

液体の脱気技術に関する研究

山口大学工学部 ○羽田野袈裟義・奥田雅史
宇部工業高等専門学校 深川勝之・柿本健一・藤里哲彦

1. 緒論

水中の溶存気体の除去は、超音波洗浄や水中のアンモニア除去などで求められる技術である。超音波洗浄は、水中で超音波を発生させ、振動を利用して固体表面に付着した汚れを落とすものである。この場合、水中の溶存気体は超音波の伝播に際して緩衝体の役割をし、超音波洗浄の阻害要因となる。水中のアンモニアは有害なためアンモニア脱気を行なうが、従来の脱気技術は送風式でアンモニアを大量の空气中に低濃度で拡散させた状態となり、これを空气中に放出することが許されずアンモニアの回収が大きな課題であった。当研究グループは、耐圧容器内で気圧を下げて液体の沸点を下げて液体中に溶存する気体を除去する技術进行研究している。本稿では、圧力低下効果と気液境界の接触促進効果を組み合わせた実験の結果を報告する。

2. 原理

(1) 気体が溶存する原理

気体と液体が接しているとき、その気体は気体の圧力に応じて水中に溶け込む。また、混合気体の場合、その構成要素である気体はその各分圧に比例して、飽和状態になるまで溶け込んでいく。これをヘンリーの法則と呼んでいる例えば、水道水は河川から取水され浄水施設の処理の間や、工場施設の受水槽などで気体に接触する。このとき、大気圧の作用により水中に気体（窒素ガス、酸素ガス）が溶け込む。

《ヘンリーの法則》

$$P = H \cdot A \quad \text{または} \quad A = P / H \quad (1)$$

ここでAは水中の溶質ガス濃度、Pはこの液と平衡状態にある大気中のガス分圧、Hはヘンリー定数であり、式(1)が示すとおり、ヘンリー定数Hの値が大きいほど溶解度が小さい。

(2) 本脱気法の原理

式(1)で示したヘンリーの法則に着目し、耐圧タンク内を陰圧（負圧）にする。ただし、脱気は液体の表面で最も効率的に起こる現象である。したがって、容器内を低圧にすることに加え、この中で被処理水を容器内に噴射して、容器内で処理水の泡の集合体を作る。この泡の集合体は、生まれては破裂する泡から構成されている。こうして、非処理水を構成する全ての水が気体と十分接触し、効率的な脱気が可能となる。

3. 水道水の脱気実験

通常の水道水は、酸素ガスを約8mg/L、窒素ガスを約13mg/Lを溶存している。図1にその概略図を示す実験装置で脱気実験を行ない、溶存酸素を測定した。この装置の諸元と作動状態、および実験の概要を説明する。装置は、本体である耐圧タンクとタンク内の気体を吸引するコンプレッサーと、処理された水を排出するポンプからなる。耐圧タンクには、水道水を導入する部分、水道水を噴射する部分、噴射水を受けて泡の集合体を作る小容器、および処理した水を排出する部分を持ち、水の流入出・量は弁で制御する。耐圧タンク内の空気をコンプレ

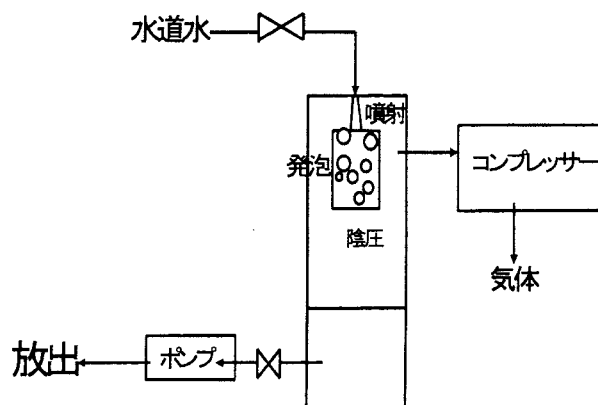


図1 水道水の脱気実験装置簡略図

ッサーで吸引することにより、耐圧タンク内の圧力を下げる。コンプレッサー、ポンプの能力はそれぞれ 2.2 kW、0.4 kW である。実験は、タンク内圧を -0.09MPa まで下げたのち、この中に DO 値 8.64mg/L、温度の水道水を流量 25L/分 で定常的に噴射する。このとき、DO 値は 8.64mg/L から 0.95mg/L まで低下した。したがって、脱気能力として、2.6kW で 192(mg/L×L/分)、すなわち 73.8(mg/L×L/分 / kW)となる。

