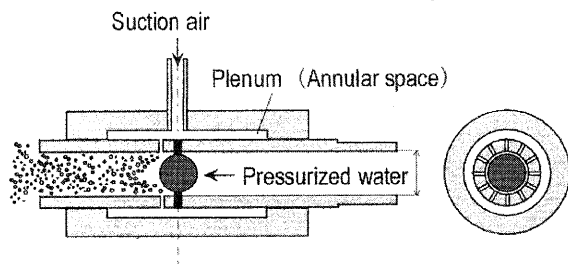


Fig.1 Micro bubble generator

採用したバブル発生装置は、円管内に球状物体を固定した状態で高圧の水を流し、球状物体の後方に出来る負圧(真空圧)を利用して環状の空気室から小孔を通して水流中に空気を自吸する形式のものである。その後、空気は高速の水流によってせん断されてマイクロバブルとなり、水と共に高速のジェット(噴流)として排出される[3]。

上記の装置をバブルジェット式エアリフトポンプの空気供給装置として使う際、発生気泡はマイクロサイズである必要はなく、むしろ大量の気泡を発生する事が重要である。そこで、空気吸入用の小孔はマイクロバブル用よりも大きい直径1mmとした。また、円管と球の直径は、過去の研究結果[3]を考慮し、それぞれ11.0mmと9.53mmにした。

2.2 バブルジェット式エアリフトポンプ

Fig.2 はこの研究で採用したバブルジェット式エアリフトポンプ[1]の模式図である。

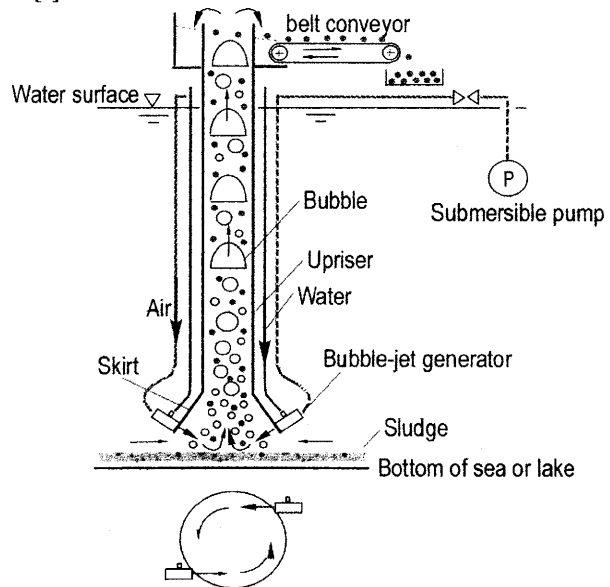


Fig.2 Scheme of apparatus

装置は、バブルジェット発生装置(前記のバブル製造装置で気泡を大量に発生するように改造したもの)、エアリフト用ライザー、固液分離装置、およびバブルジェット発生装置に高圧の水を供給する水中ポンプと吸水ライン、空気を供給する吸水ラインからなる。

バブルジェット発生装置は、スカートの下部に湖底・海底等に堆積した土砂・汚泥が浮揚し、かつ旋回流が生じるように取付ける。そうすると、遠心力のため気泡は中心部に集中して合体し、エアリフト用ライザー内を上昇する。ライザー内は多くの気泡を含むので平均密度は管外の水の密度よりも低くなり、管内の液位が上昇し、エアリフトの作用が起こる。その際、下部から水を吸込むので、バブルジェットで浮揚した土砂・汚泥は水と共に管内を上昇する。

特徴は、管外に土砂・汚泥を拡散させにくい事、およびバブル

の一部（寸法の小さいマイクロバブル等）が水に溶け込むため、水の酸素濃度を上昇させ、水質を改善できる点である。通常のエアリフトポンプ（Fig.3）との違いは、駆動源としてコンプレッサーではなくポンプを使う事、及びバブルジェットの作用で堆積した土砂・汚泥を強制的に浮揚できる事である。

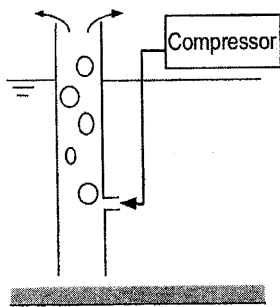


Fig.3 Traditional air lift pump

なお、エアリフトポンプは土砂等の堆積物の除去に適する事が知られている。これは、通常のターボ形ポンプでは土砂等が閉塞を起こしたりインペラーを損傷させたりするのに対し、エアリフトポンプは構造が簡単のため閉塞が起きず、粒子を含む液の揚液に適するためである。

