

解説

未来ある建設業を目指す サン・シールド

さくらい ゆうき
櫻井 勇希

サン・シールド(株)
DX 推進室・主任

もりしま としき
森島 俊輝

サン・シールド(株)
DX 推進室

よねもり せいじ
米森 清祥

サン・シールド(株)
代表取締役

1 はじめに

建設業界全体にとって、長時間労働や若手技術者の減少、技術者の高齢化による人手不足が深刻な問題だといわれて久しく、現在まで様々な取り組みが行われてきました。そのひとつである働き方改革として、労働基準法の改正を受け労働時間の上限規制や労働時間管理の義務化が始まりました。地下トンネル工事を得意とする当社においても長時間労働、人手不足の問題は深刻であり、未来ある建設業を目指すため、早急な課題解決が必要でした。専門業者という立場から、先導体および掘進機の遠隔化・自動化、また他分野の技術を駆使して業務の改善・効率化を図った取り組みを行い、業界のトップランナーとして建設業の「改革」を進めています。

本稿では、当社の働き方改革に向けた取り組み、また、その課題や将来の展望などについて紹介します。

2 建設業の「改革」に向けた サン・シールドの取り組み

2.1 先導体および掘進機の「自動化」に向けた 取り組み

非開削技術である推進工法では、従来からずい道作

業時の労働者への危険性が問題視されていました。暗く狭いトンネル内での作業は、建設業のいわゆる3K（危険・汚い・きつい）作業にあたります。そのため近年では、従来機内で行っていた先導体および掘進機の操作を遠隔により地上で行うことで、作業員を危険から守り、安全で効率的な施工が行えるようになってきました。しかし、将来その先導体および掘進機を操作するオペレータが確実に不足していきます。当社では来たるオペレータ不足に備えて、オペレータ育成のための取り組みと先導体および掘進機の自動化に向けた取り組みを進めています。

(1) 育成のための先導体シミュレータ

泥濃式推進工法であるラムサス工法を得意とする当社では、泥濃式の特徴である間欠的な排土方法の他、先導体および掘進機の姿勢や方向制御、土圧や推進力の管理など多くのことを要求されるオペレータの育成に悩んでいました。そこで実際の施工現場からログを取得し、そのデータを活用する「先導体シミュレータ」を開発しました（写真-1）。

シミュレータの開発には、推進工事における先導体および掘進機の操作に対してリアルな訓練が可能のように
①ラムサス実機と同じ操作手順の再現②掘進中の土質

の変化や先導体の姿勢制御、各種圧力の変化など様々な要素の再現③ゲーム性の取り入れの3要素を重要視しました。自動車教習の運転シミュレータのように、若手技術者が実物さながらに本物の先導体の操作を学べる環境を目指し開発しました。自動車と違い地中の先導体（掘進機）は目で見ることができないため、ベテランオペレータは一度に多くの数値を読み取り脳内にイメージを持ちながら操作をしています。この訓練をいきなり実際の現場環境で行うことは相当な労力であると考えられます。そのためシミュレータを使って室内での十分な訓練を経ることで、貴重な若手技術者の早期レベルアップを促し、将来のオペレータ不足に備えています。

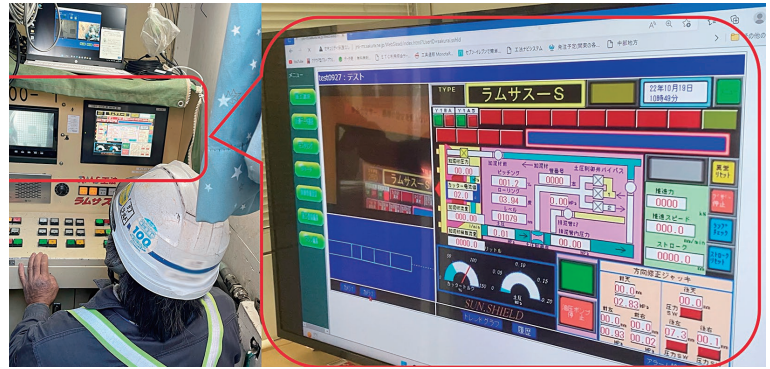


写真-2 リモートモニタリングの実施状況

力の増加などを管理者がリアルタイムで監視することが可能となりました。遠隔監視を行うだけでなく膨大な施工ログがクラウドサーバに蓄積されることで、施工状況の保存や帳票の自動生成が可能になりました（写真-3、4）。ベテランオペレータの操作方法を随時記録しデータ



