

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Fatigue Load Carrying Mechanism of Reinforced Concrete Beams with Corrosion Cracks Along Tensile Rebar
著者(和文)	山田雄太
Author(English)	Yuta Yamada
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10963号, 授与年月日:2018年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:岩波 光保,二羽 淳一郎,廣瀬 壮一,佐々木 栄一,千々和 伸浩
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10963号, Conferred date:2018/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	土木工学	専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	（工学）
学生氏名： Student's Name	山田 雄太		指導教員（主）： Academic Advisor(main)	岩波 光保	
			指導教員（副）： Academic Advisor(sub)		

要旨（和文 2000 字程度）

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は,「Fatigue Load Carrying Mechanism of Reinforced Concrete Beams with Corrosion Cracks along Tensile Rebar (引張鉄筋に沿う鉄筋腐食ひび割れを有する鉄筋コンクリートはりの疲労耐力機構)」と題し, 英文により 6 章で構成されている。

1 章「Introduction (序論)」では, 鉄筋コンクリート (RC) 構造物の経年劣化に伴い, 鉄筋腐食ひび割れを有する RC はり部材の疲労耐力機構を把握する必要があること, 鉄筋腐食ひび割れを有する RC はりのせん断疲労に関する知見が極めて少ないことを述べ, 本研究の主たる目的が, 引張鉄筋に沿う鉄筋腐食ひび割れを有する RC はりのせん断疲労挙動の解明であることを示している。

2 章「Explanation methods of the load carrying mechanism (耐力機構説明方法)」では, 鉄筋腐食ひび割れを有する RC はりの耐力機構を体系的に説明するための方法を提案している。RC はりの主な耐力機構であるアーチ機構およびビーム機構の荷重分担分を算出する方法を構築し, 荷重伝達経路の概念を導入することで耐力機構をより明確に分類, 整理できることを示している。また, これらの方法および概念の導入は, 本研究で用いる有限要素解析の結果に依存するため, 既往の研究で提案された有限要素解析の構成則についても述べている。

3 章「Behavior of RC beams modeled by artificial crack without stirrups (人工ひび割れが導入されたせん断補強筋の無い RC はりの挙動)」では, 鉄筋腐食により腐食ひび割れ面のせん断伝達および鉄筋の付着性能が極度に低下した状態を模擬した人工ひび割れを有する試験体を対象とし, 静的, 疲労実験および有限要素解析を行うことで, せん断補強筋の無いはりの疲労挙動を明らかにしている。実験と解析の結果, 人工ひび割れの先端が鉛直応力非卓越領域に存在する場合, 静的耐力は健全なはりと比較して増加するが, 比較的小さな上限荷重が繰り返し作用する場合, 健全なはりより疲労寿命が低下する可能性を示唆している。鉛直応力非卓越領域では, 載荷点および支点近傍の鉛直応力卓越領域と比較して, 損傷先端に大きなせん断応力を生じることでアーチ機構が卓越し, 荷重伝達経路の直線化に伴い損傷蓄積領域が局所化したことが, 疲労挙動が変化することであることを明らかにしている。さらに, 破壊力学に基づく考察から, 鉛直応力非卓越領域に人工ひび割れの先端を有する場合, 上限荷重の大きさによらず引張主鉄筋に沿うひび割れが進展するのに対し, 鉛直応力卓越領域に人工ひび割れの先端が存在する場合, 繰り返し載荷時にのみ引張主鉄筋に沿うひび割れが進展することが, 人工ひび割れの導入位置および上限荷重の差により破壊形態が変化することであることを明らかにしている。

4 章「Behavior of RC beams modeled by artificial crack with stirrups (人工ひび割れが導入されたせん断補強筋を有する RC はりの挙動)」では, せん断補強筋の存在により, アーチ機構の発現が抑制されることで, せん断補強筋の無いはりと比較して, 疲労抵抗性が増加する傾向にあることを静的, 疲労実験および有限要素解析により明らかにしている。この現象は, せん断補強筋のダウエル効果によるものであり, ダウエル効果が顕著な程, 耐力機構は健全なはりと同様の傾向を示すことを述べている。静的載荷時には耐力機構に顕著な影響を与えない場合であっても, 疲労載荷時にはせん断補強筋のダウエル効果が耐力機構に及ぼす影響は無視できないことを示している。さらに, 鉛直応力の影響を無視し得ない領域に人工ひび割れの先端が存在する場合, ひび割れ先端における応力集中が比較的緩和されることに加え, せん断補強筋のダウエル効果による人工ひび割れ面の滑動が抑制されることで, 耐力機構は健全なはりと比較して変化しないことを明らかにしている。

