

通気式炭酸ガス吸収装置の開発

川崎重工業(株) 潜水艦設計部 池田玉治 神田修治 中田恒美

1. はじめに

潜水艦は潜航中、完全密閉区画となり、乗員の呼吸によって排出される炭酸ガスの除去は極めて重要な問題である。潜水艦用炭酸ガス吸収装置としては、再生式のエタノールアミン水溶液を用いたものと、艦内では非再生の水酸化リチウム(LiOH)を用いたもののが実用化されているが、コストの関係から、後者が採用されているのが現状である。

水酸化リチウムを用いたものには、艦内通風装置の中に組込んだものと、水酸化リチウム薬剤を直接散布するものがあるが、散布式は薬剤の粉塵状ひろがり、人体に刺激を与えるという問題があり、一方通風管式は水酸化リチウム充填層の通気抵抗に対し、一般の通風機程度の吐出圧力では不足であり、風量が少なく、充分の吸収能力が発揮できなかった。

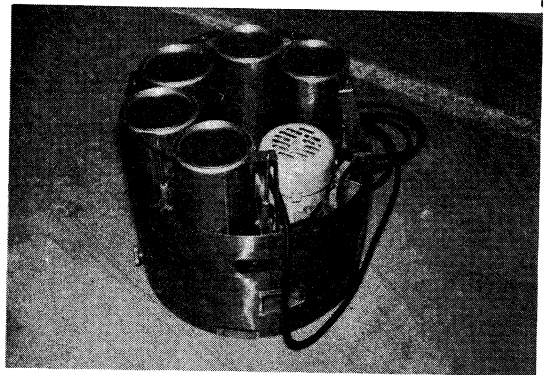
そこで当社では専用の送風機をそぐえ、これに水酸化リチウムのキャニスタを組込む方式の通気式炭酸ガス吸収装置を開発し、通気抵抗、吸収能力に関する調査、実験を行なった。高圧酸素室、人工気象室など密閉区画のAIR REFRESHの参考として報告する。

2. 通気式炭酸ガス吸収装置の概要

装置の外観を写真1に示す。

装置の主要目にはつぎのとおりである。

風量:	1.7 m ³ /min
送風機静圧:	150 mmAq
電動機出力:	0.75 KW
キャニスタ:	5缶(1基当り)
LiOH充填量:	約2.5 kg(1缶当り)
全高×外径:	495mm×550mm
重量:	本体約54kg(可搬式) キャニスタ1缶当り約3.5kg



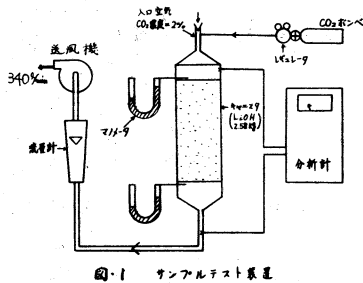
艦内の空気はキャニスタの上から吸引され、水酸化リチウム層を通過して炭酸ガスを吸収されたあと下方のチャンバーへゆき、ここから送風機により再び艦内に放出されるようになっている。

3. サンプル・テスト

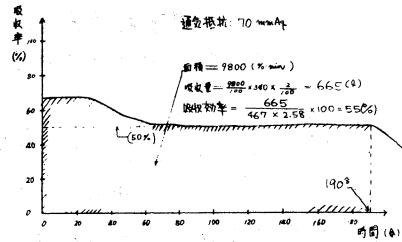
本装置の開発に当たり特に留意した点は、水酸化リチウム充填層の通気抵抗に対する対策と、炭酸ガス吸収率および吸収効率等の性能確保の問題であった。

そこで、実機設計に先立ち、キャニスタ1缶を用いてサンプルテストを行ない、通気抵抗および炭酸ガス吸収率の時間的変化を計測した。

サンプルテストの装置概略を図・1に、計測結果を図・2に示す。



図・1 サンプルテスト装置



図・2 サンプルテスト結果

炭酸ガス吸収率および吸収効率をつぎのように表わす。

$$\text{CO}_2\text{吸収率} = \frac{(\text{入口CO}_2\text{濃度}) - (\text{出口CO}_2\text{濃度})}{(\text{入口CO}_2\text{濃度})} \times 100 (\%)$$

$$\text{CO}_2\text{吸収効率} = \frac{(\text{実際に吸収したCO}_2\text{量})}{(\text{反応式による理論CO}_2\text{吸収量})} \times 100 (\%)$$

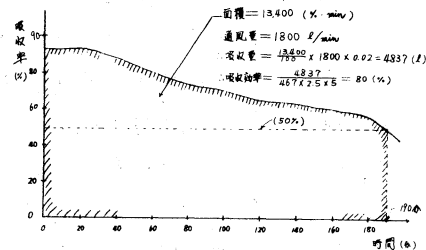
反応式 : $2\text{LiOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 従って理論吸収量 = 467 (g/kg)

炭酸ガス吸収装置の性能は上記2つの比率により評価される。すなわち、吸収率と通気流量等から炭酸ガス吸収速度を定めることが出来、また吸収効率と吸収剤の量から吸収容量、すなわちある人数における持続時間を求めることが出来る。

実用状態を吸収率が50%以上とすれば、図・2から持続時間は190分、炭酸ガス吸収量は665gと出る。これから吸収効率を求めると約55%と出る。

4. 実機製作および性能試験

サンプルテストのデータに基づき40人用の実機を設計した結果、2項に述べたようなものになった。すなわち1人当たり炭酸ガス発生量を20g/kgとすれば合計では約800g/kgとなるが、5缶分、1.7 m³/minの装置では炭酸ガス濃度2%、吸収率50%のとき吸収速度は約1,020g/kgとなり、十分な余裕を有するものとなる。完成後性能試験を行ない図・3に示すような結果を得た。サンプルテストの結果を上まわる性能であることが確認された。



図・3 実機性能試験結果

5. おわりに

構造簡単で高性能の通気式炭酸ガス吸収装置を開発することができた。

高圧環境装置等では、現在主に換気により炭酸ガスを除去しているが、将来閉鎖回路式呼吸器等が採用されるにつれ本機のような装置が必要になると予想される。本報告がこの方面の参考になれば幸いである。なお加圧下における吸収率、吸収効率の問題についても引き続き研究してゆく計画である。

(完)