

AHP を用いた健全度判定メカニズム分析

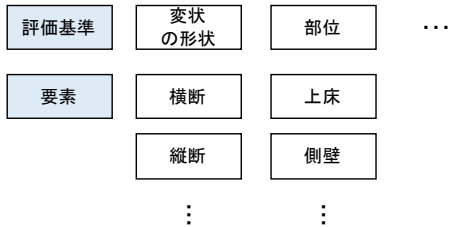
東京地下鉄（株） 正会員○小川大貴 東京地下鉄（株） 非会員 今泉直也
東京地下鉄（株） 非会員 小坂堯史 東京地下鉄（株） 非会員 菅原健
産業能率大学総合研究所 非会員 富沢日出夫 産業能率大学総合研究所 非会員 福中公輔

1. はじめに

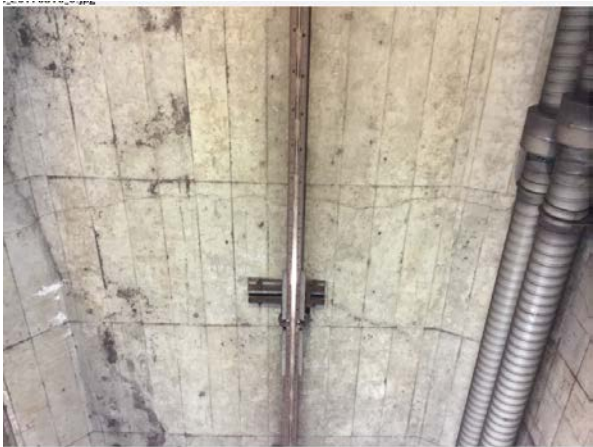
東京地下鉄株式会社では、土木構造物の検査は検査員が「鉄道構造物等維持管理標準」¹⁾等に基づき、目視や打音にて確認し、健全度判定を行っている。しかしながら、検査員のもつ経験、知識により判断の仕方にバラつきが生じている。以上を鑑み、階層分析法（AHP：Analytic Hierarchy Process）を用いた健全度判定メカニズムの形式知化を図った。

2. 評価基準の洗出し

本研究では、他の変状と比べ、形態・発生部位などが多岐に渡る「ひび割れ」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のような変状写真を複数枚熟練技術者6名に提示し、2人1組でインタビューし、健全度判定の際に着目している評価基準と下位概念である要素の洗出しを行った。評価基準・要素の例を図－1に示す。



図－1 評価基準・要素の例



写真－1 インタビュー使用写真

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。熟練技術者6名で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。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、これに一対比較法を用いた。一対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、

表－1 一対比較値

1	両方の項目が同じくらい重要
3	前者の方が後者より若干重要
5	前者の方が後者より重要
7	前者の方が後者よりかなり重要
9	前者の方が後者より絶対的に重要

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

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。例えば、意思決定者に「ひび割れの形状はひび割れの幅に比べてどのくらい重要であるか」を質問し、その程度を「同じくらい」「若干」「かなり」「絶対的に」などの副詞を用いて評価を行う。そのとき表－1に示す整数とその逆数を用いて表現する。なお、2・4・6・8を補完的に用いることもできる。評価基準の一对比較結果（表－2）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²⁾。算出した評価基準のウェイトを表－3に示す。同様に要素のウェイトも算出した。

表－2 評価基準の一对比較結果

	変状 の形状	部位	幅	ひび周辺 の状態	発生分布
変状 の形状	1	1/3	1/7	1/5	1/7
部位	3	1	1/5	1/4	1/7
幅	7	5	1	5	1/3
ひび周辺 の状態	5	4	1/5	1	1/7
発生分布	7	7	3	7	1

表－3 評価基準の固有値法ウェイト

	変状 の形状	部位	幅	ひび周辺 の状態	発生分布
固有値法 ウェイト	0.034	0.058	0.282	0.117	0.509

4. AHP 分析結果

図－2のように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－4に示す。総合ウェイトの値が大きいほど、健全度判定ランクが高いと想定している。表－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。

総合
ウェイト

=

評価基準
のウェイト

×

要素の
ウェイト

+

評価基準
のウェイト

×

要素の
ウェイト

...

変状
の形状

×

横断

+

部位

×

上床

...

0.034

×

0.107

+

0.058

×

0.106

...

図－2 総合ウェイト算出方法

5. まとめ

本研究では、AHP を用いて、ひび割れ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)Thomas L. Satty, How to make a decision:The Analytic Hierarchy Process, European Journal of Operational Research 48(1990)9_26

表－4 判定結果と総合ウェイト

No.	熟練検査員 の判定結果	総合ウェイト
1	A2	0.4124
2	C	0.2561
3	B	0.2941
4	B	0.3912
5	C	0.1062