

性能規定に基づく地下鉄シールドトンネルの健全度評手法の検討

金沢工業大学大学院 学生員○横山 正浩
金沢工業大学 正会員 木村 定雄

1. はじめに

トンネルの維持管理では、点検評価(以下、現行法)がなされ、これを基に補修・補強の対策方法やその時期を定める管理が実施されている。一方、既存のトンネルの維持管理において、要求性能を具体的に定めて定量的に性能を評価する試みが提案されている¹⁾。また、このような性能規定に基づくマネジメント手法、すなわち補修・補強の対策時期を意思決定する手法が検討されている。これまでに筆者らは、性能規定に基づくマネジメント手法の体系の確立を目指して、その手法を検討してきている²⁾。表1は要求性能の例を示したのもであり、維持管理段階での要求性能を具体的に階層化している¹⁾。

本報告はシールド工法によって構築された既存の地下鉄トンネルの性能を階層分析法によって定量的に評価することを試みた結果について述べたものである。

2. 性能評価手法の概要

既存の地下鉄シールドトンネルの覆工展開図等の点検結果をもとに性能評価を行った。性能評価にあたっては5段階のレーティング手法を適用した。まず、要求性能小項目¹⁾ごとに、階層分析法(AHP)²⁾により定めた重み係数と評価点とを乗じて単位延長あたりの評価点を算出した。重み係数はシールドトンネルに精通する高度技術者 29 名のアンケート結果によって個々の要求性能の重要度を定めた。さらに、その評価点をトンネル延長にわたって合計してトンネルの延長にわたる評価を総合評価点として整理した。本試行では2つのトンネルを対象とした。単位延長は一次覆工のみの場合はセグメント1リングごとに、また二次覆工が施工されている場合は1スパン=10mごととした。評価の結果として、十分に性能を満足している場合は総合評価点が1点となる。総合評価点の算出にあたっては、覆工展開図より評価できない項目は他の項目に影響しないように1点を与えた。また、性能評価結果と現行法の健全度評価³⁾の結果の整合性をあわせて検討した。

表1 要求性能(シールド工法・鉄道)¹⁾

目的(機能)	性能(要求性能)	
	大項目	中項目
所定の供用期間中に車両を安全・快適・円滑に走行させることができる	利用者の安全性能	利用者が安全に走行できる 安全に走行できる 利用者の安全を直接脅かさない 非常時に利用者が安全に避難できる
	利用者の使用性能	利用者が快適に走行できる 乗り心地がよい 利用者に不快感や不安感を与えない 常時作用する荷重に対して安定している
	構造安定性能	想定される荷重に対して安定している 必要な耐震性能を有する 想定される荷重の変化に対して安定する 想定される施工時荷重に対して安定する
	耐久性能	想定される劣化要因に対して耐久性がある 防食性がよい コンクリートが劣化しない 止水性がよい
	管理者の使用性能 ^{b)}	管理者が適切に供用(使用)できる 必要な需要を満足する 列車が安定的に走行できる 列車運行のための諸設備が確実に移動できる
	維持管理性能	適切な維持管理が確実にこなされる 安全・容易に点検できる 安全・容易に補修・補強できる
	周辺への影響度	周辺への影響度が最小限に抑えられる 地下水への影響が少ない 周辺地盤への影響が少ない 周辺物件への影響が少ない 周辺での騒音・震度が少ない

