

海洋科学技術センターのSDC・DDCシステムにおける環境コントロールについて

村井 徹* 金田英彦* 清水孝悦**
 神田修治** 藤森紘明** 井上和夫***
 長櫓新市***

はじめに

大陸棚開発の一環として、今般製作された SDC・DDC システムは、最大飽和潜水深度 300m の本格的な有人潜水作業装置である。これは、人間が直接高気圧環境下に長期間滞在し、作業を行うというシステムであるため、その環境コントロールは潜水医学上特に重要であり、制御性に優れ信頼性の高いものでなければならない。

以下に、SDC・DDC システムの概要を紹介すると共に、DDC における環境コントロールについて述べる。

SDC・DDC システムの概要

本システムは、ダイバを高気圧下のまま海底の作業現場へ移送するための SDC (水中エレベータ) 2 基とダイバが長期間潜水深度相当の圧力下で居住するための DDC (船上減圧室) 2 基、並びに SDC・DDC 内の環境監視制御及びダイバとの通信管制を司るための MCC (監視制御盤) 1 式とで構成されている。〔図 1 参照〕

SDC はともに定員が 3 名であり、球形 SDC の最大潜水深度は大気圧潜水の場合 500m で、飽和潜水の場合 300m である。また、円筒形 SDC では

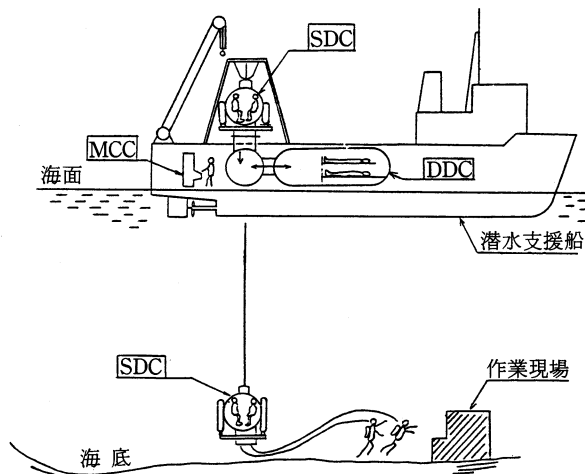


図 1 SDC・DDC システム概念図

DDC : Deck Decompression Chamber
 (船上減圧室)

SDC : Submersible Decompression Chamber
 (水中エレベータ)

MCC : Main Control Console
 (監視制御盤)

*海洋科学技術センター潜水技術部

**川崎重工業株式会社潜水艦設計部

***川崎重工業株式会社造船工作部

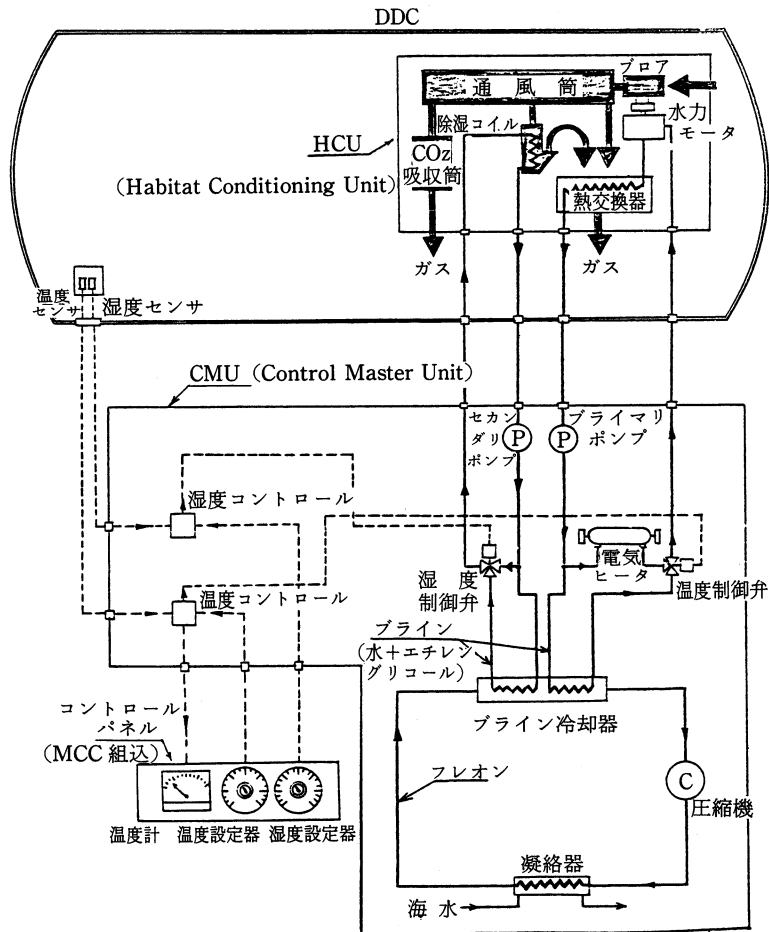


図2 内部循環式環境制御装置系統

表1 DDC 環境コントロール要目表

項目	単位	制御範囲	制御精度
深度 (圧力)	m	0 ~ 300	± 2
温度	℃	20 ~ 35	± 1
湿度	%RH	50 ~ 70	± 10
酸素分圧	ATA	0.17 ~ 0.5	± 0.03
炭酸ガス分圧	ATA	0.005 以下	

