

土木構造物の史的評価モデルの構築に関する研究*

A Study on Model Building of Historical Evaluation for Civil Engineering Structures

今 尚之**, 中岡良司***, 佐藤馨一****

Naoyuki KON, Ryoji NAKAOKA, Keiichi SATHO

1. はじめに

現在、過去において建造された歴史的な土木構造物の価値を評価し、例えば、地域のランドマークなどとして保存・活用を行う取り組みが積極的になされつつある。この場合、事業化され、事業を実施する段階においては、その大部分が公共による運営がなされるものと想像される。そのため、公平な価値評価手法と価値評価から保存の事業化に至るまでの評価プロセスを明確にする必要がある。

しかし、現在、歴史的な土木構造物の史的評価はエキスパートによる定性的な判断によってなされるのみであり、必ずしも公平な価値評価が行われているとはいえない。さらに、土木構造物の保存事業化に向けた評価プロセスも確立しているとはいえない。このことは、土木構造物の史的評価に必要な判断材料が定性的かつあいまいなものであり、価値判断を経験やかんに頼らざるを得ないといった困難な状況によって生じているものである。

今後、歴史的な土木構造物に対する保存事業を実施するためには、限られた資源の中で最適解を見つける必要がある。そのためには公平で明確な評価基準や評価プロセスを確立する必要がある。このことは、まさに土木計画学的課題である。

本研究は、土木構造物に対し、その歴史的な価値を定量的かつ公平に判断することができる評価モデルの構築を目的とするものであり、そのため、ファジイ

AHP手法を用いた史的評価モデルの構築について述べるものである。

2. 土木構造物の史的評価の問題点と既存研究の取り組み

(1) 土木構造物の史的評価の問題点と困難性

(a) 土木構造物の史的評価の問題点

従来の歴史的な土木構造物の価値評価では、いわゆる目利きとも呼べるエキスパートの判断のみで評価、価値付けが行われ、保存事業化が行われる事例が数多く見られた。このため次のような問題が往々にして発生している。

- i) エキスパートの経験による価値評価が行われるため、必ずしも公平な価値判断が行われているとはいえない。
- ii) エキスパートの目に触れない場合には、価値あるものでも評価されずに取り壊されてしまう。

このように、歴史的な土木構造物の評価は、エキスパートに頼ることが多いために、評価モデルを作成し、合理的なプロセスによる価値評価はなされず、いわば、名人芸的な評価がなされつつある。

(b) 土木構造物評価の困難性

土木構造物の史的評価が困難である理由として、以下の諸点が存在する。

- i) 評価基準が多数存在し、しかも共通の尺度がない。
- ii) 直感的な要因がからみ、評価対象の構造が明らかでない。
- iii) 価値判断を、感覚や経験に頼らざるを得ない。
- iv) 首尾一貫性のないデータを扱わざるを得ない。
- v) データがない、または取りにくい状況下において価値判断することが必要である。

* キーワード：計画手法論、計画情報、土木史

** 正会員 小樽商科大学商学部社会情報学科
(〒047 小樽市緑3-5-21 TEL. 0134-23-1101)

*** 正会員 北見工業大学開発工学科
(〒090 北見市公園町165)

**** 正会員 北海道大学工学部土木工学科
(〒060 札幌市北区北13西8)

これらは、評価者がおかれた環境や思考過程があいまいなために生じるものである。

(2) 土木史研究における評価の取り組み

近年、日本の近代化やその後の発展に資した、過去に建造された土木構造物や土木計画、人物などを調査し、その沿革、特徴などを明らかにすることを目的とした、いわゆる土木史研究が広く取り組まれるようになってきた。これら土木史研究の傾向は、土木工学的見地からなされた史実の発掘が主流であり、土木史研究の多くは、史実の発掘により従来不明とされてきた事実関係を明確にし、現在の状況把握やそれらに対する評価を行うことを目的としている。しかしながら、それらの評価の多くは、経験などに頼るものであったり、定性的な評価で止まっているのが現状である。しかし、土木構造物の価値評価を定量的に行うことを試みた研究の取り組みもまたなされつつある。

(a) 小野田らによる鉄道トンネル坑門における意匠設計評価¹⁾

小野田らは近畿圏における鉄道トンネルについて詳細な現地調査を行い、それらの坑門の意匠設計の特徴を加点法により得点化し、路線区毎の平均値や標準偏差を求め、延長、開業年による意匠性の差違について評価を行った。

(b) 馬場らによる土木構造物の調査方法や評価基準の作成^{2) 3)}

馬場らは、中部5県において明治以降昭和戦前期までに構築された道路橋梁やトンネル、堰堤などの土木構造物を対象にその調査方法や評価方法の検討を行っている。馬場らはその一連の研究の中で「数少ない貴重な構造物の救済を系統的に行うには、まず(a)実態を把握し、ついで(b)歴史的遺産とするに値する重要構造物を特定し、最後に(c)なぜ保存されるべきかについて客観的に論証する。という3つの段階が必要となる」⁴⁾と遺産的土木構造物の保存への段階を述べている。そして、「趣味的な賞賛から一歩踏み込んで、保存・活用のための余分な公費負担を万人に納得してもらうことが必要な(c)のステップへと進むためには、技術面での客観的な評価基準を用意しなければならない」⁵⁾として、中部5県における土木構造物の丹念な現地調査を行い、詳細なデータベースを作成している。そして、それらの技術評価基準を作

