

トンネル検査と評価に関する一考察

J R 西日本 大阪構造物検査センター 正〇小野田滋、小寺信行
 " " 正 石留和雄、山田良夫
 " 施設部工事課 正 菊池保孝

1. はじめに

トンネルの変状現象にはクラックや剝離・剝落、漏水、断面変形、盤ぶくれなど様々なものがあるが、中でもクラックは最も一般的に見られる変状現象として、また外力によるトンネルの変形を最も端的に表す変状現象として認識されており、トンネル検査における重要なポイントでもある。

こうした既設トンネルの変状検査は従来より目視検査を中心として行われており、これらの成果は一般に変状展開図として整理されるのが通例であるが、その結果の定量的判定基準については必ずしも明確に示されていなかった。そこで、クラックをより定量的に評価し、併せて変状原因との因果関係を把握する第一歩として、クラックパターンの定量的把握について考察を試みた。

2. 方法

クラックパターンの定量化にあたっては、クラックの方向性（横断方向、縦断方向）、クラックの発生箇所（アーチ部、側壁部）、クラックの種類（開口、食違い、あつぎ）、クラック幅等について考慮しておく必要がある。これらの要素は、トンネルの力学的環境条件（偏圧、ゆるみ荷重、塑性圧等）と密接な関わりを持つと考えられており、トンネルの変状原因を推定する上でも重要である。

今回の検討はその第一段階として問題をできる限り単純化するために、クラックの方向性についてはトンネル横断方向と縦断方向に（図-1）、発生箇所については覆工全周を5つの部分に等分割し（図-2）、クラックの種類については開口クラックのみを扱った。また、クラック幅については目視観察記録の精度的限界から、今回は考慮しないこととした。

分析対象は、場所打ちコンクリート構造による複線断面の鉄道トンネルから代表的なクラックパターンを持つ3トンネルを選び、それぞれ100m 区間を抽出した（図-3）。

クラックパターンを定量化するための指標としては種々の方法が考えられるが、本論文では単位面積あたりのクラック延長を新たに“クラック度”と定義し、下記の式で算出した。

$$\text{クラック度 (cm/m}^2\text{)} = \frac{\text{クラック延長 (m)}}{\text{単位ユニット面積 (m}^2\text{)}} \times 100 \text{ (cm/m}^2\text{)}$$

なお、今回の分析にあたっては、覆工全周の5分の1を辺長とする正方形を単位ユニット面積として扱った。

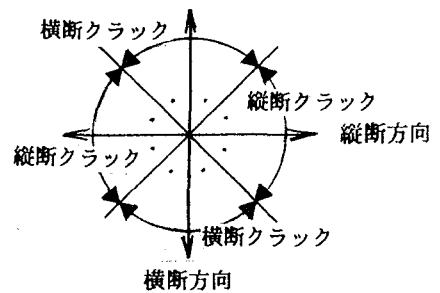


図-1 クラック方向の考え方

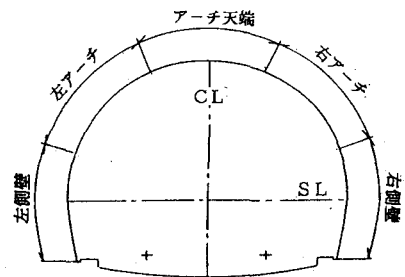


図-2 覆工面分割の考え方

Shigeru ONODA, Nobuyuki KOTERA, Kazuo ISHIDOME, Yoshio YAMADA, Yasutaka KIKUCHI

3. 分析結果

図-4は、各トンネルにおける100m区間のクラック度を示したものである。Aトンネルでは、塑性圧に起因すると推定されるアーチ左右の肩部の横断クラックが顕著な数値として表れている。

また、Bトンネルでは、地山のゆるみに伴う鉛直荷重の増大に起因すると考えられるアーチ天端の縦断クラックが顕著であり、一方、横断方向のクラックについてはアーチ天端から左側壁にかけて卓越する傾向が認められる。

