

# 挟み層を有する石灰石鉱山における発破振動予測に関する数値解析的研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 修士2年 射手矢 陽

## 1. はじめに

発破作業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。最近は都市部の構造物解体にも適用が試みられるようになり、改めてその有用性が認識されてきている。しかしながら、発破作業は、法令によって火薬類の利用が制限されていることをはじめ、火薬類に対する危険な印象や振動・騒音・飛石など、他の工法よりも周辺環境に悪い影響を及ぼす可能性が高いことが挙げられる。そこで本研究では、振動・騒音・飛石の中でも比較的広範囲に影響を及ぼす発破振動に着目し、公共の安全を確保しながら発破作業を効率的に利用するために、発破振動の伝播特性を把握し、発破振動の予測を目的とした現場実験および数値解析を行った。すなわち、石灰石鉱山において発破振動の実測を行うとともに、有限要素法による数値シミュレーションを試み、岩盤内に存在する挟み層の発破振動に及ぼす影響について評価し、発破振動の予測について検討した。なお、挟み層とは岩盤内に存在する異なる物性値を持つ泥質岩や粘土を想定したものである。

## 2. 現場計測および数値シミュレーションの概要

### 2-1. 現場計測

本研究では、国内の石灰石鉱山である H 鉱山および F 鉱山で現場実験を実施した。現場計測の一例として、H 鉱山で実施した発破振動測定の概要図を図 1 に示す。振動計測点は、発破孔列中央からベンチの起砕面に対して垂直となる方向に、発破孔から 45m, 75m, 150m 離れた地点とし、それぞれ加速度センサー BM1, BM2, BM3 を設置した。

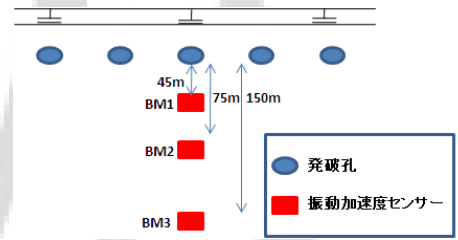


図 1 発破振動測定概要図(H 鉱山)

### 2-2 数値シミュレーション

現場計測データを元に、2次元有限要素解析コード LS-DYNA を用いて発破振動シミュレーションを行った。図 2 に解析モデルを示す。また、爆源部要素に理論値を元に算出した式(1)で表わされる圧力関数を入力した。

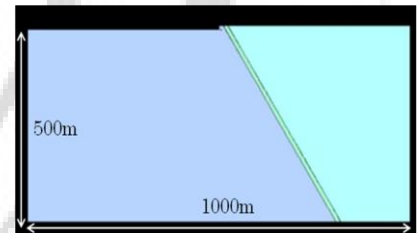


図 2 数値解析モデル

$$P(t)=1.69 \{ \exp(-350t)-\exp(-525t) \} \text{ (MPa)} \cdot \dots (1)$$

入力物性値は、現場で採取した岩石試料を力学試験に供した結果を用いた。更に、モデル内に挟み層を設け、この層が最大粒子速度 (Peak Particle Velocity) へ与える影響について種々検討した。

## 3. 結果およびまとめ

まず、図 3 に挟み層の発破振動 (最大粒子速度) に与える影響について示す。この図より挟み層の存在およびその数の増加に伴って発破振動の著しい減衰が認められる。そこで次に、挟み層による発破振動の減衰効果を考慮した数値シミュレーション試み、同様な岩盤状態を呈する H 鉱山および F 鉱山における現場計測データと数値シミュレーションの結果を図 4、図 5 にそれぞれ示す。両図から、今回対象とした岩盤状態であれば、数値解析により発破振動を的確にシミュレート出来ることがわかった。以上の結果から、岩盤内における挟み層の賦存状況を把握することで、より正確な発破振動の挙動予測が可能になると考えられる。

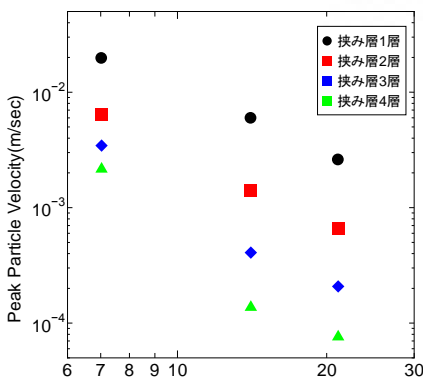


図 3 挟み層が振動挙動に及ぼす影響

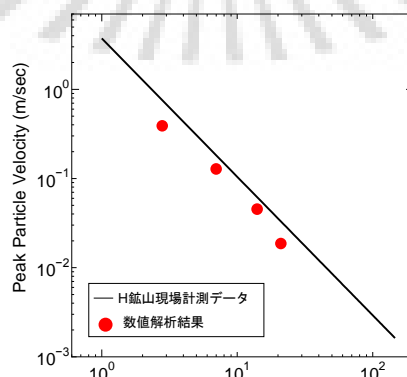


図 4 H 鉱山における数値解析結果

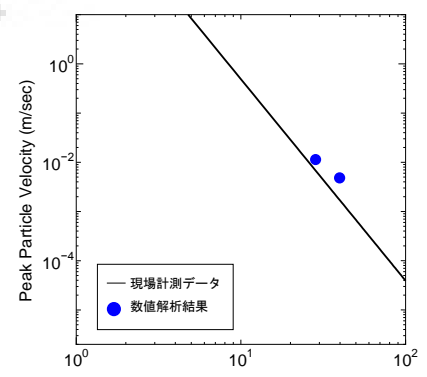


図 5 F 鉱山における数値解析結果