

## 自動ボーリングマシンのダム基礎処理への適用

鹿島建設(株) 正会員 小林弘明 奈須野恭伸 中村聡馬  
鹿島建設(株) 正会員 林 健二 ○岡山 誠 松本孝矢

### 1. はじめに

建設業における働き方改革は猶予期間が終わり、令和5年度より長時間労働の是正に伴う工程への影響が顕著に表れる見込みである。一方、熟練工の高齢化や若手技術者の建設業離れによる担い手の不足が近年では問題になっており、ボーリング技術の衰退が懸念されている。今回、これらの対応策として、開発を進めているダムの基礎処理を始めとしたボーリング作業における自動化の取組みについて報告する。

### 2. ボーリングマシンの自動化の課題と解決策

ボーリング作業の自動化に対する課題を以下に示す。①対象岩盤の削孔状況によりオペレータの判断を基に削孔機やビットを使い分ける熟練作業であること、②削孔作業についても熟練作業による勘所を頼りにした削孔水の微調整・掘進圧・ボーリング削孔スピードの調整を行っていること、③そのためオペレータの技量により削孔方法や削孔スピードに大きな差が認められること、④その結果としてボーリング作業中はオペレータが作業場所に張り付きその挙動に注意を払う必要があること、が挙げられる。

これらの課題を解決するために、熟練工の暗黙知である操作技術を取り込み、人工知能による自動制御・運転システムを開発し、ボーリング作業の自動化を試みた。人工知能にインプットする「熟練工の暗黙知のデータ化」を目的として、既存のボーリングマシンにデータ収集・モニタリング装置(写真-1)を取り付け、ボーリング作業時におけるオペレータの操作状況および、ボーリング中の各種状況(回転、給圧、速度、送水量、排水量等)を採取・記録し、熟練オペレータのノウハウを蓄積した(図-1)。蓄積されたこれらの情報を基にベースとなる初期削孔設定を行い、上記データを常時測定・制御しながら、自動削孔するプログラムを作成した。

### 3. 自動ボーリングマシンの現場への適用実績

成瀬ダムは秋田県に建設される高さ114.5mの台形CSGダムであり、この形式としては世界最大のものである。成瀬ダムの基礎処理施工位置図(補助カーテングラウチング・カーテングラウチング)を図-2に示す。

キーワード ダム、基礎処理、ボーリング、自動化

連絡先 〒107-8348 東京都港区元赤坂1-3-8 鹿島建設(株) 土木管理本部土木工務部 TEL 03-5544-1111



写真-1 データ収集・モニタリング装置

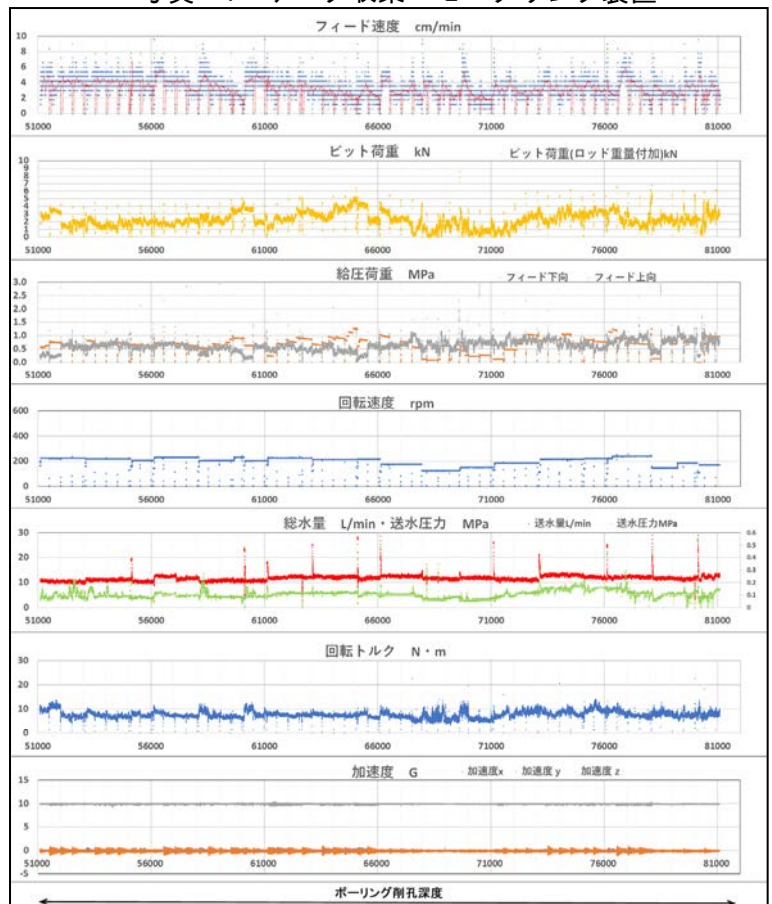


図-1 データ収集事例

成瀬ダムの補助カーテンボーリングにおいて自動ボーリングマシンを適用した（写真-2）。自動ボーリングによるボーリングデータと掘進速度実績を図-3と表-1に示す。自動ボーリングを適用することで、削孔スピードの平準化と効率化が達成でき、熟練オペレータによる掘進速度に比べて10%向上することを確認した。また、削孔時のトラブルの1つであるコア詰まり現象に対しても、熟練オペレータのコア詰まり回避操作（しゃくり動作）を再現する機能（図-4）を持たせることによって、回避できることを確認できた。

