

点検データを用いた既存山岳道路トンネルの保有性能の評価

金沢工業大学 ○篠田 将希  
金沢工業大学 正会員 木村 定雄

1. はじめに

現在、トンネル分野で性能規定に基づくトンネル構造物の設計体系が整備されてきている<sup>1)</sup>。そこで、既往の研究において、図1および図2は、保有性能評価結果を示す。TPIの母集団が現行の点検評価基準を表現しており、性能規定に基づいた保有性能評価結果と現行の点検評価基準の整合性が確認された。一方、山田ら<sup>2)</sup>は山岳トンネルの健全度を表す指標を細分化、かつ定量化した新しい健全度判定表(案)の提案を行っている。

本研究では健全度判定表(案)によって評価された山岳道路トンネルの2時点間の点検データ(変状の多い21スパンと変状の少ない21スパン)を用いて保有性能評価を行い、その結果から変状の違う2種類のスパンの劣化進行に関する分析と、変状の多いスパンと変状の少ないスパンのグラフから、パラメータスタディの検討を行った。

2. 保有性能評価の概要

保有性能評価は健全度判定表(案)によって判定された山岳道路トンネルの覆工展開図より評価した。評価対象とした山岳道路トンネルの覆工展開図の例を図1に示す。評価は、山田ら<sup>3)</sup>が区分した変状の多いスパンと変状の少ないスパンを対象として、同じ箇所の12年度と16年度の2点間事で評価を行う。その結果から保有性能の分析を行う。保有性能評価はトンネル工学委員会が定めた、表1の階層分析法(Analytic Hierarchy Process)<sup>1)</sup>によって算出した重み係数である。今回は、評価できる項目を白とし評価できない項目を黄色とし評価を行った。保有性能評価結果は(1)に示すトータル性能インデックス=TPI<sup>1)</sup>として算出する。

$$TPI = \sum_{i=1}^n C_i \cdot P_i \quad (1)$$

ここで、TPI=トータル性能インデックス、C<sub>i</sub>=重み係数、P<sub>i</sub>=性能評価基準を示している。TPIには定量化が困難な評価項目とそうでない項目も、5段階のレイティン

表1 重み係数(山岳工法・道路トンネル:被験者)

大項目	中項目	小項目	重み係数
A 利用者の安全性能	A1 安全に走行できる	A11 良好な道路線形の確保	0.034(0.160)
		A12 ハンドルをとられない	0.086(0.188)
		A13 運転者の視認性が良好である	0.038(0.175)
	A2 利用者の安全を直接脅かさない	A21 コンクリートがはく落しない	0.068(0.178)
		A22 漏水を生じない	0.017(0.102)
		A23 適切な換気能力があり、利用者の健康を害さない	0.032(0.174)
B 利用者の使用性能	B1 快適に走行できる	B11 震工のクラックや漏水が見られない	0.013(0.221)
		B12 運行規制が不要とすることができる	0.023(0.153)
		B13 乗り心地がよい	0.022(0.149)
	B4 利用者に不快感・不安感を与えない	B41 震工のクラックや漏水が見られない	0.013(0.221)
		B42 必要な視認性を確保している	0.017(0.220)
		B43 圧迫感のない仕門	0.009(0.134)
C 構造安定性能	C1 常時作用する荷重に対して安定する	C11 震工が安定する(無筋コンクリート)	0.023(0.150)
		C12 震工が安定する(鉄筋コンクリート)	0.021(0.117)
		C13 地山が安定する	0.038(0.208)
	C2 必要な耐震性能がある	C21 震工が安定する	0.017(0.178)
		C22 地山が安定する	0.016(0.178)
		C23 震工が安定する	0.019(0.268)
C3 想定される加重変化に対して安定する	C31 地山が安定する	0.021(0.268)	
	C32 地山が安定する	0.021(0.159)	
	C33 一時的に地山が自立できる	0.010(0.159)	
C4 火災に対してトンネルが安定する	C41 火災時に震工の耐荷力が維持できる(後荷重が作用している場合)	0.010(0.158)	
	C42 火災時に震工の耐荷力が維持できる(耐火材を設置する場合)	0.010(0.157)	
	C43 火災時に震工の耐荷力が維持できる(耐火材を設置する場合)	0.010(0.157)	
D 耐久性	D1 防食性がよい	0.022(0.115)	
	D2 防食性がよい	0.035(0.165)	
	D3 コンクリートの耐久性に影響するひび割れを生じない	0.052(0.188)	
E 管理者の使用性能	E1 必要な交通容量を確保できる	0.022(0.197)	
	E2 トンネル設備を収容できる	0.017(0.197)	
F 維持管理性能	F1 安全・容易に点検・清掃ができる	0.039(0.190)	
	F2 容易に補修ができる	0.022(0.190)	
	F3 周辺への騒音が少ない	0.027(0.103)	
G 周辺への影響度	G1 周辺への騒音が少ない	G1 周辺への騒音が少ない	0.027(0.084)
		G2 地下水への影響が少ない	0.028(0.103)
		G3 坑口周辺への排気ガス影響が少ない	0.019(0.085)
	G4 坑口周辺への排気ガス影響が少ない	G4 坑口周辺への排気ガス影響が少ない	0.027(0.115)
		G5 地表面への影響が少ない	0.007(0.026)
		G6 仕門が周辺景観と調和する	0.007(0.026)
合計	1.000	1.000	1.000

