

教授 / 博士（工学）

谷脇 一弘

Kazuhiro Taniwaki

学歴

愛媛大学工学部土木工学科、愛媛大学大学院工学研究科土木工学専攻、東京大学 博士（工学）

経歴

川田工業（株）、愛媛大学助手、愛媛大学講師、ミシュコルツ大学研究員、福井工業大学准教授、福井工業大学教授

相談・講演・共同研究に応じられるテーマ

最適化計算プログラム作成、最適設計、橋梁維持管理、最適耐震設計、ケーブル構造物の管理計算

メールアドレス

taniwaki@fukui-ut.ac.jp



主な研究と特徴

「橋梁構造物の最適設計、橋梁の維持管理、AIを用いた橋梁の健全度評価」

1. 橋梁構造物の最適設計

数理最適化手法（最適化AI）を用いて、機能性、安全性および経済性を考慮した橋梁構造物の最適設計を行う。図1に示すPC-T桁橋の断面の寸法、PC鋼線の配置、プレストレス量を粒子群最適化法などの数理最適化手法を用いて数多くの制約条件を考慮して断面の最適化を行う方法について研究を行っている。

2. 橋梁の維持管理

福井県内の橋梁の点検結果より、橋種別の主要部位の劣化曲線を導入し、橋梁特有の劣化要因を分析し、劣化状況の推定を行う。さらに、この劣化曲線を用い、年間の補修費用制限を考慮してすべての橋梁の最適補修時期を決定できる橋梁最適補修計画支援システムを開発し、限られた予算の中で、橋梁の最適な維持管理を行うための補修計画を提案する。写真は一般の鋼橋の腐食による劣化、図2は劣化曲線および補修時期の決定例を示している。

3. AIを用いた橋梁の健全度評価

技術者による橋梁の5年に1回の点検結果より集積された橋梁点検の教師データ（画像、診断結果）より、最も精度の良いDeep Learningによるネットワークを構築する。このシステムをアップデートしていくことにより、技術者の経験に基づく診断に有用な資料を提供できる支援システムを構築する。

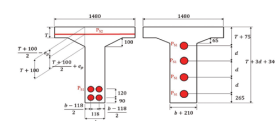


図1. PC-T桁橋の設計パラメータ



写真 鋼橋の腐食

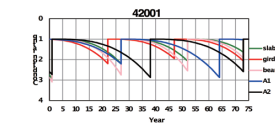


図2. 劣化曲線と最適補修時期

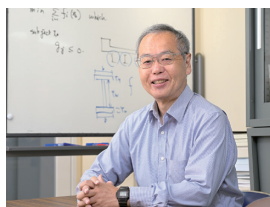
今後の展望

数理最適化手法を活用した設計法は、機能性、安全性および経済性を考慮した構造物の最適設計を行う上できわめて有用な方法であることを明らかにしている。Deep Learning を用いた意思決定は、技術者不足を補うだけでなく、判断ミスなどの人為的なエラーを回避することができる。また、将来的には、Deep Learningと数理最適化手法を組み合わせ、将来予測と最適な意思決定を行うことができる。

Department of Architecture and Civil Engineering

Key words

Optimization, optimum design, bridge engineering, maintenance management, earthquake resistant design, cable structure



Doctor of Engineering / Professor

Kazuhiro Taniwaki

Education

Department of Civil Engineering, Ehime University
Graduate course of Civil Engineering, Ehime University
Doctor of Engineering (The university of Tokyo)

Professional Background

KAWADA INDUSTRIES, INC., Assistant Professor of Ehime University, Lecturer of Ehime University, Visiting research fellow of University of Miskolc, Associate Professor of Fukui University of Technology, Professor of Fukui University of Technology

Consultations, Lectures, and Collaborative Research Themes

Development of optimization algorithm, Optimum design, Bridge maintenance and management, Earthquake resistant design, Structural analysis of cable structures

e-mail address

taniwaki@fukui-ut.ac.jp



Main research themes and their characteristics

Optimum design of bridges, Optimum maintenance of bridges, Health evaluation of bridges using AI

1. Optimum Design of Bridges

In this study, mathematical programming techniques (optimization and AI techniques) are used to optimize bridge structures, considering utility, safety, and cost-effectiveness. Figure 1 shows the design parameters of a PC-T girder bridge, in which the cross-sectional dimensions, arrangement of PC tendons, and prestressing are treated as design parameters. These are optimized using the Particle Swarm Optimization method.

2. Optimum Maintenance of Bridges

This study introduces deterioration transfer curves for each main component of a bridge to estimate future deterioration based on bridge inspection data from Fukui Prefecture. An optimal bridge management system is developed to determine the most effective repair plan, considering the constraints of the annual bridge repair budget. The photo shows corrosion in a steel girder bridge, while Figure 2 illustrates the deterioration transfer curve and repair history.

3. Health Evaluation of Bridges Using AI

Using bridge inspection data (including photographs and health evaluation results) collected every five years, a deep learning network is developed to support bridge health assessments. The network is continuously updated to improve the accuracy of these evaluations. This system serves as a valuable tool for bridge engineers in making informed health evaluations.

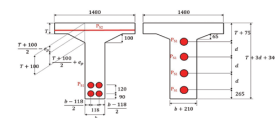


Fig.1 Design parameter of PC-T girder bridge



Photo Corrosion of steel plate girder bridge

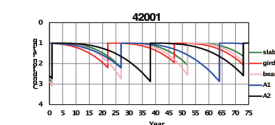


Fig.2 Deterioration transfer curve and optimum repair history

Future prospects

It is clear that the application of mathematical programming (optimization AI) is highly effective for the optimal design of bridges, taking into account functionality, safety, and economic efficiency. Decision-making supported by deep learning can help address the shortage of engineers and reduce the risk of human error in evaluations. Developing a powerful system that combines deep learning with optimization AI for accurate estimation and decision-making will be an important and challenging task in the future.