

特集報文：舗装とトンネルのストックマネジメント

トンネル定期点検の現状と動向

森本和寛・七澤利明・上原勇氣

1. はじめに

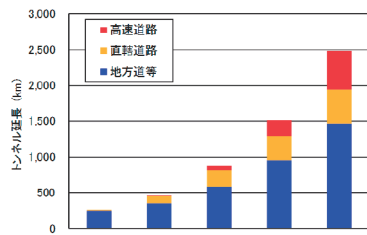
高度経済成長期以降に集中的に整備したトンネルや橋梁が高齢化し、これらの道路構造物を効率的に維持管理していくことが求められている。道路構造物の効率的な維持管理の実施には、点検、診断、措置、記録からなるメンテナンスサイクルを持続的に回すことが重要であり、平成26年度からトンネルや橋梁などに対し、近接目視により五年に1回の頻度で実施することを基本とする定期点検が実施されている。

本報文は、既設道路トンネルの現状、定期点検の結果の概要や、国管理の道路トンネル定期点検結果の分析を示したうえで、全道路トンネルに対する定期点検要領の見直しの動向について報告するものである。

2. 道路トンネルの現状

2.1 施設数と延長

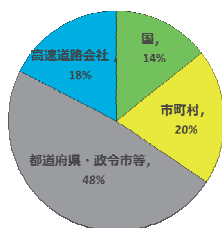
定期点検の対象となる道路トンネルは全国に約10,000本(総延長約4,400km)存在する。図-1は建設後50年以上経過したトンネルの割合を示したものであるが、2048年には約2,500kmと2018年の約5倍になり、益々高齢化が進んでいく状況にある。



注)道路統計年報2017(国土交通省)等を基に作成

図-1 建設後50年以上の道路トンネル延長

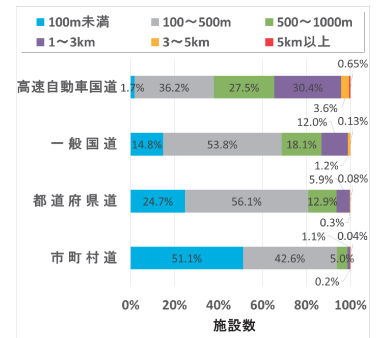
管理者別では、図-2に示すとおり都道府県・政令市等が最も多く48%を占め、次いで市町村が20%、高速道路会社が18%、国が14%となっている。道路の種類別・トンネル延長別の割



注)文献1)を基に作成

図-2 道路トンネルの管理者別比率 (全道路トンネル、施設数ベース)

合では図-3に示すとおり、高速自動車国道は500m以上が約62%を占めるのに対し、市町村道は500m以上が約6%と大半が500m未満となっており、地方公共団体は管理本数が多いもの

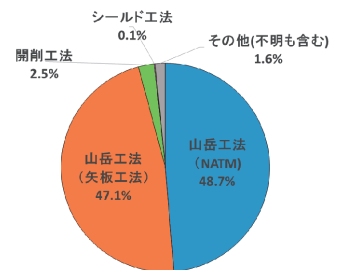


注)道路統計年報2017(国土交通省)を基に作成
図-3 道路の種類別・トンネル延長別比率 (全道路トンネル、施設数ベース)

の、比較的短いトンネルが多い傾向にある。

2.2 施工方法とその変遷

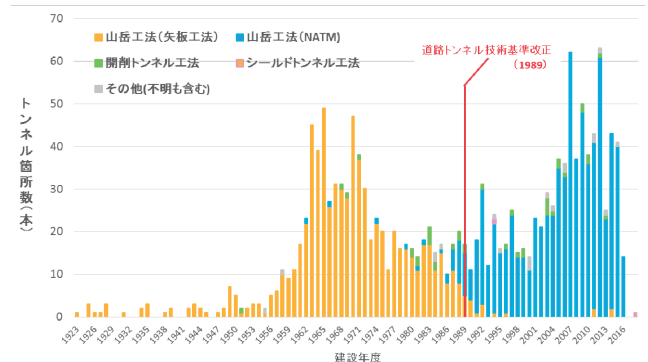
道路トンネルの施工方法には、山岳工法(NATM、矢板工法)、開削工法、シールド工法などがあるが、既設の道路トンネルをみると、図-4に示すとおり、その大部分が山岳工法で施工されている。また、建設年度と施工方法の変遷を図-5に示す。



