

道路トンネルの点検結果にもとづく変状の進行に関する一考察

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○笹田俊之・砂金伸治・石村利明

1. はじめに

近年、道路構造物における維持管理の重要性が高まっており、適切な点検や対策を実施して構造物の長寿命化を図ることが求められている。道路トンネルの点検においては、定められた要領や便覧等^{1)~2)}にもとづいて、覆工に対して近接目視および打音検査等を実施し、それにより得られる情報をもとにトンネルの状態を把握している。しかし、実際のトンネルの覆工コンクリートにおける変状の進行のメカニズムについては解明されていない部分も残されている。そこで著者らは覆工コンクリートにおける変状の進行の実態について知見を得るため、実際のトンネルにおいて行われた変状の進行が追跡できる定期点検結果をもとに、マクロ的な判定区分の推移や進行性のある変状の特徴について検討した。本稿ではその結果について報告する。

2. 変状の進行の検討

本検討では、3回以上の点検を実施し、変状展開図や変状写真等から変状の状態が確認できるNATMによる12トンネル（平成4～12年完成）、矢板工法による19トンネル（昭和14～49年完成）、合計31トンネルを対象とした。そのデータから工法別に変状区分のうち、外力を除いた材質劣化および漏水に対して、それぞれ初回点検時にさかのぼって変状1058を抽出した。その内訳を図-1に示す。なお、収集した点検結果はすべて従前の要領等^{2)~3)}の判定区分を用いて判定されたものであり、本検討においては写真やメモ等の内容をもとに点検結果判定と調査結果判定を比較し、表-1に示すように5区分に分類した。なお、判定区分がSとなる変状は記録として残されている事象を対象としており、変状として取り上げられなかった事象は含まれていない。これらの変状について、初回点検の判定区分を初期値として、2回目以降の点検結果の判定区分を確認し、判定区分の推移について検討した。

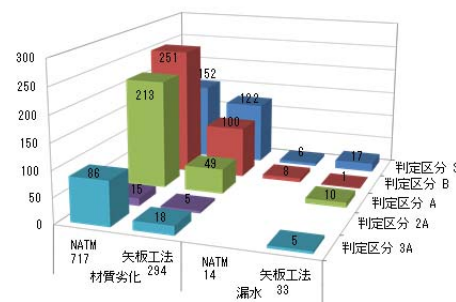


図-1 初回点検の変状内訳

表-1 判定区分の目安

従前の便覧等	本検討
点検結果判定 (3区分)	調査結果判定 (4区分)
S (変状無、軽微)	—
B (変状あり：危険性低、要調査)	B (軽微：要監視)
	A (変状あり：重点的監視、計画的に対策)
	2A (変状あり：早期に対策)
A (変状大：危険性高、要応急対策、要調査)	3A (変状大：直ちに対策)

3. 検討結果

上述のデータを用いて点検回数ごとの判定区分を整理した。一例として、図-2に材質劣化に分類される初回点検の判定区分S, B, Aの変状の各点検回における判定区分の割合を示す。なお、初回点検で判定区分が2Aまたは3Aとなるデータは非常に少なく本分析の対象としていない。NATMの初回点検の判定区分(以下、初回判定区分と定義)Sの変状については、2回目以降の点検において約3割は初回点検と異なる判定区分となった。初回判定区分がBの変状では2回目以降の点検で初回点検と異なる判定区分は5%以下であった。初回判定区分がAの変状では2回目で約1割、3回目で約2割が初回点検と異なる判定区分という結果が得られた。また、矢板工法の初回判定区分がSの変状について、2回目以降の点検において約4割は初回点検と異なる判定区分となった。初回判定区分Bの場合では2回目で約2割、3回目で約3割が初回点検と異なる判定区分という結果が得られた。初回判定区分Aの場合では2回目で約3割、3回目でも約3割が初回点検と異なる判定区分という結果が得られた。これより、本分析に用いたトンネルにおいては矢板工法のトンネルの場合がNATMによるトンネルよりも2回目以降の点検で得られた判定区分が初回点検で得られた判定区分と異なったものとなる割合が高い結果が得られた。また、2回目以降の点検において判定区分Sの割合が増加している場合が見られた。このうち対策等の実施が確認できないにもかかわらず判定区分が改善されている変状が、図-2に示した変状のうち約5%見受けられた。なお、判定区分が改善している

