

インドネシアの軟弱地山を対象とした長壁式採炭 切羽の進行に伴う沿層坑道の安定性およびその維持に関する研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 学部4年 橋川 広都

1. 研究背景および目的

インドネシアは世界有数の石炭産出国であるが、剥土比の上昇や環境保護規制により露天採掘から坑内採掘への移行が急務となっている。しかしながら、インドネシアにおける夾炭層の地山は、米国や豪州、欧州のそれと比べて非常に軟弱であるため、坑道掘削や採炭に伴う様々な地山制御問題が発生し安全な採掘が困難であることが予想される。本研究対象であるインドネシアの Gerbang Daya Mandiri (以下、GDM) 炭鉱では、後退式長壁式採炭法による採炭が検討されているが、GDM 炭鉱においても採掘対象の石炭上下盤が軟弱な粘土岩であるため、インドネシア特有の軟弱な地山条件下における採掘設計を事前に検討しておく必要がある。このような背景から、本研究では、GDM 炭鉱における後退式長壁式採炭法の採掘設計の中でも、切羽の進行に伴う沿層坑道の安定性およびその維持に着目し、三次元応力解析プログラム *FLAC^{3D}* を用いて検討を行った。

2. 解析方法

本研究では、実際の現場のデータをもとに図 1 に示すような上下盤である粘土岩と石炭層からなる数値解析モデルを作成した。岩盤は弾塑性体とし、Mohr-Coulomb の破壊基準に従うと仮定した。入力物性値を表 1 に示す。

表 1 入力物性値

	密度 (kg/m ³)	変形係数 (MPa)	ポアソン比 (-)	粘着力 (MPa)	内部摩擦角 (deg.)
Claystone	2,110	800	0.28	0.60	37.5
Coal	1,380	1,300	0.32	2.63	45.6
Goaf	1,700	15	0.25	0.001	25

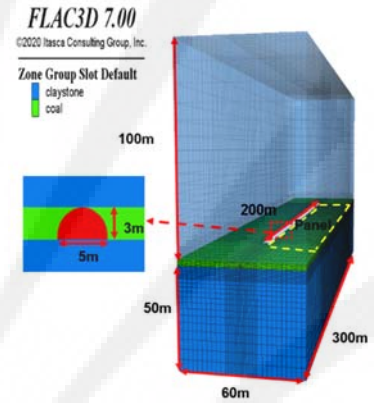


図 1 解析モデル

3. 解析結果および考察

GDM 炭鉱において採用されている鋼枠は、降伏応力が 540 MPa である SS540 という規格であるため、鋼枠に作用する最大軸応力が 540 MPa 以上の値を示す場合、鋼枠が降伏し沿層坑道の安定性が懸念される。したがって、本研究では、鋼枠の最大軸応力を用いて沿層坑道の安定性に関する検討を行った。図 2 に示すように鋼枠の最大軸応力のモニタリングポイントを沿層坑道の 100 m 地点の鋼枠に設定し、切羽進行長と鋼枠に作用する最大軸応力の関係について検討を行った。図 3 にその結果を示す。同図より、切羽が進行してある一定の距離までは最大軸応力の増加に大きな変化はないが、切羽がモニタリングポイントの 10 m 手前程度まで接近すると急激に増加することが分かる。また、モニタリングポイント接近時には、鋼枠に作用する最大軸応力が降伏応力より大きくなっていることから、沿層坑道の安定性が懸念される。このことから、切羽が 10 m 手前まで接近した際には、木積やロックボルト、鋼枠の追加打設などの対策が必要であると考えられる。

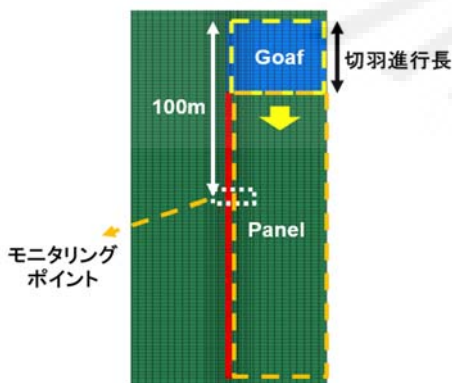


図 2 モニタリングポイント

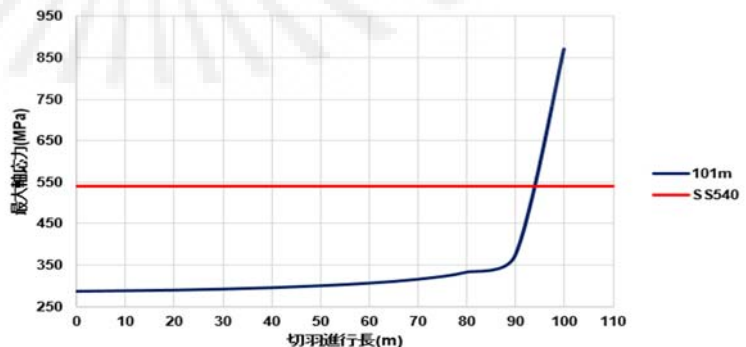


図 3 切羽進行長と鋼枠の最大軸応力の関係