注)国土交通省道路局データを基に作成

図-4 道路トンネルの施工方法別比率 (国管理道路トンネル、施設数ベース)

1989年に道路トンネル技術基準の改定により標準工法が矢板工法からNATMに変更となっており、近年、NATMで施工された道路トンネルが多くなっている。なお、図-4、5は、国管理の道路トンネルについて整理したものであるが、自治体管理などを含めた全道路トンネルにおいてもほぼ傾向は変わらない。



注)国土交通省道路局データを基に作成

図-5 道路トンネルの建設年度と施工方法の変遷 (国管理道路トンネル、施設数ベース)

3. 定期点検の結果の概要¹⁾

平成26年度から全国の全ての道路トンネルに対する定期点検²⁾が開始され、平成29年度までの4年間で7,932施設の点検が実施されている。点検の進捗率は図-6に示すとおり71%であり、ほぼ計画（69%）どおりの点検が行われた。

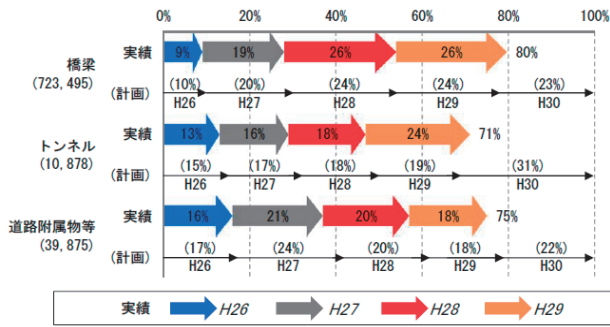


図-6 5年間の点検計画と平成26～29年度の累積点検実施率 (全道路管理者合計)¹⁾

定期点検を行ったときには、施設の健全性の診断を4段階（表-1）で行うことになっており、平成26～29年度のトンネルの健全性の診断結果は図-7に示すとおり、健全性IIが最も多く55%、次いで健全性IIIが42%、健全性Iが3%、健全性IVが0.5%となっている。

表-1 健全性の診断の判定区分³⁾

区分	状態
I 健全	構造物の機能に支障が生じていない状態。
II 予防保全段階	構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III 早期措置段階	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV 緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

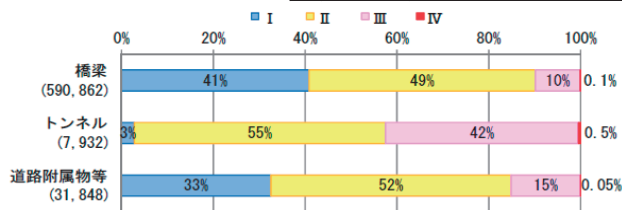


図-7 橋梁・トンネル・道路附属物等の判定区分の割合 (全道路管理者合計)¹⁾

他の構造物と比較するとトンネルの健全性IIIの割合が多い結果となっているが、トンネルは1施設あたりの施設延長が約416m/施設と他の施設（橋梁では1橋当たりの施設延長は約19m/橋）より長いことが原因の一つとして考えられる。すなわち、施設の健全性とは一般的に覆工スパン（覆工を施工する際のコンクリートの一打設長単位であり、NATMの場合約10m）の健全性のうち最も評価の低いもので代表されることが理由として考えられる。例えば、国管理の道路トンネルを対象に

