

7. 深海潜水装置用外部循環式環境制御システムについて

服部 晃¹⁾ 大岩弘典²⁾ 池田玉治¹⁾
 神田修治¹⁾ 藤森紘明¹⁾ 西本建男¹⁾
 清水孝悦¹⁾

(¹⁾川崎重工業株式会社潜水艦設計部)
 (²⁾海上自衛隊潜水医学実験隊)

潜水艦救難母艦搭載用深海潜水装置の DDC 環境制御システムは、高圧 He 環境下でダイバーの生命維持を司るため、精度、応答性、安全性並びに信頼性において、高性能が要求される。この環境制御精度は潜水医学上の知見を踏まえて、圧力±2 m, PO₂±0.04 ATA, PCO₂0.005 ATA 以下、温度±1℃, 湿度±15% RH と設定された。本システムは保守整備性を考慮し、ブロワ、CO₂吸収装置、温湿度制御装置等を DDC の外部に装備する方式とした。このように大規模な深海潜水装置で外部循環方式環境制御システムは、我が国で初めてである。外部循環方式ではガス循環流量を多くすることが容易でないため、制御応答の遅延やこれによる制御の不安定が懸念された。

そこで、この対策として以下の手順で検討した。

(1)最適ガス流量の設定

DDC 内での応答性を早め、室内温度、O₂濃度を極力均一にするため、潜水シミュレータ等の実績から最適なガス実流量を300 m³/HR と設定した。

(2)温度制御に対するカスケード制御方式の採用

温度の過度なオーバーシュートを防止するために、DDC 内温度によるフィードバックのほか、より応答性の早い DDC への導入ガス温度を検知し、導入ガス温度をコントロールするという制御（カスケード制御）方式を採用した。

(3)シミュレーションモデルによる解析

制御系の応答性を予測するため、シミュレーションモデルによる解析を行い、陸上総合試験における調節計 PID 値等の諸定数を検討した。

(4)以上の検討に基づき、300 m 陸上総合作動確認試験において、所期の環境制御性能が確認された。

8. 高気圧作業用呼吸保護具に関する研究 (6)一酸素消費量と吸気酸素分圧—

小林 浩 野寺 誠
 荒木隆一郎 梨本一郎
 (埼玉医科大学衛生学)

目的：圧気シールドや潜函などの高気圧下での災害の際には、呼吸保護具の使用が不可欠となるが、空気式呼吸器や酸素呼吸器の使用は難点が多く使用が不可能である。そこで、演者らは、4年前より半閉鎖循環方式の呼吸保護具を開発し種々の試験を行ってきたが、今回、運動負荷（階段昇降、歩行）による酸素消費量の増加が呼吸器の機能にどのような影響を及ぼすかについて、実際の作業場で実験を行った結果、新しい知見を得たので報告する。

方法：作業場（大気圧）は斜めの階段を設置した深さ29 mの立坑、直径10 mのトンネルよりなっている。実験は、この立坑の上部より降下、トンネルの500 m地点までいき、また元の位置まで戻るという条件で行った。被験者（3名）は、はじめ呼吸保護具（16 kg）を負荷として背負い、酸素消費量計（Oxylog, Morgan 社製）のマスクを用いて空気呼吸を行い \dot{V}_{O_2} , \dot{V}_E の連続測定を行った。次に呼吸保護具（60% O₂, 40% N₂, 送気流量6l/min）を用い、混合ガス呼吸を行い、吸気酸素分圧の変動を連続して測定した。また、心拍メモリにより心拍数（HR）の測定を行い、得られたデータ（ \dot{V}_{O_2} , \dot{V}_E , P_{IO₂}, HR）は実験後携帯型パソコンに転送して解析を行った。

結果：3名の被験者の \dot{V}_{O_2} , \dot{V}_E , HR の測定値は階段降下時、歩行時（約6 km/h）とも差異は少なく、最大 \dot{V}_{O_2} = 1.2 l/min, \dot{V}_E = 28 l/min, HR = 118 /min であった。階段上昇時 \dot{V}_{O_2} , \dot{V}_E とともに降下、歩行時の2倍以上に増加して、最大値はそれぞれ2.5 l/min, 63 l/min となった。またこの際の HR は 174 /min であった。同一労作条件での呼吸保護具使用時の P_{IO₂} は最小値が 0.46 kg/cm² であった。以上の結果、通常の圧気シールドトンネルで使用する場合、ハイポキシアのおそれはまずないであろうことが知られた。