

ダム原石採取管理システム「T-iBlast DAM」の現場運用と CIM 活用（その1）

大成建設（株） 東北支店 成瀬ダム原石山工事作業所 正会員 ○平出 敬信，前川 慎太郎
 大成建設（株） 土木本部土木技術部 正会員 新井 博之，畠山 峻一
 大成建設（株） 技術センター 正会員 山上 順民，市來 孝志

1. はじめに

ダム建設における骨材製造工事では、骨材となる原石の合理的な材料採取が必要である。また、建設業における人員減少や業務時間の短縮への対応から CIM を活用した生産性向上が喫緊の課題である。

そこで筆者らは、原石の採取率向上のためのダム原石採取管理システム（以下、「T-iBlast DAM」）^{1),2),3)}と、オンサイトにおける原石の簡易迅速評価法^{2),3),4)}、また CIM と連動した生産性向上のための材料採取支援システム⁵⁾を開発し、骨材製造工事に適用している。

本報告では T-iBlast DAM を成瀬ダム原石山工事へ適用して、良質材となる安山岩と廃棄岩の岩質境界を判定した結果を報告する。この判定手法を活用し、当初計画時の良質材の分布を適切に捉えることで、大幅な掘削形状の変更を図り、合理的な材料採取を行うことができた。

2. 原石採取管理システム T-iBlast DAM の概要

T-iBlast DAM はマシンガイダンスと削孔検層機能を有するインテリジェントクローラドリル（図-1）を使用して、計測される打撃エネルギーと打撃数、削孔速度から削孔エネルギーを算出する。削孔エネルギーは、岩盤が硬質な場合には大きな値を示し、軟質な場合には小さな値を示す。そのため、岩盤の硬軟の評価指標として良質材と廃棄岩の判定に用いることができる。削孔結果は3次元統合可視化ソフトを用いて、地山内部の硬軟区分を3次元分布図として可視化し、合理的な採取計画に活用することができる。

3. 成瀬ダム原石山工事の概要

東北地方整備局が秋田県に建設中の成瀬ダムは堤高 114.5m、堤体積 4,850 千 m^3 の台形 CSG ダムである。成瀬ダムの堤体材料のうち、コンクリート用骨材は耐久性が必要な外部用（A 材）と高い耐久性を求めない内部用（B 材）に区分される。A 材は購入材、B 材はダムサイト左岸上流の本原石山の採取材を使用する。

図-2 に 2020 年 11 月時点の原石山の掘削状況の航空写真を示す。本原石山には、新第三紀中新世の変質輝石安山岩 Ad（以下、安山岩）、葎長（よしなが）凝灰岩層 Yt（以下、凝灰岩）、赤川角礫岩層 Akb（以下、角礫岩）が分布する。このうち安山岩は、原石山を構成する主要な岩体であり、CSG 材およびコンクリート用原石（内部用、B 材）に使用し、凝灰岩および角礫岩は廃棄する。



図-1 インテリジェントクローラドリル



図-2 原石山の掘削状況（2020年11月時点）

キーワード ダム，原石山，削孔エネルギー，インテリジェントクローラドリル，CIM

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター TEL 045-814-7221

4. 適用結果および考察

本システムの適用に際して、事前に2種類の削孔試験を行った。1つは、削孔エネルギーと圧縮強さの関係の把握を目的とした人工岩盤削孔試験である。もう一方は、サイトに分布する各岩種の削孔エネルギーの範囲の把握と閾値の設定を目的とした実岩盤削孔試験である。これらの結果、削孔エネルギーと圧縮強さは正の相関を示し、図-3に示すように良質材（安山岩）、廃棄岩（凝灰岩、角礫岩）の閾値を $85\text{MJ}/\text{m}^3$ （圧縮強さに換算して 30MPa に相当）として設定した。

図-4は良質材（安山岩）と廃棄岩（凝灰岩、角礫岩）が分布する削孔・発破範囲の一例である。上段に掘削後の切羽面の写真、下段に削孔エネルギーの分布図を示す（図-2中の黒色囲箇所）。切羽面に向かって左から右に、白色の凝灰岩、黒色の角礫岩、褐色～灰色の安山岩が連続して分布する。凝灰岩と角礫岩は岩盤内部まで廃棄岩相当の削孔エネルギー（図-4中の赤色）を示した。一方で、安山岩は良質材相当の削孔エネルギー（図-4中の緑色と青色）を示した。当該範囲では、掘削前の切羽表面で認められた岩質の岩盤内部への連続性を把握できた。本システムの適用により、発破前に岩盤内部を削孔エネルギー値により定量的に把握できることで、分布状況に応じた先行発破の実施が可能となった。この結果、廃棄岩の混入防止や歩留まりの向上に寄与することができた。

