

橋梁補修優先度順位付けにおける AHP ガイドラインの検討

秋田大学 学生会員 ○桑机 友翔

鳥取大学 正会員 江本 久雄

福島工業高等専門学校 正会員 浅野 寛元

1. はじめに

我が国の橋梁は高度経済成長期に集中的に建設された。また、橋梁に投資可能な財源は有限であり、インフラに用いる財源も長期的に減少傾向である。橋梁補修優先度順位付けには、上記の橋梁の長寿命化および維持管理費用のような相反し得る複数の重要項目を統合可能な手法が求められている。意思決定手法である階層分析法(Analytic Hierarchy Process, 以下 AHP)はこれが可能であり、AHP を橋梁補修優先度順位付けに役立てるためには、実用化に向けた具体的なガイドラインの検討が必要である。そこで本研究では、橋梁補修優先度順位付けに AHP を用いる際の使用方法、必要なデータ数、データの質の調査および、データマイニング手法であるラフ集合を用いた分析を行うことで、橋梁補修優先度順位付けにおける AHP ガイドラインの検討を行う。

2. AHP を用いた補修優先度順位付け

2.1 概要

AHP とは、1977 年に T.L.サーティイによってはじめられた意思決定法で複数の評価基準から相対的な重要度(優先順位等)を定量的に計測する意思決定手法である¹⁾。本研究は、AHP 手法の中の一対比較法を用いて進める。一対比較法とは、ある意思決定問題について、「目的 - 基準 - 代替案」と階層化しておき、一対比較を通じて、基準の重みおよび各基準からみた代替案の相対評価を求め、各階層を総合化する意思決定手法である。

2.2 評価基準の設定

本研究の評価基準は、管理者側の視点として、「橋梁の損傷状況」、「緊急輸送路の指定」、「桁下空間の利用状況」、「橋長」、「供用年」を、利用者側の視点として、「自動車交通量」、「迂回路の距離」を設定した。

2.3 評価基準の重みおよび橋梁の評価値の算出

評価基準の重みおよび橋梁の評価値は、一対比較により算出した。評価基準の一対比較には、橋梁の維持管

理業務に携わる役所 A, 役所 B, コンサル C, 解析会社 D に所属する有識者 29 名に行ったアンケートを用いた。また、重みの整合性は式(1)に示す C.I. で評価する。

$$C.I. = \frac{\text{固有値} - \text{項目数}}{\text{項目数} - 1} \quad (1)$$

本研究においては、C.I.<0.15 の時、整合性が取れているものとする。

2.4 総合評価値の算出

算出した評価基準の重みおよび橋梁の評価値を総合化することで橋梁の総合評価値を算出する。総合評価値が高い程、補修優先度順位が高い。

3. 橋梁補修優先度順位付けに AHP を用いる際のデータの質と量の検討

必要なデータの量については、全てのデータから得ることのできる補修優先度順位と結果が同等となる人数を調査することで、AHP に必要なデータ数を算出する。本研究において、この人数を収束人数とする。データの質は、データを取った方の所属と維持管理業務における経験年数によりデータを分類し、収束人数の把握を行うことで検討する。

4. ラフ集合

4.1 概要

ラフ集合は 1982 年に Z.Pawlak によって提唱されたデータマイニング手法であり²⁾、対象の程よい尺度による分類が可能である。本研究では、ラフ集合の中の結論にもとづく極小ルールの抽出を用いる。この時、結果は If-Then ルール(○○の時、△△である。)で表され、If の部分を条件部と呼び、Then の部分を決定クラスと呼ぶ。ルール抽出の際は、矛盾を含まない下近似を用いる。

4.2 C.I.を用いたルール条件部の評価方法

本研究では、決定ルール条件部の C.I.を用いて抽出したルールを評価することで、有用なルールの選別を行う。決定ルール条件部の C.I.とは、そのルールの結論と同じ決定クラスの対象数のうちでそのルールに当ては

キーワード ガイドライン, 階層分析法, 補修優先度, ラフ集合, アンケート, 評価基準

連絡先 〒680-8550 鳥取県鳥取市湖山町南 4 丁目 101 TEL : 080-5228-3478(桑机) 090-8360-7669(江本)

