

【第51回学術総会パネルディスカッション1：減圧障害に対する第1種装置での治療の位置づけ】

圧気及び潜水作業における減圧障害の現状

望月 徹

株式会社潜水技術センター

キーワード 高気圧作業, 業務上疾病, 再圧治療, 第1種装置

【Panel discussion】

Decompression illness in compressed air workers and commercial divers in Japan

keywords hyperbaric exposures, occupational disease, recompression treatment, monoplace chamber

I. 背景

減圧症を含む減圧障害の現状を俯瞰するとき、その発生件数が一つの指標となる。潜水や潜函作業などの労働の場における減圧障害は、高気圧暴露という業務上不可避な要因によることから「業務による疾病」に位置付けられている。そのため、程度に関わらず、労働により生じた減圧障害は、全て労働基準監督署に報告することが事業者には義務付けられている（労働安全衛生規則第97条）。これらは、厚生労働省労働基準局により業務上疾病発生状況調査として取りまとめられ、労働安全衛生施策の評価検討に用いられている¹⁾。業務上疾病発生状況を業種別、疾病別にみたとき、「建設業」における「異常気圧下の疾病」者数（休業4日以上）は、1989-2015年の27年間に76人であり、平均年3人に満たない（図1）。そのため、高気圧作業における減圧症リスクは十分許容範囲内にあると評価されており、平成27年施行の規則改正も減圧症低減を主としたものではない。

減圧障害の現状を知るもう一つの指標に、減圧障害治療件数がある。眞野らは東京医科歯科大学医学部附属病院と国立呉病院における減圧障害治療件数を報告しているが²⁾、それによれば受療者を圧気作業者と作業潜水者（漁業者は除く）とした場合、治療件数は1988年から1997年までの10年間で76例あり、その内長期の加療を要する重症例（Ⅱ型及びAGE）は46例を占めている。一方、同時期の業務上疾病者数は22人であり、治療件数とは大きく異なっている。こ

のような差異の理由は明らかではないが、不十分な実態把握は労働施策や安全管理体制構築に影響を及ぼしかねない。そこで、建設工事に伴う圧気及び潜水作業での減圧障害の現状と今後の課題等について検討を試みた。

Ⅱ. 圧気土木作業の現状

圧気土木作業は主に橋梁基礎構築における潜函工事法として1920年代に本格的な技術導入が図られたが、潜函病（減圧症）が多発したことから、1937年（昭和12年）には内務省令により行政の管理下に置かれた³⁾。当時は減圧症治療機関が未整備であったため、派遣された医師が現場設備を用いて治療することが一般的であった。現場に設けられた再圧設備は、療養間（hospital lock, 図2）や医療間（medical lock）と呼ばれ^{4,5)}、その名称の一部は現在も受け継がれている。これらの設備は、昭和36年の高気圧障害防止規則により設置が義務付けられ、昭和47年の再圧室構造規格により副室付きの他人数用再圧室が標準となった。同年には「再圧室を操作する業務」（救急再圧員）の特別教育も規則に追加された。このように、減圧障害に対する体制は順次整備がすすめられたが、その拠点は常に「工事現場」であった。現在でも圧気土木作業現場で減圧障害が発生した場合には、現場に設置されたホスピタルロック（再圧室）による処置が優先されている。蜂須賀らは1996-2004年に自社施工の10現場で79例の減圧症を認めたが、全て現場

での再圧処置により完治したと報告している⁶⁾。また、我々も、圧気作業後に減圧障害の症状を訴えた92名全員に対し、現場で空気再圧処置 (Table 1A, 2A) が行われ、医療機関へ搬送されたものは症状が残存した2名のみであった事例(1997年)を経験している⁷⁾。これらの事例からも、現場内で再圧処置が常態化している実態が示唆される。このような状況は欧米でも見られる。Kindwallは圧気トンネル工事現場での事例として、公表された減圧症発症率は1.44%であったものの、実際に現場で再圧処置が行われたものは4.85%あり、さらに匿名を条件にしたところ、実に26%のものから減圧症の報告があったとしている⁸⁾。圧気土木工事では、その規模によっては複数台ものホスピタルロックが同時に設置されることがあり、減圧障害リスクが軽視できるレベルにないことを現場管理者側が認識している様子が伺える。

