

VI-13

ヘリウム混合ガスシステム実施のための機能試験と教育訓練

（株）白石 正会員 阿部慎太郎，東京医科歯科大学 眞野喜洋，駒沢女子大学 芝山正治

（株）白石 笠井作太郎，木内大輔，中西哲也，佐藤晃司，泉田和秀

1. はじめに 日本道路公団名古屋建設局の名港西大橋Ⅱ期線の主塔基礎P3は、ニューマチックケーソン工法で施工されるが、供用中のⅠ期線基礎の近接施工（基礎純間隔が13.375m）であることと、基礎底面の深さが海面下40mと深いことが特徴である。作業気圧が 3kgf/cm^2 を超えるような深いケーソンでは、安全衛生上の理由¹⁾から作業気圧を低減させるために、薬液注入工法による止水壁内をディープウエル工法で地下水位低下させるのが一般的である。しかし近接施工が課題の本工事の場合、薬液注入による地盤の改良効果の信頼性を考慮し、地下水位を低下させない工法すなわちヘリウム混合ガスシステム併用無人ケーソン工法（大深度ニューマチックケーソン工法^{2),3)}）が、Ⅰ期線への影響を最小限に抑える確実な方法と判断された⁴⁾。

世界初の実施工に先だって、ヘリウム混合ガスシステムの設備全体を組立て、機能試験と教育訓練を実施した。

2. 大深度ニューマチックケーソン工法の概要 高気圧下の有人作業を最小限にするために、無人ケーソン工法（掘削、土砂積込み機械を大気圧下から遠隔操作する工法）が多く採用されており、現在は自動化ケーソン工法⁵⁾（地上の管理制御室から一部自動化運転する工法）が実績を積んでいる。無人ケーソン工法によれば機械のメンテナンス作業など最小限の時間のみ入函すればよい。

ヘリウム混合ガスシステムは深海潜水技術を応用したもので、 3kgf/cm^2 以上の高気圧下においてマスクを介してヘリウム、窒素、酸素の混合ガスを呼吸することにより、無人ケーソン工法に必要な短時間作業を安全に行うためのシステムである。1988年には（株）白石、東京医科歯科大学および海洋科学技術センターの共同研究により、環境圧 7kgf/cm^2 （水面下70m相当）までの有人実験を実施し、高気圧下におけるヘリウム混合ガス呼吸の有用性と開発した減圧表の安全性を確認した²⁾。

