

中流動コンクリートを適用した山岳トンネル覆工の変状特性等に関する分析

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○廣田彰久，菊地浩貴，日下敦
(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 山崎哲也，菅原千尋

1. はじめに

山岳トンネルの覆工コンクリートには一般的に普通コンクリートが使用されているが，近年では生産性向上や品質向上等を目的として，中流動コンクリートを採用している事例がある．中流動コンクリートは従来の普通コンクリートと高流動コンクリートの中間的な性状を有するトンネル覆工専用コンクリートとして開発されたもの¹⁾であり，材料分離抵抗性や流動性が優れることや初期密実性の高さ，出来栄で優れていること等²⁾，品質における利点が報告されている．一方で，中流動コンクリートの中長期的な耐久性についてはひび割れに関してはTCI等による分析・検討が行われているものの^{例え3)}，その他の変状特性の影響(うき・はく離等の点検結果に記載される変状)に関しては明らかになっていない．

本稿では，道路トンネルにおいて中流動コンクリートを覆工に適用した事例を収集し，普通コンクリート覆工の変状と比較を行った結果について述べる．具体には発生する変状種類，発生箇所等についてトンネルの経過年数別に普通コンクリートとの比較を実施した．

2. 分析条件

分析対象としたトンネルは国管理の道路トンネル(NATM)で，中流動コンクリートまたは普通コンクリートを適用したトンネルを対象とした．環境条件のばらつきを抑えるため，対象地域を限定し，東北地方の2路線を選定した．図-1に事例収集したトンネルの完成年度を示す．収集したトンネルは16トンネルで，完成年度はH27年度～H29年度である．うち6トンネルは1つのトンネル内で普通及び中流動コンクリートが併用されている．なお，普通コンクリートのスランプ値は15～18cmとなっている．次に各トンネルの経過年数を図-2に示す．経過年数は点検実施年度からトンネル完成年度を引いて算出した．本稿で収集したトンネルでは，すべてのトンネルで初回の定期点検が実施済みであるとともに，経過年数4～7年で9トンネルが2回目定期点検を実施済みである．また，今回収集したトンネルの普通及び中流動コンクリートの適用スパンの内訳を図-3に示す．普通及び中流動コンクリートの変状数の比較には1スパンあたりの変状数を指標とした．算出方法は，定期点検において確認された対象とする変状数をそのスパン数で除した．

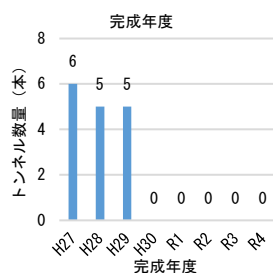


図-1 トンネル完成年度

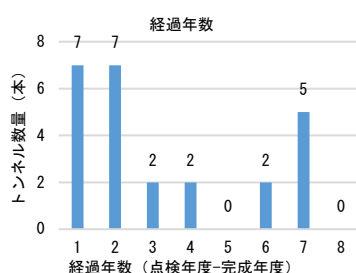


図-2 トンネル経過年数

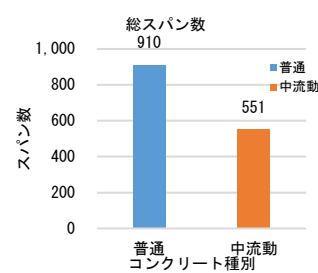


図-3 適用スパンの内訳

3. 分析結果

前述までの分析条件に従い，コンクリート種別毎の1スパンあたりの変状数について分析した．図-4にコンクリート種別毎の1スパンあたりの変状数を示す．全変状に対する1スパンあたりの変状数は普通及び中流動コンクリートに関わらず同程度であることが分かる．そこで発生した変状を発生箇所別に整理したものを図-5に示す．発生箇所別でみるとアーチ部で最も1スパンあたりの変状数が多く，次いで側壁，天端で多くなっている．天端では普通コンクリートの変状数が多い結果となっており，変状種類としてひびわれやうき・はく離が多く確認された．この要因については，乾燥収縮等が考えられるが，詳細については今後分析する必要がある．一方で，側壁では中流