Ⅲ. 潜水作業の現状

潜水作業における減圧障害の実態把握は、様々な社会的要因が関与することから容易ではない⁷⁾。我々は潜水作業における現状を知るために、「潜水作業の安全に関するアンケート調査」を実施したが⁹⁾、それによれば、回答のあった253名の潜水者のうち減圧症罹患歴有りとした者が82名あり、医療機関を受診したものの47%に対し、現場で再圧したものは34%に達した。これには症状緩和を目的とした再潜水 (以下、フカシという) が含まれている。また、「黙って我慢した」と回答したものが17%もあった。圧気土木作業に比べ潜水現場での処置の割合が少ない理由には、再圧設備の問題があげられる。潜水現場ではワンマンチャンバーとも呼ばれる一人用小型再圧室 (図3) が多く用いられているが、内部は狭隘で長時間に及ぶ空気再圧は大きな苦痛を伴うことから、潜水士はそれを避ける傾向にある。その結果、現場近くに再圧治療施設が無ければ、フカシを試みるか、痛みに耐えて「我慢する」ことになる。

ワンマンチャンバーは、小型や可搬式であることが特徴とされているが、潜水作業現場ではいずれも有効ではない。多人数用に比べれば確かに小型ではあるが、コンプレッサーなどの付帯設備を含めれば対応の

スペースが必要であり、一般的な潜水作業船上に設置することは難しい。また、医療機関への搬送に用いたとしても、ワンマンチャンバーをそのまま収容できる第2種装置はほとんどないため、搬送後の処置が問題となる。我が国におけるワンマンチャンバーの系譜は、潜水漁業者に用いられた船上減圧装置 (図4) にある。これは、主に有明海や播磨灘での平貝漁に広く用いられたもので、1960年代にはその数は400台にも達したが、重大事故が頻発したことから現在では用いられていない¹⁰⁾。

このように、ワンマンチャンバーは減圧障害対策に端を発したものではない。規則では再圧室の設置もしくは利用できる措置を講じることを事業者に義務付けており、一部にはワンマンチャンバーによって対応可能とする旨があるが、有効性には疑問が残る。

Ⅳ. 減圧障害への第1種装置の活用

高気圧作業における減圧障害には、業務上疾病として報告されないものがあり、その多くは工事現場で処置されている実態がある。不十分な再圧治療は、高次脳機能障害や骨病変などの慢性減圧症の誘因となることが示唆されている¹¹⁾。このような埋もれた事例を掘り出していくためには、工事現場と医療機関との連携をさらに深めていく必要がある。特に潜水作業では、十分な再圧設備が設けられていない現場が多く、早急な対応が必要である。工事現場には減圧障害とその処置に対する知識が不足しており、輸液や薬剤投与などの補助療法も行えないことから、たとえ大幅な遅延が生じるとしても医療機関へ搬送するべきとの意見もあるが¹²⁾、潜水者が秘匿する理由には、大きな労力を要する遠距離搬送は周囲に迷惑をかけるので避けたいとするものが少なくない。また、減圧障害には迅速な対処が何より効果的であり、そのためには現場での処置が必要であるという声も根強い¹³⁾。第2種装置を有する医療機関は偏在しており、遠隔地の作業現場からは容易にアクセスすることができない。第1種装置は国内の約500施設¹⁴⁾に設置されていることから、これらが利用できれば、作業現場内でなくとも比較的短時間のうちに医療機関で必要な処置を受けることが可能となる。そのためには、担当医師への潜水

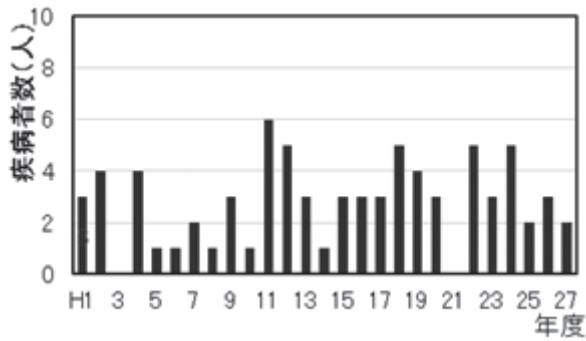


図1 異常気圧による業務上疾病者数(建設業)

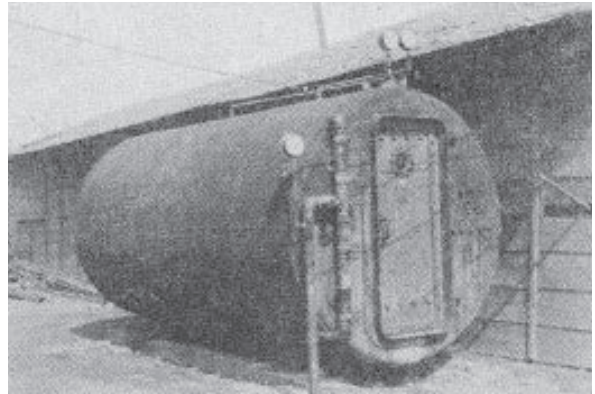


図2 1950年代の療養閘 (hospital lock)
(参考文献 4) より抜粋)



