

露天掘り鉱山におけるベンチ発破による起砕効果 および起砕物の飛翔特性に関する研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 学部4年 小田皓俊

1. はじめに

発破技術は、鉱山や土木の分野で重要な技術として古くから利用されてきた。露天掘り鉱山では、生産性および作業性の観点から火薬類を用いた発破が利用されている。しかしながら、発破振動や飛石などの環境・保安問題で発破による採掘作業が大きく制限されることも多い。この中でも飛石は、火薬類使用中の事故の約8割を占め、近隣建物や周辺住民等に直接的な被害をもたらすため、注意深く対策を講じなければならない。この視点から、安全で持続可能な露天掘り鉱山の操業には、起砕岩石の発生機構ならびにその飛翔特性に及ぼす岩盤状態や発破規格の影響を明確にし、飛石制御技術を確立することが急務である。そこで本研究では、九州南部に位置する露天掘り鉱山において現場試験を実施し、ベンチ発破における岩盤の起砕特性および起砕物の飛翔特性に及ぼす岩盤状態や切羽面の方向の影響について種々検討した。

2. 現場試験

試験切羽における岩盤内節理の状態を把握するため、発破前に試験切羽を正面からデジタルカメラで撮影し、画像解析により節理を抽出後、節理で区切られたき裂のない部分を1つの岩石ブロックとしてそれらの粒度分布を推定した。また、クリノメーターを用いて卓越する節理の走向と傾斜を測定した。発破後、起砕された鉱石をドローンを用いて上空から撮影し、撮影画像の解析により、起砕物の粒度分布や飛翔特性として飛翔方向・飛翔距離を求めた。さらに、各試験切羽の起砕物から岩石試料を採取し、各種力学試験に供した。

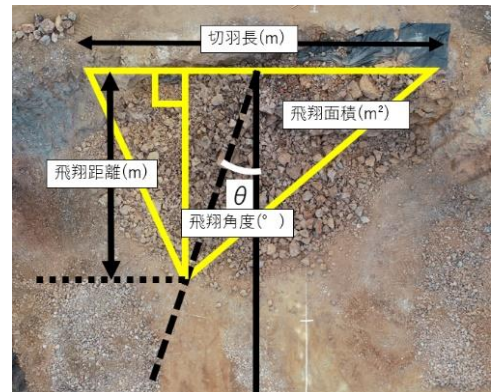


図1 飛翔特性の定義

3. 結果およびまとめ

現場調査から、本鉱山では岩盤内節理が南北および東西方向に卓越していることが明らかとなった。そこで、切羽面の走向に着目してベンチ発破による岩石の起砕効果および起砕物の飛翔特性について実験結果を整理し種々検討を行った。図2に切羽面の走向毎の起砕物の飛翔距離の関係を示す。図2より、切羽面の走向が北東-南西方向の切羽において起砕物の飛翔距離が最も大きく、南北方向、東西方向の順に起砕物の飛翔距離が小さくなる傾向が認められた。また、図3に切羽面の走向毎の岩石強度と飛翔距離の関係を示す。図3より、切羽面の走向が南北および東西方向の切羽では岩石強度の増大に伴い飛翔距離が小さくなるが、切羽面の走向が北東-南西方向の切羽では岩石強度の増大に伴い飛翔距離も大きくなる傾向が認められた。次に、起砕物の飛翔方向に及ぼす切羽面および岩盤内節理に走向の影響について検討した。その結果、切羽面の走向が南北および東西方向の切羽では、切羽面の走向に対し交差角の小さい岩盤内節理の走向に垂直な方向に起砕物が飛翔するが、切羽面の走向が北東-東西方向の切羽では卓越する2つの節理の中間方向に起砕物が飛翔する傾向が明らかとなった。これらの結果から、切羽の方向によりベンチ発破による起砕挙動および起砕物の飛翔挙動が大きく異なることが明らかとなり、切羽の方向に応じた飛石対策が必要であると考えられる。

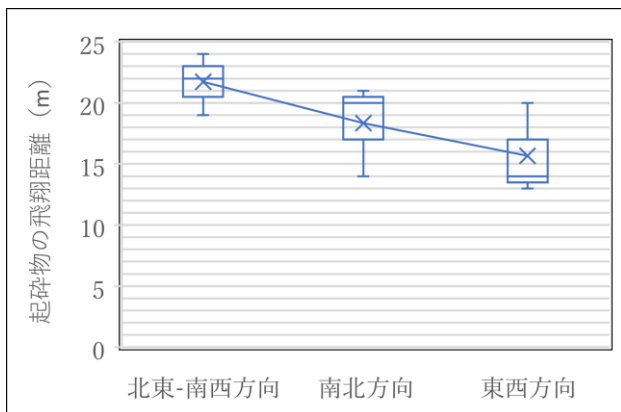


図2 切羽の方向（切羽面の走向）と飛翔距離の関係

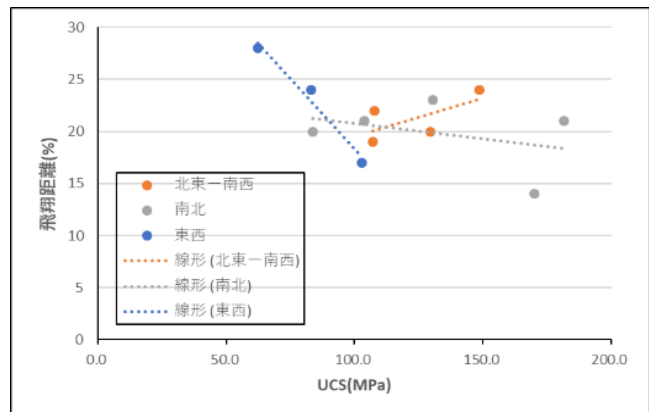


図3 岩石強度と飛翔距離の関係