

道路トンネルの点検結果に基づく変状実態に関する一考察

(独)土木研究所 正会員 ○石村利明, 砂金伸治, 笹田俊之

1. はじめに

現在, 道路トンネルの定期点検は道路トンネル定期点検要領(案)¹⁾に基づき, トンネルの変状の程度により 2 年から 5 年間隔で実施されている. 今後財源が制約される中で効率的に道路トンネルの維持管理を実施していくためには, トンネルが位置する路線の重要度や諸条件, 管理者が要求する水準に見合った点検を行い, 適切な診断, 措置, 記録といったメンテナンスサイクルを回していくことが求められる. 本報文では, 今後, 点検手法の検討を行うための基礎的資料を得ることを目的として, トンネルの諸条件と発生している変状との関係を把握するため, 過去に実施された複数の道路トンネルにおける最新の定期点検結果から, 道路トンネルの供用年数や施工方法の違いと発生している変状の関係を検討するとともに, 現在, 山岳トンネルの標準的な施工法である NATM により構築されたトンネルを対象として支保構造の規模(地山等級(支保パターン))と変状の実態との関係について分析を行った結果について報告する.

2. 道路トンネルの点検結果に基づく変状実態

2.1 供用年数・施工方法の違いによるトンネルの変状実態

分析を行った道路トンネルは図-1 に示す 1923 年から 2011 年に供用を開始した 716 本のトンネル(総延長 328km)である. 本節では, トンネルの供用開始年とトンネル施工法による発生する変状の違いを分析した.

図-2 に最新の点検結果に基づいた各供用開始年毎のトンネルの発生変状数を示す. 変状は, 図中に示した段差, うき・はく離・はく落, 豆板, 補修材, ひび割れ, 漏水, つららの変状毎に延長 100m あたりに発生した変状数を示す. 図より, 1920 年代のトンネルで漏水, ひび割れの変状数が極端に多い. これは, 1920 年代～1930 年代のトンネルは一般的に木製支柱式支保工を用いた掘削を行い, コンクリートブロック製の材料を用いた覆工のトンネルで施工されており, 供用年数の経過とともに, これらの施工方法の違いの影響が関係しているものと考えられる. 1980 年代中頃からは NATM が標準的な施工法として用いられるようになり, それ以前の矢板工法によるトンネルに比べて, 100m あたりの変状数が少ない結果となった. また, 覆工コンクリートの品質向上や耐久性向上等に対して諸対策が採用されることが増加したと考えられる 2000 年以降における NATM によるトンネルでは, さらに変状数が少なくなっている. これらは図中に示したように, 工法別に矢板～NATM 初期～NATM(2000 年以降)の各区分毎の平均値で整理した 100m あたりの変状数が, それぞれ 49 個, 33 個, 18 個と減少している. なお, 本分析結果は最新の点検結果に基づくものであるため初回点検時で発見された変状に限っていないということを前提としなければならない.

次に, 図-3 に供用開始年毎のトンネルに発生している各変状の発生割合を示す. これより変状は, 主にうき・はく離・はく落,

ひび割れ, 漏水の変状が多いことがわかる. 具体的には, 比較的供用年数が経過している矢板工法によるトンネルの場合は, 供用年数が増えるにしたがって漏水の変状割合が多くなる傾向にある. 一方で, NATM によるトン

