

吹付けコンクリート覆工で供用されている道路トンネルの対策要否判定

日本工営（株） 正会員 ○小谷 拓
 沢田 陽佑、権納 拓央

1. はじめに

わが国で管理する道路トンネル（約1万本）の約半数は、都道府県や市町村等の自治体が管理しており、自治体が管理するトンネルの中には、地山が露岩している素掘りトンネルや、トンネル内面を吹付けコンクリートや石積みブロック等で被覆している吹付けトンネル、石積みトンネルもある。これらのトンネルについては、これまで数十年継続して供用されてきた実績があり、適切な維持管理のもと機能が維持されてきたと考えられる。しかしながら、素掘りトンネルや吹付けトンネル、石積みトンネルには、コンクリート覆工を対象とした点検要領ができないため、施設ごとに技術者が健全性について判断し、他のコンクリート覆工のトンネルと同じレベルで対策要否を評価する必要がある。

本稿において報告する施設は、大正時代に建設され、90年以上が経過した老朽施設であり、これまで定期点検要領に基づく近接目視点検や施設の安定性を評価するための調査は実施されていなかった吹付けトンネルである。覆工構成は、上半部が吹付け、側壁部が石積みになっており、何度か追加施工された形跡も見られた。当トンネルは、地域住民の生活道路として供用されており、施設の現状調査結果に基づき健全性を評価し、必要に応じて対策を行い、継続使用が求められたが、建設時の工事図面や吹付けを実施した経緯等も不明であった。このため、周辺地質踏査や地下水状況、現在の吹付けコンクリートの状況に基づいて、対象施設の健全性評価と対策の必要性検討を行った。

本稿では、対象施設の調査と健全性評価結果、今後の維持管理方法について検討した結果を紹介する。

2. 対策要否の判定項目の選定と各項目における対策要否の考え方

対象施設は、片側1車線の町道に設置された幅約5m、内空高さ約5m、延長約50mの道路トンネルである。地質は凝灰角礫岩を主体とした山体を通過しており、トンネル下半部が弱溶結凝灰岩で、部分的に石積みで被覆されている。上半部は吹付けコンクリートで被覆されているものの、剥離して地山が露出している箇所もあり、部分的には車両が擦って吹付けを剥落させている箇所もあった。



図-1 吹付けトンネルの調査状況

道路トンネルの評価指標としては、道路トンネル定期点検要領等が公表されているが、吹付けトンネルの評価には直接は適用できない。一方、素掘りトンネル等の評価指標としては「大分県素掘トンネル維持管理マニュアル」が公表されている。当マニュアルでは、トンネル掘削時の切羽の評価区分に基づいて地山の評価方法が整理されており、検討対象の、地山が部分的に露出している吹付けトンネルに対しても同様な判定項目によりトンネルの安定性を評価できると考えた。

検討に当たっては、当マニュアルを参考として、①トンネル地山の圧縮強度、②風化変質の状態、③割目間隔・割目状態、④湧水量、⑤水による劣化、⑥吹付け材料および浮石の状況の各項目についてⅠランク～Ⅲランクの3段階で評価し、各項目で最も悪い評価を当該区間の代表評価とすることとした。

また、Ⅲランクと判定された箇所のうち、特に対策の緊急性が高いと判断される場合はⅣランクとした。この結果、対策の緊急性は、Ⅰ措置不要、Ⅱ重点監視を行い予防保全の観点から計画的に対策が必要、Ⅲ早期に対策が必要、Ⅳ緊急措置の4段階で評価することとした。

表-1 対策区分と対応方針

ランク	対応
Ⅳ	緊急措置が必要
Ⅲ	早期に対策が必要
Ⅱ	計画的に対策が必要
Ⅰ	措置不要

キーワード 維持管理、素掘りトンネル、吹付けコンクリート覆工、道路トンネル

連絡先 〒812-0007 福岡県福岡市博多区東比恵 1-2-12R&F センタービル 日本工営（株）福岡支店技術第二部 TEL：092-475-7127

調査では、内面に発生した吹付けコンクリートのひび割れや剥離、密着状況および漏水状況等から施設の健全性を評価することを目的として、近接目視・打音調査を行った。併せて、露出している地山の強度や風化状況、割目状況を把握し、トンネル坑口周辺に露頭している地山の自立状況、地下水の分布状況等を調査した。