図1 山岳道路トンネルの覆工展開図

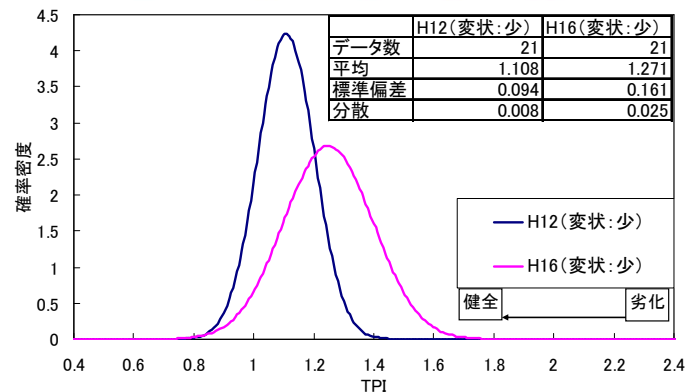
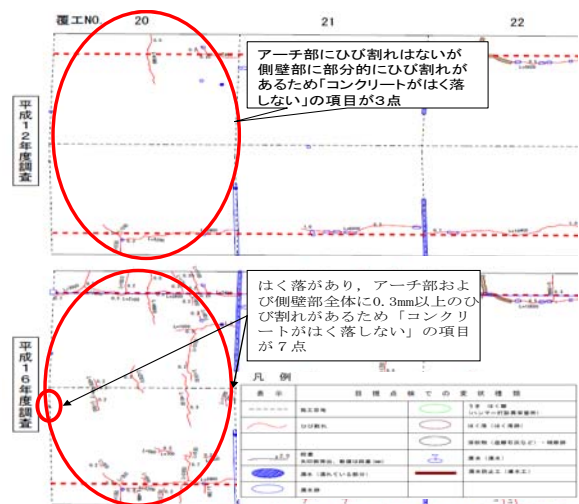


図2 TPI 評価結果(変状の少ないスパン)

キーワード: 山岳道路トンネル, 保有性能評価, AHP, 健全度判定

連絡先: 〒924-0838 石川県白山市八東穂 3-1 リサーチパーク内地域防災環境科学研究所 TEL: 076-274-7704

E-mail: s.kimura@neptune.kanazawa-it.ac.jp

グ (1性能が低下していないかもしくは低下していないと想定される, 2やや性能が低下している, 3性能が低下している, 4著しく性能が低下している, 5直ちに対策が必要) で表現した. 各々1点, 3点, 5点, 7点, 15点を暫定的に配点し1スパンごとのTPIを算出する.

### 3. TPIの評価結果と考察

経過年次の保有性能評価結果のグラフを図3と図4に示す. 経過年次による保有性能評価結果では, 変状の少ないスパンは4年間で平均が1.108から1.271へ増加し, ボラティリティが0.008から0.025へと広がっている. 変状の多いスパンは平均が1.324から1.511へ増加し, ボラティリティが0.011から0.012へと広がっている.