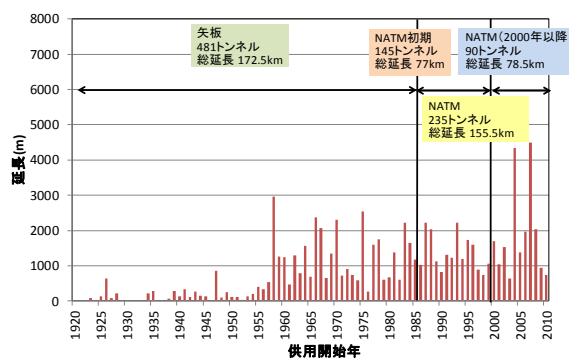


図-1 分析トンネルの供用年毎のトンネル延長

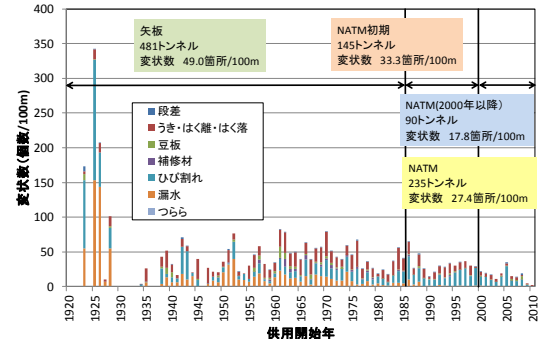


図-2 供用開始年毎のトンネル変状数

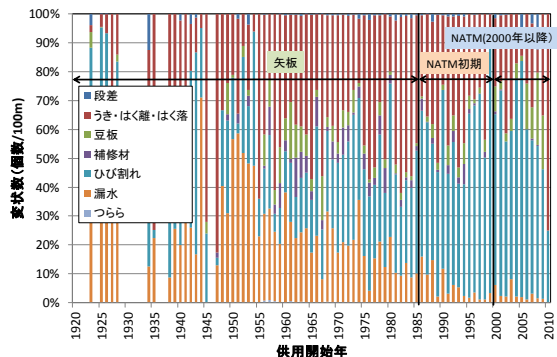


図-3 供用開始年毎のトンネル変状割合

キーワード 道路トンネル, 変状, 点検

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独)土木研究所つくば中央研究所 TEL 029-879-6791

ネルは防水シートが設置されていることから漏水の変状割合が非常に少ない結果となっている。また、矢板工法の場合はうき・はく離・はく落の変状割合も比較的多く、NATMの場合は、ひび割れ、うき・はく離・はく落の発生割合が多いことがわかる。

2.2 NATMを対象とした支保パターンとトンネル変状との関係

NATMによるトンネルの変状の発生割合は、トンネル施工時の資料が収集できた昭和62年から平成20年に施工されたNATM初期(8トンネル)、NATM(2000年以降)(20トンネル)の28トンネルを対象に、図-4に示す地山等級(支保パターン)の分析スパン数で分析した。

図-5に各トンネルの地山等級毎に1スパンあたりに発生した変状数を示す。これより、トンネルによって発生する変状数が大きく異なっており、地山等級による顕著な差は見られなかった。これは個々のトンネルで使用材料や環境が異なっていることが原因の1つとして考えられる。また、地山等級毎の全データを用いた1スパンあたりの変状数を図-6、図-7に示す。図中には、従来の点検要領にに従った変状の判定結果(変状原因との関係は未分析)も示す。28トンネルの限定された結果であるためマクロ的な傾向のみの考察となるが、図より、ひび割れ、うき・はく離・はく落ともに、平均的には1スパンあたり概ね2箇所程度が最大変状数となっている。また、NATM初期は2000年以降と比較して、変状が著しく応急措置や対策を必要とするA判定や、変状があり調査を要するB判定の変状があることがわかった。一方で、2000年以降のトンネルでは変状があっても健全か軽微な変状のS判定が多いことがわかった。これらの結果は、供用年数との関係は明らかではないが、覆工の品質向上等の諸対策による効果も現れていると考えられる。地山等級による変状数の違いは、一部の地山等級を除き、ひび割れで地山等級が良い場合に変状数が多く、うき・はく離・はく落で地山等級が悪い場合に変状数が多い傾向にある。この点に関しては、今後はデータを増加させることで、より精度の高い分析を行う必要があると考えられる。

