

橋梁構造物の設計・施工のシステム化に関する調査研究

土木学会関西支部共同研究グループ 代表者 亀井正博

1. はじめに

橋梁は一般に単品生産が主であることから、必然的に計画・設計から製作・架設に至るまで、個々それぞれに膨大な実務作業が必要となり、完成までに多くの人手を経なければならぬ。そこで、コンサルタントや橋梁メーカーとも自動設計・製図システム、自動原寸システム、溶接ロボットなど、各作業のステップにコンピュータを導入して、できるだけ省力化を図ろうと努力しており、今日まで一応の成果が得られている。しかしながら、その努力にもかかわらず、依然として過去の経験や熟練者の勘など、人間の手に頼らざるを得ない作業が残っていることも厳然たる事実である。

一方、社会的には高齢化が進んでおり、また、若年労働者の3K離れは昨今マスコミを賑わすところとなり、土木業界の人手不足は年々深刻の度合を増しているようである。さらに、国をあげて労働時間の短縮や完全週休2日制の導入が推し進められているが、その実態となるとはなはだ疑問を呈せざるを得ない。このような時代の背景を踏まえるならば、旧来の人手を要する作業を見直し、一層の効率化、省力化を推し進めることは火急の要件と言わざるを得ない。

ところで、これらの問題を解決する一手段として、現在注目を浴びているのがファジ理論やエキスパートシステム、ニューラルネットワークなどである。これらの理論を適用して構築されたシステムは、人間を補助し、よりの確に、しかも短時間に判断を下すための有効なツールになると言われており、実際に土木分野に適用された例も散見される。これらのシステムは、人間をルーチンワークから開放し、より創造性のある仕事へ向かわせる可能性を秘めているかも知れない。

このような観点から、本共同研究グループでは、人間の合理的判断やあいまいさを考慮できるファジ理論に注目し、鋼橋の設計・施工を研究対象に、より経済性が得られ、しかも省力化が可能になると考えられる作業を抽出し、その幾つかについては実際にファジ理論を適用したシステムを作成することを目的としている。ここでは、本共同研究グループの活動内容ならびに文献調査の内容等について述べるものである。

2. 調査研究項目

- 1) ファジ理論の基礎と応用に関する調査研究
- 2) ファジ理論の橋梁分野への適用事例の調査研究
- 3) 工学分野におけるファジ理論の応用に関する調査研究
- 4) 橋梁構造物の設計・施工へのファジ理論の新たな適用に関する調査研究

3. 研究会

平成2年度に開催された研究会のテーマと話題提供者を以下に示す。

- 第1回：『ファジ理論によるケーブル張力調整について』日立造船 田中洋氏
- 第2回：『ファジ理論の基礎について』京都大学 秋山孝正委員
- 第3回：『ファジ理論の橋梁構造物への適用事例調査（生口橋）』日立・瀧上・住友・川田 J V
- 第4回：『ファジ理論の応用について』京都大学 秋山孝正委員
- 第5回：『ファジ理論の橋梁形式選定への適用について』川田工業 西土隆幸氏

4. ファジ理論の応用に関する文献調査について

過去5年間程度のファジ理論の応用に関する研究成果について、土木工学分野を主体に文献調査を行った。ファジ制御等で広く一般に話題となっている機械工学、電気工学などの分野についても、一部関連があると考えられる文献については調査および分類・整理を行った。なお、調査対象とした論文集と収録文献

数は、「土木学会論文集(1983-1990)」より20件、「構造工学論文集(1985-1990)」より10件、「ファジィシステムシンポジウム講演論文集(1985-1990)」より102件、「その他(1984-1988)」より3件、合計135件である。各分野ごとの文献数を表-1に示す。機械、電気系統では、ファジィ制御に関するものが多い。

調査文献については、1文献につき2頁の文献抄録を作成することとした。文献抄録表の項目とその内容は表-2に示す通りである。なお、詳しい内容については、中間報告書を参照していただければ幸いである。

表-1 分野別文献数

基礎分野	11件
応 土木	59件
用 機械	39件
分 電気	1件
野 その他	25件
合 計	135件

表-2 文献抄録の項目と内容

項 目	内 容 および キーワード
基 本 項 目	論文名,著者名,出典(論文集名),目的,章構成
分 類	ファジィ意志決定,信頼性解析,構造解析,損傷度解析 岩盤分類,最適設計,ファジィES,ファジィ制御……
主 要 な 手 法	ファジィPERT,ファジィFEM,ファジィLP,ファジィ推論, ファジィ測度,ファジィ線形回帰分析,ファジィ確率……
ファジィ集合の対象	メンバーシップ関数の横軸の名称に相当
メンバーシップ関数	関数の決定方法(主観,アンケート調査等)および形状
適 用 し て い る 演 算 方 法	拡張ファジィ演算,マックスミニ合成重心法, α カット法, ファジィc-means法,ファジィ数によるマッチング……
論 文 概 要	論文の内容について1ページに略述

5. ファジィ理論の土木分野への適用

構造工学をはじめとして土木分野においてシステム化の方法の一つであるファジィ理論を応用した研究がなされてきた。ここでは代表的な例をあげ、簡単にその研究動向を示す。たとえば斜張橋のプレストレス量の決定、構造同定、システム調整を行う「ファジィケーブル張力調整システム」がファジィ線形回帰分析の応用により開発され、既にいくつかの斜張橋の架設に利用され、その実用性が確かめられている。また「構造物の損傷度解析」では、言語変数とファジィ関係を用いた評価方法が提案されている。これは、従来技術者の経験や直感に頼っていた判断をファジィ集合により総合的に表現するものである。さらに「構造物健全度評価ファジィエキスパートシステム」の研究も行われている。既存構造物の維持管理を意図し、複雑な損傷状況に関する判断を適切に行うため、エキスパートシステムを作成し、さらにファジィ推論を導入し一般化を図っている。また、構造工学ばかりでなく、都市高速道路の円滑交通を確保するための交通制御にファジィ推論を用いて、交通管制モデルを作成した「ファジィ交通制御」についての研究も行われている。

このように土木分野において、ファジィ理論が適用可能な局面は多いが、いずれの場合も土木構造物などの対象とするものは非常に大きく複雑であり、その建設過程には実に多くの不確実あるいはあいまいなものが存在する。したがって、ファジィ理論の応用は構造設計・施工・運用その他のシステム化に当って、このあいまいさを有効に利用し総合的解決法を示すものであるといえる。

6. おわりに

家電製品で「ファジィ」という言葉が流行した背景もあり、土木工学の分野でもファジィ理論の適用がかなり見られるようになってきた。現在のところ実用化に至っているのは、ファジィ制御を用いたトンネルの掘削制御、斜張橋のケーブル張力調整システム等の限られたものであるが、今回の文献調査からも様々な可能性があることが認められた。特に、本共同研究グループの対象としている橋梁の設計・施工作業には、種々のあいまいさや不確実性が含まれ、人間の勘や経験に頼らざるを得ない部分が多いので、ファジィ理論を適用することにより、かなりの省力化、合理化、効率化が期待されよう。平成3年度は、昨年度の研究成果をもとに、ファジィ理論の実用化について積極的に活動を行うつもりであるので、ご興味を持たれる方々のご参加をお願いする次第である。