

炭酸ガスによる余剰汚泥の浮上濃縮

九州工業大学(学)○石田 昇
九州工業大学(正) 藤崎一裕

1. はじめに

本研究は、炭酸ガスを積極的に利用した余剰汚泥の浮上濃縮法について検討したものである。この研究は、炭酸ガスが窒素や酸素に比べて20~30倍も多く水に溶解し、温度の上昇に伴う溶存可能量の減少の度合いも他の気体に比べて非常に大きいという特性に着目している。

2. 実験方法及び実験結果

炭酸ガスを溶解させた水と余剰汚泥を1:1に混合したものを、大気圧下に静置して浮上濃縮を行った。浮上管として、500mlのメスシリンダーを用い、時間の経過に伴う界面高さの変化を目視により測定した。

気泡の発生は、主に圧力変化と温度変化に左右されると思われる、その条件をまとめたものを図1に示す。これに基づいて実験を行った。以下の実験番号①~⑤は図1のそれに対応する。

①加温浮上(a)

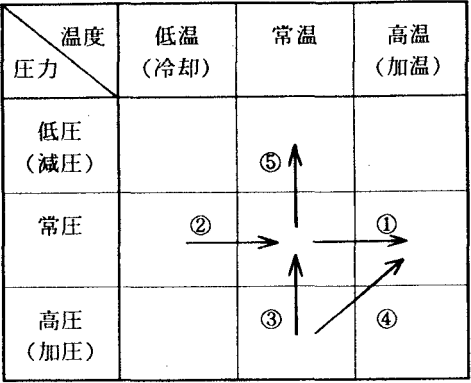
市販の炭酸ガスを吹き込んだ水と余剰汚泥を混合したものを、40℃、50℃、60℃に加温して浮上濃縮した。加温方法は、恒温水槽による間接加温とした。実験結果を図2に示す。図の横軸は経過時間、縦軸は初期高さ(H₀=25cm)で無次元化した界面高さを示しており、図中の実線より上が浮上部、破線より下が沈積部、その間が分離液部を表している。図2より、加温温度が高い方が浮上効果が大きいのが分かる。

②加温浮上(b)

固体炭酸ガスであるドライアイスに水を投入することにより、炭酸ガスを溶解させるとともに水温を低下させ、この低温の炭酸ガス溶解水と余剰汚泥を混合し浮上濃縮した。これは低温からの加温浮上濃縮であり、加温温度は30℃とした。水1000ccに対するドライアイス投入量、50g、100g、150gでの実験結果を図3に示す。ドライアイス投入量が多い方が浮上効果が促進されている。

③加圧浮上

加圧容器内の水に炭酸ガスを吹き込み、一定の圧力で数分間静置した後、その炭酸ガス溶解水と余剰汚泥を混合し、大気圧下に静置して浮上濃縮した。加圧条件0.5、1.0、1.5kgf/cm²(1.0kgf/cm²=98kPa)での実験結果を図4に示す。加圧条件が大きい方が浮上効果も大きい。



①加温浮上(a) ②加温浮上(b)
③加圧浮上 ④加圧加温浮上 ⑤減圧浮上

図1. 気泡の発生条件

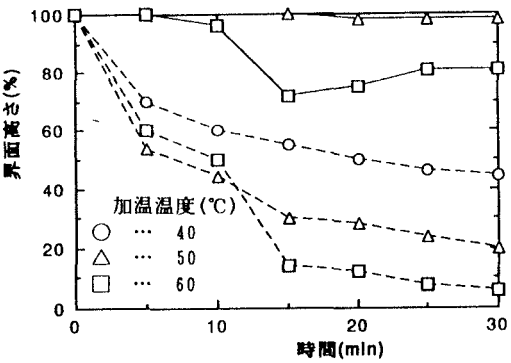


図2. 加温浮上(a)

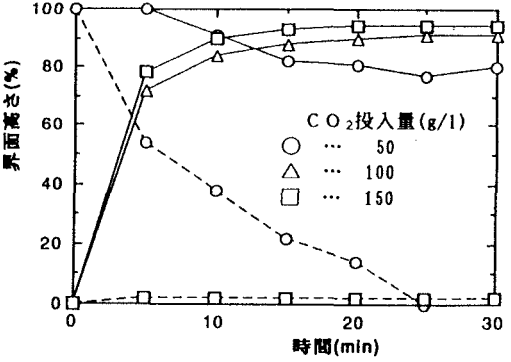


図3. 加温浮上(b)

