

# ミャンマー坑内掘り金鉱山における採掘跡の影響を考慮した

## 充填式採掘法適用時の安定性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 江藤創平

### 1. はじめに

ミャンマーの中央部東側に位置するModi-Taung金鉱山では、鉱脈が急傾斜であり、不規則であることから上向き充填式採掘法により採掘が行われている。本鉱山では浅深度における鉱床の採掘が過去に実施されていたが、通常充填されるべき採掘跡が空洞である、もしくは十分に充填が実施されていないといった報告が挙げられている。また、採掘対象が深部の鉱床へ移行しているが、その開発にあたり採掘跡の影響を考慮した採掘設計が求められている。そこで本研究では、採掘空洞上部周辺の安定性を維持するために、採掘跡との間に鉱床を鉱柱として残すシルピラーの適用を考慮し、Modi-Taung金鉱山の地山条件下において採掘跡が採掘空洞上部周辺に与える影響に関して3次元有限差分法解析ソフトFLAC<sup>3D</sup>を用いて検討した。

### 2. 数値解析概要

図1にModi-Taung金鉱山の採掘切羽を対象とした解析モデルの概要図を示し、表1に現場の岩盤状態を加味して算出した岩盤および充填材の物性値を示す。破壊条件にはMohr-Coulombの破壊基準を適用した。本解析では、現在の採掘深度である深度150mにおいて、採掘跡の有無、充填の有無、シルピラーの厚さを変化させて解析を行った。

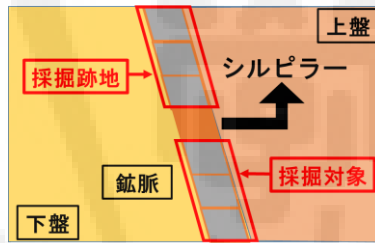


図1 解析モデルの概要図

表1 入力物性値

| 物性値                    | 下盤    | 上盤    | 鉱脈    | 充填材   |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 密度(kg/m <sup>3</sup> ) | 2,690 | 2,690 | 2,690 | 1,400 |
| ヤング率 (MPa)             | 4,248 | 4,248 | 3,370 | 153   |
| ポアソン比(-)               | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.32  |
| 引張強度 (MPa)             | 0.078 | 0.042 | 0.028 | 0     |
| 内部摩擦角(°)               | 39.0  | 43.0  | 42.0  | 20.5  |
| 粘着力(MPa)               | 0.859 | 0.955 | 0.871 | 0.200 |

### 3. 解析結果および考察

図2にシルピラーの厚さが5mにおける採掘跡がない場合(充填なし)の最大主応力のコンター図を示す。この図から、採掘跡の影響により、採掘空洞上部において応力集中が生じていることが分かる。図3(a)、(b)にシルピラーの厚さが2mおよび5mの場合の採掘空洞上部の安全率の推移を示す。横軸は採掘空洞上部からの高さである。同図より、シルピラーの厚さが2mの場合、採掘跡がある場合は充填の有無にかかわらず採掘空洞上部において安全率の小さい領域が広範囲に広がっているが、シルピラーの厚さが5mの場合ではその領域が減少しているということが分かる。したがって、シルピラーの厚さを増大させることで、採掘空洞上部の安定性を改善することが可能であるといえる。また、いずれのシルピラーの厚さの場合においても採掘跡の充填の有無によりシルピラーの安全率の推移が異なっていることが分かる。したがって、浅部に採掘跡がある場合において深部の鉱床を採掘する場合、採掘跡の状態を考慮したシルピラーの設計を行うことが肝要であると考えられる。

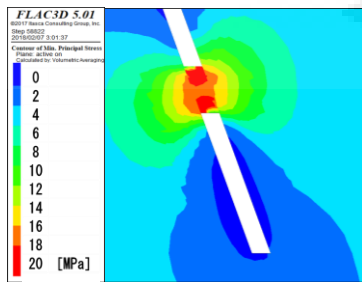
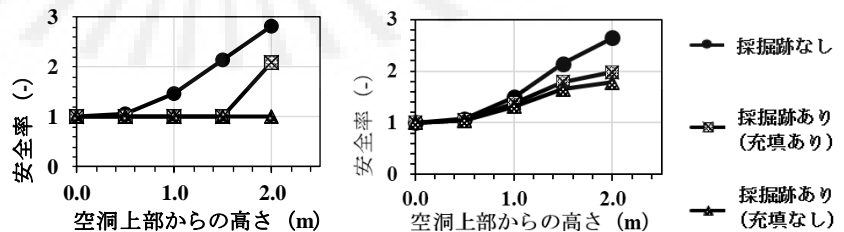


図2 シルピラー5mにおける最大主応力



(a) シルピラーの厚さ2m

(b) シルピラーの厚さ5m

図3 採掘空洞上部の安全率の推移