

ハイウォールマイニングシステムを用いた エンドウォール周辺の未採掘石炭資源の採掘方法に関する研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 修士2年 島田 光

1. はじめに

露天掘り石炭鉱山では、経済的、地形的あるいは採掘計画上の制約により、採掘に伴い広大なエンドウォールが形成されては廃石による埋め戻しが行われている。そのため、エンドウォール周辺に大量の石炭が未採掘のまま放棄され埋め戻されているのが現状である。このエンドウォール周辺に残される大量な石炭資源を、エンドウォールの安定性を損なうことなく経済的かつ効率的に採掘するシステムとして、ハイウォールマイニングシステムの適用が考えられる。

そこで本研究では、中国・山西省の北部に位置する ATB 炭鉱を研究対象として、本炭鉱エンドウォールにおけるハイウォールマイニングシステムの適用可否について、数値解析により種々検討を行った。

2. 解析方法

本研究では、三次元有限差分法解析プログラム FLAC3D を用いて採掘空洞およびエンドウォールの安定性解析を行った。図 1 に解析モデルを示す。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 3 つの炭層 (No.4、No.9、No.11) が存在し、各炭層の厚さはそれぞれ 8m、13m、3m、また地表からの深度は 120m、170m、200m である。破壊条件には、Mohr-Coulomb の破壊基準を適用した。

本解析では、最深部にある炭層 No.11 を採掘後、炭層 No.9 を採掘すると仮定した。また、炭層の採掘にはハイウォールマイニングシステムの一つである Continuous Highwall Mining (CHM) の適用を想定し、採掘空洞間のピラー幅、厚層における多段採掘時の上下段の間隔、採掘空洞の配置等を変化させた場合の採掘空洞周辺地山およびエンドウォールの安定性について種々検討した。

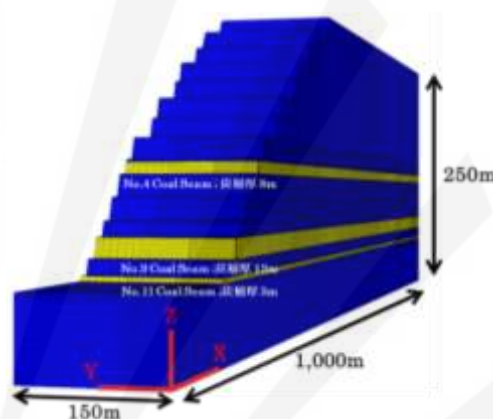


図 1. 解析モデル

3. 解析結果および考察

解析結果の一例として、図 2 に炭層 No.11 において 3m × 3m の矩形の採掘空洞を幅 1.5m および 3.0m のピラーを残しながら、エンドウォール法尻から 330m 掘進した場合の採掘空洞周辺地山の破壊領域を示す。これらの図より、幅 1.5m のピラーでは、ピラーにせん断および引張破壊が発生し、採掘空洞だけでなくエンドウォールの安定性が損なわれる危険性が高いことがわかる。一方、ピラー幅を 3.0m に増大することで、ピラーおよび採掘空洞の安定性が改善され、CHM 適用による炭層 No.11 の採炭が可能になることがわかる。



図 2. 採掘空洞周辺地山の破壊領域
(採掘空洞終端付近(土被り 193m)、炭層 No.11 採掘)
(ピラー幅 : 左:1.5m、右:3.0m)

次に、図 3 に炭層 No.11 を採掘後、炭層 No.9 において採掘空洞間に幅 3.0m、上下段間に幅 2.0m のピラーを残しながら 2 段で格子配置あるいは千鳥配置で採掘した場合の採掘空洞周辺地山の破壊領域を示す。これらの図より、ピラー幅および上下段の間隔をそれぞれ 3.0m、2.0m に設定するとともに、採掘空洞を千鳥状に配置することで、採掘空洞周辺地山の安定性が改善され、厚層において二段での採掘が可能であることがわかる。

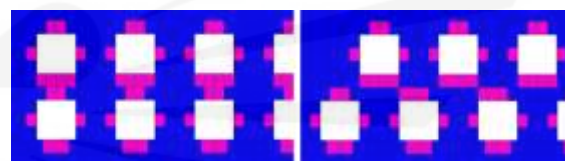


図 3. 採掘空洞周辺地山の破壊領域
(採掘空洞終端付近(土被り 180m)、炭層 No.9 二段採掘)
(上下段間隔 2.0m、左:格子配置、右:千鳥配置)

■:せん断破壊 ■:引張破壊 ■:せん断&引張破壊

4. まとめ

本研究では、露天掘り石炭鉱山のエンドウォール周辺に残される石炭資源の有効な採掘方法として、ハイウォールマイニングシステムを提案しその適用可否について種々検討した。その結果、適切なピラー幅および採掘空洞配置を設定することで、エンドウォールの安定性を損なうことなく累層および厚層採炭が可能となり、エンドウォール周辺の未採掘石炭資源を安全かつ効率的に採掘出来ることが明らかとなった。