

(Ⅱ-59) エアリフト内部の流動形態が揚水量に及ぼす影響について

宇都宮大学工学部 学生員 木下 靖貴

宇都宮大学工学部 正 員 池田 裕一

宇都宮大学工学部 正 員 須賀 堯三

1. はじめに

エアリフトは、掘削工事中に生じるずりや水底の汚泥あるいは海底の栄養塩などを、上方へ運搬する流体輸送方式の一種である。この方式は、水中に鉛直に立てた管の下端に空気を送り込み、その浮力によって管内に上昇流を生じさせるものであり、管内に機械部分がないので故障が少なく、そして100m以上の水深に対応できるという利点がある¹⁾。しかし、その輸送能力や限界について、体系的な研究はあまりなされていないようである。そこで本研究では、エアリフト流れの基本特性を把握する手始めとして、エアリフト内の流動形態や揚水量などについて実験を行い、若干の考察を加えるものである。

2. 実験装置及び方法

実験には、断面1.15m×0.64m、高さ1.0mの水槽を用い、その中央部分に図-1に示すようなエアリフトを設置した。気泡発生器としては、チューブの先端にスポンジ状のものを取り付けて細かい気泡が出るようにしたもの（type-a）と、チューブの先から直接放出する方式（type-b）の2種類を用いた。実験中、流況を見るためにスチルカメラあるいはビデオカメラで撮影し、流動形態・気泡体積や水面の盛り上がりの様子を把握できるようにした。また、揚水量の測定には、塩水を用いて水槽中に二成層を形成しその密度分布の時間変化より求めた²⁾。

3. 実験結果及び考察

写真-1に気泡発生器による流動形態の違いを示す。type-aでは、細かい気泡のままで定常的に上昇し、気泡流³⁾と呼ばれる流れとなっている。type-bの場合、type-aと同じ空気量であるが、スラグ流³⁾と呼ばれる揚水筒の管径いっぱいに広がって脈動的に上昇する砲弾型の気泡の流れが見られる。次に、空気量を変化させた場合の体積変化を図-2に示す。黒丸は、type-aの気泡1個の大きさを示し、それ以外はtype-bの気泡の大きさと個数を示している。type-aでは、空気量の増加にかかわらず気泡の体積はほぼ一定である。これに対してtype-bは、空気量の増加に伴い、気泡体積も増加している。ただし、この体積の増加は、個々の気泡が連続的に大きくなるだけでなく、個々の気泡が流入口で合体するという不

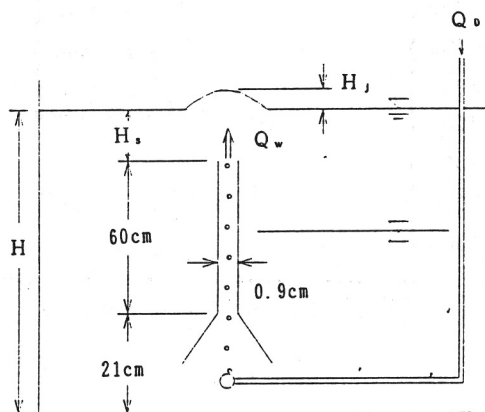
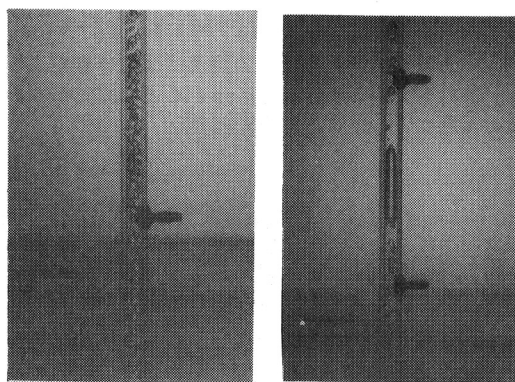


図-1 実験装置図



a) type-a

b) type-b

写真-1 エアリフト内の流動形態

($H_s=15\text{cm}$ $Q_0=2.0 \times 10^{-6}\text{m}^3/\text{s}$)

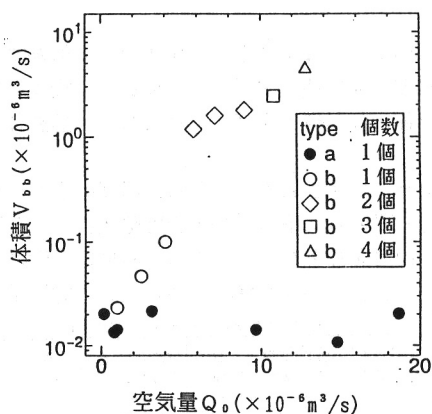


図-2 空気量と気泡体積の関係
($H_s=15\text{cm}$)

