

炭酸ガスを利用した余剰汚泥の浮上濃縮に及ぼす諸要因の検討

九州工業大学大学院 学生員 ○高西正人
九州工業大学大学院 非会員 MEDHAT
九州工業大学 正会員 藤崎一裕

1. はじめに

これまでに炭酸ガスを利用した余剰汚泥の浮上濃縮においては、加圧・常温の条件下ですでに実験に成功している¹⁾。これは炭酸ガスが、窒素や酸素に比べて 20～30 倍も多く水に溶解する特性を利用したものである。また炭酸ガスは温度の上昇に伴う溶存可能量の減少の度合いが他の気体に比べて非常に大きいという特性がある。この特性を利用して加温により浮上を促進する検討もなされている²⁾。しかしながら加温下での炭酸ガスによる浮上濃縮についてはまだあまり調べられていないのが現状である。そこで本研究では、溶解時や浮上時での加温温度を変化させたときの浮上濃縮に及ぼす影響について検討を行なった。

2. 実験方法及び実験条件

余剰汚泥(MLSS 濃度：4000mg/l)2000cc を溶解槽内（内径 80mm、高さ 1000mm）で炭酸ガスと溶解させた。溶解時の圧力は 0.6kgf/cm²、溶解時間は 2、3、4.5、6 分間の 4 通りである。その後、浮上管の管壁に向けて汚泥を内径 1mm のノズルから噴出させて浮上管に投入した後、浮上濃縮を行ない目視により時間の経過に伴う界面の高さの変化を測定した。また、この実験において溶解槽内に投入する前の汚泥温度、浮上槽の温度を変化させた。これは、炭酸ガスを溶解させる段階、炭酸ガスを析出させて浮上させる段階、またその両方を組み合わせた段階のそれぞれにおいて加温が浮上に及ぼす影響について調べるためである。実験条件を表 1 に示す。なお、今回の実験では、温度変化が浮上に及ぼす影響を広い範囲で調べるために、故意に浮上が不十分で一部に沈殿が生じる条件でも実験を行なった。

表 1. 実験条件

RUN	溶解時		浮上時
	時間 (min)	温度 (°C)	温度 (°C)
1	2,3,4.5,6	30	—
2	2,3,4.5,6	40	—
3	2,3,4.5,6	50	—
4	2,3,4.5,6	—	30
5	2,3,4.5,6	—	40
6	2,3,4.5,6	—	50
7	2,3,4.5,6	20	40
8	2,3,4.5,6	40	40

3. 実験結果及び考察

実験 1 CO₂ の溶解時における加温の影響(Run1～3)

加温した汚泥に炭酸ガスを所定の時間吹き込んだ後、常温下に静置して浮上濃縮させた。実験結果を図 1、2 に示す。なお、図の横軸は経過時間、縦軸は初期高さ(H₀=30cm)で無次元化した界面高さを示しており、図中の実線より上部が浮上汚泥部、破線より下部が沈積部で、両者の間が分離液部を表している。

バブリング時間が長いほどつまり、溶解度が高いほど浮上性はよくなり、また、沈殿も少ないことが確認でき、そしてバブリング時間が 2 分の場合には極端に浮上性が悪くなることが確認できた。また、40℃と 50℃での加温の差の影響はほとんどみられなかった。

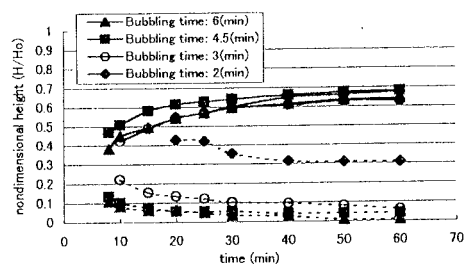


図1 浮上濃縮過程(Run2)

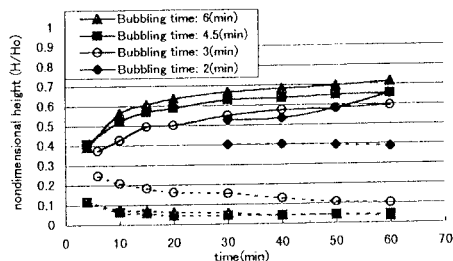


図2 浮上濃縮過程(Run3)

実験Ⅱ 浮上時の加温の影響(Run4～6)

