

トンネル切羽情報による地質予知

京都大学工学部 正会員 谷本親伯
 京都大学大学院 学生員 ○ 安藤 拓
 大阪府 正会員 堀田憲一

1. はじめに

トンネル切羽の観察記録は地山の地質を把握、推測する上で貴重な資料である。トンネル工事では、文書による観察記録と共に、切羽のスケッチや写真などの画像データが記録されている。これをデジタイザなどを用いてコンピュータ上に取り込むことにより、岩質の変化をとらえたり、き裂の方向と頻度を知ることが出来る。ここではこれにボアホールスキャナシステム(BSS)を用いたボーリング孔の観察を加えることにより、切羽前方の地質、特にき裂の状態をより精密に把握することを目的とした。

2. 研究方針

ボーリング調査では地盤の状態を推定する試料として、ボーリングコアが用いられている。しかし不連続面の地中での方位を定めることはコア採取時に方向が不明となるため困難である。またコアボーリング中の地盤の擾乱によりコアの欠損が起きるためその位置の確定も容易ではない。そこでボーリング孔壁を直接診断するために、様々な光学的装置が製作されてきた。ここではBSSを用いて切羽から水平方向にボーリングした孔内の不連続面の方向、位置を求め、き裂情報の分析を行った。さらにジョイントロゼットを用いて切羽から得たデータとBSSによって得たデータの比較を行い、両者の性質の違いに付いて考察を行った。

3. 観測結果

切羽に2本のボーリング孔(19.0m、17.2m)を開け、BSSによる孔壁の観察を行った。また後日その切羽から4.3m、13.1m、19.0m掘削した切羽の観察記録がとられている。この切羽周辺の地質は領家帯の花崗岩類に属し、切羽の岩質は閃緑岩質花崗岩、輝緑岩であった。そしてBSS画像に写ったき裂を平面と仮定し、その走向と傾斜を求めた。そしてこのき裂が無限に広がっているとしたとき、任意の切羽でどのようなき裂となつて表われるかを計算した。

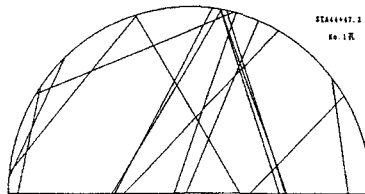


図1. BSS画像による切羽図1

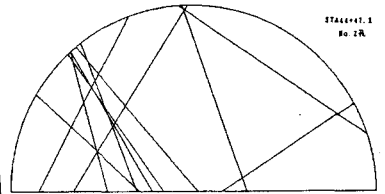


図2. BSS画像による切羽図2

BSS画像から、実際に観察記録がとられている切羽に現れ

るき裂を求めたものが図1~2である。実際に記録された図3と比べると、地質の境界線や、特に顕著なき裂については、実際の切羽図と、BSS画像から計算によって求めた切羽図ともによく似た位置、方向にき裂が認められる。また計算で求めた切羽図には実際には存在しないき裂が多い。これはき裂が無限に広がっているとすることが原因と思われる。また実際の切羽図上の短いき裂は、計算した切羽図上ではほとんど見受けられない。これより逆に実際の切羽図、計算で求めた切羽図の両方に表われたき裂は大きなき裂であると考えられる。よって顕著な不連続面の3次元的な位置が確定できる。

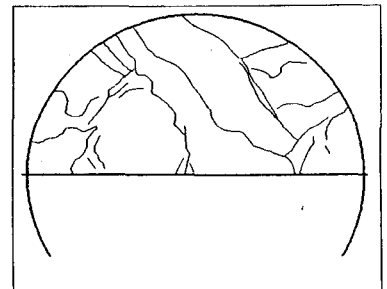


図3. 切羽観察図

Chikaosa TANIMOTO, Taku ANDOH and Kenichi HORITA

4. 切羽図とBSS画像から得たき裂の比較

切羽図と、BSS画像の2つからジョイントロゼットを描き、その両者を比較検討した。切羽図では画像上のき裂をデジタイザで拾うことによって、BSS画像からは、不連続面の走向、傾斜を求め切羽平面に投影する事によりジョイントロゼットを描いた。切羽図のロゼットでのき裂頻度は二次元のもの、ボアホール画像のロゼットでのき裂頻度は一次元のものである。