連続的な変化も含んでいる。図中にある「個数」は合体した気泡の数を示したものであり、今回の実験では最大4個の気泡の合体が見られた。

図-3は空気量と揚水量との関係を示したものである。本実験では、2種類の流動形態が見られたが、それによる揚水量の変化はあまり見られない。同図には連続曝気式の簡易評価式⁴⁾の計算結果も示しており、実験での揚水量が簡易評価式を下回っていることがわかる。この原因については、エアリフトの様々な損失が考えられる。例えば、写真-2は流入口での流動形態を示したものである。type-a、b両方の流動形態において、流入口で気泡がすぐにエアリフト内に入れず、入り乱れているのがわかる。こうした乱れが、何らかの意味で流入時の損失を大きくし、揚水量の低下に影響していると考えられる。

エアリフトから放出された流れは水面に達し、速度水頭に対応する分だけ水面が盛り上がる。今回、空気量一定のままで、 H_s を変化させ、流動形態による盛り上がり高さの違いを見た。その結果は図-4に示す通りで、 H_s が0.5cmの時、最大3.48cmもの差が見られた。これは、type-aとtype-bの最大瞬間流速の違いから生じるものである。すなわち、エアリフトが最大でどれくらいの重さのものを持ち上げられるかという輸送限界が、流動形態によって異なっていることを示唆している。

参考文献

- 1) 磯上一男・相澤林作：大口径RCD工法、pp.43-47、森北出版、1983。
- 2) Leitch, A.M. & Baines, W.D.: J. Fluid Mech., vol. 205, 77-98, 1989。
- 3) 日本流体力学会：混相流体の力学、pp.2-6、朝倉書店、1991。
- 4) 池田裕一・浅枝隆・須賀堯三：水工学論文集、第38巻、pp.325-330、1994。

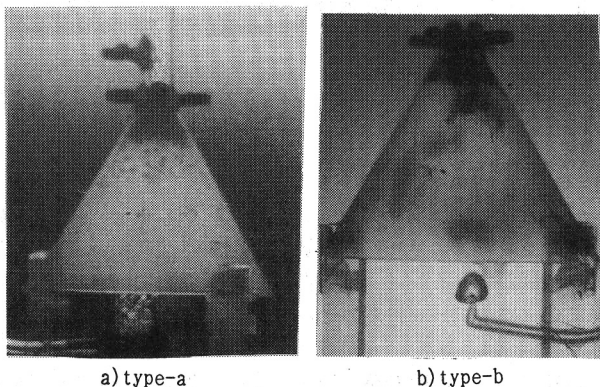


写真-2 流入口の状態
($H_s=15\text{cm}$ $Q_0=2.0 \times 10^{-6} \text{m}^3/\text{s}$)

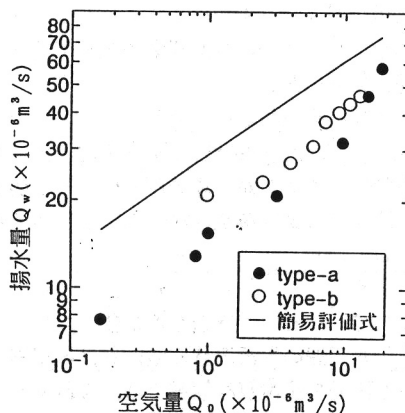


図-3 空気量と揚水量の関係
($H_s=15\text{cm}$)

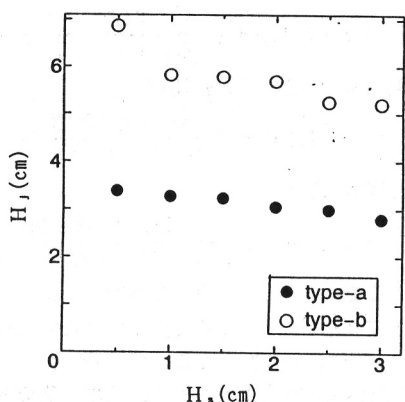


図-4 H_s と H_j の関係
($Q_0=2.0 \times 10^{-6} \text{m}^3/\text{s}$)