

橋梁上部工の維持補修評価における AHP の適用性に関する一考察

北海道大学大学院工学研究科 正員 小幡卓司
 (株)開発工営社 正員 濱木道大
 北海道大学大学院工学研究科 F会員 林川俊郎
 北海道大学大学院工学研究科 F会員 佐藤浩一
 北海道大学大学院工学研究科 正員 松井義孝

1. まえがき

我が国においては、近年の社会資本の充実に伴い、30年程度以上供用され続けている土木構造物が今後急激に増加することが知られている^{1),2)}。中でも橋梁構造物は、交通量の増大、車両の大型化等の影響を強く受け、種々の損傷が数多く発生している可能性が極めて大きいと考えられる。従来は、30年程度の供用で掛け替えを行う場合も多かったが、今後は維持管理を強化し必要に応じて補修を行うことにより、橋梁の長寿命化を目指すことが重要な課題になるであろう。よって、橋梁の損傷度等に基づいた補修計画の意志決定が問題となることは自明であるが、これらの増加に伴う専門技術者の不足や費用等を考慮すると、簡便に判定が可能となるような手法を早期に確立することが重要な課題である。

以上の背景から、各種の橋梁補修計画支援手法が数多く提案されつつある³⁻⁶⁾。これらの研究では、各種の数量化・意志決定理論が応用されているが、近年、意志決定法の一つとして階層分析法(以下、AHPと称す)が注目されている⁷⁻⁹⁾。本研究においては橋梁の補修計画支援にAHPを用いることにより、その適用性あるいは妥当性等に関して検討を加えることを目的とする。具体的には、鋼桁橋の上部工を対象として、建設省土木研究所、橋梁点検要領(案)¹⁰⁾等に基づいた階層構造を作成し、この階層構造に対して、アンケート調査を実施することにより各評価基準における一対比較を行ない、各項目におけるウエイトの算定を試みた。さらに、実橋における橋梁点検データを用いて順位付けを行い、維持補修評価におけるAHPの適用性に関して考察を加えた。したがって、本研究はこれらの結果を報告するものである。

2. 橋梁補修問題における AHP の適用

一般に、意志決定においてはまず対象となる問題が存在し、最終的な選択となるべきいくつかの代替案がある。この両者の間に、代替案を1つに絞り込むためのいくつかの評価基準を適用して比較を実施することにより、何らかの判断を行うものである。AHPにおいては、これらの「問題」・「評価基準」・「代替案」の関係を階層構造化して、各々の重要度を算出し、個々の代替案における各ウエイトの積を求めることにより、比率尺度による評価を行うものである。

本研究における階層図は、文献 3),6),10)等に基づいて作成することとした。前述のとおり、本研究は鋼桁橋の上部工を対象とするため、まず主桁、床版等の橋梁上部工を構成する要素に分類し、各種の損傷の種類を要素ごとに当てはめることにより階層図を得た。階層図の一例として、図-1に上部工全体における階層図(以下、Case1と称す)を、また図-2に主桁一般部の親要素に対する子要素の分類を示す。

AHP適用の第2段階として、階層図に対応した親要素と子要素の一対比較値を求めることが必要である。本研究では、アンケート調査を実施することにより、要素ごとの一対比較値を求めることを試みた。被験者は、北海道大学工学部土木工学科学生、同所属の学識経験者および橋梁設計に従事する技術者の3グループ合計33名である。

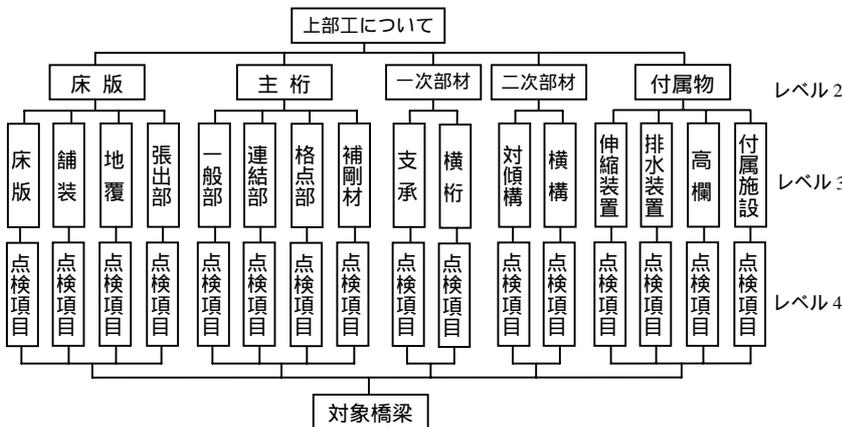


図-1 上部工全体における階層図 (Case1)

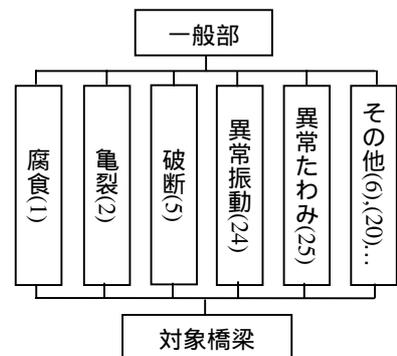


図-2 主桁一般部の親要素に関する子要素の分類

キーワード：維持補修評価、橋梁上部工、AHP、意志決定問題

連絡先 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目 TEL:011-706-6172 FAX:011726-2296)

