

Ⅲ-52

掘削に伴う亀裂開口幅の変化に関する調査検討

(株)大林組 正会員 ○ 天野 悟

(株)大林組 正会員 玉野 達

1. はじめに

岩盤内に存在する亀裂は、空洞掘削に伴う応力再配分によって亀裂に沿う変位が生じ、またその開口幅が変化する。この掘削影響の程度は、初期応力、亀裂の卓越方向、亀裂面のせん断特性によって、原位置ごとに異なるものであるが、それらの工学的な関係を知ることは、亀裂性岩盤内の地下空洞の安定性、地下水挙動を検討する上で重要な情報となる。

神岡鉱山枋洞鉱内に開設した大林組岩盤試験場において、スキャンライン法による坑道壁面亀裂調査およびボアホールテレビによる孔内亀裂調査を実施し、それぞれ開口幅の頻度分布、開口亀裂の卓越方位をもとめた。本報告では、これらの調査結果と三次元のFEM応力解析から得られる結果を比較し、これから得られた掘削に伴う亀裂開口幅の変化についての知見を述べる。

2. 調査方法

岩盤試験場付近の亀裂の性状を観察するために、坑道壁面を利用した亀裂調査とボアホールテレビによるボーリング孔内亀裂調査を図-1に示すような測線配置で実施した。¹⁾ スキャンラインは試験坑道の内側の坑壁に4測線・総延長130m、ボーリング孔は24本・総延長312mの調査結果が、今回母集団として扱う亀裂のデータである。開口幅は、坑壁調査ではクラックスケールあるいはすきまゲージ（最小幅0.04mm）を用いて測定した。ボアホールテレビでは、展開画像上で測定されるものを開口幅（分解能0.5mm）としている。なお、坑壁亀裂調査において、明らかに発破で生じたとわかる亀裂については、人口亀裂としてデータから除いている。

3. 調査結果

3. 1 開口幅の頻度分布

図-2に亀裂開口幅の頻度分布を、表-1に開口幅の測定結果をまとめたものを示す。坑壁および孔内で観察された亀裂の大半が開口幅0.5mm以下の密着した亀裂であるが、図-2の亀裂頻度分布からわかるように、坑壁の方がより開口した亀裂が測定されている。また、0.5mm以上の開口幅を持つ亀裂を開口亀裂として、その総亀裂数に対する比率を比べると、表-1に示すように、坑壁亀裂の方が孔内亀裂の2倍となっている。以上の結果から、坑道掘削の影響を受けて、岩盤内に存在した亀裂が全体的に開いた傾向にあることがうかがえる。

3. 2 開口亀裂の卓越方位解析¹⁾

開口亀裂（開口幅0.5mm以上）について、その卓越方位解析を行った結果を図-3の下半球シュミット網に示す。坑壁亀裂と孔内亀裂の開口亀裂の卓越方位群を比べると、坑壁亀裂ではほぼ南北走向の鉛直に近い亀裂群が開口亀裂の卓越方位群とし

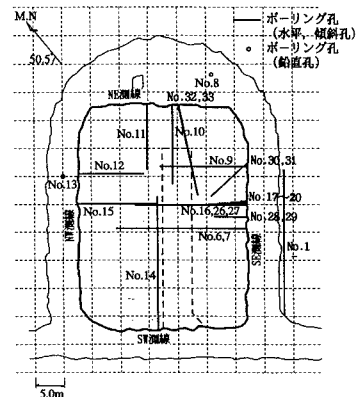


図-1：亀裂調査測線配置図

表-1：開口幅の測定結果

	坑壁亀裂調査 (スキャンライン法)	孔内亀裂調査 (ボアホールTV)
総亀裂数	492	1490
亀裂頻度	3.8/m	4.8/m
開口亀裂	78	119
開口亀裂比率	15.9%	8.0%