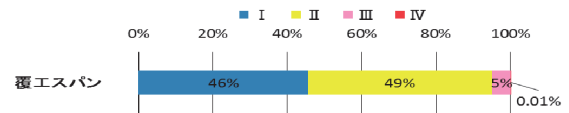


図-8 覆工スパンの健全性の割合 (国管理道路トンネルの平成26～29年の定期点検結果)

覆工スパン毎で健全性の割合を整理すると、他の構造物とあまり変わらない結果となる（図-8）。

4. 国管理の道路トンネルに対する点検結果の分析

本章では、平成25年度以前の点検データも含めて変状の発生位置など統一的な詳細データが一定量得られている国管理の道路トンネルに対する定期点検³⁾の結果を分析した内容を示す。ここで、分析の対象は施設数の大半を占める矢板工法及びNATMで施工された道路トンネルとし、平成26～平成29年度に定期点検が実施されたものとしている。

4.1 トンネルの健全性の分析

矢板工法及びNATMのトンネルの健全性の診断結果を図-9に示す。健全性IIが最も多く62%、次いで健全性IIIが34%、健全性Iが4%、健全性IVが0.2%となっており、全道路管理者のトンネルの健全性の割合（図-7）とほぼ同じ傾向にあった。

施工方法別のトンネルの健全性の割合については、図-10に示すとおり矢板工法がNATMに比べ健全性Iの割合が少なく、健全性IIIの割合が多い傾向にあった。これは、NATMで施工される防水工が矢板工法では施工されていないことが原因の一つとして考えられる。

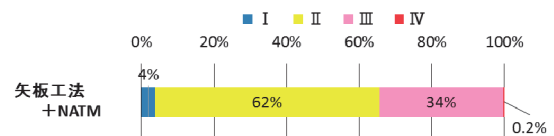


図-9 トンネルの健全性の割合 (国管理道路トンネルの平成26～29年の定期点検結果)

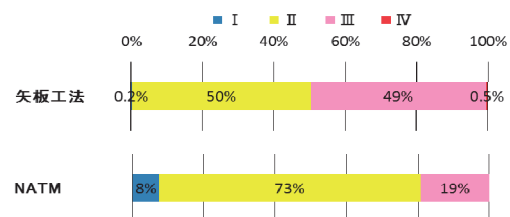


図-10 施工方法別の健全性の割合 (国管理道路トンネルの平成26～29年の定期点検結果)

施工件数の増加に伴う施工技術の成熟や、施工品質に影響する関連法令・基準類の制定・改定等の影響を確認するため、トンネルの建設年次等とトンネルの健全性の割合の関係を分析した(図-11)。

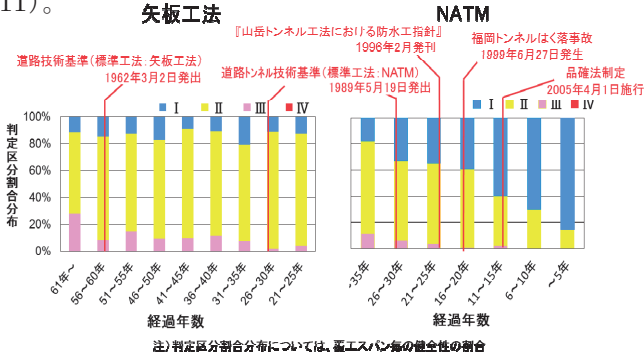


図-11 工法別の経過年数と健全性の診断結果の関係

矢板工法においては建設後の経過年数で各健全性の割合に大きな差は見られず、ほぼ横ばい傾向にあり、技術基準で標準工法と位置付けされた後の施工技術の成熟による健全性の向上は明確には確認できなかった。NATMについては、建設後の年数が少ないほど健全性Ⅰの割合が多く、健全性Ⅲの割合が少ない傾向にあった。この要因については、建設後の経過年数が少ないためか、公共工事の品質確保の促進に関する法律(2005年)など関連法令・基準類の制定・改定等による覆工コンクリートの品質向上による影響かは1回の定期点検結果では特定できない。このため、二巡目以降の定期点検結果も踏まえ引き続き分析していく必要がある。

