



繰返し載荷による丸鋼鉄筋を用いた道路橋コンクリート床版の耐久性に関する研究

| | |
|-------|--|
| メタデータ | 言語: jpn 出版者: 公開日: 2014-06-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 赤代, 恵司 メールアドレス: 所属: |
| URL | https://doi.org/10.15118/00005109 |

| | |
|--------|--|
| 氏名 | しゃくしろ けいじ 赤代 恵司 |
| 学位論文題目 | 繰返し載荷による丸鋼鉄筋を用いた道路橋コンクリート床版の耐久性に関する研究 |
| 論文審査委員 | 主査 准教授 菅田 紀之 教授 荒井 康幸 教授 溝口 光男 准教授 小室 雅人 釧路工業高等専門学校 校長 岸 徳光 |

論文内容の要旨

近年、積雪寒冷地における既設道路橋床版は、疲労損傷や凍害による複合劣化が問題となっている。本研究では、1960年代に積雪寒冷地で施行された丸鋼鉄筋を有する鉄筋コンクリート（RC）床版（丸鋼床版）の疲労耐久性に関する検討と共に合理的な補修補強法を確立することを目的に、丸鋼鉄筋および異形鉄筋を用いた RC 床版に関する輪荷重走行試験を実施した。また、丸鋼床版の補修補強法として新素材繊維（FRP）材を用いた下面接着補強法と上面が凍害劣化した場合の上面補修工法およびこれらを併用する工法を提案し、輪荷重走行試験を実施してその有効性に関する検討も行っている。本論文は7章から構成されており、その概要は以下の通りである。

第1章は本論文の序論であり、本研究の背景、既往の研究および目的について述べている。

第2章では、本研究で使用した輪荷重走行試験機による試験方法および疲労耐久性の評価方法について述べている。

第3章では、丸鋼床版の破壊性状および耐疲労特性について検討を行っている。本章では丸鋼鉄筋および異形鉄筋を用いた RC 床版の輪荷重走行試験を実施し、丸鋼床版の場合には異形鉄筋を用いた場合と比較して疲労寿命が4割程度短くなる傾向にあることを明らかにしている。また、実験結果に基づいて丸鋼床版の疲労寿命評価式も試算し提示している。

第4章では、輪荷重走行によって疲労損傷した丸鋼床版の合理的な補修補強法を確立することを目的に炭素繊維FRP材下面接着工法を提案し、荷重走行試験によりその妥当性について検討している。実験の結果、本補強法を適用することにより、梁状化やひび割れ面の劣化が抑制され、疲労耐久性が大きく向上することを明らかにしている。

第5章では、凍害劣化によって断面欠損した丸鋼床版を想定して、それぞれ樹脂系モルタルあるいはコンクリートを用いて上面補修を行った場合における疲労耐久性改善効果を輪荷重走行試験により検討を行っている。実験の結果、いずれの場合においても無損傷供試体と同程度に疲労寿命が回復できることを明らかにしている。

第6章では、上面が凍害劣化を受けかつ疲労損傷を受けた丸鋼床版を想定して、前章までに提案した補修補強法を適用した場合の輪荷重走行試験について述べている。検討の結果、床版の曲げ剛性が健全時と同程度まで回復し、疲労耐久性が大きく改善することを明らかにしている。

第7章は本論文の結論であり、本研究で得られた知見をまとめている。

ABSTRACT

In recent years, existing Reinforced Concrete (RC) bridge slabs constructed in snowy cold region have been severely deteriorated due to coupling fatigue with frost damage. In particular, in 1960's, round steel bars had been used for reinforcing concrete. However, fatigue life of the RC slab has never been figured out yet.

In this study, in order to investigate the fatigue failure mechanism and durability of the RC slabs reinforced with round rebar and to establish the effective repair and/or strengthening methods for those, cyclic loading tests of the full-scale RC slabs were conducted using a wheel-load running machine.