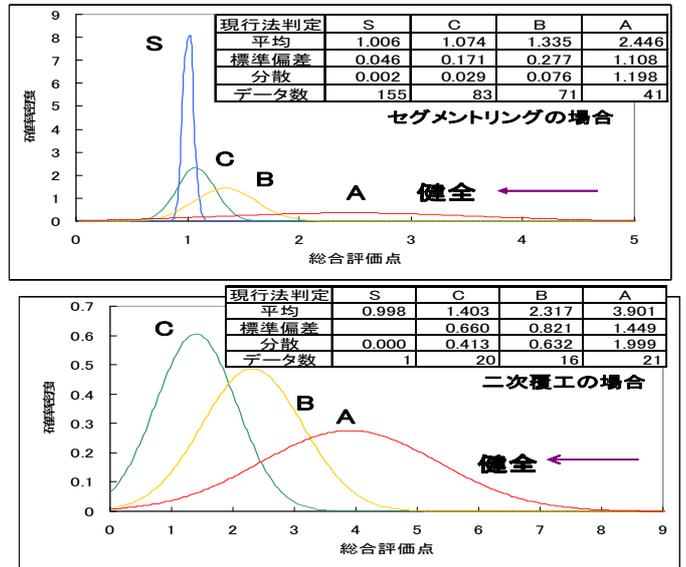


図1 現行法の判定区分ごとの総合評価点の分布

3. 性能評価結果およびその考察

図1は現行法による判定結果ごとに、AHPで求めた総合評価点の分布を示したものである。性能評価から求めた総合評価点は現行法の総合結果をほぼ表現しており、健全度区分ごとに総合評価点の母集団が分かれている。また健全度の低下が大きいほどボラティリティが大きくなっている。次に総合評価点を決定づけた要求性能大項目および要求性能中項目ごとに、どの性能項目が総合評価点に影響しているか、その要因を調べた。図2~図5はそれらの結果を示したものである。また、図6は現行法の判定結果の影

キーワード：トンネル、性能規定、維持管理、アセットマネジメント、階層分析法

連絡先 〒924-0838 石川県白山市八東穂 3-1 地域防災環境科学研究所 TEL：076-274-7704 FAX：076-274-7102

影響要因を整理したものである。まず、セグメントリングの性能評価結果の一例を分析する。現行法による B 判定の要求性能大項目の結果をみると、“利用者の安全性能”と“耐久性能”が主な影響要因となっている。次に要求性能中項目をみると、“鋼材の防食性がよい”と“利用者が安全に走行できる”が主な影響要因となっている。以上から、セグメントリングの健全度評価をする上での主な影響要因は“列車が安全に走行できる”等で表わされる“利用者の安全性能”や“鋼材の防食性がよい”に代表されるセグメントリングの“耐久性能”であることがわかる。また、このことは要求性能大項目と要求性能中項目の結果が整合することを意味し、性能を細分化するほど、より具体的な性能指標で照査できる可能性を示している。次に二次覆工の性能評価結果の一例を分析する。現行法による A 判定の要求性能大項目をみると、“利用者の安全性能”と“構造安定性能”が主に影響している。要求性能中項目をみると“常時作用する荷重に対して安定している”と“利用者の安全を直接脅かさない”が主な影響要因となっている。これより、二次覆工の場合はセグメントリングの場合とは異なり、“利用者の安全性能”とともに“構造安定性能”についても影響している。二次覆工の場合、表面のひび割れがセグメントリングの場合に比べて多く、それが影響しているためと考えられる。次に現行法による性能評価結果と前述した性能評価結果について考察する。現行法の健全度評価では、ひび割れ、鉄筋露出および漏水を代替とする変状要因を指標として評価している。本分析におけるこれらの指標は要求性能小項目の性能照査代替指標として位置づけられ、前述の性能評価結果と整合していることを確認している。

謝辞

本調査に際し、鉄道シールドトンネルの貴重なデータを提供して頂いた東京地下鉄(株)の諸氏に謝意を表します。

参考文献

- 1) 地下空間委員会・トンネル工学委員会：地下構造物のライフサイクルデザイン/マネジメンター時代に求められる良質な地下構造物のつくり方とつかい方のトレンドー，土木学会全国大会，研究討議会資料，p.18, 2007.9.
- 2) 木村定雄，安田亨：トンネルの性能規定化の動向とマネジメント，サマースクール 2008 建設マネジメントを考える，pp.109～119, 2008.8.
- 3) 東京地下鉄株式会社：建造物検査規則，2004.4