て新たに増えていることがわかる。つまり、掘削に伴って、坑壁においてはほぼ南北走向で鉛直傾斜の亀裂群の開口幅が特に大きくなったといえる。

3. 3 岩盤内応力分布との関係

試験場内で実施した初期応力測定結果を入力定数として、三次元のFEM応力解析を行っている。²⁾ 図-4はこの解析結果を水平面内での最大主応力分布（最大圧縮応力）として示したものである。この最大主応力はおおむね南北方向であり、最小主応力は東西方向にある。この応力状態から考えると、最小主応力に直交して存在する亀裂が最も開きやすいといえる。この結果は、坑壁亀裂においてほぼ南北走向で鉛直傾斜の亀裂群の開口幅が特に大きくなっていることと矛盾しない。

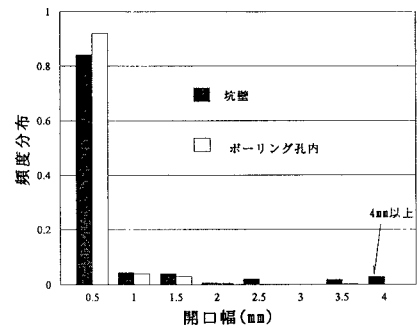


図-2：開口幅の頻度分布

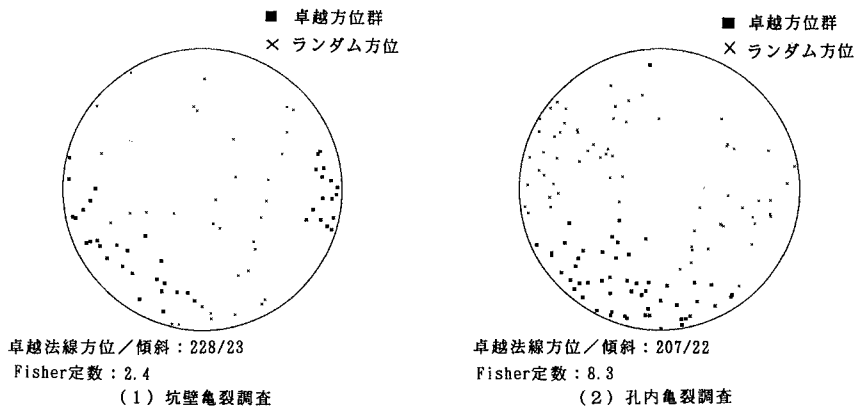


図-3：開口亀裂の卓越方位分布（下半球シュミット網）

4. おわりに

神岡鉱山栃洞鉱内に開設した岩盤試験場において、坑道壁面およびボーリング孔内での亀裂調査を実施しそれぞれ開口幅の頻度分布と開口亀裂の卓越方位をもとめ、三次元の応力解析結果と比較検討した。この結果、坑道掘削による応力再配分の影響を受けて、岩盤内に存在した亀裂が全体的に開いた傾向にあること、特に、試験場内の最小主応力に直交する亀裂群の開口幅が大きくなっていることがわかった。

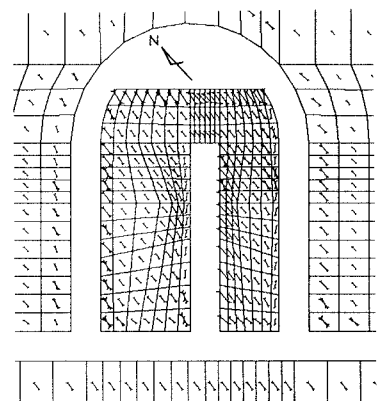


図-4：三次元応力解析結果

参考文献

- 1) 天野 悟、白旗秀紀：地質調査情報に基づく透水亀裂の判別、第26回岩盤力学に関するシンポジウム、pp 126-130、1995
- 2) A. Tamai, T. Kaneda and T. Mikami, Measurement of in-situ initial stress and excavation-induced stress changes in the vicinity of underground opening, NARMS, 377-384, 1994