また、車両が擦って吹付けコンクリートがはく落した跡があることから、車両が通行できる十分な内空断面を有しているかを把握するとともに、今後の維持管理を内空断面の押し出し量で管理することを想定した初期値取得を目的として、内空断面計測器によるトンネル内空断面計測を実施した。

3. 対象施設の調査における着目点と対策要否判定

表-2 各評価項目における評価指標例

調査結果は表-2 に示す指標で評価した。

評価項目	I	II	III
①圧縮強度	ハンマー強打で割れる	両手で部分的に割れる	指先で潰すことができる
②風化変質	概ね新鮮	割目沿いの風化変質	土砂状風化、未固結土砂
③割目間隔・割目状態	割目間隔50cm以上で概ね密着	割目間隔50cm程度で割目は部分的に開口	割目間隔50cm未満で割目が開口
④湧水量	にじみ程度	滴水程度	面的に湧水あり
⑤水による劣化	地山劣化なし	軟弱化している	地山が流出
⑥浮き状況	浮きはあるが密着	浮き周囲の一部に開口亀裂	浮き周囲の全周に開口亀裂

近接目視・打音調査では、吹付けコンクリートに部分的に浮きが発生して剥がれやすくなっており、また吹付けが既に剥落し地山が露出した箇所では、凝灰角礫岩中の礫がハンマーの打撃で抜け落ちる状態になっていることを確認した。露出した地山部分の風化変質は、坑口付近では弱風化している箇所も見られたが、概ね新鮮であった。また、地山が露出した箇所を確認された割目は2箇所程度で、割目間隔も密着していることが確認できた。湧水については、にじみ程度が1箇所見られたが、水による地山の劣化は認められず、トンネル坑口周辺の斜面にも湧水や水による斜面崩落もなかったため、地下水等によるトンネルの健全性低下は生じにくいと判断した。

内空断面については、自治体で管理しているトンネル台帳上の内空断面は確保していることが確認できた。

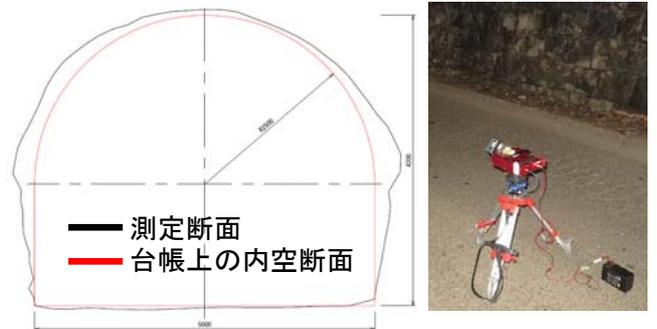


図-2 内空断面測定結果例と内空断面計測器

以上の状況から当トンネルは、部分的な吹付けコンクリートの剥落や、露出した地山からの礫の抜け落ち等により利用者への影響が生じる可能性があるものの、トンネル地山そのものは風化変質等が少なく、また、地下水等により今後急速にトンネルの安定性が損なわれることはないと判断した。このため、早期に対策を実施するレベルではないが、将来的には利用者への影響が生じることが考えられ、対策が求められると考えられるため、予防保全の観点から計画的に対策を実施することを提案した。また対策にあたっては、内面からの吹付けコンクリート増吹きやコンクリートパネル等による補強、ロックボルト工による地山補強等が考えられるが、内空断面の計測結果から、台帳上の内空断面に対して余裕が少なく、車両が擦った跡もあることから、内空断面を縮小させない対策工法を選定することを提案した。

4. まとめと今後の課題

本検討では、老朽化の進んだ吹付けトンネルに対して、既存のマニュアル等を参考に評価指標を設定し、他のコンクリート覆工のトンネルと同じレベルで4段階の対策要否を判定することができた。また、対策工法選定のための基礎資料として、現在のトンネル内空断面形状を提示することができた。

市町村が管理する道路トンネルでは、本トンネルと同様に道路トンネル定期点検要領等が適用できない場合もあるため、今後も素掘りトンネルや吹付けトンネル、石積みトンネルの評価方法について検討を進めていきたい。

参考文献

- ・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
- ・大分県素掘りトンネル維持管理マニュアル（平成28年7月）大分県土木建築部道路保全課
- ・トンネル標準示方書 山岳工法・同解説（土木学会）