

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	ARIFA IFFAT ZERIN
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	都市博甲第2028号
学位授与年月日	2018年9月14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	Full Scale Numerical Simulation of Girder Bridges to Determine the Influential Factors Causing Transverse Cracking in RC Deck Slabs
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 山田均 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 西尾真由子

論文及び審査結果の要旨

平成30年8月1日（水）10時半～12時に、土木工学棟101室において、山田均教授を除く審査委員出席のもと、公聴会および審査会を行った。また、8月3日（金）16時半～17時15分に、土木工学棟セミナー室において、山田均教授と細田暁教授出席のもと、審査会を行った。

本研究は、道路橋のRC床版のひび割れ抑制に関する研究で、有限要素法による実構造物の数値シミュレーションの結果を、材料・部材・実構造物の3つのレベルから体系的に検証を行ったものである。検証された数値シミュレーションモデルを用いて、コンクリート硬化過程にRC床版に発生するひび割れの影響要因を特定し、その影響を定量的に示し、実構造物でのひび割れ抑制の適切な方向性を示した研究である。材料・部材・構造物レベルの信頼性の高い計測結果を活用して、数値シミュレーションのモデル化の検証に多くの時間が費やされており、その過程で得られた新たな知見が取りまとめられている。その精度の高い数値シミュレーションに基づいて、実構造物のひび割れを抑制するための有用な知見が多く得られている。

序論では、東北地方において凍結防止剤を大量に散布することを主要因とするRC床版の深刻な劣化状況に関する説明、新設する橋梁のRC床版を高耐久化する方策とそれに伴い増大するひび割れリスクの説明、急ピッチで整備される東日本大震災の後の復興道路における数多くの橋梁のRC床版のコンクリートの硬化過程に発生するひび割れ抑制のニーズ等の研究の背景が述べられ、本研究の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、本研究における3レベルでの数値シミュレーションの検証方法の考え方について述べられている。非常に多くのパラメータを含む、実橋梁のRC床版のコンクリート硬化過程のシミュレーションにおいて、材料・部材・構造物の3つのレベルにおける計測結果を活用して、モデルの構築と計算結果の検証を行う考え方を提案している。材料レベルの実験結果に基づいて、時刻歴のコンクリートの強度・ヤング係数や発熱・体積変化等のモデル化を行う。RC床版を模擬した小型の試験体等による計測結果から、材料と構造の複合的な特性である膨張エネルギーとクリープ係数の同定を行う。実橋梁での温度、ひずみ、応力等の計測結果から、数値シミュレーションにおける構造境界条件、熱境界条件等の検証を行う。上記の3レベルの検証によって初めて適切に、すべてのパラメータを適切に設定することが可能であることを本研究の根幹として最初に提示されている。

4章では、3つの実橋梁での数値シミュレーションと検証の過程が詳細に述べられている。いずれも東北の復興道路における橋梁である。陸前高田の新気仙大橋では7径間連続の鋼桁の上に設置されるRC床版を対象としている。福島県の彦平橋では、単径間のPCコンポ桁の上に設置されるRC床版が対象である。釜石の小佐野高架橋では、4径間連続の鋼

桁の上に設置されるRC床版が対象であるが、この橋梁にのみ有効応力計が設置され、数値シミュレーションの検証を温度、ひずみ、応力の観点から多角的に検証している。3章で説明した材料・部材・実構造物の3レベルでの検証過程が詳細に示されている。

5章では、検証された数値シミュレーションの結果に基づいて、RC床版のひび割れ発生に及ぼす橋梁の構造的な要因について述べられている。RC床版の断面内において、特にひび割れ発生のリスクの高い箇所についての説明、連続桁が単純桁よりもRC床版のひびわれリスクを高める程度の定量的な情報、単径間のPCコンポ桁における低いひび割れリスク、ゴム支承のモデル化の影響、等が定量的に説明され、実構造物におけるひび割れ抑制のための有用な知見が取りまとめられている。

6章では、RC床版のひび割れ発生に及ぼす材料特性の影響が定量的に述べられている。コンクリートの熱膨張係数の影響、コンクリートの打込み温度の影響、コンクリートの自己収縮の影響、膨張コンクリートを使うことのひび割れ抑制の効果、等が定量的に説明され、ひび割れ抑制のための有用な知見が取りまとめられている。

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。

博士論文の内容は新規性に富み、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。

公聴会は、平成30年8月1日（水）10時30分から、土木工学棟101室にて山田均教授をのぞく審査委員出席のもとで行われた。審査会は公聴会の後、11時30分から同室で引き続き行われた。8月3日（金）16時半～17時15分に、土木工学棟セミナー室において、山田均教授と細田暁教授の出席のもと、審査会が行われた。

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) 本研究で設定した数値解析のモデル化の妥当性
- (2) 本研究の目的である高耐久RC床版に発生するひび割れの抑制方法
- (3) 本論文で得られた結果の実務への適用、今後の研究課題

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、独創性、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橋梁の建設方法、有限要素法、材料力学、コンクリート工学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。

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。