図-5に3次元表示した原石山の材料区分図を示す。T-iBlast DAMを適用した上部ベンチの判定結果から下部ベンチの岩質境界線（図-5中の黄点線）を想定し、大幅な掘削形状の変更にかつすることができた。変更計画に基づき、岩質境界付近の削孔に本システムを適用することで、廃棄岩の領域を縮減し、合理的な材料採取に取り組むことができた。

5. まとめ

T-iBlast DAMを原石山採取工事に適用することで、品質の確保と採取率の向上を実現できた。また、本システムと連動し、CIMを活用した材料採取支援アプリを開発し運用中である⁵⁾。アプリの使用により、現場業務の効率化、監督員立会における合意形成の促進が期待できる。

参考文献

- 1) 山上ほか：ICTを用いたダム原石採取管理システムの開発と検証，ダム工学，29，2，140-151，2019。
- 2) 新井ほか：成瀬ダム原石山における材料品質の迅速判定技術の試行，ダム日本，901，46-55，2019。
- 3) 池田：原石山における材料品質の定量評価とCIMを活用した品質管理の効率化，土木建設技術発表会，2020。
- 4) 横田ほか：原石山における定量的な材料品質判定方法の現場運用，令和2年度土全，2020。
- 5) 前川ほか：ダム原石採取管理システム「T-iBlast DAM」の現場運用とCIM活用（その2），令和4年度土全，2022。

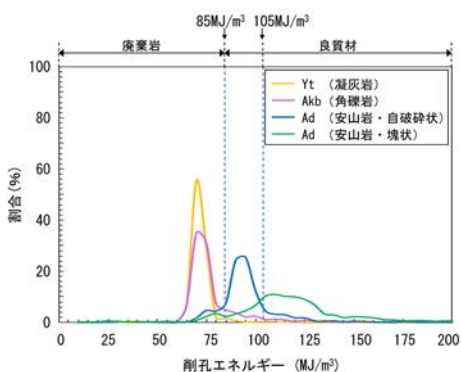


図-3 削孔エネルギーの頻度分布図

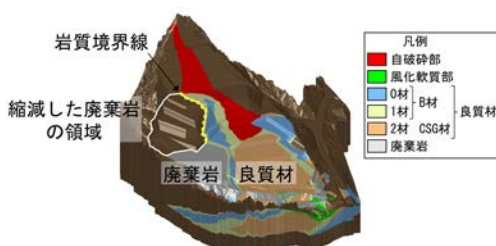


図-5 原石山の材料区分図

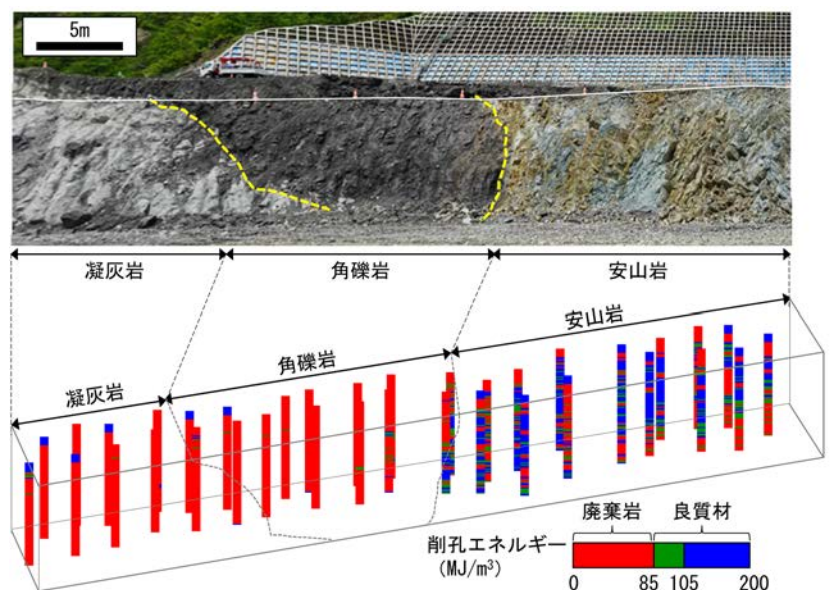


図-4 削孔箇所と削孔エネルギーの分布図