

累層採炭における地表面沈下挙動に関する数値解析的研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 修士2年 荒金祐一郎

1. 研究背景および目的

中国では、国内の石炭需要の増大に伴い石炭生産量は増加の一途をたどっている。2023年度の石炭生産量は46億トンを超えており、そのほとんどが坑内採掘によるものである。石炭生産量の増加ならびに石炭採掘の開発規模の拡大により、坑内採掘による地盤沈下が極めて深刻な事態となり早急な対応が求められている。さらに累層採炭では、第一層目の採掘時と比べて第二層目以降の採掘時には地山の擾乱状態が大きく異なるため、採掘に伴う周辺地山の挙動が複雑で大きな地表面沈下が発生していることから、累層採炭に伴う地山挙動の把握と地表面沈下を抑制する採炭技術が求められている。そこで本研究では、中国の坑内掘り石炭鉱山を研究対象として、二次元有限要素解析ソフトRS2を用いて累層採炭に伴う地表面沈下挙動を把握するとともにその抑制対策について種々検討した。

2. 数値解析の概要

図1に解析モデルの一例を示す。本モデルは研究対象鉱山の地質状況を模したものであり、第一層および第二層を長壁式採掘法ならびに柱房式採掘法の二種類の採掘法を用いて採炭すると仮定した。解析モデルの寸法は縦500m×横1,200m、切羽長は200mに設定した。表1に解析に用いた各種力学的特性値を示す。本研究では、採掘法、採掘深度、第一層と第二層の離隔および母岩の強度を変化させて解析を行った。

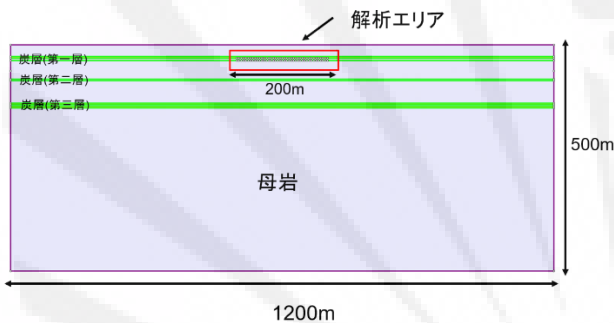


図1 解析モデル

表1 解析に用いた各種力学的物性値

	砂岩層	泥岩層	石炭層	払跡
単位体積重量(MN/m ³)	0.0250	0.0250	0.0131	0.0167
内部摩擦角(°)	19.0	11.5	42.2	25.0
粘着力(MPa)	2.40	0.700	3.51	1.00×10 ⁻³
ヤング率(GPa)	10.0	4.45	1.55	15
ポアソン比(-)	0.250	0.305	0.255	0.25
圧裂引張強度(MPa)	7.02	2.00	1.07	1.00×10 ⁻³

3. 解析結果および考察

解析結果の一例として、図2に第一層の採掘深度が異なる場合の最大地表面変形量を示す。なお、本解析結果は、第一層を長壁式採掘法および柱房式採掘法を用いて採炭後、第二層を長壁式採掘法で採炭すると想定したモデルで、第一層と第二層の離隔は50mである。この結果から、本研究対象鉱山のように地下浅部で累層採炭を行う場合、第一層の採炭のみならず第二層の採炭により地表面変形量が大きく増大することが明らかとなった。特に第一層の深度が50m未満の場合には、地表面変形量が顕著に増大することから、第一層の採炭には柱房式採掘法を適用すべきであると考える。一方、第一層の採炭に柱房式採掘法を用いても、採掘深度の増大に伴い地表面変形量が增大することも明らかとなった。これは、第一層における採掘空洞ならびに残炭柱に作用する応力の増大に伴い、これらの変形量が增大したためと考えられる。したがって、第一層の採掘空洞を充填することで、採掘空洞の変形抑制効果や残炭柱の強度の増大が期待でき、採掘深度の増大や累層採炭に伴う地表面変形量を効果的に抑制することが可能になると考えられる。

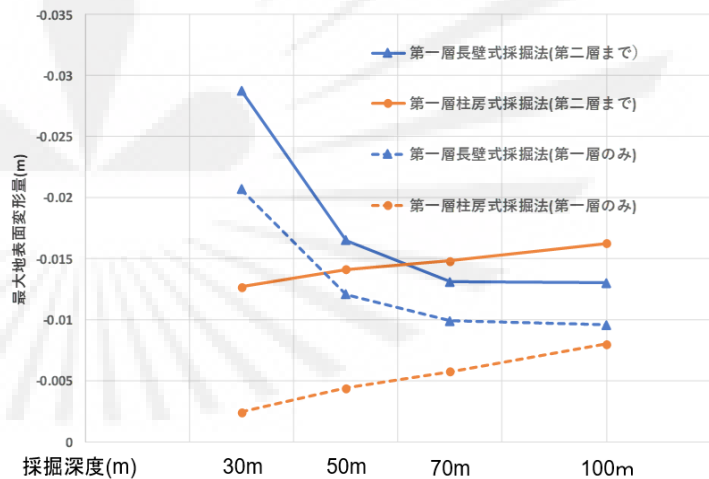


図2 採掘深度の変化における最大地表面変形量