④加圧加温浮上

加圧浮上の効率を上げるために、炭酸ガス溶解水と余剰汚泥を混合した後、加温した。加温温度40℃での実験結果を図5に示す。加圧条件は図4と同じであり、加圧浮上と同様の傾向がみられる。

⑤減圧浮上

減圧浮上は、一部実用化されている方法である。これは特に炭酸ガスを利用したものではないので、ここでは省略する。

3. 考察

低温からの加温浮上では、混合と同時に汚泥が浮上しはじめるケースが見られたが、常温からの加温浮上では、加温後、しばらくしてから浮上しはじめている。これは、低温からの加温浮上の場合、冷却した炭酸ガス溶解水と常温の汚泥を混合したときの急激な温度変化による瞬間的な気泡の発生によるところが大きいと思われる。同様の考えで、常温からの加温浮上で前もって汚泥を加温しておく、似たような結果が得られている。

また、瞬間的に気泡を発生させるには、圧力変化を用いるのが容易である。0.5kgf/cm²の加圧では浮上効果が小さかった。また、図には示していないが、2.0kgf/cm²まで加圧すると、急激な気泡の発生に伴う汚泥の攪拌によって、底部に汚泥が沈積する場合があった。このような結果から、最も適した加圧条件は1.0～1.5kgf/cm²程度と思われる。

ここで加圧条件1.0kgf/cm²での浮上濃縮実験を加温温度別に比較したものを図6に示す。実験開始後5分間の浮上速度を比較すると、無加温の実験では1.8cm/minであったが、加温することにより4.0cm/min程度まで上がっている。以上の結果から、加圧浮上濃縮の浮上効果促進のために加温法を併用するのが望ましいと思われる。参考までに、使用した炭酸ガスが全て浮上に使われたと仮定すると、空気換算した気固比は、加温浮上で0.2kg/kg、加圧浮上で0.3kg/kg、加圧加温浮上で0.4kg/kg程度となる。この値は通常の加圧浮上と比べると一桁以上大きい。

4. おわりに

前述のように炭酸ガスは水に非常に溶けやすいために、加圧圧力の低減化をはじめ装置全体の小型軽量化が可能になるものと考えている。なお本研究は、化石燃料の使用に伴う産業界からの廃熱、廃炭酸ガスの有効利用をも意図している。最後に、実験に協力された九州工業大学4年次生の犬塚尚秀君に感謝する。

参考文献 … 藤崎、石田、神代：第33回下水道研究発表会、1996、p. 805～807

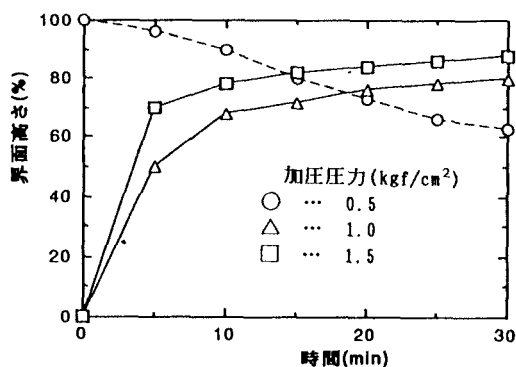


図4. 加圧浮上

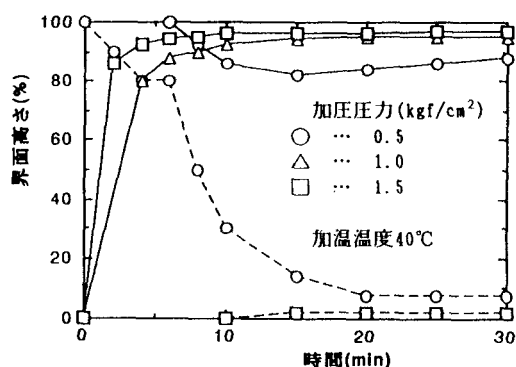


図5. 加圧加温浮上

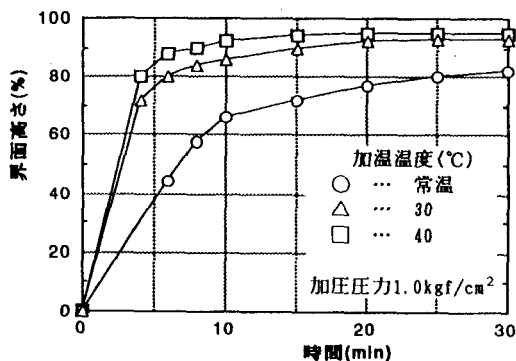


図6. 加圧加温浮上（加温温度の影響）