写真-1 先導体シミュレータ

メニュー				
推進データ履歴一覧				
管番	施工時間帯	リプレイ	ダウンロード	
0001	2024年03月11日 10時47分20秒～2024年03月22日 11時40分10秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0014	2024年03月22日 11時40分18秒～2024年03月22日 15時09分39秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0015	2024年03月22日 15時09分42秒～2024年03月22日 16時45分18秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0016	2024年03月23日 13時43分29秒～2024年03月23日 13時58分45秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0017	2024年03月23日 13時58分48秒～2024年03月25日 11時09分36秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0018	2024年03月25日 11時09分39秒～2024年03月25日 15時21分00秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0019	2024年03月25日 15時21分03秒～2024年03月26日 10時30分10秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0020	2024年03月26日 10時30分13秒～2024年03月26日 14時11分08秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0021	2024年03月26日 14時11分11秒～2024年03月27日 09時11分10秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0022	2024年03月27日 09時11分13秒～2024年03月27日 11時52分42秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0023	2024年03月27日 11時52分46秒～2024年03月27日 15時26分40秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0024	2024年03月27日 15時26分43秒～2024年03月28日 09時28分24秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0025	2024年03月28日 09時28分26秒～2024年03月28日 12時10分18秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0026	2024年03月28日 12時10分20秒～2024年03月29日 08時37分59秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0027	2024年03月29日 08時38分01秒～2024年03月29日 10時37分56秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0028	2024年03月29日 10時38分01秒～2024年03月29日 13時39分46秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0029	2024年03月29日 13時39分49秒～2024年03月29日 15時32分24秒	リプレイ開始	ダウンロード	
0030	2024年03月29日 15時32分27秒～2024年03月30日 12時02分55秒	リプレイ開始	ダウンロード	

写真-3 施工履歴の保存

(2) 遠隔監視技術による管理と施工データの蓄積

現場の技術者の減少に伴い、それを管理監督する管理者も同様、長時間労働の問題をかかえています。ひとりの管理者が複数の現場を管理しなければならないケースが多く、遠方の現場を巡視する時間がなかなか確保できないのが現状です。そのため現場の施工状況をモニタリングし、クラウドサーバを通じて随時ウェブで監視できる仕組みを構築しました。それがラムサスリモートモニタリングプログラムです（写真-2）。急激な土圧の変化や先導体および掘進機の計画線形からの逸脱、推進

掘削日報											
日報更新 日報データ保存 推進日報Excel出力 出来形Excel出力 Excel出力設定 ターゲット設定											
No	2022/11/21	2022/11/21	2022/11/21	2022/11/22	2022/11/22	2022/11/22	2022/11/22	2022/11/22	2022/11/22	2022/11/22	2022/11/22
0020	0021	0023	0024	0025	0026	0027	0028	0029	0030	0031	0032
間	13:27 ~ 13:38	14:00 ~ 14:16	15:15 ~ 15:32	09:15 ~ 10:18	10:41 ~ 10:57	11:19 ~ 11:35	12:57 ~ 13:14				
径	76	90	84	80	100	84	78				
F	5.1	5.7	8.2	8	7.6	6.1	7.2				
度	0.15	0.25	0.08	0.06	0.35	0.12	0.20				
秒	6.9	7.0	7.0	7.2	7.0	7.0	7.1				
位置	0	0	0	0	0	0	0				
力	32	34	37	39	40	42	44				
力	12	168	114	114	120	132	132				
掘削	-27	-28	-30	-31	-33	-34	-35				
掘削	16	22	17	22	22	22	22				

写真-4 自動生成された掘削日報