

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	Phan Thanh Ngoc
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	都市博甲第2243号
学位授与年月日	2022年9月16日
学位授与の根拠	学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
学府・専攻名	都市イノベーション学府 都市イノベーション専攻
学位論文題目	Multiple protection designs for durable concrete deck slab on steel girder bridges
論文審査委員	主査 横浜国立大学 教授 細田 暁 横浜国立大学 教授 前川 宏一 横浜国立大学 教授 早野 公敏 横浜国立大学 准教授 藤山 知加子 横浜国立大学 准教授 田村 洋

論文及び審査結果の要旨

令和4年8月1日（月）14時30分～15時30分に、環境情報棟1号棟515室およびオンラインにて公聴会を行い、その後、審査会は公聴会の後、15:30から同室で引き続き行われた。

本論文は、東北地方の鋼桁橋上のRC床版に生じている深刻な土砂化の劣化状況を受けて、新設するRC床版の耐久性を向上させるための耐久設計を改善するための研究である。東日本大震災後の復興道路の建設において、適切な施工を行う品質確保を前提として、耐久性確保のための耐久設計の基本スキームが構築され適用されてきたが、3径間以上の鋼連続桁上のRC床版にひび割れが多数発生するという問題点が顕在化していた。本研究では、このひび割れを抑制する手法を見出し、東北地方整備局の耐久性確保の手引きにいくつかの重要な知見を実装することに貢献した。また、ひび割れ抑制に必須である膨張材を用いることによる副作用によりRC床版表面からのスケーリング劣化の抵抗性が低下する懸念があったため、十分なスケーリング抵抗性を有することを実験的に示した。RC床版の耐久設計の改善に大きく貢献し、工学的に有用な成果が多く得られている。

序論では、東北地方整備局の管理する鋼桁上のRC床版の深刻な土砂化による劣化状況と、推定される劣化機構等が示され、本研究で検討するRC床版の耐久性を向上することの重要性が示されている。過去に提案されて実践されている耐久設計のスキームが説明され、改善の必要性を指摘し、研究の背景と目的がまとめられている。

2章では、本研究に関連する既往の研究がレビューされている。

3章では、3次元FEMによる温度応力解析により、床版に発生するひび割れの原因の一つである温度応力について検討している。材料-部材-構造物の3つのレベルでの数値シミュレーションの結果の検証を行い、特に構造物での温度・ひずみ・応力での検証を行っていることに特長がある。検証されたシミュレーションモデルを用いて、温度応力を低減する効果的な養生方法を提案している。

4章では、3径間以上の連続桁でRC床版に発生するひび割れの原因の一つである、床版コンクリートの段階施工時に発生する応力の低減方法を数値解析により検討している。床版コンクリートの段階施工における打込み順序、コンクリートの打込みの量、段階施工の打込み間隔（日数）の影響を定量的に分析し、応力を低減する具体的な方法論を提案している。提案した手法は、東北地方整備局のRC床版の耐久性確保の手引きに実装された。

5章では、3章で検討した温度応力と4章で検討した段階施工による応力を統合して、ひび割れリスクの定量的な分析を行っている。複数の実構造物の床版におけるひび割れ発生状況と数値シミュレーションにより得られたひび割れリスクを比較し、数値シミュレーションの結果が妥当であることを示している。ひび割れ発生が顕著であった橋梁において、本研究で得られた知見に基づいて、ひび割れを低減する具体的な方法を示している。今後建設される構造物でのひび割れ抑制設計で参照できる実践的な成果がまとめられている。

6章では、膨張材を使用したことによるスケーリング劣化抵抗性の低下の懸念に対して、実構造物の床版を模擬した供試体により、スケーリングの促進劣化試験を実施し、十分なスケーリング劣化抵抗性を有していることが示されている。ただし、膨張材を使用しない場合に比較して、 20kg/m^3 の膨張材を使用した場合にはスケーリング抵抗性が劣り、 25kg/m^3 の膨張材を使用した場合にはさらに抵抗性が低下した。 25kg/m^3 の膨張材を用いた場合であっても、既往の研究を参照すると十分なスケーリング抵抗性を有していると判断されたが、膨張材の添加量には十分な注意が必要であることを指摘している。

7章では、本研究で得られた知見がまとめられ、今後の課題に言及している。博士論文の内容は実践性に富み、工学上有用な知見を多く含んでおり、論文としての体裁も整っており、審査委員全員一致して合格と判定した。

さらに、提出された論文に対して、iThenticateにより剽窃、盗用の不正行為を確認したが、専門用語や短い一般的な現象の定義表現を除き、剽窃や盗用に該当するものは無いことを確認した。

(試験の結果の要旨)

令和4年8月1日(月)14時30分～15時30分に、環境情報棟1号棟515室およびオンラインにて公聴会を行い、その後、審査会は公聴会の後、15:30から同室で引き続き行われた。

博士論文の内容に関する質疑応答は次のような項目について行われた。

(1) ひび割れを抑制する手法が複数提案されているが、優先順位はあるのか

(2) コンクリート床版の段階施工が前提条件となっている検討であるが、一度に施工できるとした場合に、どのようなシナリオが想定されるか

(3) ”crack control” という表現が使われているが、”control”は妥当な表現であるか

博士論文の内容に関する説明およびそれに対する質疑応答に基づき、研究内容の新規性、獨創性、工学上の有用性および論文全体の完成度について審査した結果、本論文は博士学位論文として十分な内容を有していると判断された。

また、質疑応答の結果から、博士論文の研究内容のコンクリート構造、建設材料学、数値解析手法、および関連する分野の科目について、博士(工学)の学位を得るにふさわしい学力を有すると判定された。

外国語としての英語については、本論文や投稿論文を英語で執筆し、また、国際学会で発表していることから、十分な能力があることが確認された。

修了に必要な単位は全て取得済みである。

以上の結果および学位に必要な条件を全て満たしていることを考慮し、審査委員全員一致して最終試験は合格と判定した。

主な対外発表および論文は以下の通りである。

1. Thanh Ngoc PHAN, Akira HOSODA: Analysis of stepwise construction of durable RC deck slabs on multiple span steel box girder bridge for transverse cracking mitigation, Journal of Structural Engineering, 68A, pp.722-731, 2022.3
2. Ngoc T. PHAN, Akira HOSODA, Arifa I. ZERIN, Koichi TEMAMOTO, Kazuaki TANI: Full-scale simulation and verification for mitigation of early-age cracking in durable RC deck slab on multiple span steel box girder, The 30th Biennial National Conference of the Concrete Institute of Australia, 2021.9

以上より、最終試験は合格であると認められた。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。