

VI-4

ヘリウム混合ガスを併用した大深度ケーソン工法

日本道路公団・名古屋建設局 正会員 佐久間 智
 鴻池組 名古屋支店 土木部 加藤孝臣 福本修三
 白石 名古屋支店 土木部 岩田 哲夫
 白石 技術本部 開発部担当部長 正会員 石井 通夫

1. はじめに

圧気ケーソン工法は、関東大震災以後日本に於いて本格的に採用されはじめ、以来機械化されたニューマチックマチックケーソン工法として発展してきた。支持層が直接確認でき、また躯体を地上で構築することから、品質の高い確実な工法と言える。反面、高気圧下の作業となるため、高気圧障害発症の可能性が高く、圧気工法最大の欠点と言われてきた。

21世紀を目前とした現在、地下空間の有効利用や、施工規模の拡大に伴い、大規模・大深度の地下構造物の施工技術が望まれ、しかも安全で機械化による省人化や作業環境に優しい工法の開発が望まれている。

本報告は、これまで四十数件の施工実績がある無人ケーソン工法を更に発展させ、深海潜水技術分野で使用されている混合ガスを、大深度ケーソンに適用し、高気圧障害を予防する目的で開発した、まったく新しい大深度ニューマチックケーソン工法について述べたものである。

現在、日本道路公団で進めている、伊勢湾岸道路の名港西大橋Ⅱ期線のP3橋脚基礎工事に、この新工法を採用したので、その基礎概要と施工結果について報告する。

2. 基礎概要

工 事 名 伊勢湾岸道路 名港西大橋（下部工）東工事
 工事場所 愛知県名古屋市港区金城埠頭地先
 工 期 平成5年11月10日～平成8年8月25日
 工事内容

P3主塔部・ニューマチックケーソン基礎
 （基礎平面寸法：25×40m、掘削深さ27.5m）
 P4端橋脚部・場所打杭基礎

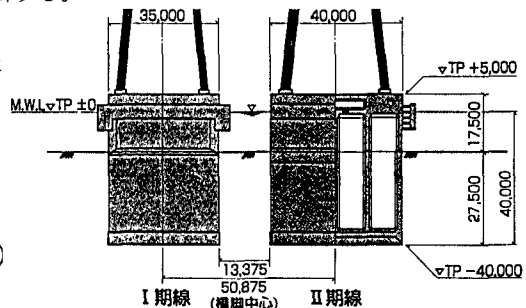


図-1 基礎の離隔状況

P3主塔橋脚基礎は海面下40m（計画最大作業気圧4kgf/cm²）に設置する大深度で、かつ大規模なフローティングニューマチックケーソン基礎である。この基礎の外壁と既に供用しているI期線の同規模基礎外壁面との離隔距離が13.4m（既設基礎底面寸法の1/3に相当）で、II期線基礎施工がI期線基礎に与える影響を考慮した近接施工であると言う点が、この工事の特色でもある。

当初は、I期線と同じ地下水位低下工法で作業気圧低下を図り、かつII期線への影響防止の遮水壁（薬液注入）構築の施工方法を計画した。透水係数評価のボーリング数が少なかったことから再検討した結果、提案された大深度ニューマチックケーソン工法を採用した。その決定要因は次のものであった。なお、基礎それぞれの動態観測は計画にいたった。

- ①地下水位低下（-10m）により既設基礎下部の洪積粘性土層の圧密沈下誘発が懸念され、かつその防止策が要求する遮水壁透水低減効果（現地盤の1/1000）確保は施工可能限界に近い。
- ②現場搬入装置を工場で組み立てて実施したシステムの機能試験、作業員訓練等の一連のシステム全体デモンストレーションが提案工法の成功性を保証した。
- ③工期短縮が必要となったが、補助工法（地下水位低下・遮水壁）削除により短縮が可能と判断した。

3. 大深度ニューマチックケーソン工法

無人ケーソン工法 + ヘリウム混合ガスシステム = 大深度ニューマチックケーソン工法

無人ケーソン工法とは、高気圧下の掘削作業を、大気圧カプセル（この中は大気圧で、作業室内が目視でき、テレビモニターや操作機器を装備）、もしくは地上の操作室から遠隔操作により無人掘削作業を行なう工法である。

しかし現況では、作業室内の設備機器のメンテナンスや設備撤去等の作業で、作業員が高気圧下で作業せざるを得ない場合がある。

従来 3 kgf/cm^2 を越えた高気圧環境下で圧縮空気を呼吸すると、高気圧障害（減圧症・窒素酔い・酸素中毒等）が発生する可能性が非常に高くなり、労働安全衛生法に於いても規制や減圧の指導が行われている。

一方深海潜水の分野では、ヘリウム混合ガスを呼吸してこれらの障害を予防する技術が実施されており、水深300m程度まで実用化されている。この深海潜水技術をケーソン工法に摘要開発したのが、ヘリウム混合ガスシステムである。

今回使用した混合ガスは、酸素・窒素・ヘリウム（不活性ガス）の3種類を、人工的に配合したもので、最大水深40m相当の作業気圧を対象に、高気圧障害を予防できる酸素・窒素の量を決定し、残りをヘリウムガスで満たした構成とした。

このシステムは、作業室内は従来と同様に圧縮空気で満たし（環境空気）、高気圧下の作業員に対してのみ、呼吸マスクを介して、この混合ガスを供給し呼吸させるシステムである。一連の操作は、作業員の負担を軽減するため、混合ガスの供給、ヘリウムロックの加減圧、作業員の監視や指示通話等を、すべて地上の管制室から行う。

当工事では、掘削日当たり1回のメンテナンス作業を実施した。 3 kgf/cm^2 以上での高気圧下の時間は、最大120分で4名のメンバー編成とし、内1名を作業指揮者とした。減圧は次の3段階とした。

- ① $4 \sim 3 \text{ kgf/cm}^2$ → ヘリウム混合ガス呼吸をしながら減圧を行う。
- ② $3 \sim 1.2 \text{ kgf/cm}^2$ → 高圧空気呼吸をしながら減圧を行う。
- ③ 1.2 kgf/cm^2 以下 → 酸素と高圧空気呼吸を交互に行いながら減圧を行う。

3. おわりに

結果的には、ヘリウム混合ガスを使用することにより、 3 kgf/cm^2 を越えた延べ524名の作業員に対し、1名の高気圧障害も発症せず終了した。

新工法で施工したP3の大規模・大深度ケーソン工事も、施工トラブルもなく、精度良く、安全に、工期を短縮して終了した。

しかし現時点では、一部の作業で高気圧下に暴露せざるを得ない状況もあり、完全な無人化施工には至っていない。この点については、今後さらなる技術開発で、21世紀を目指した工法を期待したい。

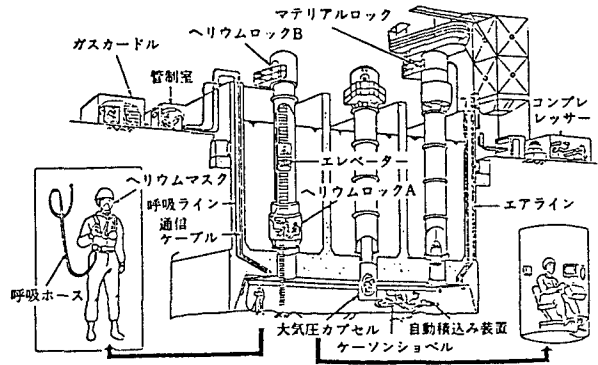


図-2 大深度ニューマチックケーソン 概要図



写真-1 ヘリウム混合ガス・メンテナンス状況