

氏名	城戸隆良
生年月日	
本籍	石川県
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博乙第148号
学位授与の日付	平成9年9月30日
学位授与の要件	論文博士(学位規則第4条第2項)
学位授与の題目	橋梁環境の保全のための支援システムに関する研究
論文審査委員	(主査) 梶川 康男 (副査) 川村 満紀, 山崎 光悦, 近田 康夫, 大島 俊之

学位論文要旨

This dissertation deals with the development of measurement, testing, and evaluation of load capacity in existing bridge maintenance. And it also deals with the support system for decision making in the maintenance or care of bridge environment (bridge itself and other facilities).

First of all, some valuable sample cases with bridge maintenance, testing, inspection, and diagnosis are discussed. As for the discussed contents, some research results on each of the bridge strength, aesthetic, and function are shown.

In research concerning bridge strength, some proposals are made about each of the evaluation of bridge vibration, the development of load capacity measuring method, the evaluation method of damages, and the evaluation method of damage factors.

In research concerning bridge aesthetic, some proposals are made about each of the bridge scenery evaluation, the color expression of scenery image on a computer system, and the evaluation method of color harmony.

And, in research concerning function, an approach to the optimum repair planning within budget is shown. Moreover, some ideas and examples of the improvement of bridge environment for the handicapped are shown, and some examples of maintained bridges are discussed.

学位論文要旨

社会資本の中で土木施設は公共性が高く、安全で、快適な施設環境であることが望まれている。そのために、安全性や美観あるいは維持管理についての課題が多く山積みされている。特に、土木施設の中での橋梁施設に着目すると、人間であれば中年から高年にあたるような橋梁のストックが漸増傾向にあり、また、交通量の増大、車両の大型化など過酷な交通荷重環境下にある橋梁も多い。よって、人間の定期健康診断のような検診システムづくりは橋梁の場合にも同様に重要なことである。維持管理時代をむかえた今日、また、そう遠くないうちに再構築時代を迎える橋梁管理者にとっては、多くのストックをかかえた橋梁に対して限られた予算内

で適切な維持管理を図っていくことがますます要求されるようになるであろう。

このような橋梁環境の保全について考えると、保全における手段である維持管理のための意志決定支援システムづくりが早急に望まれている。また、橋梁には種々の形式があるために、損傷にも種々の形態がある。それらの多くの橋梁に対して定期点検を行い、損傷の原因を見極め、適切な維持管理、補修を図って行くことが必要となっている。

本研究では、橋梁環境と保全について図1のように概観する。橋梁環境は、ある橋梁が過去、現在、将来という時間的な流れにおいて現在、空間的、物理的にそれぞれの橋梁形態をもって存在しており、橋梁はそれぞれにおける環境において種々のライフサイクルをたどることになる。橋梁の診断では、過去の既往歴をとらえ、現在の外的環境や内的環境の情報をとらえ、また、将来の状態を想定し、そして、維持管理のあり方について適切な判断を進める。よって維持管理は、適切な維持管理、計画的な維持管理を進めることが望ましい。

もし、維持管理をおこたって、小さな損傷が次第に大きくなり、結局、耐力力の低下や寿命の短縮をきたしたり、補修対策や補修費が大きな規模になって経済的にも大きな課題になるで

