

高速道路トンネルの総合的維持管理のための性能評価基準の検討

金沢工業大学 学生員 和田明久
 中日本高速道路(株) 正会員 森山 守
 中日本高速道路(株) 鈴木俊雄
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) 平 俊勝
 金沢工業大学 正会員 木村定雄

1. はじめに

高速道路トンネルには、覆工や坑門等の構造物群とともに、道路の運用に必要となる施設等が複雑に存在する。表1は構造物群および施設群を示したものである。表中の数字は現行の点検項目数を表しており、その総計は1556項目に及ぶ。したがって、高速道路の運用管理においては、これらすべてを体系的に整理し、トンネル全体のリスクを評価できる総合的な維持管理手法を確立する必要がある。

筆者らは、この手法を確立することを目指して、まずは無筋覆工の性能評価基準を検討した¹⁾。本研究は、これに続くものであり、鉄筋コンクリート覆工、監視員通路、内装板、坑門、排水工から構成される構造物群の性能評価基準を策定し、これによるトンネルの保有性能評価を検討したものである。

2. 構造物群の性能評価基準

性能評価基準は、要求性能、要求性能を照査するための性能代替指標、およびその具体的な照査基準によって説明される。要求性能は、①利用者の安全性能、②利用者の利用性能、③構造安定性能、④耐久性能、⑤管理者の使用性能、⑥維持管理性能、⑦周辺への影響度の7つに大別する²⁾。この7つの要求性能は、道路トンネルとしての機能から定まるものであり、さらに階層化され、より具体的な要求性能(中、小項目)を設定する。性能代替指標と、性能代替指標の照査基準は、現行の点検・評価法を適用する³⁾。表2は要求性能と性能代替指標の例である。

このようにすべての構造物群の要求性能を体系化することによって、個々の構造物のリスク要因と各々が関連するリスク要因(システムリスク要因)が顕在化できる。

表1 高速道路トンネルにおける点検項目数

構造物・施設	構造物	設備等	点検項目数	
無筋覆工	—	—	67	
鉄筋覆工	—	—	5	
坑門	—	—	6	
構造物	内装板	蓋張り内装板	—	
		浮かし張り内装板	—	
		網織(取付金具)	—	
監視員通路	手摺、アンカー	—	4	
排水施設	樋、ばく溜防止網	—	—	
	取付金具(ナット、ボルト)	—	13	
施設	施設	円形水路	—	
		施設	受配電設備、自家発電設備、直流電源・無停電電源設備、道路照明・構内照明設備、トンネル照明設備、トンネル非常用設備、トンネル換気設備、電気集じん機設備、可変式道路情報板設備、可変式速度規制標識設備、気象観測設備、計測設備、計量設備、CCTV設備、トンネル内放送設備、遠方監視制御設備、情報処理設備、路面排水設備、トンネル汚水処理設備、雷水用設備、クレーン設備、電線路設備(特別高圧及び高圧用)、電線路設備(低圧用)、建物用設備、建物用設備(空調)、移動用発電機、信号機、警告灯、その他設備	996
		通信	多重無線設備、移動無線設備、搬送端局設備(有線、無線用)、自動交換設備、非常電話設備、指令装置等設備、光伝送設備、通信用監視設備、通信用線路設備、ハイウェイラジオ設備、通信用直流電源設備、衛星通信設備、通信用空調設備、情報ターミナル設備、路車間情報設備、スポット通信設備	485
構造	道路照明・構内照明設備(坑外灯ポールを含む)、トンネル照明設備、トンネル換気設備、電気集じん機、可変式道路情報板設備(F型支柱及び門型支柱)、可変式速度規制標識設備(橋梁部及びF型支柱)、気象観測設備(橋梁部)、CCTV設備、トンネル内放送設備、電線路設備(橋梁部及びトンネル内横断)、ゲート上屋照明灯具、信号機、警告灯、その他設備、移動無線設備、非常電話設備(F型)、通信用線路設備(橋梁部及びトンネル内横断)、ハイウェイラジオ設備、路車間情報設備、スポット通信設備	75		