以上の結果より, 両スパンで平均が増加していることから劣化が進行していることがわかる. 変状の少ないスパンのボラティリティが広がっているのは, 元々TPIが低かったスパンが4年後, 一部のTPIが著しく評価が高くなり, バラツキが生じたと考えられる. 変状の多いスパンにボラティリティの広がりが無いのはH12年度の時点で変状が多いため評価が高く, そのため一部のスパンで構造的な評価が高くなったとしても他のスパンでは違う評価項目が高くなることにより平均は増加したがバラツキは生じなかったと考えられる. 次に, 変状の多いスパンと変状の少ないスパンの保有性能評価結果を表したグラフを図5と図6に示す. 黒の線は棄却域を表す. 片側検定で $1.645\sigma$ として計算を行った結果, H12年度とH16年度の変状の多いスパンと変状の少ないスパンは棄却域を超えて, 互いの分布領域をおかしている. パラメータスタディの検討では, 図4のH12年度の変状の少ないスパンでは棄却域が1.263なのに対して変状の多いスパンが1.149なのでその差の0.114がどちらの領域か不明であることがわかる. 図5のH16年度の変状の少ないスパンでは棄却域が1.536なのに対して変状の多いスパンは1.326なのでその差の0.21がどちらの領域か不明であることがわかる. 以上より, 互いの分布領域をおかしているTPIはどちらの評価になるのかわからないため, 今後配点基準を検討し, 正規分布の独立性を検討しなければならない.

### 4. おわりに

本研究は保有性能評価を用いて山岳道路トンネルの経年劣化に関する分析を行った. その結果, 4年間で

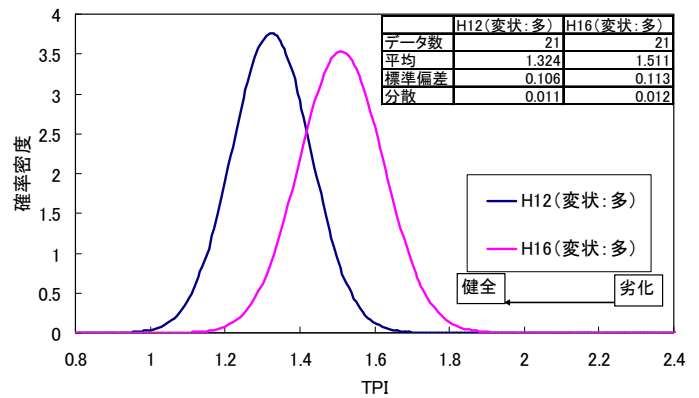


図3 TPI評価結果 (変状の多いスパン)

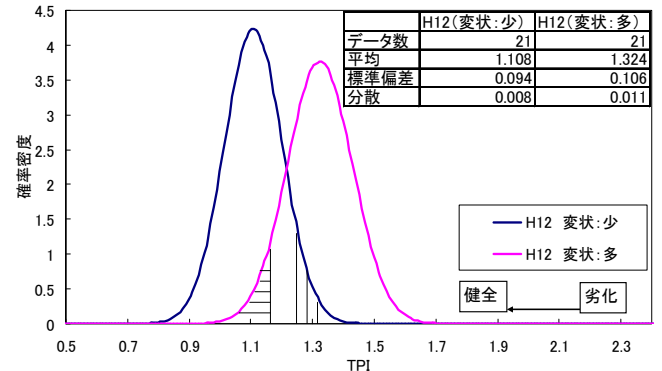


図4 TPI評価結果 (H12年度)

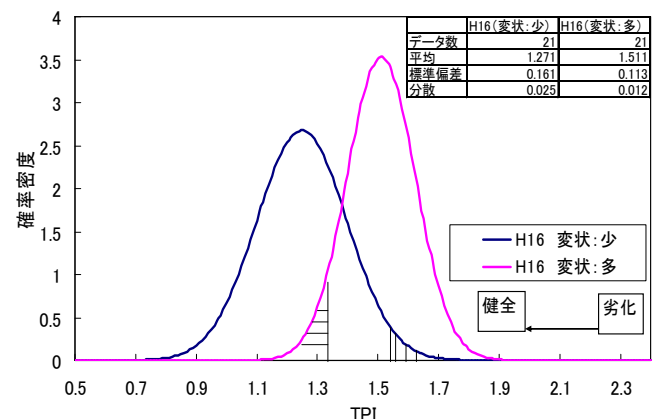


図5 TPI評価結果 (H16年度)

両スパンで劣化が進行していることがわかる. また, 今回, 性能評価基準が暫定的な配点であったため, 今後お互いの棄却域が独立するような性能評価基準の配点を検討する必要がある.

### 参考文献

- 1) 土木学会: トンネルの維持管理, トンネルライブラリー第21号, pp99-109, 2009. 10.
- 2) 木村定雄, 安田亨: トータル性能インデックスによる既存トンネルの保有性能評価, 建設マネジメント勉強会サマースクール 2009, pp125-137, 2009.
- 3) 山田浩幸, 駒村一弥, 山本雅広, 田中康弘: 山岳トンネルにおける健全度評価と劣化予測に関する一考察, 地下空間シンポジウム, pp1-10, 2006. 10.