まる対象数の占める割合のことである。ここで、ラフ集合と AHP の C.I.は別物である。

5. 結果と考察

橋梁の維持管理に携わる有識者 29 名にアンケートを行った結果、整合性が取れているのは 29 名中 9 名と少なかった。C.I.は数式で誰でも簡単に算出できると同時に、AHP の整合性ををはかる重要な値であり、AHP ガイドラインの項目に必須である。そのため、整合性の取れているデータが少なかった原因の明確化が求められる。

表 1 に各分類における収束人数の検討を示す。表 1 をみても、収束人数の測定はほとんどの分類で出来ていないため、各分類内でも結果にまとまりがなかったということであり、整合性が取れていないデータが多い原因はアンケートにあると考えられる。

本研究におけるアンケートでは、数値として、1, 3, 5, 7, 9 およびその逆数しか用いていない。そのため、回答者が実際に用いたい数字を用いることが出来ない可能性がある。また、言葉のみによる一対比較では感性の違いが如実に表れる。これが原因であれば、アンケートで用いる数字の選好が大きい程、整合性は取れなくなると考えられる。この仮説を検証するため、ラフ集合を行う。表 2 にラフ集合におけるカテゴリーデータを、表 3 にラフ集合で抽出されたルールを示す。

決定クラス F2(整合性無)に対して得られたルールは、①5, 1/5 の数が 10 個以上の時。②7, 1/7 の数が 10 個以上の時。③9, 1/9 の数が 10 個以上の時であった。本研究においては矛盾を含むルールは導出しないため、

表 1 各分類における収束人数の検討

分類	データ数(人)	収束人数(人)
全体	29	なし
役所	15	14
民間	14	10
役所A	9	なし
役所B	6	なし
コンサルC	6	なし
解析会社D	8	なし
役所・3年以上	8	なし
役所・2年以内	7	なし
民間・9年以内	5	なし
民間・10～19年	5	3
民間・20年以上	4	なし

表 2 ラフ集合におけるカテゴリーデータ

	アイテム	カテゴリー	
		1の数(A)	10個以上(A2)
条件部	3,1/3の数(B)	0~9個(B1)	10個以上(B2)
	5,1/5の数(C)	0~9個(C1)	10個以上(C2)
	7,1/7の数(D)	0~9個(D1)	10個以上(D2)
	9,1/9の数(E)	0~9個(E1)	10個以上(E2)
	決定クラス	CI値:整合性(F)	CI値<=0.15:有(F1)

表 3 ラフ集合により抽出されたルール

[整合性(F)]が[F2]となるルール	1の数(A)	3,1/3の数(B)	5,1/5の数(C)	7,1/7の数(D)	9,1/9の数(E)	C.I
5の数(C) = C2			C2			5 / 20
9の数(E) = E2					E2	3 / 20
7の数(D) = D2				D2		3 / 20

上記のルール条件部を満たす際に、整合性の取れているデータは存在しなかったということである。アンケートに問題が無ければ、数字の選好と整合性の間に関係性はないはずである。したがって、アンケートに問題があり、仮説は正しかったと考えられる。そのため、アンケートの改善が求められる。また、アンケートにおいては比較がしづらい点についても改善が望まれる。

6. まとめ

本研究では、橋梁補修優先度順位付けに AHP を用いる際のデータ数およびデータの質の検討を行うと共に、得られた結果をラフ集合によって追及することで、橋梁補修優先度順位付けにおける AHP ガイドラインの検討を行った。本研究で判明したことは、以下の 6 つである。(1)言葉のみによる一対比較では、整合性が取りにくい。(2)アンケートに用いる数字が粗い場合、整合性が取りにくい。(3)回答者にアンケートに慣れていただかないと、回答者が思っている重みと実際の重みに差異がでる。(4)橋梁の評価基準同士の比較方法が曖昧だと、結果も曖昧なものになる。(5)本研究では、全体の収束人数を測定できなかった。(6)本研究における分類後の収束人数は、民間が 14 人、役所が 10 人、民間で経験年数が 10～19 年の場合は 3 人であった。それ以外では収束人数の測定ができなかった。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、福島県いわき市役所、福島県南相馬市役所、株式会社東日本建設コンサルタント、JIP テクノサイエンス株式会社のみなさまには、アンケートにご協力いただきました。ここに深謝します。

参考文献

- 1) 高萩栄一郎, 中島信之: Excel で学ぶ AHP 入門, 株式会社オーム社, pp.1~32, 2005
- 2) 森典彦, 田中英夫, 井上勝雄: ラフ集合と感性, 海文堂出版株式会社, pp.1~26, 2006