

露天掘り鉱山における岩盤状態による減衰挙動を考慮した 発破振動の予測に関する研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 修士2年 弦川聖

1. はじめに

本研究の対象鉱山である春日鉱山(株)では、採掘の進行に伴い採掘切羽の拡張が予定されている。そのため、本鉱山における発破振動の伝播状況の把握および採掘切羽の拡張に伴う近隣民家への影響評価が急務となっている。そこで本研究では、岩盤状態の中で岩盤内き裂に着目し、岩盤のき裂密度が発破振動の減衰挙動におよぼす影響について検討するため、室内試験、現場試験および数値解析を行なった。すなわち、室内試験によりき裂数と弾性波速度の関係を把握するとともに、現場試験において発破振動の減衰挙動におよぼす岩盤のき裂密度の影響について検討した。次いで、有限要素法による数値シミュレーションを試み、岩盤内き裂を考慮した発破振動の減衰挙動について検討した。

2. 室内実験および現場試験の概要

2.1 室内試験

P波速度におよぼすき裂の影響を評価するため、石膏モデルを用いて介在するき裂本数の相違によるP波速度の変化を調べた。図1に示すように、石膏の人工供試体を接合することでき裂を有する模擬岩盤を作製し、それらを透過するP波速度を計測した。図2にP波速度とき裂の本数の関係を示す。この図より、き裂数の増大に伴いP波速度が低下し、P波速度とき裂の本数には負の相関が認められた。

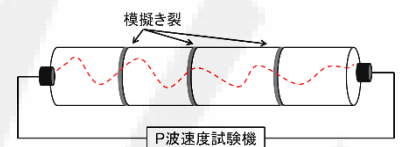


図1 供試体とP波速度試験

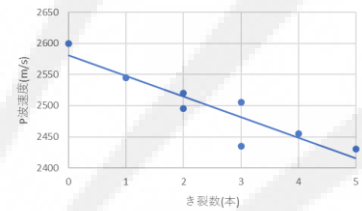


図2 P波速度とき裂数の関係

2.2 現場試験

発破振動の減衰挙動におよぼす岩盤内き裂、特にき裂密度の影響について検討するため、地質構造的にほぼ一様な珪化岩層および凝灰岩層において発破振動計測を行った。なお、各測定現場における岩盤内のき裂密度を評価するため、発破前に各切羽において写真を撮影し、スキャンライン法を用いて岩盤内のき裂密度を算出した。また、各試験切羽の起砕物から岩石試料を採取し、各種力学的特性試験に供した。

3. き裂密度を考慮した発破振動の減衰挙動に関する検討

発破振動の減衰挙動におよぼす岩盤のき裂密度の影響を検討するため、2次元有限要素解析コードLS-DYNAを用いて研究対象現場をモデル化し、発破振動シミュレーションを行った。なお、発破振動の減衰挙動の評価には、発破孔列から10mおよび20m離れた観測点で得られた発破振動の最大粒子速度(Peak Particle Velocity)の差分を減衰値として用いた。図3に現場試験の結果とインタクトな岩石試料のヤング率(以下、実ヤング率)を用いた数値解析結果を示す。この図より、現場試験結果と数値解析結果に顕著な差が認められ、これは岩盤のき裂密度の相違に起因すると考えられる。そこで、数値解析において岩盤のき裂密度の影響を考慮するため、(1)式で示す補正ヤング率を導入した。

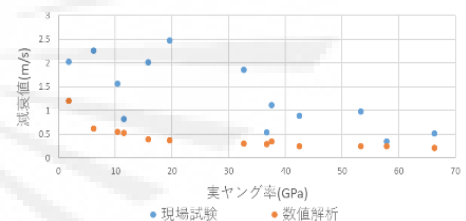


図3 ヤング率と減衰値の関係
(実ヤング率)

$$(\text{補正ヤング率}) = (\text{実ヤング率}) \times \frac{\alpha}{(\text{き裂密度})} \quad \dots (1)\text{式}$$

α : 補正係数

図4に現場試験結果と補正ヤング率を導入した数値解析結果を示す。この図より、現場試験結果と補正ヤング率を導入した数値解析結果に良い一致が認められる。以上の結果から、岩盤内のき裂密度の影響を考慮した補正ヤング率を導入することで、岩盤内のき裂による発破振動の減衰挙動をシミュレートでき、精度の高い発破振動予測が可能になると考えられる。

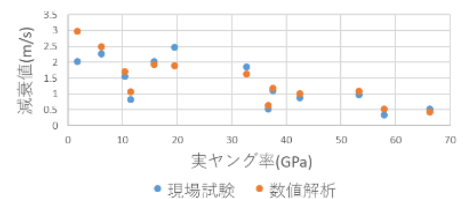


図4 ヤング率と減衰値の関係
(補正ヤング率)