

外力による変状に対するトンネル健全度評価手法の検討

応用地質株式会社 正会員 ○佐藤 元紀
 応用地質株式会社 正会員 中村 一樹
 京都大学 正会員 大津 宏康

1. はじめに

近年の日本経済の低迷や人口の減少に起因して、国や地方自治体の財政が悪化し、公共事業費は縮減の一途をたどっている。また老朽化した施設が増加していることもあり、できるだけ既存施設を長寿命化し有効活用することが必要である。このような背景から施設の定期的な点検による状況把握が重要視されてきている。トンネル点検では対策の緊急度などの観点で健全度評価が行われる。従来、この健全度評価は専門技術者によって行われており、定性的な評価であった。また最近では財源縮小により、点検を事務所職員で行うことを検討している自治体もある。このようなことから、必ずしも専門技術者でない人でも同じ評価をできる健全度評価手法を構築した¹⁾²⁾。健全度評価は外力による変状、材質劣化による変状、漏水などによる変状の3項目について行う³⁾が、そのうち外力による変状に関しては、この健全度評価手法では高い精度で評価できなかった。今回、この問題について検討を行った。

2. 従来の健全度評価手法と問題点

従来の健全度評価手法は、トンネルの変状状況を表-1と照合し、判定区分を決定する定性的な方法である。この方法では必ずしも専門技術者でない自治体職員が評価することは困難である。また、専門技術者であっても技術者によって評価結果が異なるという問題があった。特に外力による変状に対しては、覆工表面の状況のみで判断する必要があったため精度に問題があった。そこで、健全度評価の精度を向上させるために、評価項目の設定とその定量化を試みた。評価項目はトンネルに発生する変状状況を網羅したものとし、評価の目安となるしきい値を各項目で設定した。各項目には重みを考慮した配点をし、その合計点であるDI(Deterioration Index)値を求め、スパンごとの状況を定量的に評価することとした。この手法を用い

表-1 道路トンネル維持管理便覧における健全度判定区分表³⁾

判定区分	判 定 の 内 容
3 A	変状が大きく、通行者・通行車両に対して危険があるため、直ちに何らかの対策を必要とするもの。
2 A	変状があり、それらが進行して、早晚、通行者・通行車両に対して危険を与えるため、早急に対策を必要とするもの。
A	変状があり、将来、通行者・通行車両に対して危険を与えるため、重点的に監視をし、計画的に対策を必要とするもの。
B	変状がないか、あっても軽微な変状で、現状では通行者、通行車両に対して影響はないが、監視を必要とするもの。

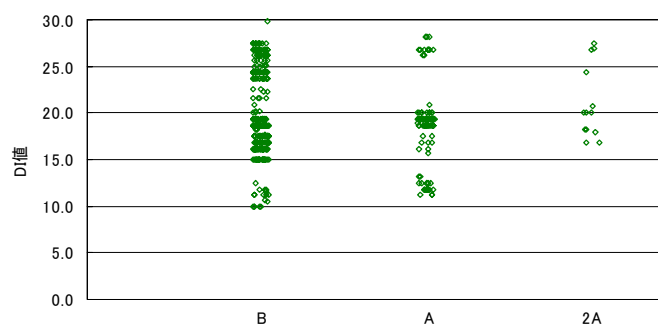


図-1 点検シートによるDI値と専門技術者の判定比較
 (外力による変状)

て供用中の在来工法で施工された道路トンネル（11箇所、404スパン）を対象に健全度評価を行ったが、図-1に示すとおり、専門技術者の判定とDI値には相関は見られなかった。これは、専門技術者の判定を正とすると、評価項目や配点に問題があることを示している。その要因の一つとしては、外力による変状は覆工背面の状況（地山など）との関連が強く、評価項目にそれがうまく考慮されていなかったことが挙げられる。そこで、評価項目および配点を外力と関連が深い覆工背面空洞とひび割れ形態に着目して再検討することとした。

3. 覆工背面状況を考慮した健全度評価手法の検討

評価項目の修正は、覆工背面状況に関する項目として、覆工厚や覆工背面の空洞厚、断層の有無などを追加した。新しい項目、配点は表-2に示すとおりであり、表中の配点はAHP（階層分析法）という数学的手法を用いて、専門技術者の判断を数値化した重みを100点満点換算したものである¹⁾²⁾。これらの項目に該当する配点を合算するとDI値が求まる。ここで、修正した評価項目には覆工厚、空洞厚の情報があ