常温の汚泥に炭酸ガスを所定の時間吹き込んだ後、浮上槽を30℃、40℃、50℃に加温して浮上濃縮を行なった。実験結果を図3、4に示す。

設定温度が高いほどバブリング時間によるばらつきが少なく、また浮上が速く行なわれることがわかる。しかし、浮上速度が速すぎるため処理水の透視度が低下することが確認できた。また、いずれの条件の場合も汚泥層内に大きな気泡が溜まり、最頂部が上昇することにより、圧密の促進が妨げられることが分った。この現象は、設定温度が高いほど、バブリング時間が長いほど顕著であった。

これらは、溶解していた多量の炭酸ガスが常温→高温の急激な温度変化のため急激に析出され、気泡だけが汚泥に付着できないまま浮上するためだと考えられる。

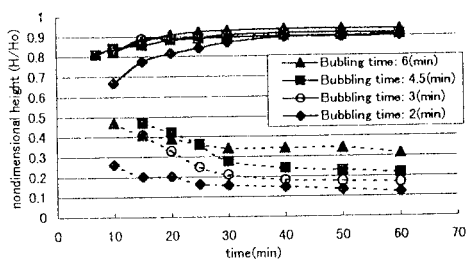


図3 浮上濃縮過程(Run5)

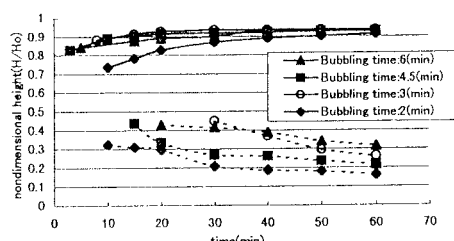


図4 浮上濃縮過程(Run6)

実験Ⅲ CO₂の溶解時及び浮上時における加温の影響(Run7～8)

20℃または40℃に加温した汚泥に、所定の時間炭酸ガスを吹き込んだ後、浮上槽を40℃に加温して浮上濃縮をおこなった。実験結果を図5、6に示す。

Run7の条件の場合、バブリング時間が長いほど浮上は速く行なわれることがわかる。逆に沈殿に関してはバブリング時間が長いほど生じやすくなる事がわかる。ただし、バブリング時間が4.5分以上では、変化がほとんどみられなかった。また、この条件の時も実験Ⅱの場合と同様に最頂部の上昇がみられた。この原因も炭酸ガスが急激に析出されるためだと考えられる。Run8の条件の場合、Run7の場合と比較して浮上は緩やかであったが沈殿は少ないことがわかる。また、バブリング時間が長いほどわずかながら浮上は速く、沈殿に関しては、浮上開始時に変化はみられたものの、時間の経過に伴い違いはほとんどなくなった。

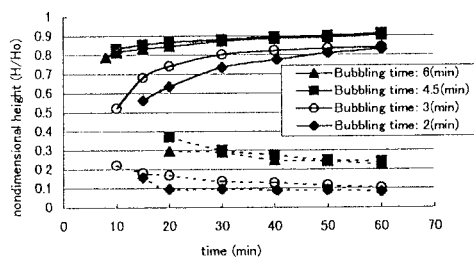


図5 浮上濃縮過程(Run7)

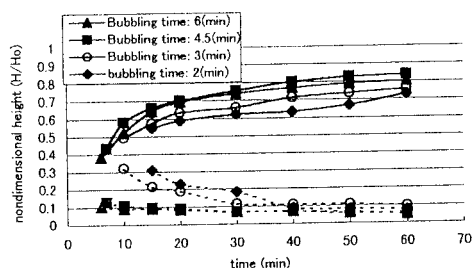


図6 浮上濃縮過程(Run8)

4. おわりに

溶解前に汚泥を加温すると、急激な炭酸ガスの析出は抑制されるが、浮上性が低下することが分った。逆に浮上槽加温の場合、浮上は速く行なわれるが、急激に炭酸ガスが析出され気泡が汚泥に付着できないまま浮上するため浮上後の圧密が妨げられることが分った。以上のことから40℃程度の加温で浮上を効率よく行なうためにはCO₂の溶解圧を0.6kgf/cm²より小さめにするか、より低い加温条件で十分であることが判明した。

参考文献

- 1) 永見真二・藤崎一裕：余剰汚泥の浮上濃縮に対するCO₂の利用、平成10年度土木学会西部支部講演概要集
- 2) 江藤・神代・福永・今宮：下水汚泥の加温浮上濃縮法、第36回下水道研究発表会(H11.7)