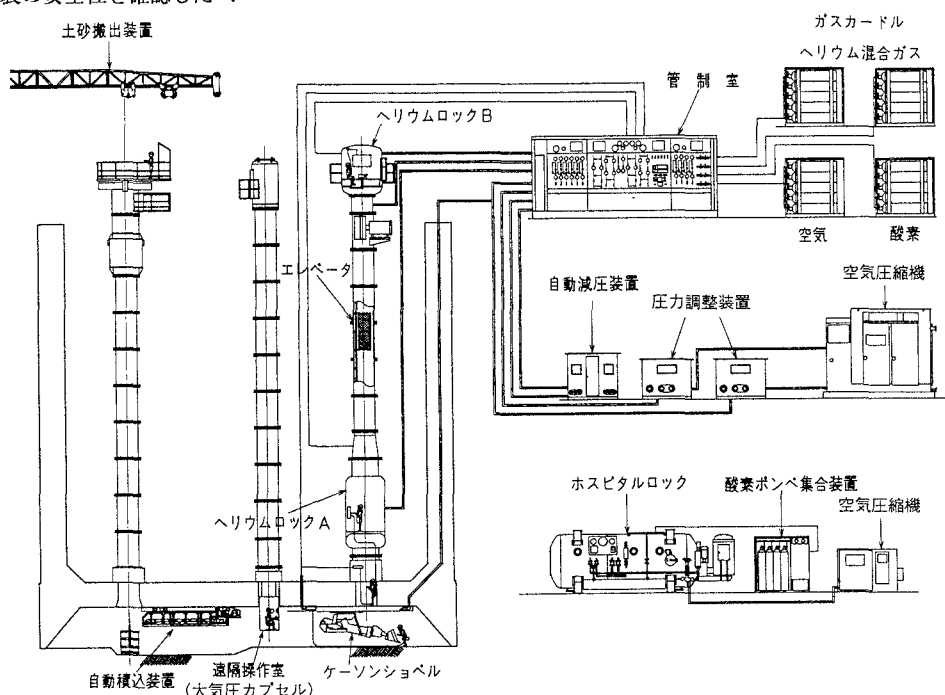


図-1 大深度ニューマチックケーソン工法の設備概要

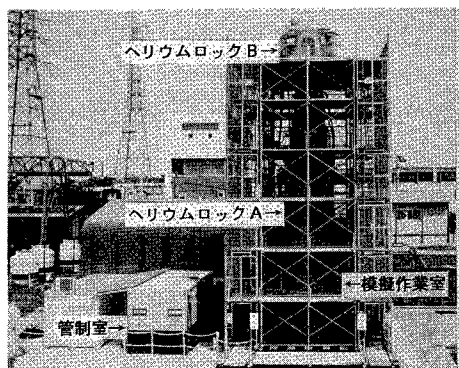


写真-1 試験訓練設備全景



写真-2 管制状況



写真-3 メンテナンス訓練

3. 機能試験 本システムの主な設備はヘリウムロック、管制室、ガスカードルである（図-1）。写真-1に示すように、開発した設備と訓練用作業室を（株）白石大宮機材センターに組立て、機能試験を実施し設備の機能が満足していることを確認した。管制室（写真-2）は機動性と耐久性から $6.1 \times 2.4 \times 2.5\text{m}$ のコンテナハウス内に管制盤を設置したものであり、呼吸ガスの供給、ヘリウムロックの加減圧、函内技術員の監視と通信、および環境ガスの計測を管理制御し、ガスカードル内の $150 \sim 30\text{kgf/cm}^2$ の呼吸ガスを函内技術員の環境圧 $+7\text{kgf/cm}^2$ に自動調圧する機能と、ヘリウムロックを自動減圧する機能が備えられている。ガスカードルはボンベ25本をまとめたもので、環境圧 3kgf/cm^2 以上で用いるヘリウム混合ガスと、 1.5kgf/cm^2 以下の減圧中に用いる酸素、および低圧の試験と訓練でヘリウム混合ガスのかわりに用いる空気を用意した。

管制訓練の後、 $0 \sim 4\text{kgf/cm}^2$ までの有人試験20回（延べ56人）を実施した。作業班の編成は、管制室内での管理制御3名（作業指揮者、管制員、副管制員）、地上設備の管理1名（設備整備員）、函内作業4名（函内技術員A1名、B3名）とした。試験時はチェックリストやマニュアルに従い作業を進め、管制手順や入函手順を確認した。

4. 教育訓練 主に工事に従事する者40名を対象とし、1週間の講習会2回を実施した。ヘリウムロックに入函可能な定員は4名であるため、効率的に実習できるよう受講者20名を4班に班分けし、2班ごとに講義と実習を交互に実施した。講義内容は(1)システム概要・入函手順・減圧表・呼吸器具の使用法、(2)高気圧生理学、(3)設備概要・ヘリウムロックの構造、(4)管制室の構造・高圧ガスの取扱い、(5)安全管理・緊急時の対処、(6)本工事施工計画であり、専門医師や開発担当者が講師となり、施工マニュアルを用いて講義を行った。入函実習として(1)大気圧（指導者1名入函）、(2) 1.5kgf/cm^2 （同左）、(3) 4kgf/cm^2 （指導者入函せず）の順に計24回（延べ112人）を行い、(4)酸素呼吸装置付再圧室の使用法と(5)ケーソンショベルのメンテナンス（写真-3）を実習した。従来のケーソンの管理手法と異なり、本システムでは作業時間に90～120分以下の制約があり、呼吸ガスの供給や加減圧を遠隔で管制するため、意思の伝達、命令系統およびチェックリストやマニュアルに従った組織的な作業の重要性が徹底された。有人試験、訓練を通じて減圧症の発症は認められず、本工事で使用する減圧表の安全性を確認することができた。講習会の最後の意見交換会では、設備、装備および作業方法の改良点などについて提案がなされた。

5. おわりに 新工法を実工事で確実に実施するために、機能試験と教育訓練を実施した。現場では実ケーソンに設備を設置したのち、作業気圧 $2 \sim 3\text{kgf/cm}^2$ において非常時の対処を含めた訓練を実施する予定である。

参考文献 1) 眞野：圧気作業下での潜函病とその対策、基礎工、1992.3, 2) 小田・阿部・眞野：深海潜水技術を応用した大深度ニューマチックケーソン工法の開発、第27回土質工学研究発表会1992.6, 3) 福本・岩田・石井・小田：大深度ニューマチックケーソン工事におけるヘリウム混合ガスシステムの開発、基礎工、1995.6, 4) 松山・宮内：ヘリウム混合ガス併用無人掘削工法によるニューマチックケーソンの施工、土木施工、1995.4, 5) 中川・河本・今川・佐久間・加藤：自動化ケーソン工法の開発、土木学会論文集、No.498/VI-24, 1994.9