

●原 著

高気圧作業の加圧、減圧記録管理システムについて

梨本一郎* 小林 浩* 後藤与四之*

A dive profile recording and processing system in compressed air work.

The system which can record the precise dive profiles of compressed air workers and obtain a worker's individual pressure record and compressed air work daily record, has been developed. It consists of a diving memory recorder (DMR), an interface (IF) and a personal computer (PC). It is clear from the results of our test at a caisson construction site, that the system has functioned properly and it will be useful for compressed air workers from the view point of industrial health.

高気圧作業や潜水などでは加圧(潜降)、減圧(浮上)のコントロールは、減圧症をはじめ締め付け傷害(スキューズ)その他の高気圧障害の予防のため、もっとも重要な対策である。さらに加圧、減圧の管理状態の記録は、減圧症発症条件を明確にするばかりでなく、規定の減圧スケジュールの評価や改訂を行う際にきわめて有用なデータとして利用しうるものが考えられる。

こうした観点から高気圧作業安全衛生規則(労働省)の第20条2項では、作業圧力が1 kg/cm² gaugeをこえる高気圧作業の場合、減圧状況を記録するため自記記録圧力計の設置を義務づけている。こうした自記記録圧力計は、レコーダとして円盤式やストリップチャート方式が用いられているが、前者では短時間内に記録紙の交換を行わねばならず、これを怠るとプロフィールが重畳して判読不能となるおそれがある¹⁾。

一方、直線型のストリップチャート方式では、1週間もしくはそれ以上の長期間にわたる加圧、

減圧プロフィールの記録が可能であるが、自記記録圧力計は気閘室(マンロック)に設置されるので、その加圧、減圧状況を示すことになる。したがって高気圧作業者が出入を順次行うことなく、必要に応じて随時出入する場合、彼らの加圧、減圧プロフィールが重畳し、個々のデータを判定することが困難となる²⁾。

また潜水業務については、法規上(高気圧作業安全衛生規則)自記記録圧力計の使用義務はなく、潜降、浮上の実施はダイバー自身にまかされており、その記憶にもとづく潜水プロフィールが作業日誌に記録される。しかしながら、ダイバー自身の記憶にもとづく潜水プロフィールの不正確さについて、我々はすでに指摘してきた²⁾。

こうした観点からICメモリを利用したダイビングメモリレコーダ(DMR)を応用し、その記憶データをパーソナルコンピュータ(PC)に転送、処理して作業別もしくは日付別の加圧、減圧データを表示するシステムを開発し高気圧作業や潜水作業の安全衛生管理に役立てるようにした。

装置、方法および結果

このシステムは図1に示すごとくDMR、インターフェイス(IF)およびPC(NEC-PC-8801)と周辺機器から構成されている。

DMRは、圧力センサ、前置増幅器、A/Dコンバータ、記憶回路などからなっている(図2)。DMRを高気圧作業者が携行すると、暴露圧力に応じたアナログ電圧信号が圧力センサの出力側に生じる。これを増幅した後、予め設定した周期で信号を取り出し、A/Dコンバータでデジタル信号に変換し、同一周期(サンプリングタイム)で記

*埼玉医科大学衛生学教室

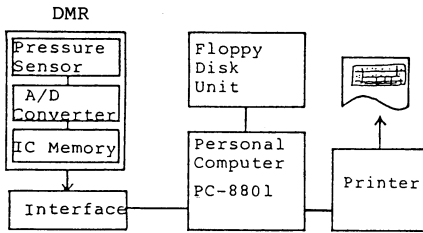


図1 Block-Diagram of Diving Profile Recording System.

憶回路に書き込む。

高気圧環境下の作業を終え大気中に戻った作業者は、携行した DMR を IF を介して PC に接続し、ディスプレイ画面に示されるメニューに従い PC 本体の所要キーを押せば、DMR の話憶回路に蓄えられた加圧、減圧状況のデータは読み出され PC に転送されさらにフロッピーディスクに保存される。こうしてフロッピーディスクに貯蔵された大量のデータは処理用の指示メニューに従って PC を操作すれば、各個人に対応して特定日の最初の入閤時刻、各回の作業圧力と暴露時間（高圧下の時間）、減圧時間、休憩時間、1日についての圧暴露時間の合計、減圧時間の合計、最高圧力などが計算で求められ表示されるようになっている。さらに加圧、減圧の状況がプロフィールとして図示されるので全体像を容易にとらえることができる。図3にその1例を示す。

一方、日報は同一作業日内で高気圧作業に従事した人々について、氏名、職種、最初の入閤時刻、1回目および2回目の作業圧力、暴露時間、減圧時間、休憩時間、総圧暴露時間など、高気圧作業の状況を手ぎわよく表示し、その安全衛生管理に役立つようにしている。図4は、日報表示の一例である。

考 察

高気圧作業における適切な加圧、減圧の管理は、高気圧障害とくに減圧症の予防に不可欠であることはいうまでもない。その確認のため、わが国をはじめ、イギリス、アメリカにおいて加圧、減圧状況の記録が義務づけられている。しかしながら従前より使用されてきた自記記録圧力計は、加圧、減圧の記録、管理用として十分な機能を発揮して