大気圧潜水、飽和潜水いずれも最大深度は300mである。

一方DDCの定員は各々6名であり、最大使用深度は300mである。

DDCの環境コントロール

1. 環境コントロール要目の設定

DDCの環境コントロールについてはダイバにとって最適な居住環境を実現することが重要となるが、その環境コントロールの要因としては深度、温度、湿度並びにO₂及びCO₂分圧があげられる。これらの環境制御範囲及び精度を表1に示す。この要目は、海洋科学技術センターでの潜水シミュレーション実験等の実績及び成果を踏まえて設定したものであるが、その制御範囲及び精度については次の事項を考慮している。

- (1) 温度については、高圧He環境下におけるダイバの体熱損失増大という点から、大気圧中での快適温度よりも高い温度とし、かつ許容変動範囲を狭くせねばならない。
- (2) 湿度については、高圧環境下での外耳炎の発生防止等の点から、約70%RH以下とする必要がある。

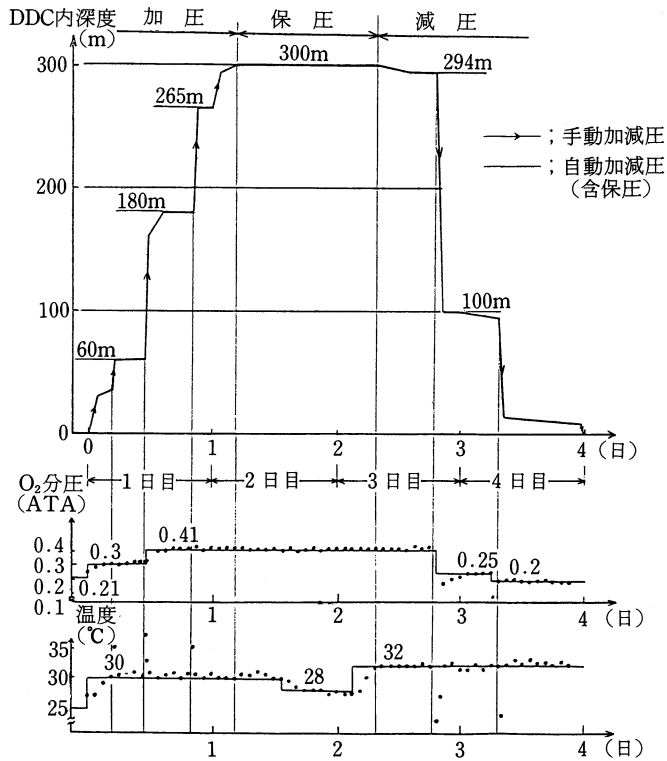


図3 SDC・DDC陸上総合試験時の加減圧スケジュール及び環境制御試験結果

(3) O₂分圧については、低すぎると酸欠を起こし、逆に高すぎると酸素中毒の原因となる。なお、DDC内のO₂分圧の均一性を図ることもまた極めて重要である。

(4) CO₂分圧については、長期間居住することを考慮して、極力低い値に維持するようにしている。

2. 環境コントロール要目の実現

本システムでは、上記の制御精度及び範囲を実現するため、次に示す対策を講じている。

(1) 内部循環式環境制御装置の採用

本システムでは、小型軽量であり、しかも換気風量が大きく取れ、従って環境制御性能が優れていることから、内部循環式環境制御装置を採用している。〔図2参照〕

本装置はDDC内に装備されるHCUとDDC外に装備されるCMUとで構成されている。HCUはブロワ、CO₂吸収キャニスタ、冷暖房用熱交換器、除湿用冷却コイル等が組込まれており、CO₂吸収、冷暖房・除湿を行うものである。

一方、CMUは温・冷ラインをHCUへ供給するもので、ヒータ及び冷房装置等が組込まれている。本装置では大きな動力を必要とするブロワを、ライン流れによる水圧駆動式としているので、DDC内へ電源を持ち込む事を避け、安全確保を図っている。また本装置では、DDC内にて直接内部のガスを循環しているため、換気風量が大きく取れ、DDC内部のガス組成並びに温度分布の均一性に優れ、しかも温度制御等の応答性が早く、ひいては制御精度が向上するという利点を有している。

(2) 制御システムの信頼性向上

高気圧下で人命の安全に対して環境制御の信頼性を向上するために、圧力計測については電気式計測のほか、ブルドン管式圧力計の採用、またO₂分圧計測については分圧直統式のポラログラフセンサのほか、ガスクロマトグラフの採用等、計測系のデュアル化を図っている。また制御系については自動制御系に対して手動制御によるバックアップを設けている。

性能作動試験の結果

以上の計画に基づき製作された装置について、陸上及び海上での性能作動試験を行い、いずれも無事故にて完遂した。DDCの環境制御試験は無入にて最大300m迄の加圧、保圧、減圧を行い、その間並行して実施され、いずれも良好な成績を得た。O₂分圧制御精度は±0.02ATA〔規定値±0.03ATA〕、整定時間は約30分(0.1ATAステップ変更の場合)で温度制御精度は±0.8°C〔規定値±1.0°C〕、整定時間は約1時間(4°Cステップ変更の場合)で、DDC内における各所での温度差は最大約2°Cであった。〔図3参照〕

おわりに

本装置は、今後海洋科学技術センターにおいて運用され、大陸棚における有人潜水作業技術の研究開発プロジェクトの中核システムとして活躍することになっている。

〔参考文献〕

- 1) 村井徹・神田修治：潜水シミュレーション実験における環境コントロール，OCEAN AGE(1980-3)