

III-128 硬岩地山における破碎帯のトンネルに及ぼす影響について

佐藤工業株式会社中央技術研究所 正会員 西野治彦 篠川俊夫
正会員 矢田 敬

1. はじめに トンネル工事では、事前設計の段階でトンネル全線にわたる詳細な地質状況を把握することは難しく、実際の地質状況が事前に予測したものと異なる場合も多い。そのため、NATMにおいては、施工中の観察・計測等の結果から地山状況を判断し、事前設計の確認または修正を行ないながら施工を進めていくのが基本であると考ええる。そこで、著者等は、海外の代表的な地山評価指標の1つであるBieniawskiのRMR値¹⁾を用いた支保の選定方法について検討を行ない、我が国のいくつかのトンネルにおいて、地山評価におけるRMR値の適用性を確認することができた。しかし、破碎帯等の地山不良箇所がある場合には、RMR値から予測した内空変位量と、実際の内空変位量との間に大きな誤差が生じるという問題点も認められた²⁾。そのため、RMR値に加えて破碎帯等の状況も考慮した地山評価およびトンネル挙動の予測が必要であると考え³⁾。本報告では、破碎帯の状況がトンネルの挙動に及ぼす影響について検討を行なうため、実際のトンネルにおける破碎帯の状況とトンネルの挙動との関係について実測データの分析を行なうとともに、2次元有限要素法弾塑性解析プログラムにより、破碎帯がトンネルに及ぼす影響について解析を行なう。

2. 対象としたトンネル 対象としたトンネルの地質は全線において新第三紀層の流紋岩である。岩石そのものは一軸圧縮強度が $900\text{Kg}/\text{cm}^2$ 程度と堅硬であるが、全体的にかなり節理が発達し、所々にトンネル軸にほぼ平行な破碎帯の存在が認められる。

3. 実測データの分析 本トンネルにおける各内空変位計測断面(139切羽)での実測データに基づき、破碎帯がトンネルに及ぼす影響について分析を行なう。破碎帯の幅と内空変位量との関係を図-1に示す。ここで、破碎帯が認められない断面では破碎帯の幅をゼロとしている。破碎帯の幅が大きくなるほど内空変位量が大きくなる傾向が認められる。破碎帯の幅と支保パターンとの関係を図-2に示す。支保パターン1が最も柔な支保パターンであり、番号が大きくなるほど剛な支保パターンとなっている。破碎帯の幅が小さいほど柔な支保パターンが施されていることから、破碎帯の幅が支保選定における潜在的な判断基準の1つとなっていることが分かる。さらに、顕著な破碎帯が存在する45切羽における破碎帯の位置と内空変位量との関係を図-3に示す。破碎帯が切羽の中心に存在するより左右の側壁付近に存在する方が、また、左の側壁付近に存在するより右の側壁付近に存在する方が、内空変位量が大きくなっている。以上の結果から、破碎帯の幅、破碎帯の位置ともに、トンネルの挙動に影響を及ぼしており、地山評価の際には、これら破碎帯の状況を十分に考慮する必要があると考えられる。

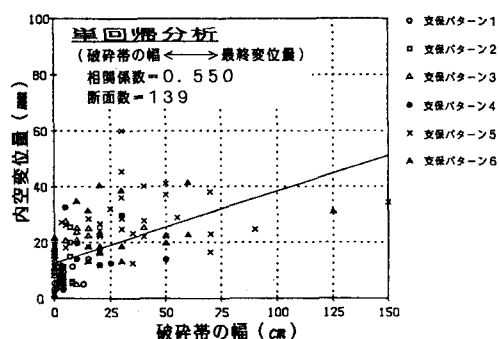


図-1 破碎帯の幅と内空変位量との関係

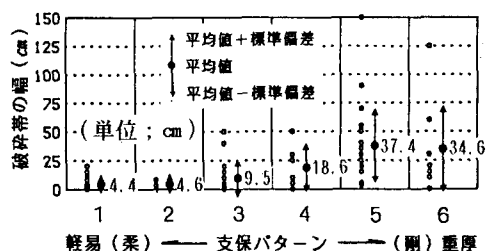


図-2 支保パターンと破碎帯の幅との関係

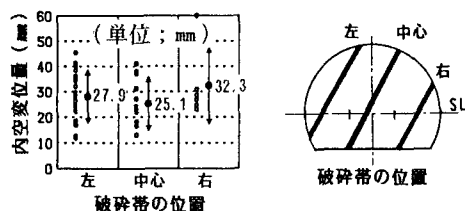


図-3 破碎帯の位置と内空変位量との関係

4. 解析ケース 2次元有限要素法弾塑性解析により、破碎帯の位置がトンネルに及ぼす影響について検討を行なう。表-1に、CASE1～CASE5の各解析ケースの想定する断面の特徴を示す。CASE1,2は切羽内に破碎帯が存在する場合、CASE3,4はトンネルに隣接して破碎帯が存在する場合、CASE5は破碎帯が存在しない場合をそれぞれ想定している。