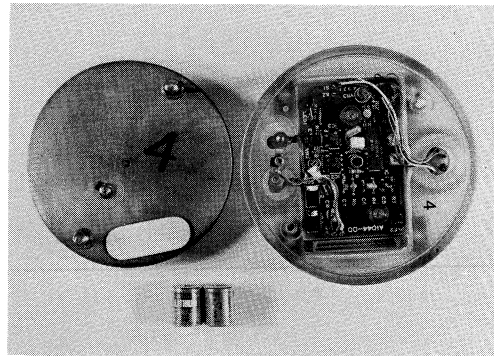


図2 Diving Memory Recorder(DMR)

いるとはいい難い。

たとえば円盤式レコーダでは、1回転の時間が短いほどチャートスピードが大となり、圧力の時間変動を詳しく読み取れるので、イギリスの規則では1回転4時間以上遅くないことと指定しているほどである³⁾。だが一方では頻繁にチャート紙を交換しないと、加圧、減圧のプロフィールが重畳してしまい、各人もしくは各グループの正確なプロフィールを知ることがきわめて困難となる。この点1回転24時間の円盤式レコーダは、チャート紙挿入時、時間指示目盛りと実際の時刻を一致させておけば、圧力曲線の描記された時刻を正確に知ることができる。

しかしながらチャートスピードが遅いため、圧力の時間的变化を細かく読み取ることができない。とくに円盤の中心に近いほど、いかえれば圧力が大気圧に近づくほどチャートの単位時間幅が狭くなり、こうした現象に一層拍車がかかる。したがって減圧のもっとも重要な最終段階の記録には不適當である。

一方ストリップチャート方式の場合には、圧力の高い方も低い方も同一スピードで描記されるので、チャートスピードが遅すぎない限り、加圧、減圧の状況を詳細に知ることができる。また円盤式チャートのように、以前の圧力プロフィールと重なることもない。従って記録紙を交換することなく、長期間の記録が可能である。しかしながら、インク式ペンを用いる場合には時々インクの補給が必要で、これを怠りせつかくの記録が中断することもある。これに対しフェルトペンでは、連続約1ヶ月の使用に耐えるので便利である。だがい

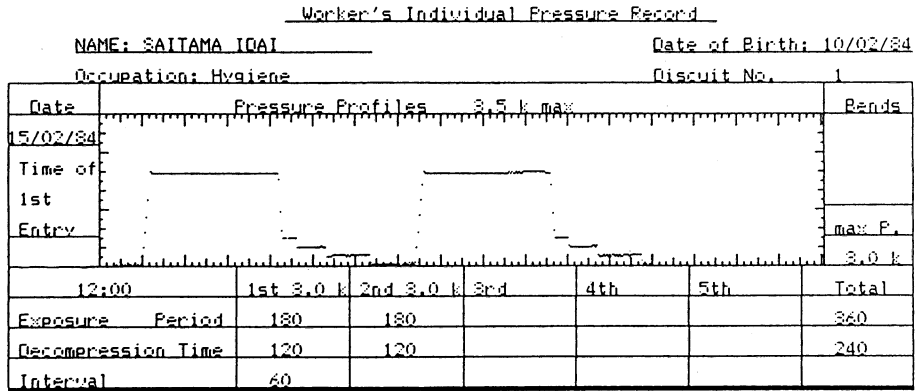


図3 An Example of Worker's Individual Record for Compressed Air Work.

Compressed Air Work Daily Record
DATE : 84/02/15 1/17/1

Name of worker	Occupation	Time of 1st entry into working chamber	1st work pressure/kg/cm2	1st work exposure period	1st work decompression time	Interval	2nd work exposure period	2nd work decompression time	Total exposure period	Bends type1	Bends type2
SAITAMA IDAI	Hygiene	12 : 00	3.0	180	120	60	180	120	360		
Worker A	Driver	13 : 00	3.0	200	120	50	150	90	350		
Worker B	177737	18 : 00	3.0	220	150	50	180	170	400		

図4 An Example of Compressed Air Work Daily Record.

ずれにせよベンの交換は必要であり、自記記録圧力計の作動状態を知るためにも定期的な点検を要する。

ところでこの方式の自記記録計による加圧、減圧の記録にあたって、もっとも注意しなければならないのは、高気圧作業個人またはグループの加圧、減圧が相次いで行われるために、それぞれの加圧、減圧プロフィールが重なってしまい、どれが対応するプロフィールか判別し難くなってしまうことである。

その対策として気閘室の出入時に相当する人の名称を書き込むことが考えられるが、実作業では繁雑でありほとんど不可能である。これらのことは自記記録圧力計による加圧、減圧の記録が不明確となっている一因かもしれない。

この点我々の開発した DMR 使用の加圧、減圧記録管理システムは、個々の加圧、減圧状況を正

確に記録するばかりでなく、PC によるデータ処理により作業者個々の加圧、減圧状況をまとめた作業歴 (Worker's individual pressure record) や高気圧作業の日報 (compressed air work daily record) の作成も可能で、減圧症予防など高気圧作業者の健康管理面ばかりでなく高気圧作業の安全衛生対策上きわめて有用と考えられる。

[参 考 文 献]

- 1) 梨本一郎, 後藤与四之: 高気圧作業に於ける加圧, 減圧状況記録システム等に関する研究報告書 (昭和58年度災害科学研究). 労働省労働基準局
- 2) 後藤与四之 他: ICメモリによる潜水データの記録について. 第56回日本産業衛生学会講演集, 大阪, 1983.
- 3) CIRIA REPORT 44: Medical Code of Practice for Work in Compressed Air. Third Edition, Ciria, London, 1982.