また、トンネル個々に着目し、建設時に丁寧な施工がなされたトンネルは良好な健全性が継続しているのではないかとこの観点から、トンネルの健全性について平成25年度以前の定期点検結果との関係を整理した。なお、国管理の道路トンネルにおいては平成14年度から定期点検が実施されているが、平成26年度から実施されている定期点検とは点検方法等に異なる点がある(表-2)。分析においては、判定区分の対比表(表-3)を参考にした。

平成26年度～平成29年度の定期点検の結果について前回定期点検と各変状単位で確認した

(図-12)。前回定期点検でS判定であった変状で今回点検の変状区分毎(外力、材質劣化、漏水)の健全性がⅡ、Ⅲ、Ⅳと診断され健全性の進行が推察される変状箇所は約62%を占めていた。

表-2 現行・旧定期点検要領の点検方法と点検結果の判定

	現行定期点検要領(平成26年度)	旧定期点検要領(平成14年度)
定期点検の方法	近接目視	初回点検:近接目視 2回目以降:高検:遠望目視 (変状の進行箇所や新たな変状箇所があった場合は近接目視を行う。)
定期点検結果の判定	健全性の診断:4段階 対策区分の判定:3段階	3段階

注)文献3)、4)を基に作成

表-3 定期点検の対策区分の判定区分の対比目安³⁾

現行定期点検要領(平成26年度)	旧定期点検要領(平成14年度)
I:健全	S(変状無、軽微)
IIa:予防保全段階(監視必要)	B(変状あり:危険性低、要調査)
IIb:予防保全段階(重点監視必要)	
III:早期措置段階	A(変状大:危険性高、要応急対策、要調査)
IV:緊急措置段階	

注)現行点検要領と旧点検要領で判定区分が異なるため、判定区分の対比は目安。

うちⅢ、Ⅳと診断されたものも約3%存在し、前回点検で変状が確認されなかった箇所や軽微とされた箇所についても早期措置などが必要な状況となっていた。この要因としては、前回点検と平成26年度から

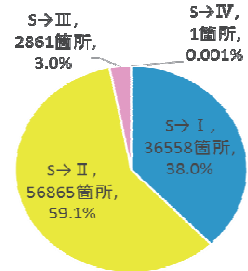


図-12 前回定期点検S判定の今回定期点検結果(変状単位)

実施されている定期点検とで、近接目視の適用など点検方法が異なる(表-2)ことを考慮する必要がある。このため今後、同じ方法、評価基準で実施される平成31年度からの二巡目以降の定期点検結果も加えて分析を行っていく必要がある。

4.2 トンネルに発生した変状の分析

トンネルの健全性がⅢと診断された施設に発生した変状の状況について分析した(図-13)。変状の発生要因を外力、材質劣化、漏水の3区分に分類すると、材質劣化によるものが最も多く66.6%を占めていた。材質劣化を要因とする変状の変状種類別発生割合では、うき・はく離、はく落で全変状の96.2%と大半を占めていた。この結果から、健全性Ⅲと診断された施設の多くが利用者被害の観点から診断されたと考えられる。

