

# モンゴル Naryn Shukhait 鉱山における 露天掘りからの坑内展開に関する研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 学部 4 年 荒金祐一郎

## 1. 研究背景および目的

モンゴル南部に位置する Naryn Shukhait 石炭鉱山では、現在露天掘りによる採掘が行われているが、今後採掘の深部化に伴い坑内採掘への移行が検討されている。露天採掘により形成されたピット底部と採掘区画の間にはクラウンピラーと呼ばれる保安炭柱が残されるが、その設計指針に関しては未だ十分な検討がなされていない。そこで本研究では、石炭層が急傾斜かつ厚層である本鉱山において、クラウンピラーの設計指針を得るための基礎的な知見を得るために、二次元有限要素解析ソフト *Phase<sup>2</sup> ver. 6.0* を用いて、坑内展開に伴うクラウンピラー、ピット斜面および採掘跡周辺地山の安定性への影響について種々検討を行った。

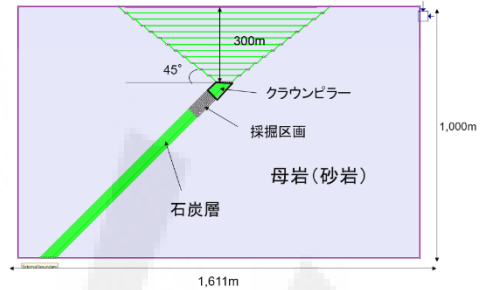


図 1 解析モデル

## 2. 数値解析の概要

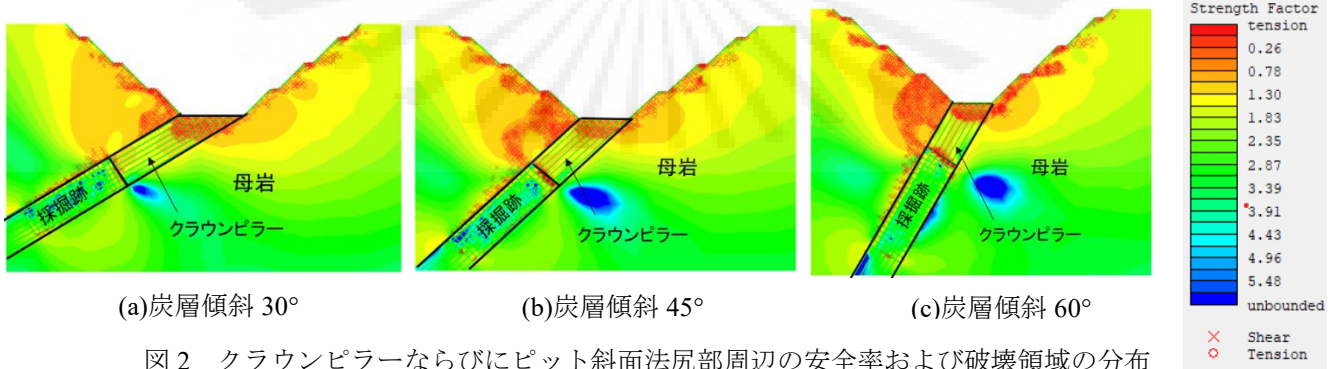
図 1 に解析モデルの一例を示す。解析手順として、初期応力解析を行った後、露天採掘に伴うピットを形成した。次に、ピット底部にクラウンピラーを残し、その下部の炭層を全充填欠口採炭法を用いて採炭が行われると想定した。表 1 に、解析に用いた各種力学的特性値を示す。なお、破壊条件には Mohr-Coulomb の破壊基準を用いた。本研究では、炭層の厚さや傾斜、クラウンピラーの厚さを変化させて解析を行った。

表 1 解析に用いた各種力学的物性値

	母岩 (砂岩)	石炭層	充填材
単位体積重量(MN/m <sup>3</sup> )	0.0250	0.0135	0.0196
内部摩擦角(°)	36.0	45.7	26.0
粘着力(MPa)	1.62	0.100	0.800
ヤング率(GPa)	7.18	1.30	2.00
ポアソン比(-)	0.360	0.320	0.200
圧裂引張強度(MPa)	7.02	2.63	0.800

## 3. 解析結果および考察

解析結果の一例として、図 2(a)~(c)に炭層傾斜が異なる場合のクラウンピラー周辺部の安全率および破壊領域の分布を示す。これらの結果から、炭層傾斜の増大に伴い、採掘跡上盤側のピット斜面法尻部周辺において破壊領域が増大し、ピット斜面および採掘跡上盤の安定性が著しく低下することが明らかとなった。これは、炭層傾斜の増大に伴い採掘跡とピット斜面との離隔が減少することに起因するものと考えられる。したがって、ピット斜面の安定性を維持しつつ安全に坑内採掘を行うためには、炭層の賦存状況に応じて、クラウンピラーの厚さの増大や、ロックボルト等の支保の導入ならびに強度の大きい充填材の適用により採掘跡周辺地山の安定性を改善する等の対策が必要になると考えられる。



(a)炭層傾斜 30°

(b)炭層傾斜 45°

(c)炭層傾斜 60°

図 2 クラウンピラーならびにピット斜面法尻部周辺の安全率および破壊領域の分布  
(炭層厚：30m、採掘深度：ピット底部から 40m 以深)