

AHP を用いた健全度判定メカニズム分析

東京地下鉄（株）	正会員○小川大貴	東京地下鉄（株）	非会員 今泉直也
東京地下鉄（株）	非会員 根本早季	東京地下鉄（株）	非会員 榎谷祐輝
東京地下鉄（株）	非会員 田中 đại		
産業能率大学総合研究所	非会員 富沢日出夫	株式会社 GA technologies	非会員 福中公輔

1. はじめに

東京地下鉄株式会社では、土木構造物の検査は検査員が「鉄道構造物等維持管理標準」¹⁾等に基づき、目視や打音にて確認し、健全度判定を行っている。しかしながら、検査員のもつ経験、知識により判断の仕方にバラつきが生じている。以上を鑑み、前回「ひびわれ」を対象とした階層分析法（AHP：Analytic Hierarchy Process）を用いた健全度判定メカニズムの結果について報告したが²⁾、今回は対象変状を広げて検討を行ったので、これについて報告する。

2. 評価基準の洗出し

本研究では、変状写真から比較的健全度の判断が可能な「鉄筋露出」及び「漏水」を対象変状とした。評価基準の洗出しには、リスク判定時に検査員が有する知識経験の検索・照合を行い、検査員が持っている価値観や観点を十分に探り出すことが必要であった。そこで、写真－1、2のような変状写真を複数枚熟練検査員に提示し、健全度判定の際に着目している評価基準・要素の洗い出しを行った。その例を図－1、2に示す。

評価基準	位置	腐食	...
要素	ハンチ	ボロボロ	
	中柱・縦桁	腐食が確認できる	
	⋮	⋮	

図－1 評価基準・要素の例（鉄筋露出）



写真－1 インタビュー使用写真（鉄筋露出）

評価基準	影響範囲	漏水の量	...
要素	レール	にじみ	
	架線	流出有り	
	⋮	⋮	

図－2 評価基準・要素の例（漏水）



写真－2 インタビュー使用写真（漏水）

3. 評価基準に関する合意形成

評価基準に関する合意形成に際し、抽出した評価基準をどのような優先順位で判断材料としているか、判断基準の重要度推定を行った。評価基準の一覧表から一対比較によりどちらがより重要かを集団討議により判定した。ここでの原則として、討議参加者全員の合意が得られるまで意見交換を繰り返した。この検討には、オペレーションズリサーチの一分野で AHP と呼ばれる意思決定手法を応用した。AHP の大きな特徴として、人の主観に基づいた分析を行うことにある。

キーワード 地下鉄トンネル,維持管理,AHP,
連絡先〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 東京地下鉄株式会社 工務部土木課 03-3837-7230

そのために、第1段階として主観を分析するための数値化が必要であり、これに一对比較法を用いた。一对比較法とは具体的な数値に置き換え難い主観的な評価を、2つの項目ずつ取り出し、最終目標のためにはどちらがどの程度重要かという評価を与えることで、統計的な方法で重要度（ウェイト）を計算する方法である。評価基準の一对比較結果を行列と見なし、これを固有値分解して算出した主固有ベクトルをその総和で除したものとしてウェイトを表現する³⁾。算出した評価基準のウェイトを表-1、2に示す。同様に要素のウェイトも算出した。

表-1 評価基準の固有値法ウェイト（漏水）

	影響範囲	漏水の量
固有値法ウェイト	0.833	0.167

表-2 評価基準の固有値法ウェイト（鉄筋露出）

	防錆剤	広さ	位置	腐食	深さ
固有値法ウェイト	0.032	0.18	0.063	0.477	0.248

4. AHP 分析結果

総合ウェイトを評価基準のウェイトに要素のウェイトを乗じたものをすべて合計して算出し、検査にて判定した健全度判定と比較した結果を表-3、4に示す。総合ウェイトの値が大きいくほど、健全度判定ランクが高いと想定している。表-3、4から、熟練検査員による健全度判定結果と総合ウェイトの評価結果に大きなずれはなく、洗い出した評価基準はおおむね妥当であったと考えられる。

表-3 判定結果と総合ウェイト（漏水）

No.	熟練検査員の判定結果	総合ウェイト
1	A2	0.432353
2	B	0.158175
3	B	0.139137
4	C	0.0178008
5	C	0.021684

表-4 判定結果と総合ウェイト（鉄筋露出）

No.	熟練検査員の判定結果	総合ウェイト
1	A2	0.473647
2	C	0.159121
3	C	0.188385
4	B	0.295831
5	C	0.184712

5. まとめ

本研究では、AHP を用いて、鉄筋露出および漏水を対象とした健全度判定メカニズムの分析を行った。分析の結果、熟練検査員による評価基準の洗い出しは概ね妥当であることが分かった。今後は、実検査で行われた判定結果と変状判定のための基準・要素との対応関係、AHP による総合得点との対応関係、AHP 総合得点の明確な閾値を決定することを目標に、決定木分析等を用いた定量的データ解析を行う。

参考文献

1) 国土交通省鉄道局, 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等維持管理標準
2) 小川ら：AHP を用いた健全度判定メカニズム分析、土木学会第 73 回年次学術講演会 VI-417 2018
3) Thomas L. Satty, How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process, European Journal of Operational Research 48(1990)9_26