

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	山野井 悠翔		
学位の種類	博士（工学）		
学位記番号	都市博乙第474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2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	Multi-directional crack model for cementitious composites in consideration of shear graveling		
論文審査委員	主査	横浜国立大学 教授	前川 宏一
		横浜国立大学 教授	細田 暁
		横浜国立大学 教授	菊本 統
		横浜国立大学 准教授	藤山 知加子
		横浜国立大学 准教授	崔 瑛
		横浜国立大学 准教授	田村 洋

論文及び審査結果の要旨

本博士論文は、せん断変形を受けて砂利化するセメント複合体の力学特性の変遷を考慮可能な構成モデルを開発し、耐力以後のコンクリート構造の解析精度の向上を図ったものである。ひび割れたコンクリートは骨材の噛み合わせによりせん断力を伝達するが、せん断変形の進行によりセメント硬化体の損傷が進むと、骨材粒子の固定度が減少して粒子間の接触機会が増加する。この過程を砂利化と定義している。砂利化の進行に伴って、セメント硬化体の強度に強く依存するひび割れ面での噛み合い機構から骨材粒子群の摩擦機構に移行し、最終的に大きな拘束依存性が発揮される。多方向ひび割れを考慮可能なコンクリート構成モデルと摩擦則に基づく弾塑性モデルを損傷レベルに応じて統合することで、砂利化をモデル化したものである。ひび割れによる強い異方性を有する状態から、等方性の強い砂利化後のせん断挙動までを繋げた点に本研究の獨創性が認められる。

従来、高サイクル疲労を受けるコンクリート床版等で報告されていた砂利化が、低強度コンクリートであれば低サイクルでも起こりうる事が多層梁の実験で観察された。提案モデルにより多層梁の残存耐荷力や損傷モードを良好に再現することが可能であることが示された。また、コンクリート強度に依らず砂利化後の平均摩擦係数は1.0程度、モルタルの場合は0.4程度であることが構造挙動から推定され、プッシュオフ試験の結果とも整合した。重ね梁の繰返しせん断実験から、圧縮強度が30MPa程度のコンクリートであっても、構造耐力以後の崩壊過程の解析では、砂利化を考慮する必要があることが示された。

組積造構造物のように目地の損傷が局所的に卓越する構造に対しては、目地に沿った領域に3つの仮想ひび割れ面を予め指定し、目地に囲まれる領域の損傷を3方向の交差ひび割れ面で代表する方法を提案している。複数の煉瓦積み構造の交番繰返し実験に対してモデルの妥当性が検証された。また、断層変位を受ける地中構造物の耐変位性能評価解析により、人工軟岩材料による損傷緩和効果の評価にも応用が可能であることが示された。

以上より、本学位論文は既往の基礎研究の総合化と獨創性および今後の発展性を有するものとして、合格と認められた。iThenticateによる剽窃チェックで重複率27%であり、そのうち12%が論文提出者の既発表論文に由来するものであった。剽窃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)

2022年8月2日16時より、横浜国立大学並びにオンライン配信において公聴会を開催し、引き続き8月2日17時より横浜国立大学において審査委員全員の出席を得て審査委員会を開催した。せん断変形が局所化する領域でセメント硬化体の粉砕が連続的に進行し、砂利化するコンクリートの力学特性の変遷を表す構成モデルの開発と、これを用いたせん断損傷が卓越する構造物の最大耐力以後の挙動解析の精度向上に関する研究は、博士学位論文として十分な内容を有しており、合格と判定した。さらに、各審査委員からの口頭試問により、コンクリート構造工学並びにセメント系複合材料力学に関して、博士(工学)の学位を得るにふさわしい学力を有していると判定した。英語の学力においては、筆頭著者として既に公表されている下記の4編の英文雑誌論文と国際会議における講演発表の経験、公聴会における英語による質疑応答および英文で執筆された学位論文から、十分な英語の学力を有していることを確認した。

学位取得に必要な対外発表論文は以下の通りである。

- Shear bifurcation and graveling of low-strength concrete., Yuto Yamanoi and Koichi Maekawa, *Journal of Advanced Concrete Technology*, 査読有, Vol.18, No.12, pp.767-777, 2020.
- Multi-directional fixed crack model extended to masonry structures., Yuto Yamanoi, Takashi Miura, Masoud Soltani and Koichi Maekawa, *Journal of Advanced Concrete Technology*, 査読有, Vol.19, No.9, pp.977-987, 2021.
- Transient shear band and its kinetics around interfaces of cementitious materials and soil/rock foundation., Yuto Yamanoi and Koichi Maekawa, *Computational Modelling of Concrete and Concrete Structures*, 査読有, 1st Edition, pp.381-388, 2022.
- Disintegration of low and normal strength concrete in shear localized bands and its constitutive modeling., Yuto Yamanoi and Koichi Maekawa, *Engineering Structures*, 査読有, Vol.266, 114593, 2022.

以上により最終試験は合格であると判定した。

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。