

# 効率的ヘドロ回収エアリフトポンプ装置の開発

機械工学科 西山 等

## 1. 背景と目的

池・湖沼等の閉鎖性水域では、生活廃水・工業排水等による汚濁物質の流入により水底にヘドロが堆積し、環境に悪影響を及ぼしている。このヘドロを回収するためには簡易で環境・生態系への影響を配慮した技術開発が必要である<sup>1)</sup>。これらの課題に応える効率的ヘドロ回収エアリフトポンプ装置の開発研究を行った。

開発したエアリフトポンプはライザーパイプの一部に弾性管を組み込むものであり、これにより、間欠的な気泡のライザーパイプ内の上昇と弾性管の変形容易性による振動が相まって、ヘドロ回収の高効率化が期待できる。

開発研究は、既設のエアリフトポンプ実験装置を用いて行った。ライザーパイプに設置する弾性管について、材料、寸法等の諸因子を種々変化させる必要があるが、まずは、弾性管の長さを変化させて実験を行い、ヘドロ揚固の効率的操作の方策を明らかにすることを目的とした。また、ライザーパイプ内の混相流の流動挙動の詳細を明らかにするために、画像計測手法の確立も試みた。

## 2. 実験装置および方法

図1に実験装置の概要を示す。装置下部の水で満たされたタンク内の模擬ヘドロ（ナイロン球 PA66：直径 3.175mm，比重 1.14）は、空気供給口からの空気供給によるエアリフト効果により、ライザーパイプ上部まで水の揚水とともに揚固される。ライザーパイプ下部には、シリコンゴム製の弾性管（コラプシブルチューブ（内径 20mm，肉厚 0.5mm））を設置した。実験はコラプシブルチューブの長さを 110～990mm の間で 4 段階とし、空気供給口からライザーパイプ内液面までの距離  $L_s=1470\text{mm}$ ，空気供給量を 0～80  $\ell/\text{min}$  で変化させたときの 5 分間の模擬ヘドロの揚固量を測定した。また、実験時のライザーパイプ内の気泡の上昇および揚水・揚固の様相を高速ビデオカメラ CASIO 製 EXILIM EX-F1 で撮影記録した。

## 3. 結果および考察

図2に高速カメラで 600fps で撮影したコラプシブルチューブ長さが 990mm の場合におけるライザーパイプ内の様相を示す。(a)は模擬ヘドロなしで供給空気量 6  $\ell/\text{min}$  の場合の気泡の合体・成長の様子を示したものである。ライザーパイプ下部での小さな気泡は上の気泡に追いつき合体して大きくなる。ライザーパイプ上部では気泡の大きさ，上昇速度は等しくなり気泡の間隔も等間隔となる。気泡の形状は先端が先細っ

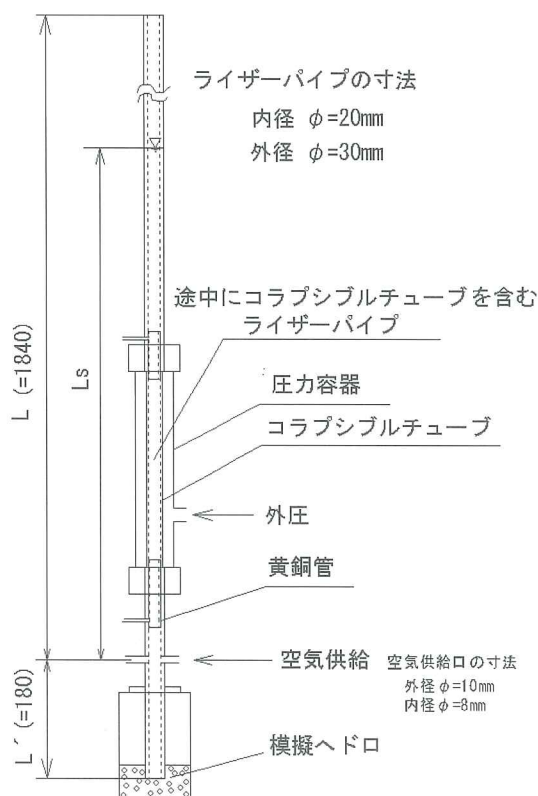


図1 実験装置概要

て尖り、末端では中心部が上に引っ張られるように少しへこむ形状をとる。(b)は(a)と同一供給空気量における模擬ヘドロの揚固の様相を示したものである。模擬ヘドロは上の気泡に引き吊られて上昇し、下からの気泡に挟まれる状態となる。(c)は供給空気量 60 ℓ/min の場合であり、もはや気泡の成長・発達が確認できないほど激しく混ざりあっている。

図3に模擬ヘドロの揚固量と供給空気量の関係を示す。揚固量は供給空気量の増加とともに増加する。供給空気量が約 20 ℓ/min 以下で供給空気量の増加に対する揚固量の増加が極めて大きく、約 30 ℓ/min 以上でゆるやかな増加となっている。コラプシブルチューブ長さが 110, 330 mm の場合では、供給空気量をいくら増加しても、初期にタンク内に設定した模擬ヘドロの幾分かが残存する飽和性の傾向を示した。コラプシブルチューブ長さが 660, 990 mm の場合には、両者に差異は見られず、110, 330 mm の場合に比してより少ない供給空気量でより多くの揚固量が実現できる。

