

H-3 潜水艇用応急呼吸装置の実験的研究

防衛庁技術研究本部

松田 守

海上自衛隊横須賀地区病院潜水医学実験部

伊藤敦之, 宮下直裕

川崎重工業株式会社

服部 晃

はじめに

潜水艇用呼吸装置の基本的構想は、本学会第9回において小型の潜水艇である深海救難艇用応急呼吸装置の開発研究と題して報告されている。

今回は実際の機器のデザインをするために必要な生工学的な資料を得る目的で研究したものである。

ここでは、使用上重要な酸素分圧計測装置、炭酸ガス分圧計測装置及び呼吸気時換気動態について述べる。

実験方法及び結果

(1) 酸素自動制御装置

2名の人間が呼吸装置を加圧下で使用し座位呼吸時における酸素制御の指示値は図-1のようになり、環境圧が変動したときどう変るかをみたものである。回路内酸素分圧を検知する3つのセンサーの指示値をプロットし、更に×印で示す値は、センサーの平均値で制御値を表わしている。

センサーは Beckman MINOS で制御巾を設定値に対し±20%に設計されている。この結果からみるとセンサー指示の平均値が或ものではずれているものもある。これはセンサーそのものの特性が原因するもので現われたものに違いなく、制御値に特有な逸脱の原因はない。

図-2は回路全体を潜水艇の中に入れるために機器の過渡特性について、或いは設定値の変更について追従性の点で検討したものである。温度が常温であるときは上記の条件をほぼ満足しており、温度を下げるとこのずれが平均回路に原因なくセンサー(Channel-1)の特性がそのまま現われている。

(2) 炭酸ガス検知装置

炭酸ガス分圧計測装置は柳本製作所製赤外線炭酸ガス分析計を使用した。高圧下で用いる分析計はいまだ実際に使用されているものはない。要求は5ATAまでの環境下で検知できるものであり、赤外線炭酸ガス分析計のもつ特性から生理学的にも用途が広く重要なものである。

CO₂: 0.382%, 0.675% 2種の Calibration Gas に対する直線は図-3のようになり、非常

に直線がよく、再現性も良い結果を得ており、充分満足のできるものであった。

(3) 回路内圧のもつ圧応答性は起動ガスレギ

回路のもつ圧応答性は起動ガスレギュレーター、減圧弁、安全弁の開度、圧力等に関する。ブローを付けている関係上陽陰圧の Neutral Pressure(N. P) の設定が回路の位置に関する。図-4 は環境圧を 1 ~ 5 ATA に変えたときのマスク部の内圧の変動を示している。大きなずれが生じているのはブローによる High-mass 環境になった結果、実質的な流速が大きくなることによっている。同じことが、CO₂ キャニスターの流れの抵抗にもみられた。

図-5 は 1 ~ 5 ATA において実際に人が呼吸したときの呼吸の圧流速図を示し、圧力については実測、流速については座位呼吸であることを考慮して $v = 1.0 \text{ l/sec}$ が Peak Flow Rate と仮定して作図したものである。1 ATA よりも 2 ATA が少ないのはさき程の N.P に起因している。

考察及びまとめ

この呼吸抵抗の変化をみると 2 ATA 以上においては正常な呼吸レベルではなく、長時間の使用に当っては、呼吸ガス交換に不具合が生じ、人体に悪影響を及ぼす。更に 2 人の被験者に呼吸の相互干渉が認められ、圧流速図の上で $v = 0$ のとき圧力が両者で一致していない。或いは環境圧により圧力が大きくずれると云う問題があるのかもしれない。これは呼吸抵抗と云う概念でみると小さいものであり、こう云った呼吸抵抗の小さい良質の呼吸器はデザインの上で必要な回路として今後細部検討し実際の機器の設計に応用したいと考えている。

