T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	超高強度を有する繊維補強無孔性コンクリートの力学特性と構造性能
Title(English)	Mechanical Properties and Structural Performance of Fiber Reinforced Porosity Free Concrete with Extremely High Compressive Strength
著者(和文)	柳田龍平
Author(English)	Ryohei Yanagida
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10895号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:二羽 淳一郎,岩波 光保,千々和 伸浩,竹村 次朗,佐々木 栄一
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10895号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

Title:

Mechanical Properties and Structural Performance of Fiber Reinforced Porosity Free Concrete with Extremely High Compressive Strength

（超高強度を有する繊維補強無孔性コンクリートの力学特性と構造性能）

本研究は，400N/mm^{2}を超える世界最高の圧縮強度を有する繊維補強 PFC（無孔性コンクリート）のコンクリート構造物への実用化を目的として，その力学特性の解明と構造物に適用した場合の構造性能の把握を図ったものである。その実構造物への適用を視野に，構造設計に不可欠な鋼繊維補強 PFC の力学モデルを提案しており，その極めて大きな圧縮強度を活用するために，大きなプレストレスを導入した外ケーブル方式のセグメントはり部材に対して構造性能評価を行っている。

1 章「Introduction（序論）」では，本研究の背景と目的ならびに研究の位置づけが述べられており，また，論文全体の構成が示されている。

2 章「Literature Review（既往の研究）」では，PFC の製造に必要となる特殊な養生過程について説明し，その製造方法が PFC の硬化後の内部組成や圧縮強度に与える影響を紹介している。また，既存の超高強度コンクリート系材料である UFC（超高強度繊維補強コンクリート）が実用化された外ケーブル方式のセグメント UFC 桁橋を紹介し，超高強度材料と外ケーブルを併用した PC 橋梁の利点について説明しており，また，外ケーブル方式のセグメントはり部材に関する既往の研究の概要を示している。

3 章「Reinforcing Effect of Fiber on Mechanical Properties of Porosity Free Concrete（補強繊維が無孔性コンクリートの力学特性に及ぼす影響）」では，PFC のマトリクスの補強に鋼繊維を用い，その混入率をパラメータとして圧縮試験，割裂引張試験および曲げ試験を行うことで繊維補強効果について検討している。圧縮試験の結果，PFC は繊維補強した場合においても 300N/mm^2 を超える極めて高い圧縮強度と 50kN/mm^2 を超える高いヤング係数を有しており，圧縮応力下においては破壊に至るまでほとんど線形に挙動することを明らかにしている。また，割裂引張試験と曲げ試験の結果，PFC のひび割れ発生強度は繊維混入率によって変化しないものの，ひび割れ発生以降の引張強度および曲げ靭性は繊維混入率が大きくなることで著しく向上することを明らかにしており，PFC に対する繊維補強の有効性を見出している。

4 章「Proposal of Mechanical Models of Fiber Reinforced Porosity Free Concrete（繊維補強無孔性コンクリートの力学モデルの提案）」では，構造設計に必要な繊維補強 PFC の圧縮・引張に対する力学モデルを提案している。繊維補強 PFC の圧縮強度試験から，圧縮強度の特性値を明らかにしたのち，その繰り返し圧縮試験からポストピークの圧縮挙動を検討している。さらに，繰返し圧縮試験の結果，圧縮応力下の繊維補強 PFC はポストピーク域において緩やかに変形したことから，その圧縮軟化域の挙動を 3 直線で

モデル化することで，PFC の圧縮応力－ひずみモデルを提案している。また，繊維補強 PFC はり部材の曲げ強度試験をはり高さをパラメータとして実施し，その曲げ挙動と曲げ強度の寸法依存性を明らかにしたのち，モデル化した繊維補強 PFC の引張軟化曲線を用いた FEM 解析を行うことで，はり高さが大きな場合の曲げ強度についても明らかにしている。加えて，繊維補強 PFC の引張応力－ひずみ曲線の提案に必要な等価検長を FEM と断面解析の両面から決定・定式化し，等価検長を用いて繊維補強 PFC の引張軟化モデルを引張応力－ひずみ関係に修正する手法で引張特性をモデル化している。

5 章「Structural Performance of Externally Prestressed Segmental Beams Using Fiber Reinforced Porosity Free Concrete（繊維補強無孔性コンクリートを用いた外ケーブル方式セグメントはりの構造性能）」では，部材ウェブならびにフランジ厚さがともに 40mm と薄肉な T 形断面を有する鋼繊維補強 PFC セグメントはりに対して，補強用鋼材として外ケーブルのみを用いてプレストレスを導入し，その耐荷力と変形性能について検討している。外ケーブルによるプレストレスレベルをパラメータとして実験を行った結果，プレストレスレベルが小さい場合にはせん断スパン内のせん断キーを有するセグメント接合部を起点とした斜め方向のひび割れが支配的となってはりが脆性的な破壊に至るものの，プレストレスレベルが大きな場合には，セグメント接合部のせん断挙動にプレストレスが寄与することで，部材のせん断スパンに多数の斜めひび割れが発生し，最終的には外ケーブルの降伏が先行する曲げ引張破壊に至ることを明らかにしている。また，はりの変形に対しては等曲げスパンのセグメント接合部の開口が支配的であるものの，特に大きなプレストレスが導入されている場合，外ケーブルの降伏まではりが大きく変形したにもかかわらず，PFC の極めて高い圧縮強度のために薄肉のはりは曲げ圧縮破壊に至ることがないことを示している。すなわち，繊維補強 PFC を用いたはり部材に対するプレストレスの有効性を実験的に明らかにしている。

6 章「Conclusions and Recommendations（結論と今後への提言）」では，本研究の総括を行うとともに今後の研究に対する方向性が示されている。