図-4に示す地山等級(支保パターン)の分析スパン数で分析した。

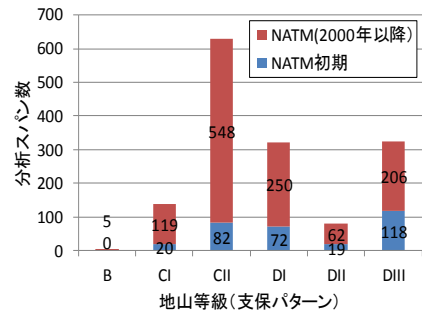


図-4 地山等級毎の分析スパン数

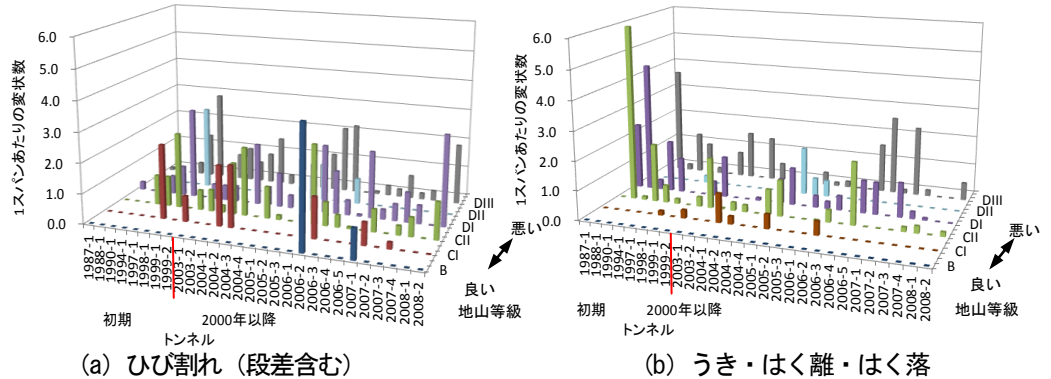


図-5 1スパンあたりの変状数

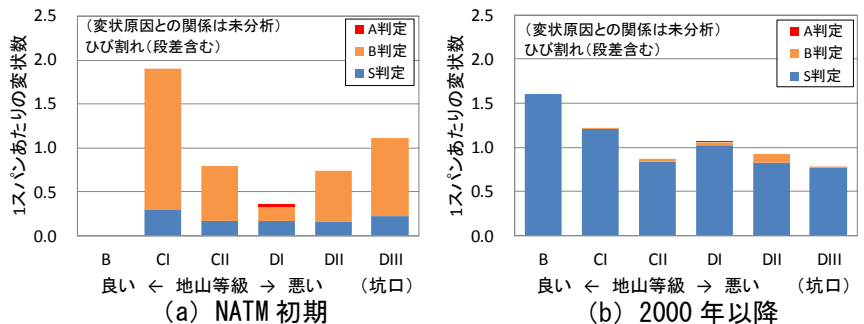


図-6 1スパンあたりの変状数 (ひび割れ (段差含む))

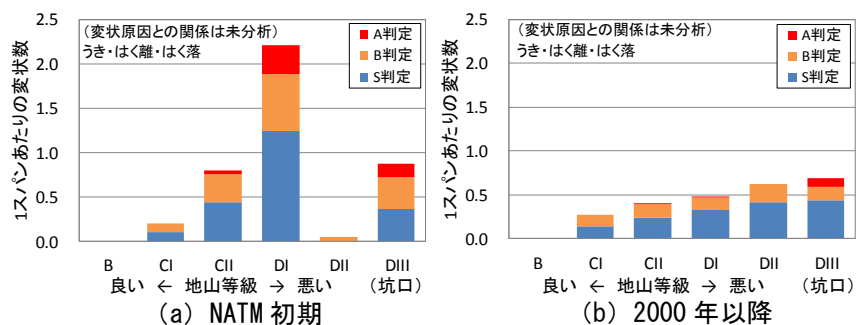


図-7 1スパンあたりの変状数 (うき・はく離・はく落)

判定が多いことがわかった。これらの結果は、供用年数との関係は明らかではないが、覆工の品質向上等の諸対策による効果も現れていると考えられる。地山等級による変状数の違いは、一部の地山等級を除き、ひび割れで地山等級が良い場合に変状数が多く、うき・はく離・はく落で地山等級が悪い場合に変状数が多い傾向にある。この点に関しては、今後はデータを増加させることで、より精度の高い分析を行う必要があると考えられる。

3. まとめと今後の課題

限られた道路トンネルの点検結果であるが、本検討によりトンネル施工法の違いによる変状発生状況等の実態がわかった。今後は、多くのトンネルの点検結果を用いて、同一トンネルにおける複数の点検結果等から変状の進行程度等を明らかにするとともに、トンネル施工法、供用年との違いを定量的に検討することが重要である。

【参考文献】

- 1) 道路トンネル定期点検要領 (案), 国土交通省道路局国道課, 平成14年4月