

タイ・Mae Moh 鉱山における最終残壁からの坑内展開

岩盤・開発機械システム工学研究室 修士2年 柴田 至徳

1. はじめに

Mae Moh 炭鉱は、タイの首都バンコクの北方約 630km に位置する石炭鉱山であり、その生産量は 1,600 万トン/年とタイの石炭生産量の 70%以上を占める大規模露天掘り石炭鉱山である。地質的特徴としては、地山が軟弱で断層が多数存在していることが挙げられる。そのため、大規模な斜面崩壊がしばしば発生しており、平均傾斜 18° の緩傾斜で最終残壁が形成されている。当鉱山の採掘計画では、剥土比の経済的境界である地表からの深度 500m に到達する 2047 年を目処に露天掘りを終掘り予定である。その結果、最終残壁周辺には大量の石炭資源が未採掘のまま残ることになる。そこで本研究では、最終残壁周辺に残される未採掘石炭を斜面の安定性を確保しつつ最大限回収する有効な手法として、最終残壁から長壁式採掘法による坑内展開を提案し、この坑内展開の可否や最適な採掘設計について数値解析を用いて周辺地山の挙動を予測することで検討した。

2. 解析方法

本研究では、図 1 に示すような解析モデルを設定し、三次元有限差分法解析プログラム *FLAC^{3D}* を用いてその安定性解析を行った。なお、本モデルは研究対象区域の地質状態を模したものである。研究対象区域には、採掘対象となる 2 つの炭層 (K 層, Q 層) が存在し、各炭層の厚さはそれぞれ 20m であり、K 層の深度は地表から 500m である。破壊条件には Mohr-Coulomb の破壊基準を適用した。

解析では、採掘パネルの数、大きさ、そしてピラーの幅等を変化させた場合の払跡及び最終残壁周辺地山の挙動とその安定性について検討した。

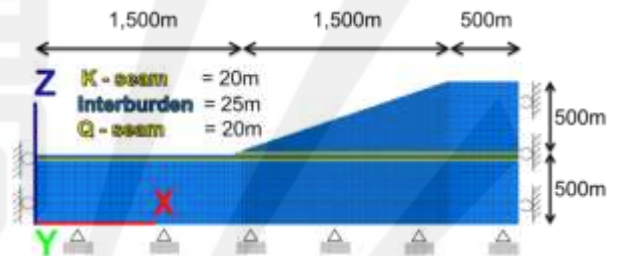


図 1. 解析モデル

3. 解析結果および考察

解析結果の一例として K 層において、長壁式採掘パネル間に幅 40m 又は 100m のピラーを残しながら切羽長 100m 片盤長 500m の採掘パネルを 3 枚採掘した場合の安全率の分布を図 2 に示す。この図より、ピラー幅 40m では、最終残壁斜面において安全率の低い領域が広範囲に認められるが、ピラー幅を 100m に大きくすることで安定性の改善が認められた。図 3 は最終残壁周辺の沈下量を表したものであるが、図 2 と同様にピラー幅を大きくすることで沈下量も顕著に抑制できることが明らかとなった。

これらの結果から、採掘パネルの切羽寸法に合わせて適切な幅のピラーを残すことで、ピラーに作用する応力集中が緩和され、ピラー破壊を抑制出来るとともに払跡周辺の地山変形挙動が抑制され、最終残壁の安定性の維持が可能であることがわかる。

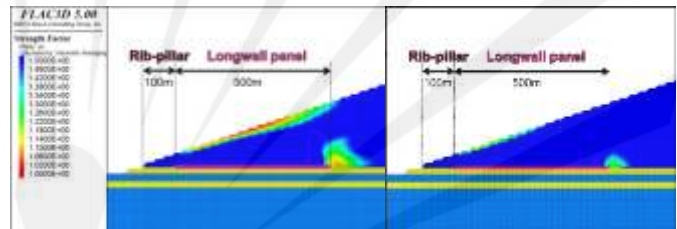


図 2. 最終残壁周辺における安全率の分布
(ピラー幅: 左:40m, 右:100m)

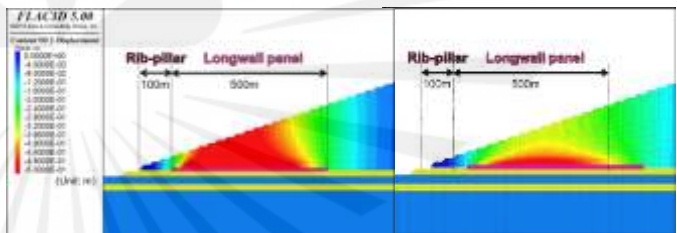


図 3. 最終残壁周辺における沈下量の分布
(ピラー幅: 左:40m, 右:100m)

4. まとめ

本研究結果から、隣接する採掘パネル間に採掘パネルの切羽長に応じて適切な幅のピラーを残すことで、最終残壁の安定性を損なうことなく、最終残壁周辺に残余した石炭を安全に採掘可能なことが明らかとなった。また、採掘パネルの切羽長とピラー幅の比が一定でも全体のスケールを小さくすることで、同じ石炭回収率で最終残壁周辺の地山変形挙動を効果的に抑制できることも明らかとなった。さらに、隣接する火力発電所から排出されるフライアッシュや脱硫石膏といった廃棄物を用いて、採掘跡を充填しながら採炭を行えば (長壁式充填採掘法の適用)、払跡周辺地山の安定性がより改善され、必要なピラー幅の減少やピラー回収等により石炭実収量の大幅な増大も可能になると考えられる。