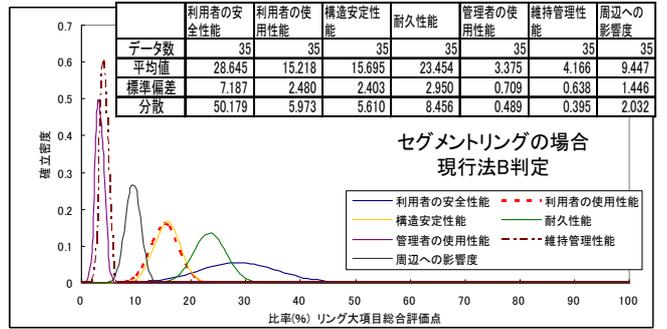


図 2 要求性能大項目の影響要因分析結果

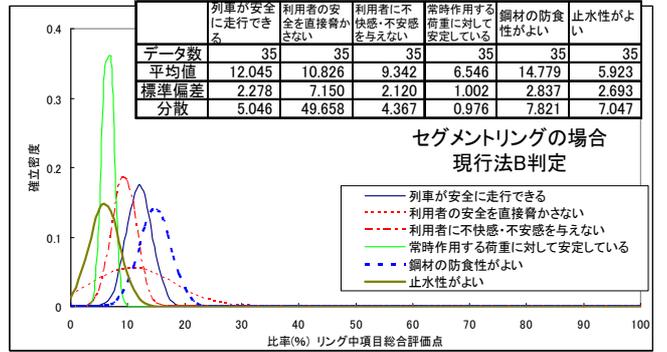


図 3 要求性能中項目の影響要因分析結果

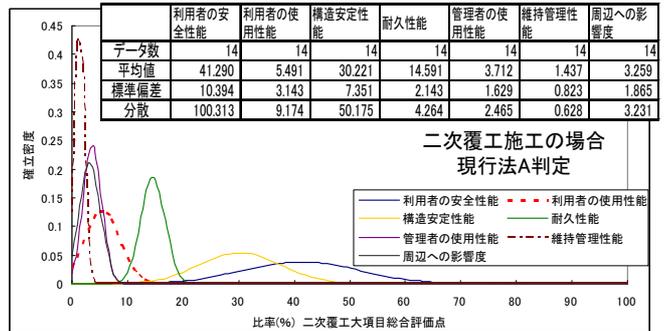


図 4 要求性能大項目の影響要因分析結果

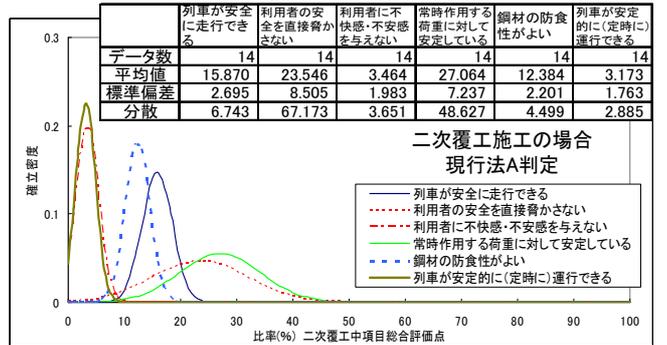


図 5 要求性能中項目の影響要因分析結果

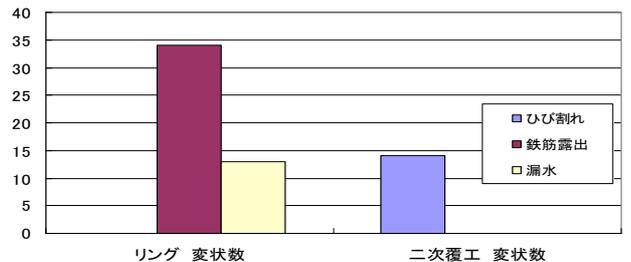


図 6 現行法による路線 A の判定結果の例