In order to repair and/or strengthen the slabs reinforced with round rebar, three kinds of methods were proposed and those applicability was experimentally investigated which are: 1) a bonding method with Fiber Reinforced Polymer (FRP) sheet and/or plate to the bottom surface of the slabs; 2) filling method with resin mortar and/or concrete to the damaged upper

concrete cover of the slabs; and 3) combining method with above two methods.

The dimensions of the test specimens are 2200 × 3300 × 160 mm (width × length × thickness at the center) and two sides in the longitudinal direction were simply supported and those in the transverse direction were elastically supported using H section beams. The wheel load was surcharged on the slab through the steel block to model on the contact surface of the rubber tire of vehicles. The loading amplitude was increased with stepped pass and fatigue strength was evaluated based on the Miner's rule.

From this study, following results were obtained: 1) fatigue life of the RC slab with the round rebar may be 40 % shorter than that with the deformed rebar, because of a lack of the bonding strength of the round rebar; 2) based on the experimental results, an empirical prediction formula of the fatigue life for the RC slab with round rebar was proposed; 3) Fatigue durability of the RC slab with round bars can be significantly improved applying FRP sheet and/or plate bonding method due to restraining crack developing and opening; 4) filling the damaged upper concrete cover with resin mortar and/or concrete, durability of the slab can be upgraded up to the slab without any damage; and 5) fatigue life of the RC slab with round rebar in the severe cold region can be effectively and economically prolonged applying combining above repairing and strengthening methods.

論文審査結果の要旨

本論文は、積雪寒冷地において凍害および疲労損傷を受ける丸鋼鉄筋を用いた道路橋 RC 床版の合理的な補修補強法を確立することを目的としたものであり、床版の疲労破壊性状、疲労寿命評価式および補修補強法について検討を行っている。

丸鋼鉄筋を用いた実橋サイズの RC 床版および異形鉄筋を用いた RC 床版に対して行った一定荷重輪荷重走行試験の結果から、走行回数が増加するに従い丸鋼鉄筋床版においても異形鉄筋床版と同様に梁状化が進み、最終的には押抜きせん断により破壊に至ることを明らかにしている。しかしながら、丸鋼鉄筋床版のひび割れ分

散性は異形鉄筋床版と比較すると低下し、最終的な破壊領域も小さくなることを示している。また、丸鋼鉄筋床版の疲労寿命については異形鉄筋床版の 60 %程度に短くなることを明らかにし、疲労寿命評価式については従来の異形鉄筋を用いた RC 床版の式を修正する形で示している。

異形鉄筋床版と比較して短寿命である丸鋼鉄筋床版の延命化のための補強法として炭素繊維 FRP 材の床版下面接着工法を提案し、補強床版に関する輪荷重走行試験を実施している。その結果、炭素繊維 FRP 材の補強による延命効果は大きく、異形鉄筋床版に補強を行った場合と同等の効果を期待できることを明らかにしている。床版の延命は、ひび割れの開口が FRP 材により抑制されることによる梁状化およびひび割れ面のすり磨きやたたき作用の抑制によるものであることを示している。また、凍害劣化を模擬した丸鋼鉄筋床版の上面に 3 種類の補修法を適用したもののについて輪荷重走行試験を実施した結果から、補修を行った床版の最終的な破壊は押抜きせん断破壊になり、補修材の効果により荷重分散性が向上し破壊領域が大きくなること、疲労寿命はいずれの補修法においても丸鋼鉄筋床版と異形鉄筋床版のその間になり、丸鋼鉄筋床版の疲労寿命評価式を用いることにより寿命を安全側に評価できることを明らかにしている。

以上の結果に基づき、上面補修および炭素繊維 FRP 下面接着補強を行った丸鋼鉄筋床版の輪荷重走行試験を行い、提案工法を施工することにより異形鉄筋床版と同等の寿命に回復できることを確認するとともに、従来工法と比較して提案工法は経済的であることを示している。

本論文の成果は、丸鋼鉄筋を用いた道路橋床版の延命化対策に不可欠な余寿命の評価および補修補強法の確立に大きく貢献している。以上のことから、本論文提出者は博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認める。