キーワード トンネル覆工材料，中流動コンクリート，トンネル変状，変状特性

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

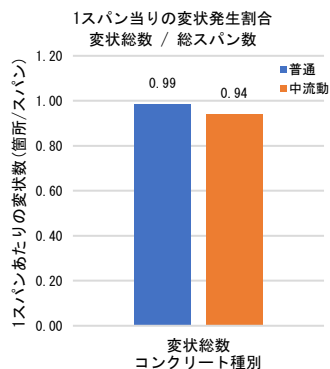


図-4 コンクリート別変状数

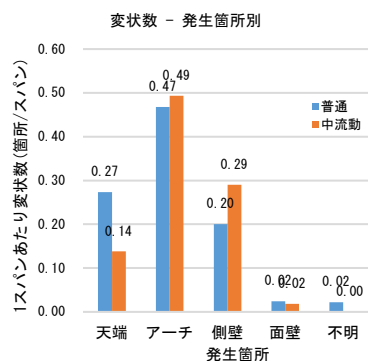


図-5 変状箇所別変状数

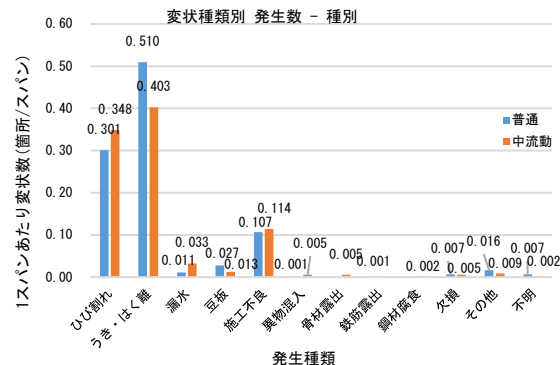


図-6 変状種類別変状数

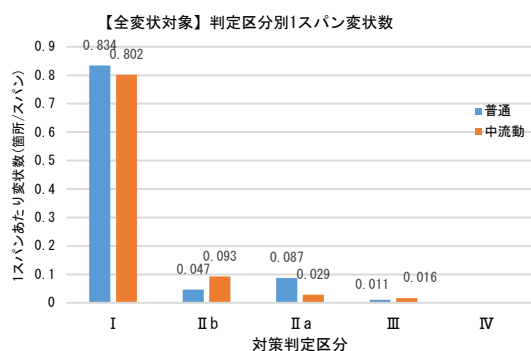


図-7 対策区別変状数

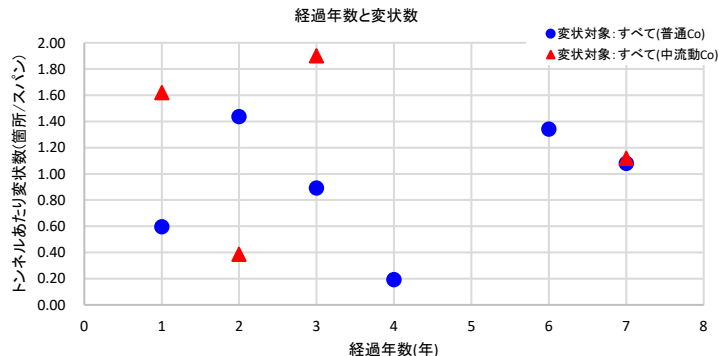


図-8 経過年数別変状数

動コンクリートの変状数が多くなっている。側壁の発生変状種類はひび割れで、その発生パターンはスパン中央で横断方向となっており、インバート標準設置区間での変状が多く確認されている。このことから、インバートの拘束を受けたひび割れや温度伸縮の影響による乾燥収縮ひび割れ等であると考えられる。次に変状種類別に整理した結果を図-6に示す。普通、中流動コンクリートともにひび割れ、うき・はく離の発生量が多いが、うき・はく離の発生量において、中流動コンクリートの方がやや優位な結果となった。

図-7に対策区別による整理結果を示す。対策区別では、コンクリート種別によらず多くが対策区分Iと軽微な変状であることを示している。対策が必要となる対策区分IIa以上の判定について着目すると、発生している変状の殆どがうき・はく離となっており、特に対策区分IIaでは中流動コンクリートのほうが若干小さくなる結果となった。経過年数別の1スパンあたりの変状数を図-8に示す。普通、中流動コンクリートともに経過年数毎でバラつきがみられるものの他の結果と同様に有意な差は見られない。

4. まとめ

覆工コンクリートに用いる材料として中流動コンクリートの7年程度の変状特性を把握するため、完成年度や経過年数等の条件を揃え、普通及び中流動コンクリートの変状特性について整理を行った。その結果、うき・はく離の発生数において中流動コンクリートでやや優位性が確認されたものの、変状総数や発生箇所等においては同等の傾向がみられた。また、対策区別では、IIaで中流動コンクリートにやや優位性が確認されたものの、多くの変状が対策区分Iと軽微な変状であり、これらの傾向や評価には更なる分析が必要である。さらに、経過年数別に整理した結果においても経過年数によりバラつきが見られ、普通、中流動コンクリートにおける有意な差は見られなかった。このことから、7年間の維持管理上では、中流動コンクリートは普通コンクリートと同等以上の品質を有していると考えられる。

今後は発生箇所別の変状種類について詳細に確認することや、特に変状が多かったひび割れやうき・はく離等の発生規模や形態に着目し、中流動コンクリートと普通コンクリートの変状特性の違いを分析していく必要がある。

【謝辞】データ分析にあたり、東北地方整備局には各種データの提供をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) NEXCO 中流動覆工コンクリート技術のまとめ, 2011.12
- 2) 城間博通, 小川澄, 佐伯徹: トンネル覆工専用中流動コンクリートの開発, 土木技術 64 巻, 4 号, pp.49-57, 2009.4
- 3) 上谷明生, 中野清人, 山崎哲也: 中流動コンクリートの長期耐久性に関する考察, トンネル工学報告集, 第 32 巻, I-33, 2022.11