4. アンモニア脱気実験

(1) 実験装置と方法 前述のように、水中のアンモニアは有害なため、これを完全に除去することが求められる。このため図 2 に示すように、被処理液であるアンモニア水を循環させて可能な限り脱気を行なう。コンプレッサーは図 1 と同じ 2.2 kW のものである。また、アンモニア水を循環する 2 つのポンプはいずれも 200W のカスケードポンプであり、耐圧タンク内が減圧されているので、揚程の効果が小さい状況では、2 つのポンプ流量の大小関係は、耐圧タンクに送り込む流量の方が、耐圧タンクから排出する流量より大きい。このため、稼動を継続すると、耐圧タンク内の水位が上昇していく。これを一定範囲に抑える必要があり、実験では耐圧タンク内の水位を見ながら耐圧タンクに送水する側のバルブを時々閉めることで対応した。実用機においては耐圧タンク内の水位を感知して弁操作する必要がある。

なお、耐圧タンク内の小容器内に水を噴射して、気泡集合体を発生させて耐圧タンクからコンプレッサーで吸引するが、アンモニア脱気を促進するため、小容器内にエアストーンを入れ、このエアストーンから耐圧タンク外に導いた気道管を用いて外の空気を制御された流量で小容器内（耐圧タンク内）に吸入するようにしている。この気道管関係については図を省略している。

(2) 条件設定

実験は予備実験を含めて 4 ケースで行なった。実験条件として、アンモニア水の体積 4 L、水温 40～60 度、初期濃度を 830～1300ppm 程度、循環流量を 13 L/分（耐圧タンク内への吸入量約 22 L/分）、耐圧タンク内圧力と気道管から吸入する空気量は、

ケース 2 : -0.067～-0.07Mpa & 1.5 L/分

ケース 3 : -0.055～-0.058Mpa & 12L/分

ケース 4 : -0.054～-0.071Mpa & 10.6～12L/分
と変化させて行なった。

(3) 実験結果

以上のようにして行なった実験結果を図 3 に示す。実験ケースにより多少差異があるが、除去率は 40 分間の稼動で 8～25%、除去率の優れたものから順にケース 4、1、3、2 となっている。また、ケース 4 では 2 時間で約 80% のアンモニア脱気を達成している。

5. 結語

以上、新方式の脱気技術について簡単な室内実験の結果を報告した。アンモニア脱気については、今後実験条件を整備して、実験を行ない、脱気能力を検討する予定である。

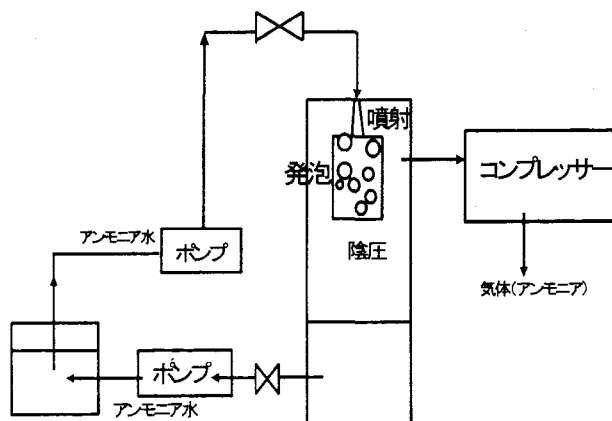


図 2 アンモニア脱気実験装置簡略図

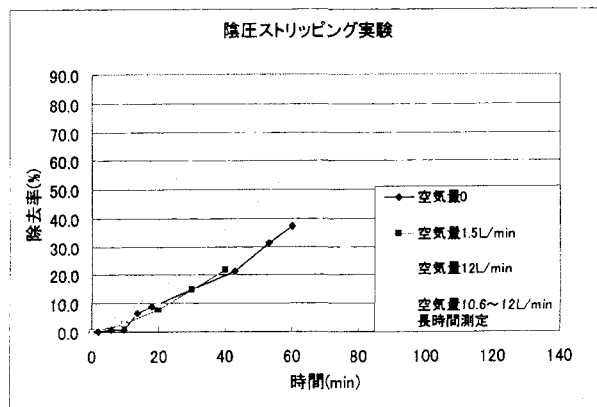


図 3 実験結果