

露天掘り鉱山におけるプレスプリッティング工法による 発破振動低減効果に関する基礎的研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 学部4年 三澄友輝

1. はじめに

本研究対象とする春日鉱山(株)では、採掘の進行に伴い近隣民家に近い南側採掘切羽の拡張および採掘レベルの深部化が予定されている。そのため、本鉱山における効果的な発破振動抑制対策の構築が喫緊の課題である。そこで本研究では、発破振動低減対策としてプレスプリッティング工法に着目した。プレスプリッティング工法は、軽装薬・斉発条件のもと発破を実施し、平滑な残壁法面の形成や、空溝を構築することで発破振動を低減し生産発破による残壁周辺岩盤の損傷や破壊の抑制を目的として用いられる工法である。しかしながら、プレスプリットによる発破振動の低減効果やその最適設計については未だ明確にされていないのが現状である。一方、既往の研究から、岩盤内き裂の増大に伴い岩盤内を伝播する発破振動の減衰が大きくなることが明らかとなっており、プレスプリット構築時にプレスプリット周辺岩盤に人為的にき裂を発生させ破砕領域を形成することで、発破振動の低減効果が増大すると考えられる。以上の観点から、本研究ではプレスプリッティング工法を用いた効果的な発破振動低減対策構築のための基礎的な指針を得るために、有限要素法による数値シミュレーションを用いて種々検討した。

2. 数値シミュレーションの概要

本研究では、2次元有限解析コード LS-DYNA を用いて研究対象現場をモデル化して発破振動シミュレーションを行った。解析モデルを図1に示す。本モデルでは、発破孔列から後方10mの位置にプレスプリットを構築すると想定し、プレスプリットの構築深度およびプレスプリット周辺に形成される破砕領域のき裂分布やその形成範囲を変化させた場合の発破振動の低減効果について種々検討した。また、爆源部要素には実測値に適合する圧力関数として(1)式を導入した。

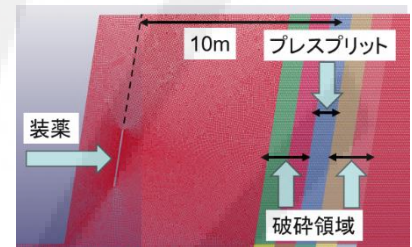


図1 解析モデル

$$P(t)=5.07 \{ \exp(-350t)-\exp(-525t) \} \text{ (MPa)} \cdots (1)$$

また、プレスプリット周辺に形成される破砕領域では、岩盤内におけるき裂の分布状態を示す指標である Rock Quality Designation (以下、RQD)の値に応じて入力するヤング率の値を変化させた。発破振動に関する評価および検討には、最大粒子速度 (Peak Particle Velocity、以下 PPV) を用いるとともに、発破振動低減対策の効果を表す指標として、(2)式に示す振動低減率を導入した。

$$\text{振動低減率(\%)} = \frac{\text{プレスプリット施工前のPPV} - \text{プレスプリット施工後のPPV}}{\text{プレスプリット施工前のPPV}} \times 100 \cdots (2)$$

3. 結果およびまとめ

解析結果の一例として、図2に発破孔列から10mの位置に深さ10mおよび15mのプレスプリットを構築した場合の発破振動の伝播挙動を示す。この結果から、ベンチ高さが10mの場合、深さ15mのプレスプリットを構築することで、プレスプリットによる発破振動の回折効果により発破振動の顕著な低減が可能になることが明らかとなった。さらに、図3にプレスプリット周辺に幅1mの破砕領域を形成した場合の、破砕領域のRQD値と発破振動低減率の関係を示す。この結果から、破砕領域のRQDの値が小さいほど、すなわち破砕領域に形成するき裂が多いほど、発破振動の低減効果が増大することが明らかとなった。以上の結果から、プレスプリット構築時にプレスプリット周辺に破砕領域を形成することで発破振動の効果的な低減が可能になると考えられる。

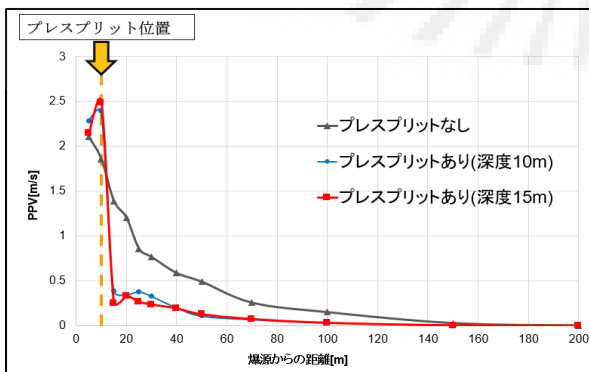


図2 プレスプリットを構築した場合の
発破振動の伝播挙動

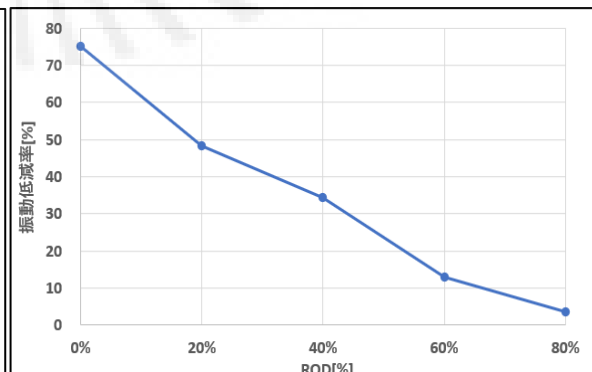


図3 破砕領域のRQD値と発破振動の
減衰率の関係