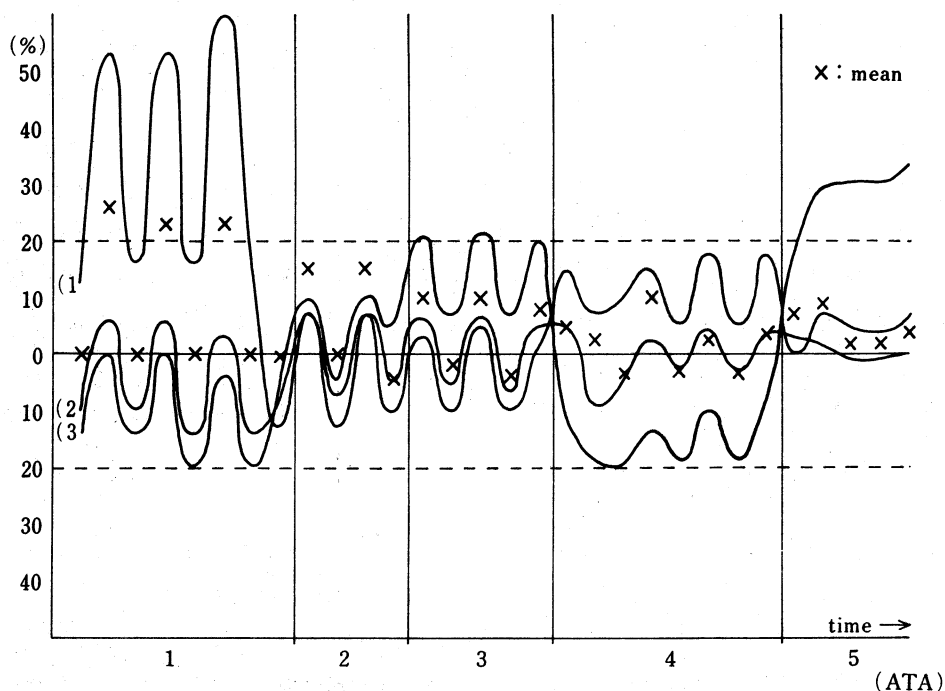


Fig. 1 Deflection of PO₂ for decided value

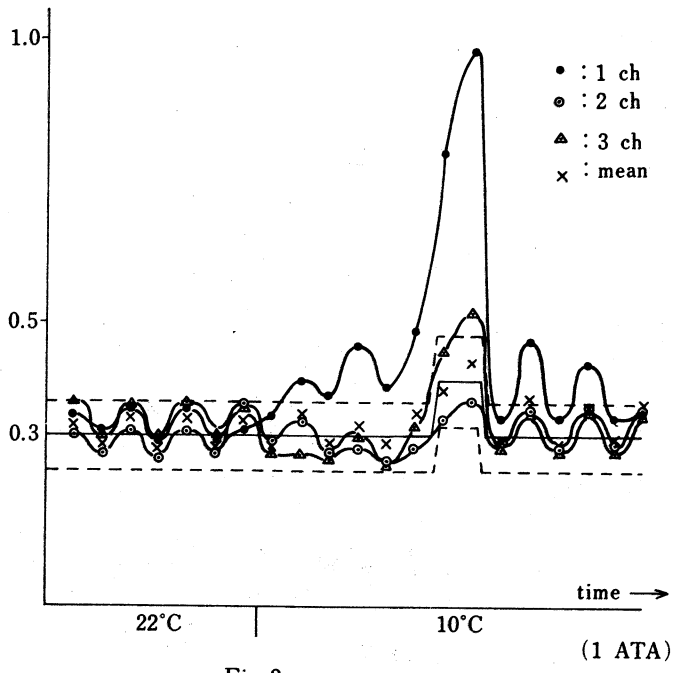


Fig. 2

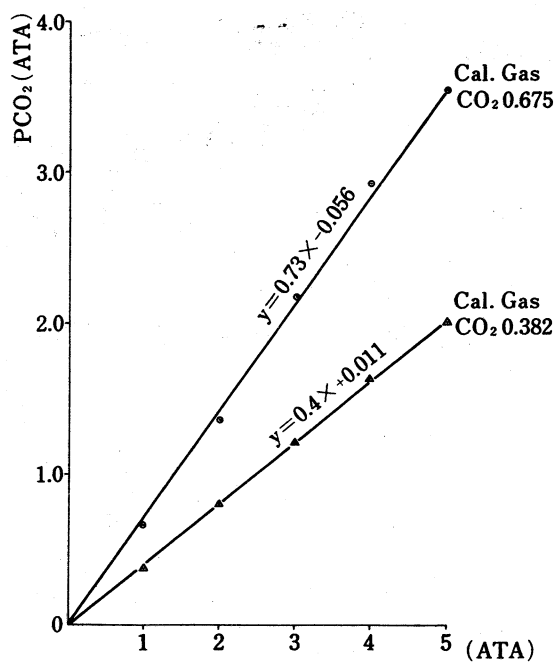


Fig. 3 Characteristics of Infrared CO₂ Analyzer for the increased ambient pressures