3. 保有性能評価の結果

現状、高速道路の管理では共通にまたは独自に定められた点検要領やマニュアルによって点検・評価がなされている³⁾。このような維持管理データは多年にわたって蓄積されている。本研究では、この豊富なデータを用いて実用的な保有性能評価手法を検討した。

ここでは、代表的な一トンネルについてその評価結果を示す。保有性能を評価するトンネルの概要は次のとおりである。供用開始年は1980年、延長1125m、スパン数は94、点検データは2008年を用いる。保有性能評価の例を図1および図2に示す。これらの結果から、図1のように定量的に評価できる性能項目と図2のようにグレーティング(AAやAなどの指標)によってのみ評価できる項目に分類されることがわかる。ここで、無筋覆工の漏水と内装板の胴縁(取付金具)は互いに関連するシステムリスクとなることが想定される。図2および図3より、44.3kp~44.4kpの漏水発生箇所では内装板の胴縁がA2の評価となり、関連するリスクとなっている。

キーワード：トンネル、道路、要求性能、維持管理

表2 構造物群の要求性能と性能代替指標の例(鉄筋コンクリート覆工, 監視員通路, 内装板, 坑門, 排水工)

	大項目	中項目	小項目	性能代替指標
鉄筋コンクリート覆工	耐久性性能	覆工材が劣化しない	覆工材が劣化しない	漏水による酸・塩類(硫酸・塩酸・酢酸)の流入の有無, 漏水によるカルシウムの溶脱, 含有塩分量, 中性化, 鉄筋露出
	利用者の安全性能	非常時に利用者が安全に避難できる	利用者が通路を安全に利用できる	ハンドレール(損傷, 腐食)
	構造安定性能	利用者の安全を直接脅かさない	手摺が劣化し車道に落下しない	ハンドレール(損傷, 腐食)
監視員通路	耐久性性能	常時作用する荷重に対して安定する	監視員通路下側壁のコンクリートのはく落が生じない	損傷状態(タイルなし, タイルあり)
	管理者の使用性能	必要な需要を満足するためのトンネル諸設備を設置できる	監視員通路下側壁が安定する	土圧に関する性能代替指標が定められないため一時保留
	管理者の維持管理性能	安全・容易に点検・清掃できる	監視員通路下側壁が安定する	衝撃力に対する抵抗力
内装板	利用者の安全性能	安全・容易に点検・清掃できる	点検作業が安全に行える	監視員通路壁の高さ
	利用者の利用性能	利用者に不快感・不安感を与えない	管理者が手摺を安全に使用できる	ハンドレール(損傷, 腐食)
	構造安定性能	常時作用する荷重に対して安定する	良好な視環境を保持できる	内装工の設置基準, 平均路面隆度
坑門	利用者の安全性能	安全・容易に点検・清掃できる	安全・容易に補修・補強できる	直張り内装板(脱落汚れ, 亀裂割れ)・タイル(浮きはくり), 浮かし張り内装板(脱落汚れ, 亀裂割れ), 胴縁(取付金具)(腐食, 破損, 脱落変形)
	利用者の利用性能	利用者に不快感・不安感を与えない	トンネルへの突入の際の安全性を確保できる	クレーム
	構造安定性能	常時作用する荷重に対して安定する	坑門が安定する	クレーム
排水工	利用者の安全性能	利用者の安全を直接脅かさない	排水水柱から漏水がない	直張り内装板, 浮かし張り内装板(パネル系内装板)
	構造安定性能	想定される荷重変化に対して安定する	地下水圧の上昇を防止するために横断排水工, 中央排水工が目詰まりしない	監視員通路の使用性, 規制の難易度, 不具合の見つけやすさ, 清掃の難易性
	管理者の維持管理性能	安全・容易に点検・清掃できる	排水水柱, 路側排水工の日常の巡回・点検・清掃が安全・容易にできる	構造的な補修・補強のしやすさ, 規制の難易性