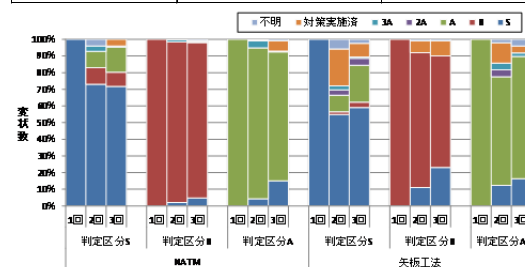


図-2 判定区分の割合（材質劣化）

キーワード：道路トンネル、点検、変状

連絡先（〒305-0816 茨城県つくば市南原1-6・TEL：029-879-6791・FAX：029-879-6796）

理由が明記されておらず、考えられる理由として点検時にはつり落とした後の判定区分を記録している等が挙げられるが、詳細は不明である。

図-2では、点検回数ごとのマクロ的な判定区分の推移を確認したが、2回目以降の点検までの間隔はトンネルごとに異なっている。そこで、各変状の進行を把握する検討を行うために、経過年数と判定区分の関連等を分析した。図-3に変状区分が材質劣化、工法がNATMの初回判定区分がSと判定された152変状における経過年数と判定区分の関係を示す。なお、判定区分BおよびAの変状について同様の手法で傾向の把握を試みたが、進行が認められる変状数が少なく分析を行うことが難しいため、本稿では判定区分Sの変状について論じることとした。

なお、判定区分がSの変状については2章で記述した観点と同一のものを対象としている。また、変状の進行を把握するため、2回目以降の点検で対策実施の有無にかかわらず判定区分が改善された変状は判定区分改善直前までをプロットし、それ以降は除外した。図-3より、152変状のうち判定区分

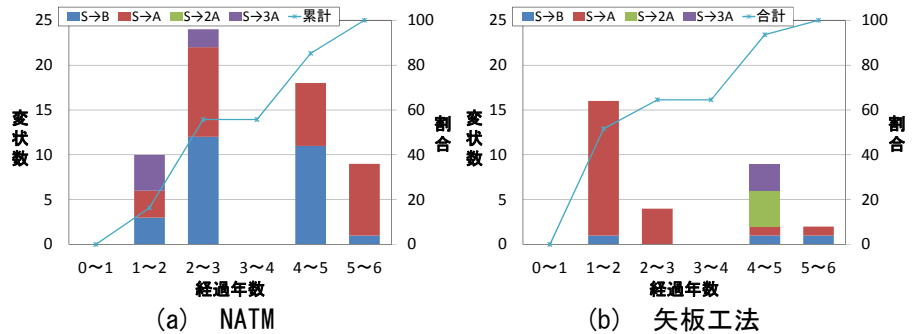


図-4 判定区分S変状の進行した変状数 (材質劣化)

分が変化しない変状が約6割、変化する変状が約4割存在する結果が得られた。また、矢板工法においても同様の手法で検討を行い、122変状中変化しない変状が7割、変化する変状が3割程度認められた。ここで、判定区分が変化する変状について、判定区分が変化するまでに経過した年数ごとに変状数を整理した。その結果を図-4に示す。これより、矢板工法で進行が認められる変状は発生から1~3年後では判定区分がAとなるものが6割以上であり、4~6年後には2Aや3Aとなるような変状が多い。一方、同様の分析をNATMで行ったところ、変状発生から1~3年後には判定区分BおよびAになる変状が約6割を占め、判定区分3Aとなる変状は一部であった。残りの4割は4~6年後にはBやAとなる結果が得られた。ここで、判定区分がS→2A, S→3Aのように判定区分が大きく進行する変状について、変状発生部位および変状種類を確認した。その結果、変状発生部位はアーチまたは横断目地、変状発生時の種類はひび割れまたはうき・はく離に分類される変状であった。一例として、目地周辺のうきを写真-1に示す。このような変状は温度の季節変動により横断目地やひび割れ周辺の収縮が繰り返され、うきやブロック化の発生を促しているものと考えられる。



写真-1 目地周辺のうき

4. まとめ

検討の結果、初回判定区分から判定が変化する割合はNATMに比較して矢板工法によるトンネルで高い傾向が見られた。また、各変状の進行の把握を試みた結果、変状区分が材質劣化の初回判定区分がSと判定された変状では、3~4割の変状において判定区分の進行が確認できた。特に判定区分Sから2Aおよび3Aのように大きく変化する変状は、主に目地周辺に生じるうき・はく離であることがわかった。このような変状は監視時に合わせて目地周辺も確認し、点検時に極力危険箇所を除去するように努めることで、変状の状態を早期に把握もしくは対応できる可能性がある。また、すべての覆工コンクリートに対して変状が無い場合に判定区分Sであると判定されているわけではないため、判定区分がSと定義されている内容についても詳細に検討する必要がある。一方、漏水や判定区分B, Aに該当する変状については進行する変状が少なく分析が困難であった。今後は、それらの事例を収集し、進行が認められる変状の分析を進めるとともに、点検時に着目すべき変状の特徴について検討していく必要がある。

【参考文献】

- 1) 国土交通省道路局：道路トンネル定期点検要領，2014. 6
- 2) (社)日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧，1993. 11
- 3) 国土交通省道路局：道路トンネル定期点検要領（案），2002. 4