表-1 第1回アンケート集計結果

上部工	全体平均	学生	学識	技術者
床版 主桁	0.4305	0.4291	1.0000	0.3261
床版 一次部材	0.7686	0.5926	3.6371	0.5810
床版 二次部材	3.0144	2.1092	7.4539	3.0924
床版 付属物	6.0630	4.8013	8.4519	6.7217
主桁 一次部材	2.8657	2.6979	2.9428	3.0020
主桁 二次部材	5.5858	5.4282	5.9161	5.6256
主桁 付属物	7.9241	7.7866	8.4519	7.8811
一次 二次部材	4.8864	4.3836	5.4388	5.2086
一次 付属物	6.4277	5.6884	7.9373	6.7014
二次 付属物	3.7726	4.0586	4.7867	3.2589

表-2 総合ウエイト、順位

順位	橋梁	総合ウエイト	順位	橋梁	総合ウエイト
1	H	0.09819	11	R	0.05197
2	A	0.09294	12	M	0.04351
3	F	0.08891	13	L	0.04078
4	P	0.08638	14	N	0.03179
5	O	0.08429	15	J	0.03151
6	D	0.07087	16	C	0.03102
7	K	0.06649	17	E	0.01889
8	Q	0.05779	18	B	0.01842
9	I	0.05504	19	G	0.01507
10	S	0.05386	20	T	0.01015

アンケートの内容は、まず図-1 に示した各部位の重要度の対比較を橋梁の長寿命化をキーワードとした評価と、同様に図-2 に示した損傷の種類が、橋梁に与える影響の対比較を行うものである。なお、実際の解析に際しては、まず Case1 における階層図を用いて対比較のアンケート調査を行い、この結果を分析することにより階層図に若干の修正を加え、上記被験者グループの一部に補間的なアンケート調査を再度行って維持補修評価を実施することとした。表-1 に、結果の一例として第1回アンケート調査の結果集計表の一部を示す。

3. 解析結果とその考察

解析対象とした橋梁は、平成3年度橋梁点検において損傷が発見された北海道内の20橋のデータを用いることとした。なお、入力に際しては階層図の損傷要素と同様の項目が存在した場合は1、存在しない場合は0としてレベル4の各項目との積を合計することで総合ウエイトを求めている。表-2 に解析結果を示す。

表-2 に着目すると、床版全体に損傷が多く見られた橋梁 H、A の評価が大きくなっている。これは、アンケート調査において床版の評価が比較的高く、また、ひび割れや剥離等の項目が比較的重いウエイトが大きいためと考えられる。また、橋梁 F、P、O の評価が高くなった要因としては主桁全体に腐食が進んでいることが上げられる。腐食単体としての重要度はそれほど大きくはないが、主桁全体に腐食が進むことで多数の要素が総合ウエイトに加算され、結果的に評価が大きくなったと考えられる。また、具体的な数値で明確な順位付けがなされていることから、単なる順位のみならず、各順位間の差がどの程度であるかを容易に検討することが可能である。これは、評価の過程あるいは判断基準等を明確にする必要性を有する際に大きな効力を発揮すると言えよう。

以上より、解析結果はほぼ妥当であると考えられ、明確な順位付けがなされていることがわかる。したがって、このような橋梁補修計画支援のための意志決定問題への AHP の適用は、極めて有効であると考えられる。

4. あとがき

本研究は、橋梁の補修計画支援に意志決定手法の一つである AHP を用いて、鋼桁橋の上部工を対象として補修計画における損傷度評価に関する階層図を構築し、アンケート調査による対比較結果から実橋の点検データに対する損傷度の評価を解析することにより、その適用性あるいは有効性等に関して検討を試みたものである。

まず、階層図の構築および対比較に関しては、橋梁設計技術者等からの情報を収集することにより、ある程度容易にこれらの構築が可能であることが判明した。また、アンケート調査結果を分析することにより、階層図の妥当性の検討やその再構築も十分に可能であり、比較的高い汎用性を有するものと推定される。

次に解析結果からは、実橋データに対して妥当と考えられる順位付けが得られ、また、具体的な重要度が数値で示されることから、簡便にその判断が可能になると思われる。したがって、階層図の設定やウエイトの算定方法等にまだ改善の余地はあるものの、このような維持補修支援に対する AHP の適用性は非常に優れているものと考えられる。なお、本研究の一部に、ホクサイテック財団研究補助金の援助を受けたことを付記する。

【参考文献】

- 1) 西川和廣：道路橋の寿命と維持管理，土木学会論文集，No.501/I-29，pp.1-10，1994.
- 2) 鋼構造委員会鋼橋の余寿命評価小委員会：鋼橋の劣化現象と損傷の評価，土木学会論文集，No.501/I-29，pp.21-36，1994.
- 3) 森弘，大島俊之，三上修一，天野政一，井上実：コンピュータ・グラフィクスと数量化理論を応用した橋梁の維持点検評価法，土木学会論文集，No.501/I-29，pp.113-121，1994.
- 4) 近田康夫，橋謙二，城戸隆良，小堀為雄：GAによる既存橋梁の補修計画支援の試み，土木学会論文集，No.513/I-31，pp.151-159，1995.
- 5) 大島俊之，森弘，三上修一，本間美樹治，阿部英俊：数量化理論による橋梁の健全度評価の実用化に関する検討，土木学会北海道支部論文報告集，第51号(A)，pp.310-313，1995.
- 6) 大島俊之，三上修一，本間美樹治，水元尚也，野村浩邦：重み係数を用いた橋梁健全度のランク付けの研究，土木学会北海道支部論文報告集，第52号(A)，pp.498-503，1996.
- 7) 刀根薫：ゲーム感覚意思決定法-AHP入門-，日科技連出版社，1986.
- 8) 刀根薫，眞鍋龍太郎：AHP事例集，日課技連出版社，1990.
- 9) 木下栄蔵：わかりやすい意思決定論入門 - 基礎からファジィ理論まで - ，近代科学社，1996.
- 10) 建設省土木研究所：橋梁点検要領(案)，土木研究所資料，第2651号，1988.