

# 充填式採掘法における立入坑道の最適支保設計に関する研究

地球資源システム工学専攻 修士2年 上野 宏次郎

## 1. はじめに

Cibaliung 金鉱山では、通常の充填式採掘法と異なり、鉱床の周囲に沿って主要坑道が掘削され、上盤および下盤の両方向から立入坑道が掘削され鉱床の採掘が行なわれている。また本鉱山は、上盤の強度が小さく、局所的に亀裂が卓越し脆弱な岩盤状態を呈している。このため、上盤側の立入坑道において天盤崩落が発生しており、ロックボルトと吹付けコンクリートを用いた現行の支保設計では、脆弱な岩盤あるいは採掘箇所への深部化に伴い立入坑道の安定性維持が困難になると考えられる。

そこで本研究では、Cibaliung 金鉱山における種々の地山条件および採掘条件における立入坑道の最適な支保設計を検討するため、三次元有限差分法解析プログラム *FLAC<sup>3D</sup>* を用いて安定性解析を行った。

## 2. 解析方法

図1に解析モデルを示す。本モデルは、研究対象鉱山の採掘深度100mにおける地質状態および採掘状態を模したものである。鉱床の幅は5m、傾斜角度は80°である。また、立入坑道の長さを40mとした。破壊条件には、Mohr-Coulomb の破壊基準を適用した。

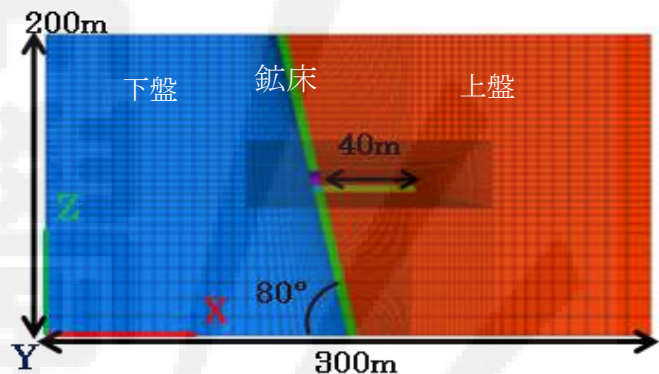


図1. 解析モデルの一例

## 3. 解析結果および考察

解析結果の一例として、図2に深度100mおよび150mにおいて脆弱な上盤側から現行の支保設計を用いて採掘を行なった場合の立入坑道周辺の破壊領域を示す。これらの図より、採掘切羽に近い立入坑道天盤において採掘切羽の影響による破壊領域の発生が認められ、天盤崩落の発生が危惧されることが明らかとなった。また、採掘深度の増大に伴い、立入坑道の天盤における破壊領域も増大することが分かった。これらの結果から、現行の支保では脆弱な上盤において立入坑道の維持が困難であることが明らかとなった。この改善策としてケーブルボルトの適用を検討した。その結果、図3に示すように鉛直方向に長尺のケーブルボルトを打設するとともに、立入坑道の天盤を採掘切羽上部の鉱床にケーブルボルトで縫い付けることで、立入坑道における天盤の破壊領域が抑制され改善効果が得られることが分かった。しかし、採掘切羽近傍では、依然立入坑道天盤において破壊領域が認められることから、ボルト支保ではなく剛性枠等の導入が必要であると考えられる。

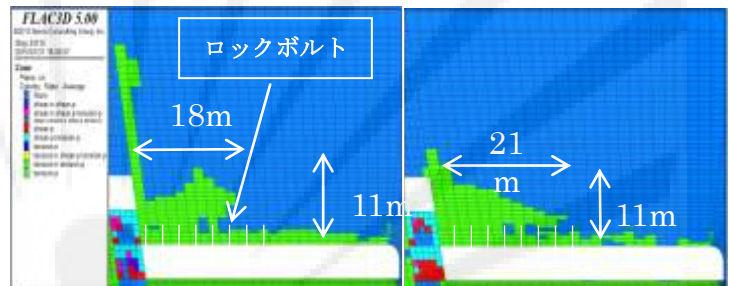


図2. 立入坑道周辺の破壊領域  
(採掘深度: 左:100m、右:150m)

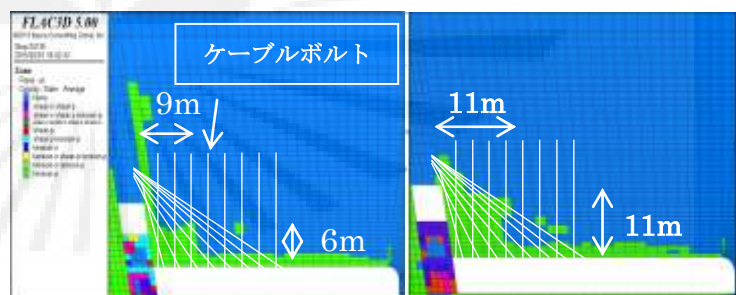


図3. ケーブルボルト打設後の破壊領域  
(採掘深度: 左:100m、右:150m)

## 4. まとめ

本研究結果から、岩盤状態や採掘深度、採掘切羽の影響を考慮して、採掘切羽から距離に応じてケーブルボルトや型枠を適用することで立入坑道の安定性が維持できると考えられる。