5 章「Behavior of RC beams with real corrosion cracks (実腐食が導入された RC はりの挙動)」では, 電気的腐食促進試験により鉄筋腐食ひび割れを導入した試験体の挙動を, 人工ひび割れ面上における見掛けのせん断伝達特性を変化させることで解析上再現できることを示している。特に, 鉄筋腐食が著しいはりでは, 鉄筋腐食ひび割れが局所化するが, 鉄筋とコンクリート間の付着が喪失することにより, 引張主鉄筋に沿う人工ひび割れを有するはりと同様にタイドアーチ機構が発現することを確認している。

6 章「Conclusions (結論)」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を示している。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：土木工学 専攻
Department of
学生氏名：山田 雄太
Student's Name

申請学位(専攻分野)：博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員(主)：岩波 光保
Academic Advisor(main)
指導教員(副)：
Academic Advisor(sub)

要旨(英文 300 語程度)
Thesis Summary (approx.300 English Words)

This paper is entitled “Fatigue Load Carrying Mechanism of Reinforced Concrete Beams with Corrosion Cracks along Tensile Rebar” and consists of six chapters.

In Chapter 1 “Introduction”, the background and objective of this research are described. It was mentioned the necessity to grasp the load carrying mechanism of reinforced concrete (RC) beams with rebar corrosion and that the number of researches regarding shear fatigue behavior of RC beams with rebar corrosion appeared to be little. It was also described that the main objective of this research was to make clear the shear fatigue load carrying mechanism of RC beams with rebar corrosion along tensile rebar.

In Chapter 2 “Explanation methods of the load carrying mechanism”, systematical explaining methods of the load carrying mechanism are proposed. The decomposition method of the arch and beam mechanisms as the shear load carrying mechanism based on finite element analysis was explained, and the newly proposed concept and the definition of Load Path which was introduced to observe stress flow clearly were explained. Moreover, the constitutive laws of the finite element analysis proposed by the previous study were described.

In Chapter 3 “Behavior of RC beams modeled by artificial crack without stirrups”, the effect of crack lengths without stirrups is described based on the fatigue experiments and analyses for the specimens and analytical models which had artificial cracks to simulate the most severe state of rebar corrosion cracks. The results of experiments and analyses indicated that differences in the positions of artificial crack tips and the magnitudes of upper limit load changed the failure modes and the fatigue lives of RC beams, and that when the beams had artificial crack tips inside B region (vertical stress non-predominant region), though the static strengths were increased, the fatigue lives under relatively low upper limit load were decreased compared with the control beams. It was also made clear that localization of the damage accumulating area due to linearization of Load Path was the cause of the decrease in fatigue lives, and that the localization was caused by relatively higher shear stress inside B region which induced the arch mechanism. In addition, it was clarified that when the artificial crack tips existed inside B region, cracks along tensile rebar were propagated regardless of the magnitude of upper limit load, however, when the artificial crack tips existed inside D region (vertical stress predominant region), cracks along tensile rebar were propagated only in case under low upper limit load.

In Chapter 4 “Behavior of RC beams modeled by artificial crack with stirrup”, the effect of stirrups based on the fatigue experiments and analyses is described. The results of experiments and analyses indicated that the fatigue life of RC beams with artificial cracks and stirrups under relatively low upper limit load was increased compared with that of the beams without stirrups. It was made clear that the reason was the dowel action of the stirrups which decreased contribution of the arch mechanism. Moreover, it was clarified that when the artificial crack tips existed inside D region, the stress concentration was defused, and that the dowel action reduced slip displacement on the artificial crack surfaces, as a result, the behavior was similar to the control beam.

In Chapter 5 “Behavior of RC beams with real corrosion cracks”, the behavior of RC beams with real corrosion cracks which was introduced by corrosion accelerating test is described. The results of fatigue experiment and analyses of RC beams with real corrosion cracks indicated that the behavior could be reasonably explained based on the results of RC beams with artificial cracks. It was described that in case of the beams with severe corrosion cracks along tensile rebars, the tied arch mechanism was predominant due to bonding loss between concrete and rebars.

In Chapter 6 “Conclusions”, the results of each chapter are summarized, and the recommendations regarding this research fields are indicated.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).