5. 解析モデル 各解析ケースのモデル図を図-4に示す。黒塗の部分のが各解析ケースの破碎帯の位置を示し、それ以外は健全部である。解析に用いた地山物性値および支保パターンは図中に示すとおりである。

表-1 解析ケース

CASE	モデル概略図	想定断面の特徴
1		破碎帯がトンネルの右下隅を通過している。
2		破碎帯がトンネルの左上隅を通過している。
3		破碎帯がトンネルに隣接している。
4		破碎帯がトンネルと離れた所にある。
5		全て健全な地山で、破碎帯は無い。

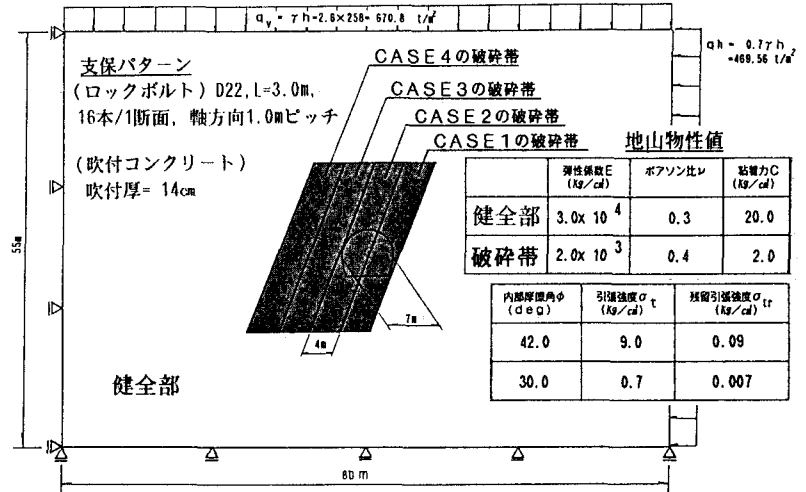


図-4 解析モデル

6. 解析結果 各解析ケースにおいて算定した内空変位、天端変位および変位ベクトルを図-5に示す。これらの解析結果から、以下のことが認められる。

①破碎帯のないCASE5と比較して、CASE1,3では内空変位が2倍程度、CASE2では天端変位が2倍程度の値を示しており、CASE1,2,3では破碎帯の影響がかなり大きいことが分かる。

②CASE3の内空変位が、CASE1と同様の値を示していることから、切羽の状況のみならず、切羽に現れない破碎帯にも十分な注意が必要であることが分かる。

③CASE4では、内空変位、天端変位ともにCASE5とほぼ同様の値を示しており、破碎帯がトンネルから4m程度離れたと、破碎帯の影響は小さくなる事が分かる。

7. おわりに 実測データの分析およびモデル解析により、破碎帯がトンネルの挙動に及ぼす影響について検討を行ない、いくつかの知見を得ることができた。今後は、地山評価の際に、破碎帯等の特殊な地山状況をどのように考慮していくかについて、より具体的な検討を行なっていく所存である。

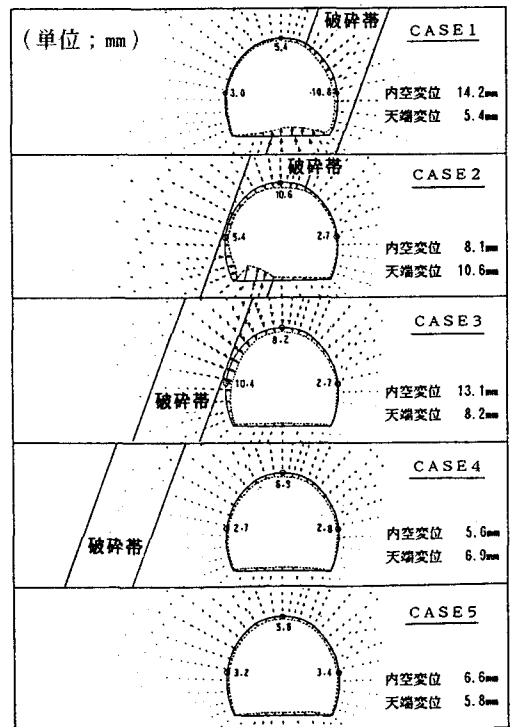


図-5 解析結果 (変位量、変位ベクトル)

参考文献 1) Bieniawski, Z.T., 「Rock mass classifications in rock engineering」, Proc. Symposium on Exploration for Rock Engineering, vol. 1, pp. 97-106, 1976
 2) 西野, 徳川, 矢田, 福島, 「切羽観察に基づく最終変位量の予測」, 第20回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, pp. 244-247, 1988
 3) 西野, 徳川, 矢田, 「トンネル切羽観察に基づく地山評価方法の検討」, 第21回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, pp. 266-270, 1989