これに対してCトンネルでは、NATM特有の二次掘削のクラックが不規則に発達しているため、全体に顕著な傾向は認められず、縦断方向、横断方向のクラックともほぼ同量であった。

4. 考察

今回の分析結果により抽出されたトンネル変状の一般の傾向は、図-3に示した変状展開図からも容易に判読することができるが、クラック度を導入して数値化することによって、変状の傾向をより定量的に把握できる可能性が示された。

また、今回の分析結果でも明らかなように、トンネルにおけるクラックは方向性に注目する必要がある、方向性を考慮した個別評価と単位面積あたりの総クラック数で評価した総数評価とを併用して評価することが望ましいと考えられる。メッシュの分割方法やクラックの方向性の扱い（例えば斜め方向のクラックの扱い）等についてはさらに検討を要する点であるが、今後これらの諸点に留意しつつさらに考察を加え、変状トンネルにおけるクラックの定量的評価手法を確立して行きたいと考える。

また、今回基礎資料として用いた変状展開図は目視観察によるため客観性に乏しく、今後、定量的評価手法を確立するためには、こうした変状状況を客観的に捉えることのできる手法（例えば写真測量やリモートセンシング技術を応用した手法）についても技術開発を進めて行く必要がある。

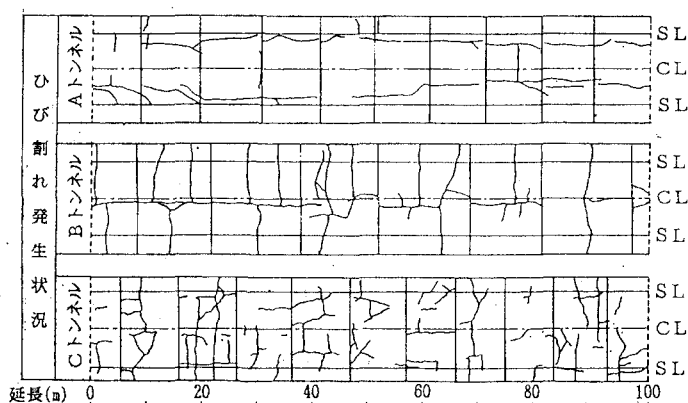


図-3 各トンネルの変状展開図（部分）

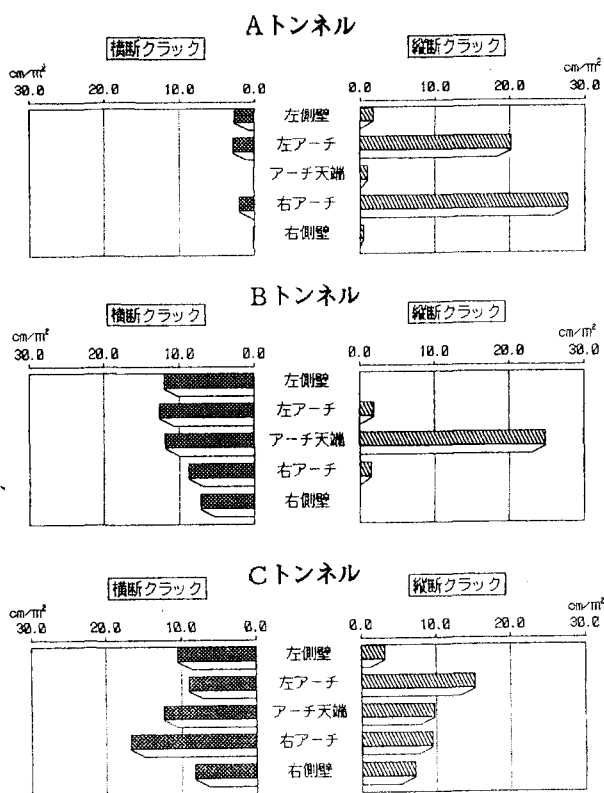


図-4 各トンネルのクラック度