成し、AランクからCランクの3段階に分類し、技術史的価値評価を試みている。

3. 土木構造物の史的評価モデルの構築

(1) 土木構造物の史的評価の課題

土木史研究においても、2-(2)で述べたように、定量的な土木構造物の評価が試みられるようになってきた。しかし、従来の研究では以下の2点が課題として指摘できる。

- a) 土木構造物の分類評価に止まっており、保存事業化をにらんだ序列評価はほとんど試みられていない。
- b) 技術や意匠など異なった評価観点を組み合わせた、総合評価はほとんど試みられていない。

総合評価については「(略)景観評価と系譜評価との関係をどうするか、などなど残された課題は多い、しかしその様な数値操作は各人各様の好みがあり、客観性を旨とする学術論文には相応しくない(と著者は思う)」⁶⁾という考えもある。しかし、最終的に保存事業まで行なうならば、各々の評価観点による客観的な総合評価を実施しなければならず、そのための一連のプロセスも検討しなければならない。

さらに、例えば市町村の関係者や郷土史研究家など、土木工学の専門家以外の誰でもが、簡単かつ公平な価値評価を行える評価モデルと評価プロセスの構築がなされれば、専門家に見せるための初期段階の統一した評価の実施が可能となる。このことによって、価値がありながら見落とされている構造物を見出すことができよう。

(2) 土木構造物の史的評価軸

歴史的な土木構造物の史的評価を行うためには、その目的と評価対象の評価基準を明らかにすることが必要である。歴史的な土木構造物の評価基準の方向を大まかに分類するならば、(a)技術に関わる評価軸、(b)意匠に関わる評価軸、(c)時間に関わる評価軸の3軸が考えられる(図1)。

(a) 技術に関わる評価軸

土木構造物の構築では、立地箇所の自然環境を克服したり、作業の安全性やコストの削減のために、新技術の開発によって導入が可能となった、新しい

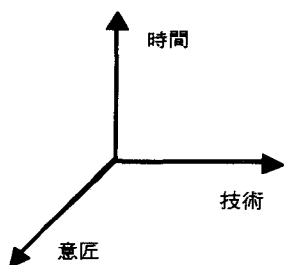


図1 土木構造物の史的評価軸

工法や新しい構造、新しい材料が採用される。それらの新技術が導入されたことは、その構造物の技術的なポテンシャルの高さを意味することとなり、技術的な価値があるものとして評価できる。さらに、構造物の規模の大小によっても、技術的な価値判断が可能である。これらより、技術面から構造物を評価する評価基準の設定が必要となる。

(b) 意匠に関わる評価軸

土木構造物は機能を満たすことが第一の要件として構築されるものである。しかしながら、構造物に対して施された装飾などは、構造物の価値を高める目的を持つもので、建造当時の構造物の価値をより良く表現していると考えられる。さらに、構造物が採用した構造様式の結果としての構造物の洗練さや見た目の美しさなどもまた、構造物の価値を高めるものである。このため意匠設計面から構造物を評価する評価基準も必要となる。

(c) 時間に関わる評価軸

一般に、土木構造物は、機能を満たすことができなければ供用からはずされ、取り壊しや転用などなされるものである。このため、古い時代に構築され、現在においても現役で機能している構造物は、供用期間の長さという面から評価されるものである。さらに、現存例が少ない場合、現存している構造物は、当時の技術水準を知る上で貴重な情報源であり、評価されるものと考えられる。これらより、時間面の評価基準が必要である。

(3) 土木構造物の史的評価モデルに求められる機能

2-(1)で述べた、歴史的な土木構造物の評価の問題点、困難性より、史的評価モデルは以下の各点を

満たすことが求められる。

- (a) 共通の尺度がない、多数の評価基準を同時に考慮した総合評価が実施できること
- (b) 感覚や直感、経験といった、あいまいな価値判断が数量化できること
- (c) 簡単な手続きで、公平な価値評価が行えること
- (d) 評価モデルによって評価された結果、構造物の史的価値の序列が明確になり、保存事業化時に、より現実的な判断を下せる情報を提供できること

4. ファジィAHPを用いた鉄道隧道の史的評価モデルの構築

(1) AHP手法の導入とその問題点^{7) 8)}

土木構造物の史的評価モデルに必要な条件を満たし、合理的な序列評価を行うためには、AHP手法(階層化意思決定法)の導入が考えられる。AHP手法は、評価基準から見た代替案の重要度(得点)の積の総和を持って総合評価とする手法であり、共通尺度を持たない複数の評価基準を総合して評価できる手法である。土木構造物の史的評価が抱える問題点に対して有効な手法である。