図3 一人用可搬式再圧室(ワンマンチャンバー)



図4 潜水漁業用船上減圧装置

医学並びに減圧症治療に関する教育，第1種装置での治療プロトコルの整備などが求められる。

潜水作業とは異なり，圧気作業現場にはすでにホスピタルロックが導入されているので，この利用を検討することが合理的である。圧気土木作業では，中央リニア新幹線に代表されるような作業の大深度化とそれに伴うヘリウム混合ガス作業の増大が予想されている。ヘリウム混合ガス潜水では，空気に比べ重篤なⅡ型減圧症の割合が大きくなることが知られており¹⁵⁾，酸素再圧法の導入は急務である。既存のホスピタルロックに酸素マスクや酸素供給システムを設けることは比較的容易に行えるが，酸素再圧実施に際しては専門医の支援が不可欠となる。現状では減圧症専門医の数は限られるため介入は容易ではないが，先に示した第1種装置の活用に併せた専門医教育の充実によってこれに対応することが可能である。

V. 結語

圧気や潜水作業の歴史は古く，特有の疾病である減圧障害に対しても経験に基づいた対処法が開発され，その一部は現在まで引き継がれている。しかしながら，医学的な評価を伴わないこれらの対処法は，不十分な場合が多く，骨壊死などの長期的な健康障害の原因となることが懸念されている。これに対処するためには，早期の医療介入が不可欠であり，そのためには作業現場近傍に位置する第1種装置の活用が重要である。今後作業現場と医療機関の連携をさらに深めていくためには，医療サイドからのアプローチが必要であり，第1種装置の活用はその端緒となる。

参考文献

- 1) 業務上疾病発生状況等調査：厚生労働省安全衛生関係統計等一覧。
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei/>

- 2) 眞野喜洋, 芝山正治, 山見信夫, 他: 減圧症発症の年次推移と職業別及び病型別分類. 日本高気圧環境医学会雑誌. 1997; 32: 249-257.
- 3) 越賀正隆, 平川修治: わが国におけるニューマチックケーソン工法発展の歴史的背景に関する考察. 福山大学工学部紀要. 1991; 13: 69-85.
- 4) 魚住種治: ニューマチック・ケーソン工法. 東京; 理工図書株式会社. 1956; pp82-85.
- 5) 細川彌重: ケーソン工法と設計. 東京; 株式会社山海堂. 1962; pp64-71
- 6) 蜂須賀和吉, 土肥俊満, 朝岡正典, 他: ブラックプール減圧表改訂表使用による減圧管理実績. 土木建設技術シンポジウム論文集; 2006; pp315-322.
- 7) 池田知純, 望月 徹: 職業潜水に於る減圧障害の実態. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌. 2007; 42: 121-126.
- 8) Kindwall EP: Compressed air tunneling and caisson work decompression procedures. Undersea Hyperb Med. 1997; 24: 337-345.
- 9) 池田知純, 望月 徹, 小林 浩, 柳澤裕之: 職業潜水の安全性に関するアンケート調査. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌. 2009; 44: 51-60.
- 10) 菅原久一: 潜水漁業. 第1回潜水技術シンポジウム議事録. 海中開発技術協会. 1976; pp34-37.
- 11) Hope A, Lund T, Elliott DH, Halsey MJ, Wiig H. ed.: Long term health effects of diving: Consensus document. In: Long term health effects of diving: An international consensus conference. Bergen; Norwegian Underwater Technology Centre a.s.; 1994; pp387-391.
- 12) Moon RE: Recompression treatment should only be administered in a hospital-based facility. SPUMS Journal. 2000; 30: 161-166.
- 13) Brubakk A: On-site recompression treatment is acceptable for DCI. SPUMS Journal. 2000; 30: 166-173.
- 14) 日本高気環境・潜水医学会: 全国治療施設数推移.
http://www.jshm.net/P01/HBO_2017shisetutyoua.pdf/
- 15) Vann RD, Denoble PJ, Doolette DJ: Assessing the risk of decompression sickness. In: Vann RD, Mitchell SJ, Denoble PJ, Anthony TG, eds. Technical Diving Conference Proceedings, 2009; pp158-177.