3. 本装置の産業上の利用分野

先述のように、養殖場・ダム湖・沈砂池に堆積した汚泥・土砂の除去に利用して、水質改善ならびにダム湖や沈砂池の貯水量の増大に寄与できる。そのほか、一般的な貯液タンク等の底に沈殿した堆積物の排除、貯液タンク内の液の循環や気体との化学的、生化学的あるいは電気化学的反応の促進に利用できる。

4. 実現性可能試験

上記のエアリフトポンプの実現性を調べるために、ならびに海や湖の現場で使用する大規模装置の設計に必要な資料を得るために、熊本大学工学部内に Fig.4 の試験装置を作り、現在、実験を行っている。エアリフト用ライザーには内径 26 mm、長さ 5 m の垂直な透明アクリル管を使用し、固体には平均直径 4 mm、比重 2.6 のセラミック製球形粒子を用いた。そして、水と粒子を下部に戻す戻り管は内径 50 mm とし、その水面を水深 4 m（浸水率=0.8）となるように調整した。まず、ポンプでバブルジェット発生装置に給水すると気泡が発生し、そのバブルジェットにより沈んでいる粒子が浮上した。浮上した粒子はエアリフトの作用によりライザー内を上昇し分離タンクに至った。分離タンクで分離した水は流量計で測定した。粒子は一定時間採取し、その重さを測定した。空気は大気開放とした。実験では、ポンプによる給水量と空気の吸入量、水の揚水量および粒子の揚固量の関係調べている。Fig.5 に実験の測定例を示す。給水量 Q_L の上昇に伴い、揚水量 Q_{LO} 、空気吸入量 Q_{GS} (= 空気排出量 Q_{GO})、粒子揚固量 Q_{SO} 共に上昇しているのがわかる。

5. 結言

本研究では、考案したバブルジェット式エアリフトポンプの実現性を調べる目的で実験を行った。その結果、エアリフトの作用により粒子を揚固することに成功し、給水量の上昇に伴い、揚水量、空気吸入量、粒子揚固量が上昇することがわかった。

今後は、水動力とポンプへの供給電力の測定、ならびに性能に影響を及ぼすスカートと粒子層との隙間の大きさ、および浸水率の影響も調べる予定である。さらに、大規模装置の設計用として、気液固三相流に適用可能な一次元運動量理論に基づく性能予測用解析モデルを考案する予定である。

参考文献

- [1] 佐田富, 特願 2004-110839, 2004.
- [2] 佐田富, 特開 2003-305494, 2003.
- [3] Sadatomi et al., Proc. of ICMF'04, Yokohama, Japan, Paper No. 391, 12 pages, 2004.

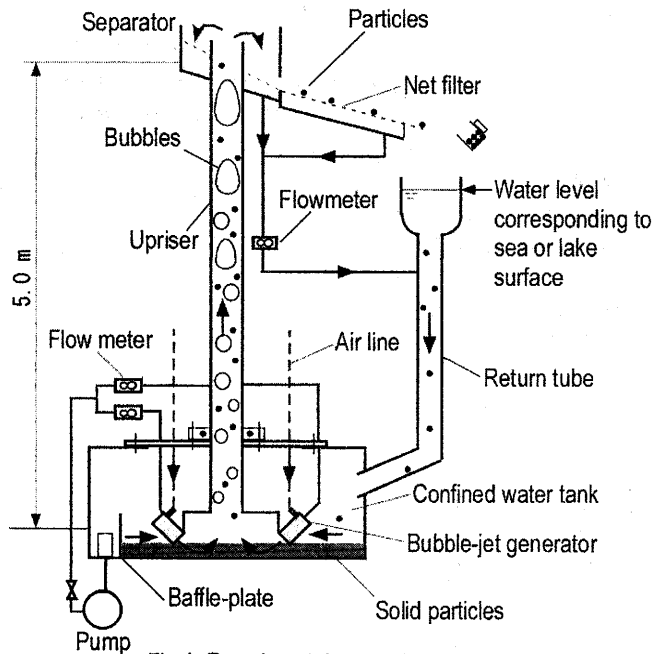


Fig.4 Experimental apparatus

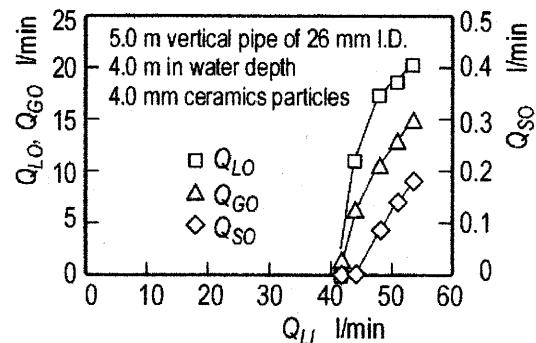


Fig.5 Discharge rates of air, water and solids vs. supply rate of water