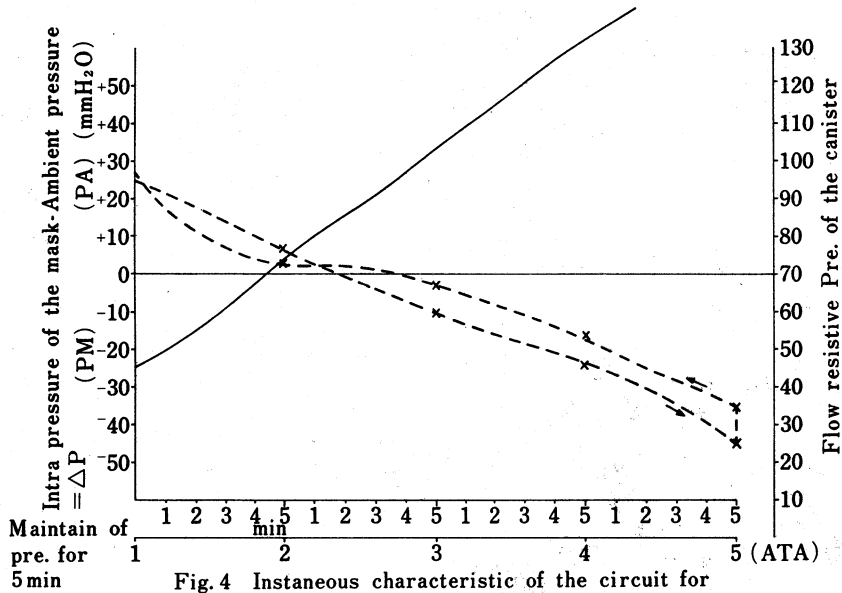


Fig. 4 Instantaneous characteristic of the circuit for compression and decompression

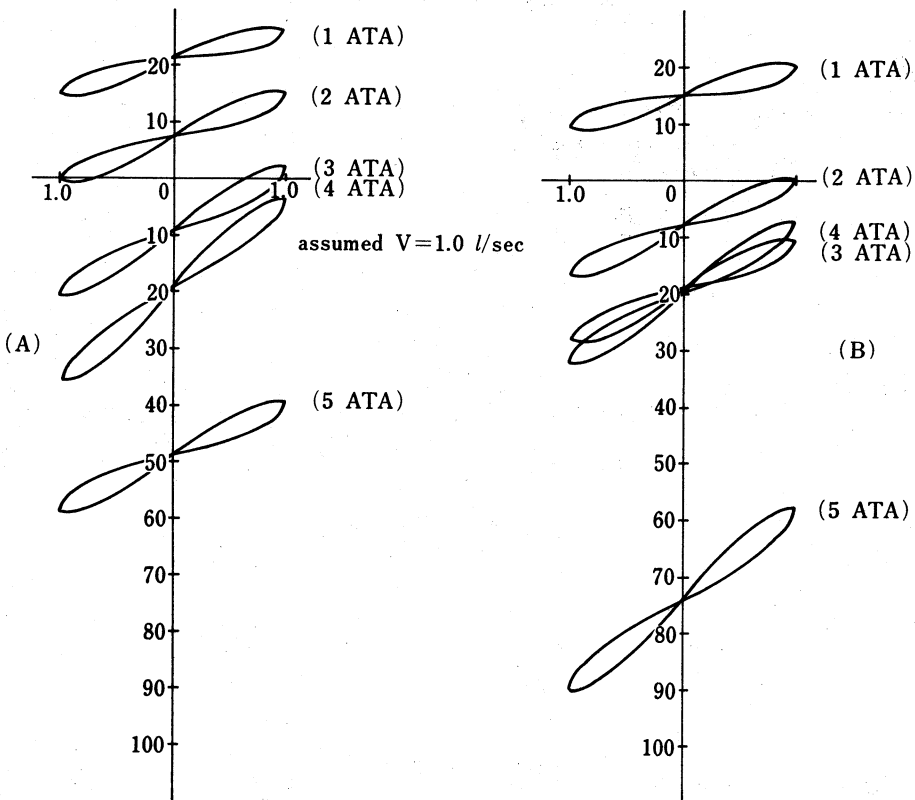


Fig. 5 Pressure Flow Curve Breathing (1-5 ATA)