

ニューマチックケーソンにおける掘削機の3次元移動システム

大豊建設(株) 正会員 ○上月 直昭

今村 秀雄

大久保健治

1. はじめに

ニューマチックケーソン工法は、優れた耐震性能や幅広い土質への適応性など多くの優位性を持つ工法であるが、高気圧作業を伴うことが大きな課題として残されている。本稿は、高気圧作業の完全無人化を実現するための重要な要素技術の一つである掘削機3次元移動システムの性能試験について報告するものである。

2. ニューマチックケーソン工法の完全無人化

現在のニューマチックケーソン工法の無人化は、地上からの遠隔操作無人掘削機の採用により飛躍的に向上したが、それでもなお、掘削機の日常点検・修理・掘削終了後の回収などで高気圧作業が日常的に行われている。特に近年の大深度化に伴い高気圧作業はより厳しい作業環境となっており、高気圧障害への対策としてヘリウム混合ガスなどが使用されているが、高気圧作業の完全無人化という点での根本的な解決にはいたっていない。

今回開発した New DREAM 工法は、作業室スラブの直上にもう一枚のスラブを設けることにより二重スラブ構造とし、その空間を利用して大型のロックを設置することを特徴としており、このロックを利用して掘削機の点検・修理・回収を大気圧下で行うことでニューマチックケーソン工法の高気圧作業のほぼ完全無人化が可能となる。

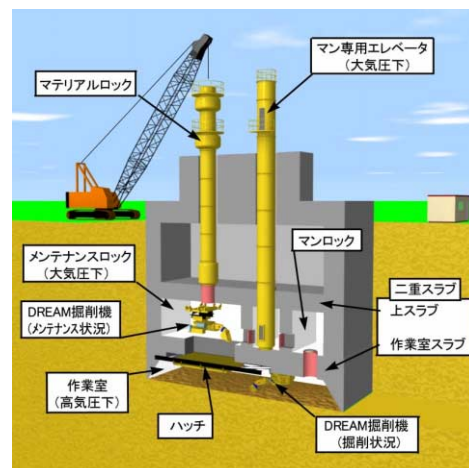


図-1 New DREAM 工法概念図

3. 試験の目的

ニューマチックケーソン工法の掘削機の点検・修理・回収を大気圧下で行うためには、作業室内で稼動する掘削機を遠隔操作でメンテナンスロック内に収容し、点検・修理等が終了した後、再び遠隔操作で作業室内に移動して稼動状態に復帰することが必要となる。そのための構成技術として掘削機の遠隔3次元移動システムであるトラベリングシステムを開発した。今回の試験は、トラベリングシステムの稼動性能および耐久性を確認することを目的とした。

4. 3次元移動システムの概要

掘削機の3次元移動システムは、吊上げ装置・スライドハッチ・横行装置・電線脱着装置・遠隔操作装置などから構成されている。実際のニューマチックケーソン工法で本システムを使用して掘削機をメンテナンスロック内に回収して点検・修理等を行う手順を図-2に示す。

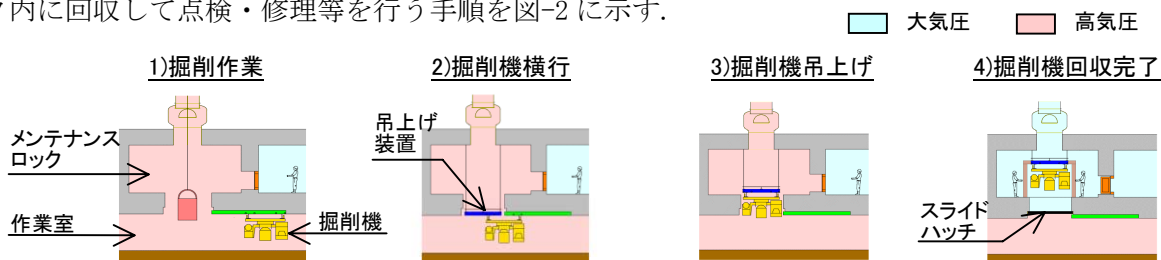


図-2 3次元移動システムによる回収手順

キーワード ニューマチックケーソン, 無人化, 大深度, 遠隔操作, 掘削機

連絡先 〒104-8289 東京都中央区新川 1-24-4 大豊建設(株) 技術開発部 TEL 03-3297-7011

5. 試験装置

山留め材を利用して実際のニューマチックケーソンで想定される作業室及びメンテナンスロックの空間を再現し、そのなかに3次元移動システムを設置して性能試験を実施した。（図-3，写真-1 参照）これらの装置は、スライドハッチを除き全て実際に現場で使用可能な実物大の機器を用いた。

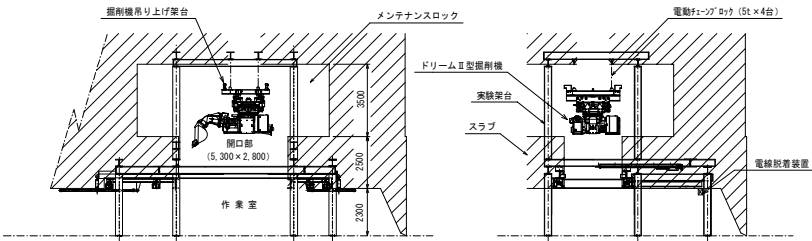


図-3 3次元移動システム試験装置



写真-1 試験装置全景

6. 試験結果

性能試験は、おもに稼動性能と耐久性能について実施した。稼動性能において重要となるのは、各装置類の性能と遠隔操作におけるシステムの安定した稼動であり、そのために必要となるセンサー類や誤動作防止用の装置を取り付け、システム全体の稼動状況と装置の性能を検証した。耐久性能については、500回（ニューマチックケーソンの沈下深さ100mで掘削機1台あたりの想定必要回収回数）の3次元移動を繰り返し実施して耐久性を確認した。

6. 1 稼動性能

遠隔操作によるシステムの稼動を円滑に行うため各種センサー・監視カメラ・インターロック等を表-1の内容で設置した。センサーと監視カメラ・インターロックによる稼動状況の確認を行ないながらの遠隔操作により性能試験を実施したが各装置の接触・衝突といった誤動作等のトラブルは発生しなかった。また、1サイクルの所要時間は約28分であり所期の目標である30分以内を達成した。

表-1 センサー類設置箇所

名 称	設置箇所
近接センサー	横行, 吊上げ下げ
傾斜計	吊上げ架台
監視カメラ	横行, スライドハッチ等
インターロック	吊上げ架台

6. 2 耐久性能

システムの構成要素の中で特に、駆動部である横行装置・吊上げ装置・スライドハッチ・電線脱着装置など掘削機の3次元移動に必要な装置においても500回の連続稼動試験を実施した結果各装置とも損傷や不具合などが発生することはなく、システムは、正常に作動した。



写真-2 吊上げ状況



写真-3 横行状況

7. まとめ

・ニューマチックケーソン工法に使用する掘削機を作業室とメンテナンスロック間で遠隔操作により移動させる3次元移動システムにおいて、適切なセンサー・監視カメラ・インターロック等の設置により、確実に遠隔稼動が可能であることが判った。

・今回の連続稼動試験で掘削機3次元移動システムは、その各構成装置および全体システムの十分な耐久性が確認され、大深度の実工事においても十分使用可能であることが判った。



写真-4 遠隔操作装置

8. 今後の課題

今回の試験により掘削機の3次元移動システム自体の十分な稼動性能および耐久性能が確認できた。今後は、ケーソン躯体内に本システムを組み込んでいく上で、経済的で確実性のある施工方法について検討を行う。