キーワード トンネル、外力による変状、覆工背面状況、健全度評価、AHP（階層分析法）

連絡先 〒305-0841 茨城県つくば市御幸が丘43 応用地質株式会社 TEL 029(851)6621

る評価が可能となる．道路トンネル維持管理便覧の記述を表形式で示すと表-3 のとおりとなる．つまり，通常の外力に対する評価と突発性の崩壊に対する評価の 2 つの評価が与えられる．そこで，これらの評価のうち悪い判定をそのスパンの判定に採用した．

表-2 DI 値を求めるための項目と配点

項 目	重みA	細 目	基準値	重みB	配 点
ひび割れ	0.23	段差	5mm以上	0.23	5.3
		開口幅	5mm以上	0.06	1.4
		圧さ	あり	0.59	13.6
		密度(数)	縦断方向3本以上	0.12	2.8
変形速度	0.50	内空断面の変形	年間10mm以上	1.00	50.0
覆工・空洞	0.15	覆工厚	30cm未満	0.50	7.5
		空洞厚	30cm以上	0.50	7.5
その他(覆工以外の変状)	0.06	目違い	あり	0.25	1.5
		押し出し	あり	0.25	1.5
		側溝破損	あり	0.25	1.5
		縁石破損	あり	0.25	1.5
その他(覆工背面の状況)	0.06	断層・節理・地層境界	あり	0.67	4.0
		水圧の影響	あり	0.33	2.0
合 計	1.00	-	-	-	100.0

表-3 突発性の崩壊に対する判定の目安

覆工厚		空洞厚		判定区分
30cm以下	30cm以上	30cm以下	30cm以上	
○			○	3A
○		○		2A
	○		○	2A
	○	○		A

4. ひび割れ形態による分類と判定結果との関連性

覆工に発生するひび割れは，様々な原因により発生する．また，その発生原因によりひび割れ形態に特徴があり，外力が原因のひび割れと他の原因のひび割れとは区別が可能である．ここで，これまでのひび割れの配点は，外力起因以外のひび割れも対象としていた．すなわち，ひび割れが発生していても，必ずしも外力に起因するひび割れとは限らず，専門技術者の外力に対する判定と整合しない場合があったと考えられる．したがって，整合させるためには，DI 値による評価のうち，外力に起因するひび割れのみを対象とする必要がある．そこで，ひび割れ形態から各スパンに発生したひび割れの原因を推定し，外力による変状が発生したスパンのみを検討対象とした．ひび割れ形態の分類は，外力の作用によるもの，空洞存在に起因するものなど，図-2 のとおり6つに分類した．そのうち図-2 の右欄に○を付けた3つの形態のひび割れのみ配点することとした．

5. 外力による変状に対する専門技術者の判定とDI 値の比較

前述のとおり，覆工背面状況の情報とひび割れ形態を考慮し，

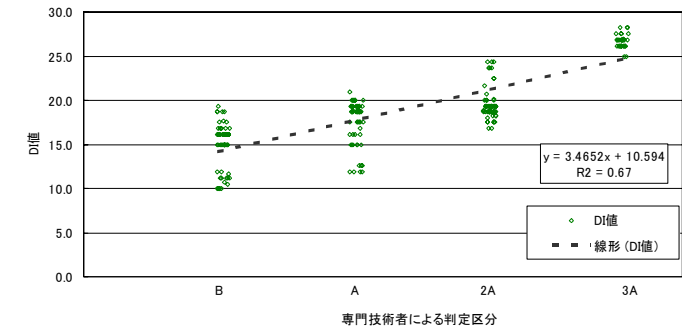


図-3 覆工背面状況を考慮した評価手法による DI 値と専門技術者の判定比較（外力による変状）

DI 値と専門技術者の判定を再比較した．その結果，図-3 のように両者の相関が強いことがわかった．

6. おわりに

外力による変状に関しての健全度評価を定量化でき，専門技術者の判定と相関することがわかった．今後は異なるトンネルでの検証を行い，より高い精度や実用性の向上を目指したい．

参考文献

- 1) 中村一樹，竹内明男，山田正：トンネルマネジメントシステムの構築，建設マネジメント研究論文集 Vol.11，pp59-68，土木学会建設マネジメント委員会，2004．
- 2) 中村一樹，大津宏康，竹内明男：トンネルの健全度評価手法におけるモデル化リスクに関する研究，建設マネジメント研究論文集 Vol.12，pp101-108，土木学会建設マネジメント委員会，2005．
- 3) 日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧，1993．

分類	ひび割れ形態(覆工展開図)	採用
i 明らかに 外力作用 あり		○
ii 明らかに 外力作用 あり (空洞起因 など)		○
iii 施工時の 沈下等		-
iv コールド ジョイント		-
v 材質劣化 など		-
vi なし または 微少		○

図-2 ひび割れ形態