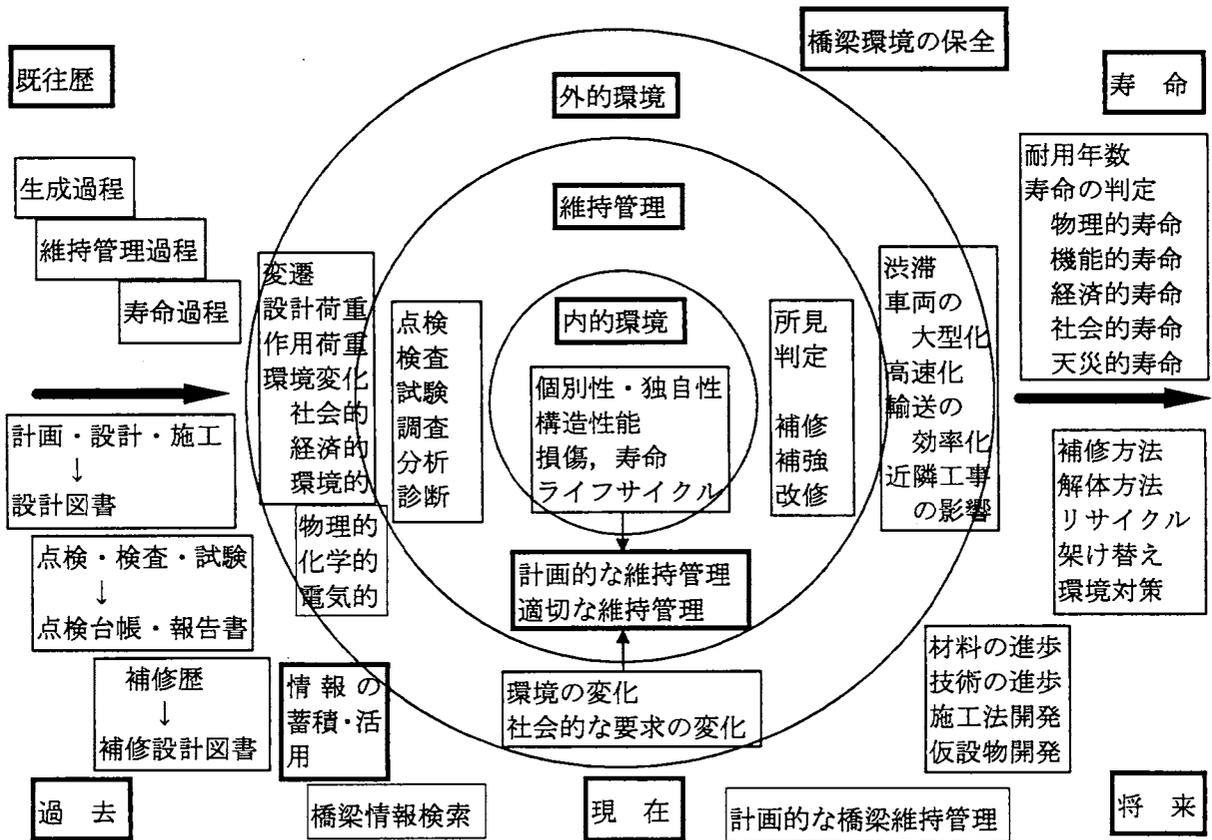


図1 橋梁環境と保全について

あろうこともある。したがって、多くの管理対象になる橋梁に対して、どの橋梁について優先的に順次に対策を進めるのがよいのかを判断する場合に、代替案の比較評価を支援する方法の研究も重要である。

また、戦略的な立場での保全のとらえ方には、従来のような問題発生や対策、補修に追われるような事後対策的な事後保全のあり方に加えて、さらに、積極的に予防対策を含めた予防保全の考え方が意識されるようになってきている。

そして、戦術的な立場からの維持管理では、事後、予防、観察、無点検の維持管理に分けられ、観察は目視点検によるもの、無点検は点検できないものの維持管理のあり方である。

ここで、橋梁設計についてみると、合目的性、安全性、施工性、経済性の基本的な4つの要件に加えて、橋梁景観の美についての配慮が重要であるという認識から、環境との調和という要件が加わり、近年では設計時点から供用後への対応の必要性という認識から、点検設備や保守作業空間、維持管理の容易さ、あるいは補修難易への配慮が取り上げられるようになってきている。また、今日ではバリアフリー(障壁除去)デザインの必要性もさげられるようになってきている。

これらを基本的な「用・強・美」という3要素について主な要件を述べると、これらは維持管理においても同様に重要な要素である。「用」は、機能的な観点からとらえられ、用いることのあるいは用いられることに関する要件であり、機能性、使用性、合目的性、空間性、経済性、維持管理性、保守性などの要件である。「強」は使用目的にそって安全に作用する荷重に耐えられるような強さに関する要件であり、耐荷力など具備すべき安全性、安定性、耐久性などに関する要件である。そして、「美」は、橋梁の形や色彩などに関する要件であり、橋梁の景観が周辺環境と調和するなどの景観性に関する要件である。

本研究は、このような橋梁の維持管理の上で必要と考えられる課題について、橋梁の試験調査、橋梁の診断、補修法選定のための意志決定支援、橋梁景観評価、橋梁の機能改善に関する要因分析などについて取り組み、上述のような「用・強・美」に関連する幾つかの重要な研究について図2のように各章で構成し、まとめを行っている。

本研究は7章より構成されており、その内容は第1章が序論、第2章から第6章が本論、第7章が結論であり、研究全体のまとめを行っている。以下、第2章以降の研究内容と構成を述べる。

第2章では、種々の形式の橋梁に対して検討を行ってきた貴重な調査研究の実施例を取り上げて、橋梁の耐用性に関する種々の課題を抽出し、各種調査の考え方を示し、実務的な立場から検討を行うことによって本研究の必要性について意義を述べている。また、この第2章の各種調査例と研究事例を基に本研究の主要な研究課題を得ている。たとえば、測定法の開発、耐荷力評価法の必要性、橋梁点検や調査法、橋梁の損傷や劣化要因の分析の必要性、健全度評価