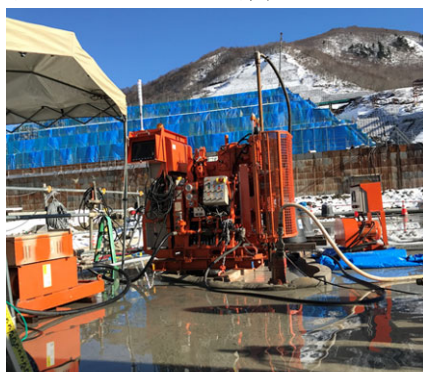
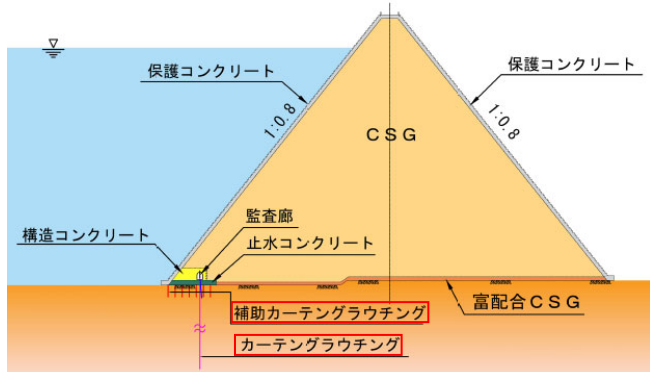


図-2 成瀬ダム基礎処理施工位置図

写真-2 成瀬ダムでの削孔状況

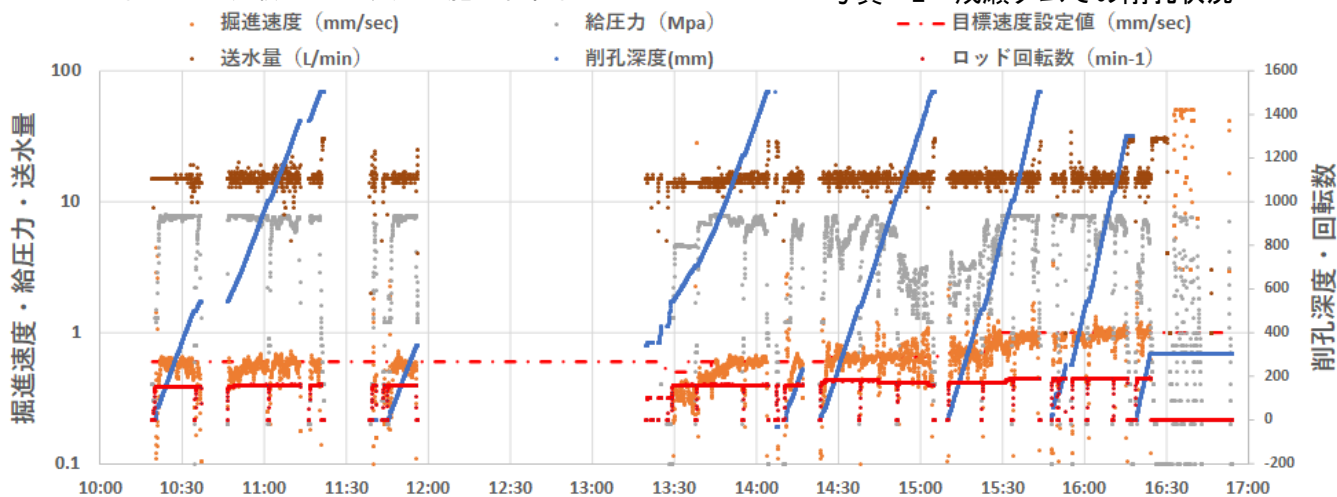


図-3 自動ボーリング削孔データ

表-1 掘進速度実績表

掘進時間			進行長	累計進行長	掘進速度	
自	至	時間			設定	実測
h	h	min	m	m	mm/sec	mm/sec
10:19	11:21	62	1.50	1.50	0.60	0.40
11:45	11:56	11	0.34	1.84	0.60	0.52
13:19	14:04	45	1.16	3.00	0.60	0.43
14:23	15:04	41	1.50	4.50	0.65	0.61
15:09	15:22	13	0.50	5.00	0.70	0.64
15:22	15:33	11	0.50	5.50	0.75	0.76
15:33	15:43	10	0.50	6.00	1.00	0.83
15:48	16:15	27	1.30	7.30	1.00	0.80
小計		220	7.30	7.30		0.55

※熟練オペレータによる掘進速度0.50mm/secより10%向上

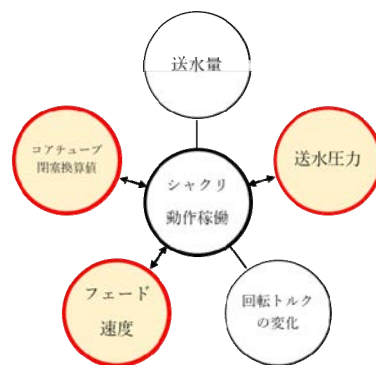


図-4 コア詰まり判定基準

#### 4. おわりに

今回、自動削孔技術を適用したダムの基礎処理ボーリング作業において、自動化によりオペレータの熟練度によらない安定的かつ効率的な削孔能力が得られること、コア詰まりなどの削孔トラブルの回避作業を削孔自動化プログラムへフィードバック可能であることが確認できた。

さらに削孔データの蓄積を重ね、ダム固有の岩盤特性を踏まえた削孔スピードの最大化や削孔トラブルを回避できる最適な削孔方法を削孔自動化プログラムへ随時フィードバックすることにより、生産性がより向上できると考える。また、ダムの基礎処理以外のボーリング作業へも適用可能であり、最終的にはボーリング作業の完全自動化を目指している。