

教育セミナー8

圧気工法 ～高気圧障害防止に関する取り組み～

近藤俊宏 堀江正樹

オリエンタル白石株式会社

【背景】

圧気工法は1841年フランスにて始まり、地下構造物の築造方法として利用された。パリのエッフェル塔基礎、ニューヨークのブルックリン橋、セントルイスのイーズ橋等、多くの大型橋梁基礎で採用されていた。しかし、圧気工法は海外にて、除々に衰退していった。

日本では、1923年に関東大震災復興事業の隅田川橋梁工事で採用され、以降、橋梁のみならず建築基礎、水処理施設、道路鉄道トンネル、駐車場等の様々な地下建設に利用され今日に至っている。日本は、周囲を海で囲われ、四季を織りなす温暖な環境に位置し、世界有数の豊富な地下水を有する地質を持ち、かつ国土の7割が森林、残りの平野に人口が集中するという特徴がある。その独特の環境が圧気工法に優位であること、そして、圧気工法の最大の課題である「高気圧障害」に対して、継続的にその防止に関する開発改善を続け、その克服に取り組んできたことが今日まで本工法が利用されてきた要因と考える。

本項は「高気圧障害」という課題に対して、当社がこれまで取り組んできた内容、経緯を紹介する。



図1 1925年 永代橋基礎工事の様子

【高気圧障害防止対策】

当社の高気圧障害防止対策は大きく2つに区分される。1つは「高気圧作業の管理」で、高気圧作業の方法手順、使用設備、高気圧障害発症時の対応等、高気圧作業の人為的措置に関する規則設定、標準化であり、使用する減圧表もこれに属する。

もう1つは「高気圧作業の機械化」である。高気圧障害は有人高気圧業務が削減されれば、その発生リスクも縮小する。しかし、工事条件、機械化の進歩によってまた新たな課題が生じていることも事実である。

【高気圧作業の管理】

当社は1995年、作業気圧0.4MPa（水深40m）以上において、ヘリウム混合ガスの採用、同時に酸素減圧の採用が始まり、ヘリウム作業マニュアルを整備した。2003年、作業気圧0.4MPa未満においても減圧管理の厳格化を図り、高気圧作業マニュアルを改訂したが、主要減圧表は高気圧作業安全衛生規則

（以下高圧則とする）の別表1である。2005年にはイギリス海軍の減圧表をアレンジした減圧表（以下BP減圧表とする）を採用し、また酸素減圧を推奨し、その作業方法を確立した。そして2015年には高圧則が改正され、当社独自のOS減圧表の運用を開始し今日に至る。

表1 作業気圧0.4MPa（水深40m）までの減圧症発症率（%）

気圧 (m)	～2006年		2006年～			2015年～	
	別表1	BP	別表1	BP	BP+O2	A-A	A-O
0～10	0	0	0.005	-	-	0	0
10～20	0.11	0	0.051	0.034	0	0	0.016
20～30	1	0.55	0.926	0.155	0.018	0	0.087
30～40	2.405	1.34	-	0	0.124	-	0.153

※ OS 減圧表（A-A：空気呼吸空気減圧，A-O：空気呼吸酸素減圧）

表1は当社の調査結果だが、2006年を境に減圧症発症率（自己申告）の低下が見られる。2005年に作業マニュアルの改訂を行い、そこではBP減圧表と酸素減圧の励行を盛り込んだ。更に自動減圧装置、減圧管理システムの推奨が追記された。自動減圧装置とは減圧作業を全て機械で自動的に行う装置で、減圧管理システムは減圧履歴をリアルタイムでモニターに表示し、マンロック内の作業者及び地上の管理者が同時にその状況をチェックできるシステムである。

2015年は高気圧作業安全衛生規則が約40年ぶりに改正され、施行が始まった年である。当社独自のOS減圧表を作成し本格的な運用を開始した。OS減圧表はそれまでの減圧症発症時の体内ガス分圧と各停止圧での分圧許容値を分析し、酸素減圧併用BP減圧表による発症率0.1%未満と同等以上の効果を目指した構成を図った。まだ母数が少なく、今後のデータ収集、継続的な分析が必要不可欠である。

同様にヘリウム混合ガスの施工実績もまだまだ母数が少なく、特に作業気圧0.5MPa（水深50m）以上の工事はまだわずかであり、継続調査が必要である。

【高気圧作業の機械化】

圧気工法は、1925年の人力掘削に始まり、1962年、函内ブル・バックホウの採用、1972年、天井走行式ショベルの採用、そして無人化施工となるショベルの遠隔操作を1981年に使用を開始し、そして現在、遠隔操作ロボットによる高気圧作業・ショベル自動運転の開発を進め、部分的試行まで至っている。

ここで高気圧作業の内容に変化が起きてきた。一つは機械化が進んだことで機械のメンテ、修理に関する作業が主要になったこと、更に圧気工法の適用範囲が広がり、工事条件・課題が増え、その対応のための高気圧作業が生じている。

【結語】

今後日本は世界で類を見ない少子高齢化社会に突入する。政府が掲げる「生産性向上」は日本全体の課題であり、建設業はその最たる業種である。当社は、圧気工法の高気圧障害皆無を目指し、これらの開発を継続、成果をあげ、日本のインフラ整備に貢献すべく鋭意邁進する。