しかしながら、AHP手法では、評価基準の重要度の和は1となっており、測度による加法的な評価とならざるを得ない。このため、AHP手法による評価では以下の問題点が存在する。

- i) 現実の評価においては、必ずしも総合評価は加法的なものとは限らない。いくつかの評価基準を満たすのみで、評価評価が高くなる場合やその逆も有り得る。
- ii) 評価基準の設定や追加によって、選択順位の逆転が生じる。

(2) ファジィAHPによるモデル構築^{9) 10)}

人間が行う主観的総合評価においては、複数の評価基準を選定した場合、複数の評価基準をまとめて取り扱った時の重要度の大きさが、個々の評価基準を独立に取り扱って和を求めた時の重要度の大きさに等しくなるとは限らない。したがって、重要度という測度において加法性(σ :重要度(重み), σ

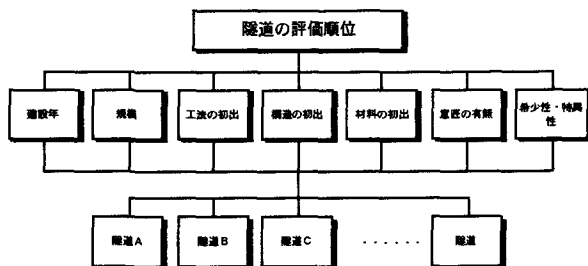


図2 北海道における鉄道隧道の史的評価モデルの階層構造

＝1.0)を満足することは難しい。そこで、重要度(重み)の単調増加性を考慮した、ファジィ測度を用いて、モデル構築を行うこととした。ファジィ測度は、可能性測度と必然性測度に分類される。このファジィ測度を導入することにより、通常のAHP手法では考慮されない、長所重視的な評価(代替の評価)や短所重視的な評価(補完的な評価)を考慮した評価が可能となる。すなわち、代替的な評価はマキシマックス的な決定といえ、補完的な評価とはマキシミンの決定といえる。したがって、ファジィ測度の導入によって、保存事業化において様々な制約条件下において最適解を見出すために有益な情報を提供できることとなる。さらに、ファジィ測度を用いることによって、類似した評価基準の追加による評価順位の逆転現象が改善されることとなる。

(3) 鉄道隧道の史的評価モデルの階層構造

本研究では、北海道において明治以降昭和戦前期までに建設された鉄道隧道を評価の対象とした、評価モデルを作成した。図1に示した評価軸をもとに、評価基準として、規模、工法、構造、材料、意匠、建設年、希少性・特異性の7項目を選定した。それらの評価基準による評価モデルの階層構造を図2に示す。さらに、対象とした鉄道隧道について、選定した評価基準のデータベースを作成することにより、個別評価が行えるようにした。

5. まとめ

本研究では、近年盛んに成りつつある、歴史的な土木構造物の保存事業化のための史的評価モデルの構築に取り組んだ。

現在、土木構造物の史的評価は経験などによる定性的な評価のみであり、公共によって保存事業を行うための公平な価値評価手法の構築が望まれている。そのため、本研究では、i)土木構造物の史的評価における問題点や課題の整理を行い、その結果から、ii)評価モデルにファジィAHP手法を導入した。そのことにより、iii)簡単なプロセスで公平な価値評価を行うことが可能となり、iv)現実的な保存事業化に結びつく価値評価モデルの提案が行えた。

<参考文献>

- 1) 小野田滋、菊池保考、須貝清行、古寺貞夫：近畿圏の鉄道トンネルにおける坑門の意匠設計とその特徴、土木史研究第13号、土木学会、1993年
- 2) 馬場俊介：中部5県における近代道路橋梁技術の発展と推移と特性、土木史研究第13号、土木学会、1993年
- 3) 馬場俊介、増田智彦、岩村高正：中部5県の近代土木遺産—道路隧道・砂防堰堤・発電堰堤の評価、土木史研究第14号、1994年
- 4) 馬場俊介：中部5県における近代道路橋梁技術の発展と推移と特性、土木史研究第13号、p.34、1993年
- 5) 馬場俊介：中部5県における近代道路橋梁技術の発展と推移と特性、土木史研究第13号、p.35、1993年
- 6) 馬場俊介：中部5県における近代道路橋梁技術の発展と推移と特性、土木史研究第13号、p.46、1993年
- 7) 木下栄蔵：『AHP手法と応用技術』、技術総合センター、pp.3～24、1993年
- 8) 高野伸栄、五十嵐日出夫：階層分析法による地区計画代替案の評価法に関する研究、土木計画学研究・論文集No.9、1991年
- 9) 寺野寿郎、浅居喜代治、菅野道夫編：『応用ファジィシステム入門』、オーム社、pp.232-238、1989年
- 10) 高野伸栄、五十嵐日出夫：階層分析法による地区計画代替案の評価法に関する研究、土木計画学研究・論文集No.9、1991年