また、点検で注意すべき箇所の明確化のため、うき・はく離、はく落に着目し、その発生位置に

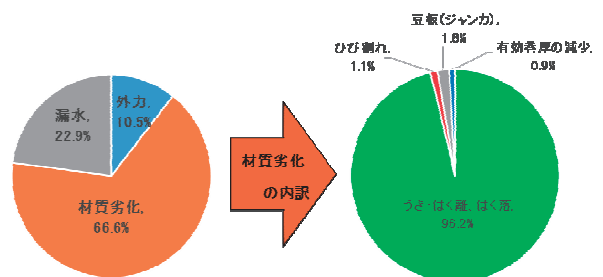


図-13 健全性Ⅲの道路トンネルに発生している変状

ついて定期点検が実施された40トンネル（矢板工法、NATMで施工されたトンネル各々20施設）を建設年

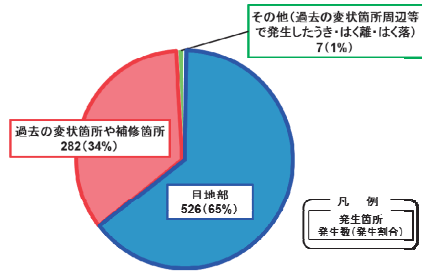
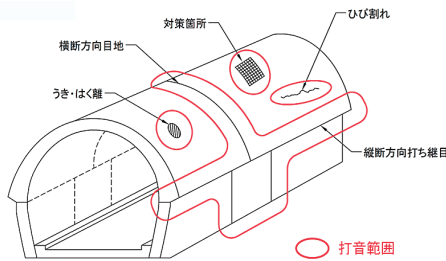


図-14 うき・はく離、はく落の発生傾向

次のバランスも考慮して抽出し分析した（図-14）。目地部（横断方向目地・縦断方向打継ぎ目を中心とした2mの範囲）で65%、過去の変状箇所や補修箇所（変状箇所、補修箇所の外縁から1mの範囲）で34%と、ほとんどが、この2つの箇所で発生し、その他（過去の変状箇所周辺（変状箇所の外縁から2mの範囲）等で発生したうき・はく離、はく落）は1%に過ぎないことが確認された。

5. 全道路トンネルに対する定期点検要領の見直しの動向

全道路トンネルに対する定期点検要領の改定が社会資本整備審議会道路分科会の下に設置された道路技術小委員会で審議等を通じて検討された。委員会では地方公共団体へのアンケート調査結果や定期点検結果の分析などが示され審議が行われている。



※近接目視は二回目以降も全面で実施することが基本
図-15 二回目以降の打音範囲イメージ図⁵⁾

改定案⁵⁾では、点検の合理的な運用として4.2に示した分析結果等を踏まえて技術的留意事項として二回目以降の打音範囲が例示された（図-15）。

一方、近接目視を基本とすることや五年に1回

の実施頻度については、定期点検の分析結果から、近接することにより確認できた変状等や前回点検から損傷が進展した事例、建設後まもなく損傷が生じた事例などが確認されていることなどから見直すまでに至っていない。

この他改定案では点検支援技術の活用への考えや変状展開図の作成の有用性なども追記されている。4.2で示したうき・はく離、はく落の分析では、変状展開図をもとに発生箇所を整理しており、このような変状の分析に際しても変状展開図は有用となる。

6. まとめ

本報文では、既設道路トンネルの現状、定期点検の結果の概要や、国管理の道路トンネル定期点検結果の分析及び全道路トンネルに対する定期点検要領の見直しの動向について報告した。特に、平成26～29年度の定期点検結果の分析では、うき・はく離、はく落のほとんどが目地部や過去の変状箇所や補修箇所が発生していることが確認でき、結果は定期点検要領にも反映された。

一方で、損傷の進展の分析等に基づく点検実施頻度の検討等については、二巡目以降の定期点検結果等を経て行っていく必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省：道路メンテナンス年報（平成29年度）
- 2) 国土交通省道路局：道路トンネル定期点検要領 平成26年6月
- 3) 国土交通省道路局国道・防災課：道路トンネル定期点検要領、平成26年6月
- 4) 国土交通省道路局国道課：道路トンネル定期点検要領（案）、平成14年4月
- 5) 道路トンネル定期点検要領（案）（第10回道路技術小委員会 配付資料）
https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/road01_sg_00418.html

森本和寛



国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部構造・基礎研究室 主任研究官
Kazuhiro MORIMOTO

七澤利明



国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部構造・基礎研究室長
Toshiaki NANAZAWA

上原勇氣



国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部構造・基礎研究室 研究官
Yuki UEHARA