AHP による利用者と管理者の 2 視点に基づく補修優先順位付けに関する研究

福島工業高等専門学校　正会員　○江本　久雄
福島工業高等専門学校　学生会員　猪狩　吉弘

１．はじめに

我が国の橋梁は，その多くが高度経済成長期に集中的に建設されており，橋梁の余寿命等を考えると，近い将来橋梁の維持修繕費用の大幅な増加が懸念される．福島県の橋梁においても全国と同様に，高度経済成長期に集中的に建設されており，2013 年時点で 4561 橋を管理している．そのうち建設後 50 年を経過する橋梁は全体の約 18%である．しかし，2033 年には約 69%へ急速に増加することが分かる [1]．このような背景から，福島県は今後効率化や高度化が求められる橋梁の維持修繕に関して標準となる指針を示し，各橋梁の長寿命化を図ることを目的とした「橋梁補修調査設計要領（案）」[2]を平成 25 年 3 月に策定し，課題に取り組んでいる．維持管理計画を策定するためには先程の要領に従った点検結果から，補修計画の立案をする必要がある．

そこで，本研究は，意思決定手法の一種である階層分析法（Analytic Hierarchy Process，以下 AHP）を用いて，橋梁の健全度を評価し，補修優先順位付けの検討を行うものである．

２．AHP による補修優先順位付けの考え方

国土交通省により，5 年に 1 回の点検が義務化され，今後点検データが蓄積されていく．そこで，目視点検を行った橋梁に対して補修計画などの維持管理計画を立てることが必要となる．しかし，計画を立案するためには，点検データの他，各橋梁の利用状況や特性などを考慮しなければならず，複雑化することが予測される．そこで，橋梁の補修優先順位の決定のため，検討方法として AHP という手法を用いて評価基準をもとに優先順位を決定する．AHP では，評価基準の一対比較を行い，代替案を別々に評価するため，多数の橋梁を評価でき，今後増加する点検データや年々変化する橋梁の劣化状況に対応できる．

３．AHP の手順

３．１　AHP の概要

AHP とは，1977 年に T.L.サーティによってはじめられた意思決定法である [3]．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，目的 - 基準 - 代替案と階層化しておいて，一対比較を通じて，基準の相対評価を各基準からみた代替案の相対評価を求める．そして，それらを階層に沿って総合化するといった手法であり，言葉を通じて一対比較を行うことが特徴である．

３．２　評価基準の設定

補修優先順位付けを行うにあたり，橋梁管理者の視点のみでなく，利用者側の視点からの評価も重要である．そのため，利用者側の視点として，「自動車交通量」と「迂回路の有無」を設定し，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」を評価基準として設定した．

３．３　評価項目の一対比較

階層分析法では，評価基準の一対比較の結果が評価結果に直接反映される．そのため，評価基準の一対比較は，橋梁の点検業務に携わっている有識者数名にアンケート調査を行い，その結果を用いるものとした．アンケートの対象者は，研究者 1 名と，建設コンサルタント 2 名，いわき市役所職員 3 名（整合性に問題があったため，1 名のみの採用）とした．

３．４　重みの計算

本研究で使用する評価基準の重みは，有識者からのアンケート調査の結果をもとに設定するものとした．また，設定した重みの整合度 C.I.は次式を用いて算定する．

キーワード　橋梁，階層分析法，補修優先順位，防災，長寿命化
連絡先　〒970-8034　福島県いわき市平上荒川字長尾 30　TEL: 0246-46-0808(江本)

© Japan Society of Civil Engineers

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

サーティの経験則より，C.I.≦0.10～0.15 であれば一対比較は整合的だと認められる．

３．５　評価値の総合化

算出した重みをもとに評価値を算出し，値が高い橋梁ほど補修優先度が高い橋梁とする．

４．AHP による優先順位付けの方法と調査方法

設定した評価基準の一対比較を行うため，**図 1** に示すようなアンケート用紙を用いて，有識者にアンケート調査を行った．ここでは，設定した 5 つの評価基準に対して，その基準が 9 段階評価のうち，どの程度にあたるかを評価していただいた．

