

(VI-21) 大深度ニューマチックケーソンにおける 混合ガスの利用例（名港西大橋）について

(株) 大本組 ○ 大村 新吾
(株) 熊谷組 吉川 勲
(株) 大本組 神田 浩志

1. 概要

当工事におけるP2ケーソンは、最終深度がTP-45mで、作業気圧が理論水圧で4.5kgf/cm²となり、環境圧力が3.0kgf/cm²以上の高気圧下では窒素酔い等の高気圧障害発生の危険性がある。よって、函内の掘削および排土作業については、無人掘削工法を採用した。しかしながら、函内作業が完全無人化に至っておらず、掘削機のメンテナンス、解体撤去、地耐力試験および中詰めコンクリートの施工など、やむをえず小人数の作業員が短時間函内に入る場合が考えられる。

したがって、高気圧障害の危険性が少ないTP-30mまでは、従来どおりの空気呼吸による作業方法をとる、TP-30m (P=3.0kgf/cm²) 以深では、高気圧障害を防止するため、呼吸ガスとして窒素の一部を麻酔作用がなく、呼吸抵抗の少ないヘリウムと置き換えた、ヘリウム・窒素・酸素の三種混合ガス（トライミクス）を呼吸する作業方法とする。

2. 混合ガス供給システム

三種混合ガスを使用する場合の供給システムは、呼吸ガス供給設備（三種混合ガス・酸素・圧縮空気）、呼吸ガス供給をコントロールする混合ガス操作盤、および函内への出入りを行うための主室、副室をそなえた縦型4室式混合ガスマンロックで構成される。

作業員は、主室で混合ガス呼吸器を装着し、下部トランクに設置されたホースリール（40m巻）を用いて、函内作業を実施する。

図-1に混合ガス供給システムの概要を示す。

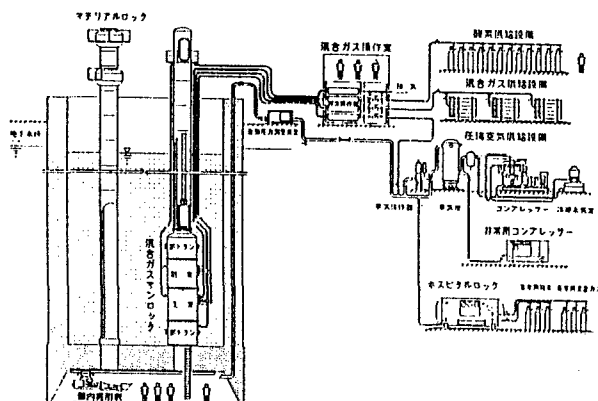


図-1 混合ガス供給システム概要図

3. 高気圧が人体に及ぼす影響

ニューマチックケーソンの施工に際しては、作業員を高気圧環境に暴露するため、圧力の上昇とともに健康障害のリスクも増大する。特に3.0kgf/cm²を超えるような高気圧下では、窒素酔いなど高気圧障害の危険がある。以下に高気圧が人体に及ぼす影響を示す。

- ① 窒素酔い（麻酔作用） → 環境圧力3.0kgf/cm²以上で発症し、健全な精神活動が次第に鈍くなる。そして、記憶が悪くなったり、簡単な動作がうまくできなくなる。また、感覚が異常に敏感になったり、手足がもつれて意の如く動かせなくなる。仕事や安全について無関心となる。

② 酸素中毒

- ・ 中枢神経系酸素中毒 → 著しく高い酸素分圧に、短時間暴露で発症し、痙攣の発作に似た痙攣

が起こる。

・身体的酸素中毒

→ 中枢神経系酸素中毒を引き起こすほどではない高酸素分圧に、長期間暴露した場合に発症し、症状としては、胸の痛み、不快感、咳、肺活量減少などがある。

③炭酸ガス中毒

→ 炭酸ガス濃度の上昇により、息切れ、発汗、視力低下、呼吸量が増加する。

④呼吸器への影響

→ ガス密度の増加により、呼吸抵抗が増大し換気能力が低下する。

4. 減圧方法（トライミクス減圧表）

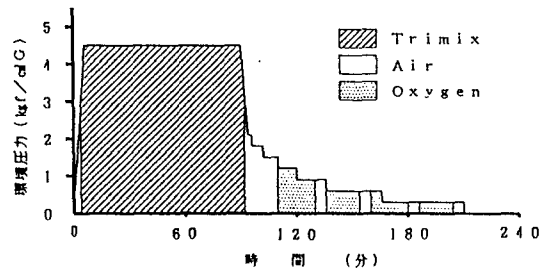
TP-30m以深で三種混合ガスを使用する際の加圧・減圧方法は、加圧過程において 3.0kgf/cm^2 までは空気を呼吸し、その後、混合ガス呼吸装置により三種混合ガス呼吸に切替え、筒内圧力まで加圧する。

（最大 4.5kgf/cm^2 ）

筒内作業終了後の減圧段階では、設定された圧力 3.0kgf/cm^2 まで三種混合ガス呼吸を行い、その後は空気呼吸に移行する。

次いで 1.2kgf/cm^2 到着後、減圧時間短縮とヘリウムガス排泄促進のため、酸素減圧法により、段階的に大気圧まで減圧を行う。（表-1）

表-1 トライミクス減圧表（例）



5. トライミクス減圧表確認試験

当工事の施工に先立ち、トライミクス減圧表確認試験を実施した。その概要と結果を以下に示す。

①試験実施概要

確認試験は、暴露圧 4.5kgf/cm^2 で、暴露時間60分および、90分で実施した。

試験は、ダイバー3名（1チーム）を高圧チャンバー（ホスピタルロック）主室にて加圧し、環境圧力 3.0kgf/cm^2 到達後、トライミクス吸入装置により、トライミクスを呼吸しながら毎分 1.0kgf/cm^2 の加圧速度で所定気圧の 4.5kgf/cm^2 まで加圧した。

圧暴露中には、2名が10分間交代で各1回、運動具（自転車エルゴメータ）により筒内での作業状態を想定して、中作業から重作業程度を負荷して実施した。

また、減圧については、表-1のトライミクス減圧表にもとづき行った。

②結果

上記試験の結果、当トライミクス減圧表において減圧症は発症せず、減圧スケジュールの妥当性が認められた。

6. まとめ

当P2橋脚ケーソン工事は、平成6年12月現在5ロット目までの構築を完了しており、無人化掘削設備の設置を平成7年1月、掘削機等の点検・整備での三種混合ガスの使用を平成7年8月にひかえている。

今後、施工に際しては安全に留意し、ニューマチックケーソンの無人化施工と、三種混合ガスによるバックアップシステムの確立を行いたい。

最後に、計画に際し御指導をいただいた埼玉医科大学衛生学教室のみなさまおよび、ライデン大学生理学教授W. S t e r k博士に感謝いたします。