

道路トンネルにおける材質劣化に起因するうきの傾向分析

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○森本 智，砂金伸治，日下 敦，吉岡 知哉

1. はじめに

道路トンネルの覆工コンクリートに求める機能として、「トンネルの構造安定性の確保」および「利用者の安全性の確保」がある¹⁾。材質劣化による変状のうち、ひび割れは構造安定性や利用者の安全性に及ぼす影響が小さいため判定の対象としていないものの、うきが確認された場合は、コンクリート片の落下の危険性に着目し、対策区分を判定しているのが現状である。材質劣化に起因するうきは、初回点検の段階において目地部に多く発生する傾向があり、年数の経過に伴い、ひび割れとともに増加する傾向があると考えられている。²⁾

近年、ライフサイクルコスト削減の観点から、建設段階から高い品質の構造物を構築することを目標とし、覆工コンクリートの配合や締固め方法、養生方法等に関して品質を向上させる技術を採用する取組みがなされている。しかし、これらの品質向上技術に対して、構造安定性あるいは利用者の安全性の確保の観点から、客観的な評価は実施されていないのが実態である。

本報告では、NATM により建設された道路トンネルにおいて実施された覆工コンクリートの点検記録について、利用者の安全性の確保の観点から、材質劣化に起因するうきを対象に発生した部位や面積等を整理し、覆工の品質向上技術による効果等について把握することを目的に分析した結果を述べる。

2. 対象トンネル

対象トンネルの主な諸元を表-1 に示す。対象とした 15 トンネルは NATM により建設され、総延長は約 9.5km、覆工の総スパン数は 924 スパンである。各トンネルは 2 車線の道路トンネルであり、平成 15 年から 26 年頃にかけて建設された。平成 21 年に完成した N トンネル以降、9 トンネルの覆工コンクリートは品質向上を目的とした技術が導入されている。品質向上技術は、材料の流動性等を向上させる技術、天端の締固めを行う技術、セントル脱型後に覆工コンクリートを被覆し湿潤状態に保つ技術等が採用された。

維持管理段階における定期点検は、完成年から 4 年以内に実施され、その後、適宜 2 回目以降の点検が実施されている。点検手法は A から Q の 10 トンネルは「道路トンネル定期点検要領（案）平成 14 年 4 月」の初回定期点検、R から V の 5 トンネルは「道路トンネル定期点検要領 平成 26 年 6 月 国土交通省道路局国道・防災課」の初回の定期点検に基づき実施している。

3. 分析方法

分析は点検記録から材質劣化に起因する変状のうち、うきを対象に頻度、部位、形態について、従来技術による 6 トンネルと、品質向上技術による 9 トンネルに区分し整理した。なお、本分析においては、初回点検の結果を使用しているため、いずれのトンネルにおいても近接目視による調査が行われている。

表-1 対象トンネルの主な諸元

名称	分類	完成年	材料	天端の締固め	脱型後の覆工被覆湿潤養生	初回点検
A	従来技術	H15	18-12-40	未実施	未実施	H19
B		H17	18-12-40	未実施	未実施	H20
C		H17	18-15-25	未実施	未実施	H19
D		H17	18-12-40	未実施	未実施	H19
G	N=6 384スパン	H18	18-15-40	未実施	未実施	H19
J		H20	18-15-40	未実施	未実施	H21
N	品質向上技術	H21	18-15-40	実施	保湿	H23
O		H22	24-15-25	実施	保湿	H23
P		H23	27-15-40	実施	保湿	H23
Q		H23	30-15-25	実施	保湿	H23
R		H24	18-15-40	実施	保湿	H26
S		H24	18-15-40	実施	湿潤	H26
T		H24	18-15-40	実施	湿潤	H26
U		H26	24-15-25	実施	湛水	H26
V		H26	24-18-25	実施	湛水	H26

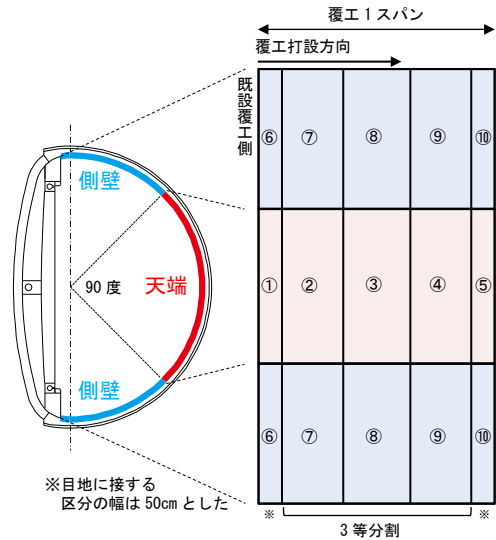


図-1 部位の分類

キーワード NATM，材質劣化，うき

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 国立研究開発法人土木研究所 TEL 029-879-6791

うきの発生頻度はスパン毎の箇所数とした。部位は図-1に示すとおり覆工表面を①から⑩に分類し、横断方向は天端と側壁、縦断方向は施工目地から50cmの範囲を目地部と仮定し、それ以外の区間を3等分割した。うきの形態は目地沿い、ひび割れ沿い、その他に分類し整理した。なお、本分析においては、坑口部、低土被り部、断層・破碎帯の付近等、外力の作用が懸念される区間については対象から除外した。