	左の項目が圧倒的に重要	左の項目がうんと重要	左の項目がかなり重要	左の項目が少し重要	左右同じくらい重要	右の項目が少し重要	右の項目がかなり重要	右の項目がうんと重要	右の項目が圧倒的に重要	
	9	7	5	3	1	1/3	1/5	1/7	1/9	
自動車交通量										迂回路の有無
自動車交通量										橋梁の損傷状況
自動車交通量										緊急輸送路の指定
自動車交通量										桁下空間の利用状況
迂回路の有無										橋梁の損傷状況
迂回路の有無										緊急輸送路の指定
迂回路の有無										桁下空間の利用状況
橋梁の損傷状況										緊急輸送路の指定
橋梁の損傷状況										桁下空間の利用状況
緊急輸送路の指定										桁下空間の利用状況

図 1　アンケート用紙（一対比較）

その結果を**図 2** に示すような重みの計算表に入力し，各評価基準の重みを算出した．ここでは各評価基準において総積を求め，幾何平均を算出し，和が 1 になるよう幾何平均を正規化したものを重みとした．同様にして評価対象間における評価値を算出した．最後に，**図 3** に示すように評価対象の評価値と各評価基準の重みの積を求め，それの和を総合評価値とし，値が大きいものほど補修優先順位が高い橋梁とした．

1×0.2×1×1×7　　4乗根　　和が1になるように正規化

	自動車交通量	迂回路	損傷状況	緊急輸送路	桁下空間	総積	幾何平均	評価値
自動車交通量	1	0.200	1	1	7	1.4	1.0696	0.1647
迂回路	5	1	1	1	9	45	2.1411	0.3296
損傷状況	1	1	1	1	9	9	1.5518	0.2389
緊急輸送路	1	1	1	1	9	9	1.5518	0.2389
桁下空間	0.1429	0.1111	0.1111	0.1111	1	0.0002	0.1813	0.0279
						合計	6.4957	1

図 2　重みの計算結果（一例）

このような流れでいわき市内の 5 橋梁を対象に評価を行い，その妥当性を検討した．

評価値×自動車交通量の重み　　0.0541＋0.0052 ＋ 0.0923 ＋ 0.1004 ＋ 0.0558 ＋ 0.3078

	自動車交通量	迂回路	損傷状況	緊急輸送路	桁下空間	総合評価値	優先順位
A橋	0.0541(1)	0.0052(5)	0.0923(1)	0.1004(1)	0.0558(1)	0.3078	2
B橋	0.0541(1)	0.0240(2)	0.0923(1)	0.1004(1)	0.0558(1)	0.3265	1
C橋	0.0245(3)	0.0105(4)	0.0346(3)	0.0454(3)	0.0558(1)	0.1335	4
D橋	0.0066(4)	0.0839(1)	0.0346(3)	0.0123(4)	0.0186(4)	0.1560	3
E橋	0.0066(4)	0.0240(2)	0.0146(5)	0.0123(4)	0.0186(5)	0.0761	5

図 3　評価結果

５．考察

評価結果を**図 3** に示す．この結果から，総合的に補修優先順位が高いのは A 橋と B 橋であった．個々の評価基準を見ても順位が高いことが分かる．また，評価基準の「緊急輸送路の指定」と「橋梁の損傷状況」の評価結果の値が高いものほど補修優先順位が高いことが分かる．利用者側の観点では，「自動車交通量」と「迂回路の有無」では「自動車交通量」の方が優先順位が高いことが分かる．以上より，アンケート結果には依存するが，評価基準を適切に設けることによって，2 視点によって評価できる．

６．まとめ

本研究で，今後急速に老朽化が進行する橋梁に対し，補修作業を効率化することを目的として，補修優先順位を決定したものである．今後は，より多くの橋梁を評価するとともに，評価基準の再検討を行う必要があると考える．

参考文献

1)　福島県道路管理課：福島県橋梁長寿命化修繕計画, <https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/41035c/shuuzennkeikaku.html >（入手 2018.10.28）
2)　福島県道路管理課：橋梁補修調査設計要領（案）<https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/41035c/manuaru-jissiyouryou.html>（入手 2018.10.28）
3)　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.1~6，2005

© Japan Society of Civil Engineers