

Title	鋼橋主桁の疲労寿命予測と簡易な補修法の開発
Author(s)	石川, 敏之
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/46828
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	石川敏之
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 19815 号
学位授与年月日	平成 17 年 9 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科土木工学専攻
学位論文名	鋼橋主桁の疲労寿命予測と簡易な補修法の開発
論文審査委員	(主査) 助教授 大倉 一郎 (副査) 教授 松井 繁之 教授 奈良 敬 教授 常田 賢一 教授 谷本 親伯 教授 出口 一郎 教授 中辻 啓二 教授 新田 保次 教授 金 裕哲 教授 大沢 直樹 助教授 小野 潔

論文内容の要旨

現在、国内外を問わず、鋼橋に疲労亀裂が発生していることが報告されている。我が国では、鋼道路橋に疲労設計が導入された 2002 年までに数多くの鋼橋が建設されているため、将来、さらに疲労亀裂が発生することが予測される。したがって、鋼橋を維持管理する上で、鋼橋の疲労寿命予測手法ならびに疲労亀裂の補修法の開発がますます重要な課題となるであろう。

このような背景から、本研究では、鋼橋主桁の疲労寿命の予測、亀裂が桁の耐荷力に与える影響および簡易な亀裂の補修法の開発を研究テーマとして取り上げた。

第 1 章では、研究背景および研究目的を述べた。

第 2 章では、疲労寿命の予測に信頼性理論の導入を容易にするために、疲労抵抗と疲労損傷累積という新しいパラメータを提案した。既存の疲労試験データベースに本研究で実施した桁の疲労試験の結果を加えることにより、疲労抵抗の確率分布を明らかにした。実橋の応力実測結果から、疲労損傷累積が確定量として扱えることを示した。疲労破壊の条件から、安全性指標と疲労損傷累積の関係を導出し、安全性指標が経過時間の対数に比例して低下することを明らかにした。

第 3 章では、亀裂が桁の曲げ耐荷力に与える影響を調べた。亀裂の位置や長さによっては、亀裂が脆性破壊を引起す前に桁の耐荷力を低下させる可能性がある。本研究では、桁のウェブの圧縮側の亀裂と、引張側の亀裂を対象として、これらの亀裂を有する桁の耐荷力試験および FEM による弾塑性有限変位解析を行った。コンクリート床版を持たない桁においては、圧縮側の亀裂は桁の耐荷力を低下させるが、引張側の亀裂は耐荷力にほとんど影響を与えないこと、コンクリート床版を持つ桁においては、圧縮側の亀裂も桁の耐荷力を低下させないことを明らかにした。

第 4 章では、ストップホールを用いて疲労亀裂を補修するための設計法を開発した。膜応力と板曲げ応力を受けるストップホールの疲労限を明らかにし、ストップホールの縁に発生する最大応力の推定法を与えた。さらに、桁に発生した疲労亀裂にストップホールを適用し、本研究で開発した設計法の妥当性を確認した。

第 5 章では、鋼桁に発生した亀裂の補修法として、鋼板と炭素繊維プレート間に繊維シートを挿入する工法を提案した。繊維シートが挿入された炭素繊維プレート接着鋼板の力学を支配する基礎微分方程式を導出し、鋼板の応力

の低下ならびに炭素繊維プレートの付着端の接着剤に生じるせん断応力の特性を明らかにした。繊維シートが挿入された炭素繊維プレート接着鋼板の引張試験を実施し、本工法の有効性を確認した。

第6章では、本研究で得られた結果を総括した。

論文審査の結果の要旨

我が国では、鋼道路橋に疲労設計が導入された2002年までに数多くの鋼橋が建設されているため、将来、さらに疲労亀裂が発生することが予測される。これから、少子高齢化を迎えようとしている我が国においては、労働人口ならびに税収の減少が予測され、労働力の不足および税収の減少を補うためには、鋼橋の維持管理を効率的に行うことが求められる。これをなすためには、鋼橋の疲労寿命を的確に予測する手法ならびに省力化およびコストを抑えた疲労亀裂の簡易な補修法の開発がますます重要な課題になってくると考えられる。

本論文では、これらの課題を解決するために、信頼性理論に基づいた鋼橋主桁の疲労寿命予測および亀裂が桁の曲げ耐力に与える影響を明らかにしようとしている。さらに、ストップホールを用いて補修するための設計法および繊維シートが挿入された炭素繊維プレート接着工法の開発を行っている。本論文で得られた主な研究成果は次のとおりである。

- (1) 疲労寿命の予測に信頼性理論を容易に導入するために、疲労抵抗と疲労損傷累積という新しいパラメータを提案している。疲労抵抗は対数正規分布に従い、疲労損傷累積は確定量として取扱えることを示している。さらに安全性指標は経過時間の対数に比例して低下することを明らかにしている。
- (2) コンクリート床版を持たない桁においては、圧縮側のウェブに存在する亀裂は桁の曲げ耐力を低下させるが、引張側のウェブに存在する亀裂は桁の曲げ耐力にほとんど影響を与えないこと、コンクリート床版を有する桁においては、圧縮側のウェブに存在する亀裂も、桁の曲げ耐力を低下させないことを明らかにしている。
- (3) ストップホール縁から疲労亀裂の再発生を防止する条件ならびにストップホール縁に作用する最大応力の推定式を与えることにより、ストップホールによる補修を恒久的な補修法として使えることを示している。
- (4) 炭素繊維プレート付着端の接着剤に生じるせん断応力を低下させることを目的として、鋼板と炭素繊維プレートとの間に繊維シートを挿入する工法を提案している。繊維シートが挿入された炭素繊維プレート接着鋼板の力のつりあいから導出される4階の微分方程式を解くことにより、繊維シートが挿入された炭素繊維プレート接着鋼板の力学特性を支配する4つのパラメータを明らかにしている。そして、ガラス繊維シートが挿入された炭素繊維プレート接着鋼板の引張試験を実施することにより、本工法の有効性を示している。

以上のように、本論文は、鋼橋の維持管理を効率的に実施するために必要となる課題を研究テーマとして取り上げ、基本的な現象の解明に大きく貢献している。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。