このような、揚固量と空気供給量の関係は、気泡、水、模擬ヘドロの運動・流動の相互作用に基づくものであり、この作用を詳細に明らかにする観点から、高速度カメラで撮影した画像をもとに画像計測処理を行っている。その一例として模擬ヘドロの運動の速度ベクトル図を図4に示す。

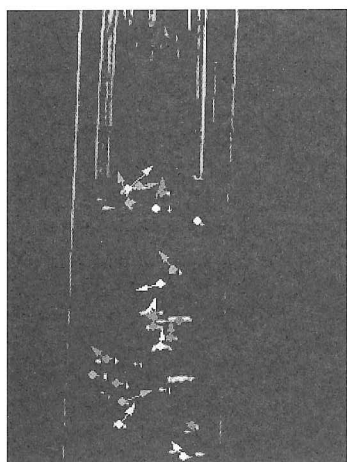


図4 速度ベクトル図

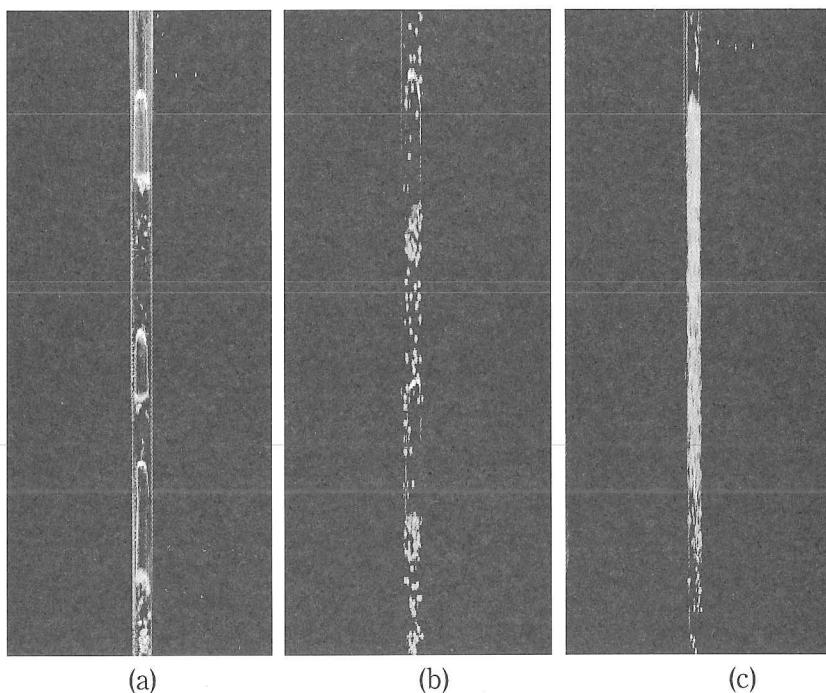


図2 ライザーパイプ内流動の様相

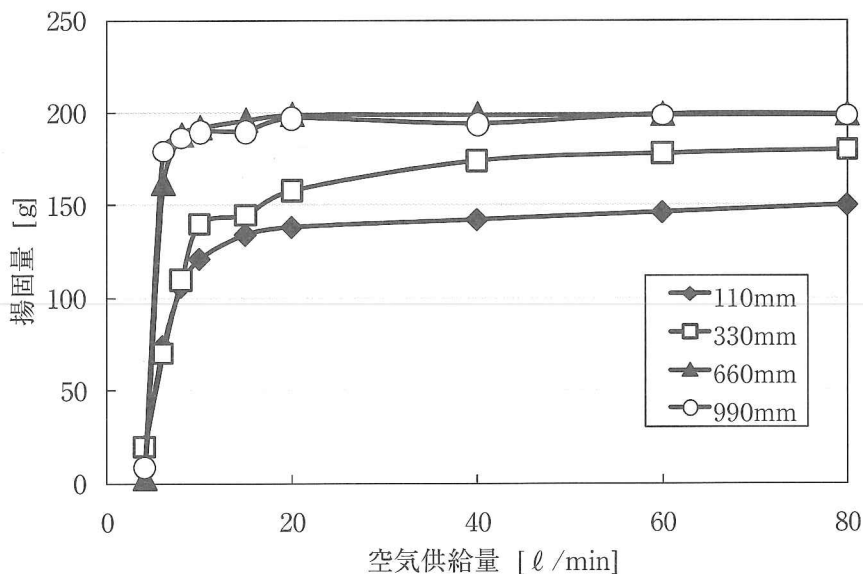


図3 揚固量と空気供給量の関係

#### 4. 結言

ヘドロ回収のためのエアリフトポンプによる揚固性能の向上を図るための基礎的な開発研究として、ライザーパイプの一部に弾性管(コラプシブルチューブ)を用いて、管長さを長くすることにより揚固性能が向上することを明らかにした。

#### 参考文献

- 1) 八田夏夫：計算力学の基礎，丸善株式会社，pp. 325-326，2004.