ボーリング孔No. 1、No. 2

より描いたロゼットを図4～5に、ボーリング区間に対応する3枚の切羽図より描いたロゼットを図6に示す。No. 1孔より描いたロゼットでは40°～70°の方向が卓越しており、No. 2孔より描いたロゼットでは80°、130°の2方向が卓越している。No. 1孔は閃緑岩質花崗岩のみ、No. 2孔は閃緑岩質花崗岩と輝緑岩を含んでいるため、このような結果が出たのではないかと推測される。このように仮定すると両者を合わせた図では含まれる割合の多い閃緑岩質花崗岩の

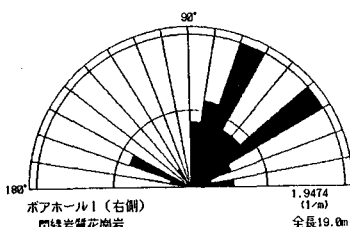


図4. BSS画像による
ジョイントロゼット1

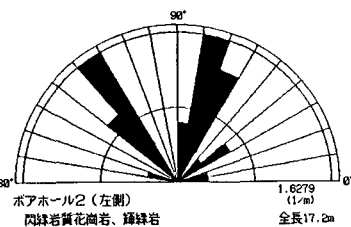


図5. BSS画像による
ジョイントロゼット2

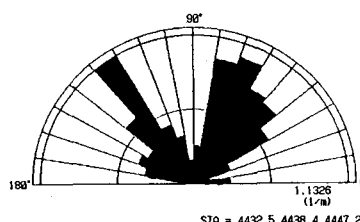


図6. 切羽観察図による
ジョイントロゼット

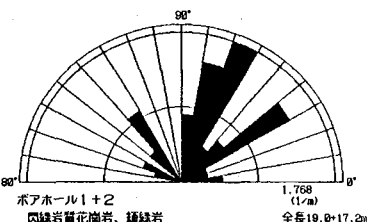


図7. 2つのBSS画像による
ジョイントロゼット

き裂方向が強調され、70°の方向が卓越したロゼットとなっていると考えられる。切羽図より描いたロゼットでは場所によって程度の差があるものの、やはり80°、130°の2方向が卓越している。ボーリングデータを1つとして描いたロゼット（図7）と、切羽データを1つとして描いたロゼット（図6）を比較すると、ともに卓越方向は一致しているが、切羽図より描いたロゼットの方が130°方向の卓越が大きい。これは輝緑岩の影響の大きいNo. 2孔の長さがNo. 1孔より短いこと、切羽図が3つ、BSS画像が2つとそのデータ数が少ないことが原因と思われる。また両者のき裂頻度を比べると、明らかにボアホールより得たデータの方が頻度が大きい。これはボアホール画像がき裂を明確に映すのに対し、切羽のスケッチでは細かいき裂までは描かれないことを考えると、当然の結果であるといえる。岩盤のき裂頻度の真値はBSS画像より得た値であると考えられる。

5. まとめ

- ① BSSによる観察を頻繁に行うことは難しい。しかしBSSと切羽の観察記録より求めたき裂頻度の関係を求めることにより、切羽のスケッチからより正確なき裂頻度が推測できる。
- ② 切羽での観察とBSS画像を組み合わせることにより顕著なき裂の推定とその三次元的な位置を知ることが可能となる。

これらの結果は、地山の強度や湧水量の予測に役立つと思われる。また今後、き裂の開口幅による分類など、より詳しい不連続面の把握を目指したい。