

ラオス Sepon 鉱山の露天採掘から坑内採掘移行時の採掘法および採掘空洞の設計に関する研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 修士2年 井上達喜

1. 研究背景および目的

ラオス南部に位置する Sepon 銅金鉱山では、現在露天掘りによる採掘が行われているが、本鉱山の増産ならびに今後増大する剥土比への対応のため、露天採掘跡地から坑内採掘への移行が検討されている。現在の採掘計画では、上向きオープンストリーピング法の適用が検討されているが、ボーリング調査の結果から稼行対象となる鉱床の賦存状態が大きく変化するとともに、浅部における地山の強度が小さいことが明らかとなっている。そこで本研究では、Sepon 銅金鉱山における鉱床の賦存状態に応じた採掘法の選定ならびにクラウンピラーおよび採掘空洞の最適設計について、二次元有限要素解析ソフト RS2 を用いて種々検討を行った。

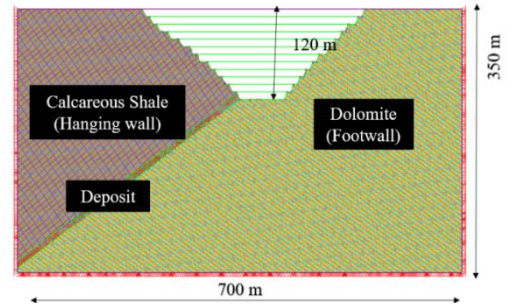


図1 解析モデル

2. 数値解析の概要

図1に解析モデルの一例を示す。解析手順として、初期応力解析を行った後、露天採掘に伴う採掘ピットを形成した。次に、ピット底部にクラウンピラーとして保安鉱柱を残し、その下部から坑内採掘を行うと想定した。表1に解析に用いた各種力学的特性値を示す。破壊条件には Hoek-Brown の破壊規準を用いた。本研究では、鉱床の傾斜や採掘幅、クラウンピラーの厚さを変化させた場合の、採掘空洞、ピット斜面およびクラウンピラーの安定性について種々検討した。

表1 各種力学的物性値

	単位体積重量 (MN/m ³)	GSI (-)	UCS (MPa)	ヤング率 (GPa)	ポアソン比 (-)
Hanging wall(Shale)	0.0279	36	56.03	3.77	0.24
Footwall(Dolomite)	0.0273	64	184.15	18.10	0.21
鉱床(Deposit)	0.0266	55	82.58	13.20	0.22
充填材	0.011	-	-	0.18	0.3

3. 解析結果および考察

解析結果の一例として、図2(a)-(c)に採掘幅が10m、クラウンピラーの厚さが30mで、鉱床の傾斜を40°~70°に変化させた場合のクラウンピラーおよび採掘空洞周辺地山の破壊領域の分布を示す。これらの結果から、鉱床の傾斜が緩やかになるにつれて、採掘空洞上盤およびピット斜面の安定性が著しく低下し、鉱床の傾斜が40°になるとオープンストリーピング法による採掘が困難になると考えられる。そこで、採掘法をオープンストリーピング法から採掘空洞に充填材を注入する充填式採掘法に変更することで、採掘空洞上盤およびピット斜面の安定性が大幅に改善され、鉱床の傾斜が40°あるいはそれ以下の緩傾斜な鉱床も安全に採掘できることが明らかとなった(図2(d)参照)。

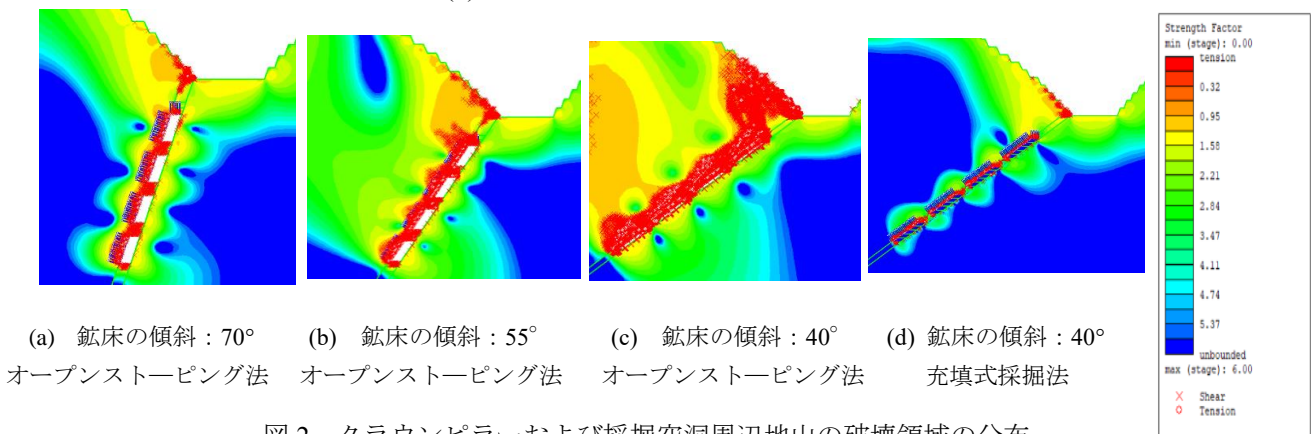


図2 クラウンピラーおよび採掘空洞周辺地山の破壊領域の分布
(鉱床の採掘幅:10m、クラウンピラーの厚さ:30m)