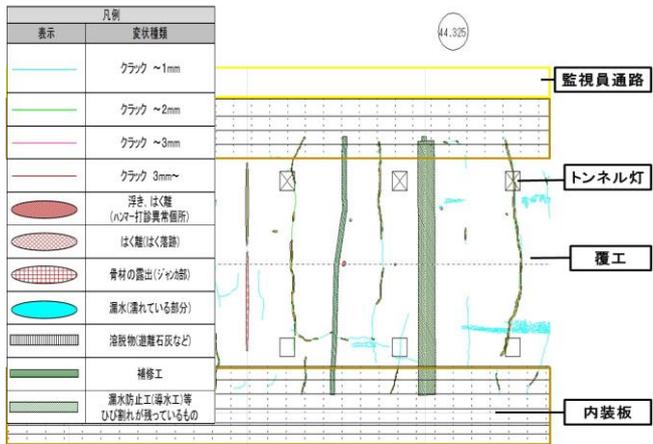


図4 総合的なトンネル展開図の例

4. まとめ

性能評価基準を明確化することによって, 各構造物どうしが関連するシステムリスクを顕在化することができる。今後はその関連性の強さを定量的に明らかにする必要がある。他方, 現在, トンネルの点検結果の分析では, 一般に覆工展開図を用いている。しかしながら, トンネル全体系のシステムリスクを分析するためには, 図4に示すように, トンネルを構成する構造物群や施設群の設置位置図を用いて総合的に監視する必要がある。

参考文献:

- 1) 滝川駿介, 巻田将聡, 森山守, 木村定雄: 高速道路トンネルの要求性能の規定化と実用的な性能評価基準の検討, 土木学会第68回年時学術講演会概要集, VI-116, 2012.9.
- 2) 土木学会トンネル工学委員会: トンネルライブラリー21 性能規定に基づくトンネルの設計とマネジメント, 土木学会, pp44~pp45, 2009.10.

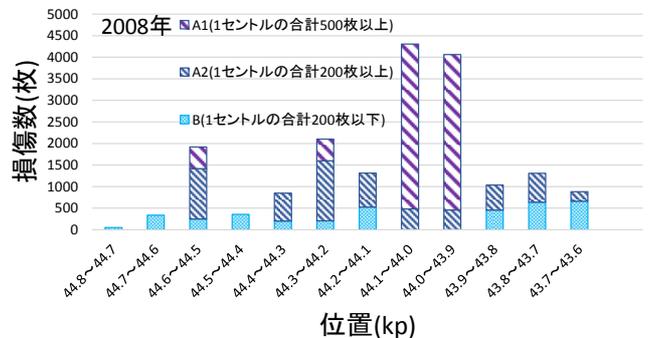


図1 通路下内装板(直張りタイルの浮き・はくり)

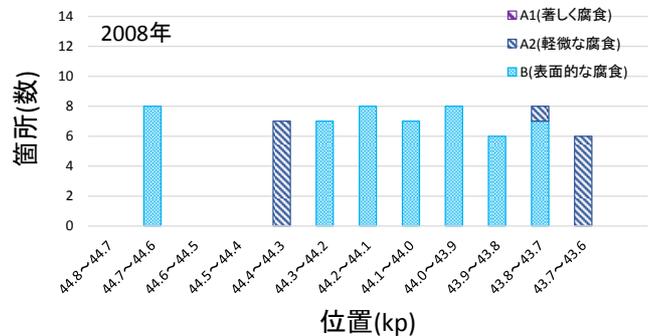


図2 内装板(内装板の胴縁の腐食)

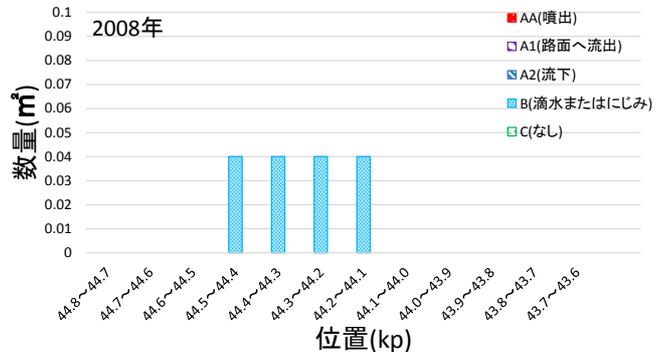


図3 無筋覆工(漏水)

- 3) 例えば, 中日本高速道路株式会社: 保全点検要領, 2012.04.