法の必要性、橋梁点検情報のデータベース化の必要性、そして、橋梁景観評価の研究の必要性などの種々の課題を得ており、以降の各章の研究に徐々に発展させて展開を進めている。

第3章では、第2章で得られた幾つかの必要性のある開発事項について取り組み、既設道路橋の耐荷力に関する測定法の開発として、鋼桁のせん断ひずみ成分の測定による輪荷重効果の抽出法を示し、また、図的表現による耐荷性評価の支援方法を提案し、また、橋梁の動的応答とデータ処理についての検討などを進めることにより、提案した各方法によって荷重成分の測定法、活荷重シミュレーション、耐荷力評価までにかかわる支援手法、支援システムとして提案している。

第1章 序論

第2章 橋梁の振動特性および耐荷性能・健全度の検討
(調査, 試験, 解析, 診断)

第3章 既設道路橋の耐荷力に関する測定法の開発
(測定法の開発, 耐荷性評価)

第4章 橋梁損傷とその劣化要因の評価法
(健全度判定, 損傷要因分析, 点検データ管理)

第5章 橋梁景観および色彩の評価に関する考察
(景観評価, 色彩変換, 色彩分析)

第6章 橋梁環境の改善計画の評価法に関する考察
(補修計画支援, 改善要因分析, 事例研究と手法の検討)

第7章 結論

図2 研究の構成

強
美
用

第4章では、橋梁損傷とその劣化要因の評価法として、健全度の判定法、損傷要因の分析法、および、橋梁点検データの管理と分析に関する支援方法について提案し、橋梁の維持管理における点検データの管理から補修代替案の比較選定の意思決定支援システムについて提案をしている。

第5章では、橋梁景観および色彩の評価に関する考察として、今日的に利用が図られるようになってきたコンピュータグラフィックスの方向性に着目し、橋梁景観と色彩に関する研究結果をまとめている。まず、橋梁景観の評価実験を進めて景観の評価法について示し、また、景観シミュレーションシステムの構築とともに、橋梁の景観評価においては橋梁の形だけでなく、橋梁の色彩に関する研究は重要であるとして、橋梁景観の色彩表現、色彩分析、色彩調和分析について示し、橋梁景観と色彩の評価法について提案している。

第6章では、橋梁環境の改善計画の評価法として、維持管理からみた補修計画支援の方法、バリアフリー化の観点からとらえた橋梁環境の改善要因計画、そして、橋梁環境の改善事例と改善手法の検討を示し、改善についての取り組みの具体的な展開の方法について示唆している。

第7章は、本研究の結論であり、第2章から第6章で得られた成果のまとめとして、橋梁環境の保全のための支援システムとして、橋梁の「用・強・美」について維持管理に関する幾つかの重要なまとめを行っている。

以上、本論文は橋梁の調査例を基にした橋梁の振動特性および耐荷性能、健全度の検討、既設道路橋の耐荷力に関する測定法の開発、橋梁損傷とその劣化要因の評価法、橋梁景観および色彩の評価に関する考察、そして、橋梁環境の改善計画の評価法に関する考察について検討してきた。その中で、幾つかの方法について開発し、調査・試験・測定法および診断に関する提案を行い、「用・強・美」の立場について維持管理における耐荷性評価法、損傷要因分析と意思決定、色彩分析、補修計画、改善計画などの支援システム化の一端を示すことができた。

本論文によって、橋梁環境の保全のための支援システムに関して主要な研究成果をまとめることができた。

学位論文審査結果の要旨

平成9年7月1日に第1回学位論文審査委員会を開催、平成9年8月5日に口頭発表と最終審査委員会を開催し、以下の通り判定した。

研究歴と学力：申請者は昭和45年金沢大学工学部に勤務して以来、文部技官としての仕事の傍ら、橋梁環境の保全に関する研究にも従事し、数多くの論文発表を行ってきており、提出された関係資料により、十分な研究歴を有しているものと認めた。また、英語・数学・物理などの基礎5科目と専攻学術5科目の合計10科目に対する筆記試験と口頭試問等により、博士課程修了者と同等の学力を有するものと判定した。

論文：本論文は、橋梁環境の保全に関する実務的な調査事例を基にいくつかの課題を発掘し、それらの課題に対して、パーソナルコンピュータの普及とともに取り組んだ開発研究について詳しく述べている。橋梁の試験や調査、橋梁健全度の診断、補修法選定のための意志決定、橋梁景観の評価、橋梁機能の改善に関する要因分析などの課題に着目したものである。また、今後実務的にも重要視されられると思われる橋梁の維持管理や診断に関する基礎的な意思決定支援システムの構築についても言及している。以上のように本論文は、橋梁環境の保全とその支援システム構築について重要な知見を得ており、博士（工学）論文に値するものと判定した。