4. 分析結果

部位毎に分類したうきの発生頻度について図-2に示す。従来技術の場合、うきの発生頻度は既設覆工側の目地部(①, ⑥)に多い傾向となり、次いで、妻側の目地部となった。その他の部位におけるうきの発生はわずかとなっている。品質向上技術の場合、発生した部位は従来技術と同様に目地部に多い傾向となり、発生頻度は従来技術と比較し減少する傾向となった。

次に、面積毎に分類したうきの発生頻度について図-3に示す。従来技術の場合、全体のうきに占める割合は、0.01m²未満は3割未満、0.1mm²未満は9割程度を占める。品質向上技術の場合、0.01mm²未満は2割未満、0.1mm²未満は9割程度となり、面積毎の全体に占める割合は従来技術と概ね同様の傾向となり、発生頻度は従来技術と比較し減少する傾向となった。

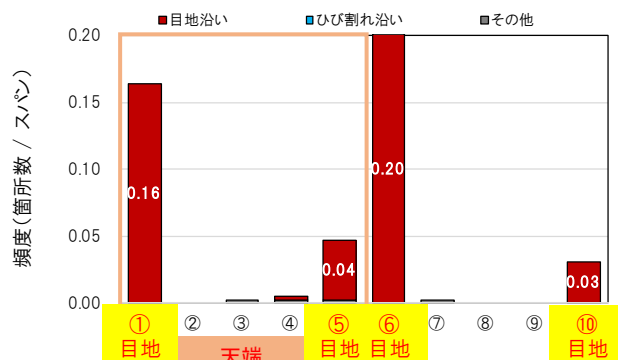
5. まとめ

本分析の結果、以下の知見が得られた。NATMにより施工された覆工コンクリートに発生するうきは、初回点検の時点において、品質向上を目的とした技術により、従来技術と比較し発生頻度は抑制される。また、うきが発生する部位や面積は従来技術と同様な傾向であることが明らかとなった。

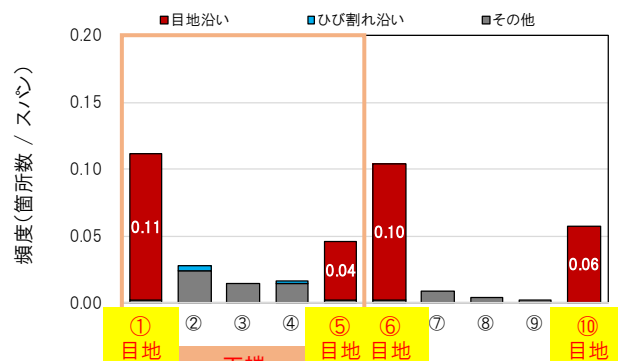
ただし、品質向上技術においても一定数のうきは発生しており、利用者の安全性の確保の観点から、うきの発生を建設段階に極力抑制する、維持管理段階において適切な保全を行うことなどが重要となると考えられる。なお、本分析は、初回点検を対象とした結果であり、変状は年数の経過に伴い増加する場合があることに注意が必要となるため、さらなる分析が必要である。

参考文献

- (公社)日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】，平成27年6月
- 森本智，砂金伸治，日下敦，吉岡知哉：道路トンネルにおける材質劣化に起因する変状の発生傾向の分析，第32回日本道路会議 6P04，2017.11

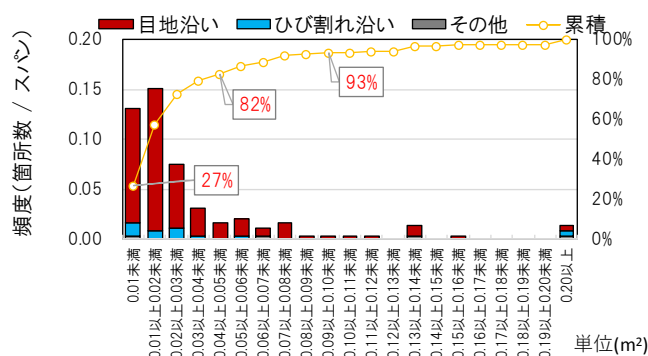


(a) 従来技術

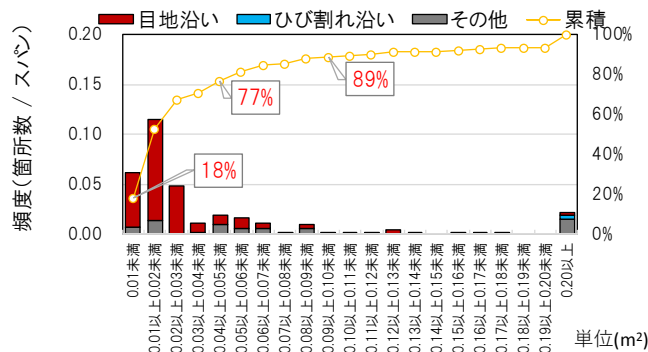


(b) 品質向上技術

図-2 部位毎に分類したうきの発生頻度



(a) 従来技術



(b) 品質向上技術

図-3 面積毎に分類したうきの発生頻度