

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Low and Extremely Low Cycle Fatigue Performances of Various Structural Steels
著者(和文)	トッチ タイリン
Author(English)	THAILEANG TOUCH
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12467号, 授与年月日:2023年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉敷 祥一,元結 正次郎,石原 直,西村 康志郎,佐藤 大樹,山田 哲
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12467号, Conferred date:2023/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	建築学系 都市・環境学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(Engineering)
学生氏名： Student's Name	TOUCH THAILEANG		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	吉敷祥一	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「Low and Extremely Low Cycle Fatigue Performances of Various Structural Steels」と題する全 4 章の論文である。本論文では鋼構造建築物を構成する柱梁接合部やブレースなどの耐震部材には地震時に大歪領域を含む繰返し塑性歪が生ずることに着目し、大歪領域を含めた鋼材要素レベルでの極低サイクルおよび低サイクル疲労性能 (以上を LCF 性能と総称する) の把握を研究目的とし、大歪領域の実験を可能とする試験片の形状、および建築構造に用いられる各種鋼材の LCF 性能について論じている。

第 1 章「Motivation and objective of the research」では、研究の背景として、素材レベルでの大歪領域を含む実験研究について調査を行い、大地震において部材の素材レベルでは 9%以上の歪が生ずる可能性があるにもかかわらず、9%以上の歪を対象とした繰返し載荷実験が十分に行われていないこと、また大歪領域での LCF 性能が明らかになっていないことを指摘している。以上の背景から、大歪領域の実験を可能とする試験片形状の提案、および素材レベルにおいて建築構造に用いられる各種鋼材の LCF 性能の把握を目的とすることを述べている。

第 2 章「Determination of optimal round specimens under small and large tensile and compressive strains」では、大歪領域を含む繰返し載荷実験を可能とする試験片形状を明らかにするために、数値解析による検討を行っている。試験片は直径 D を有する一般的な円柱状を対象とし、その試験区間距離 L_e と試験装置における固定部への拡幅に伴うフィレット部の半径 R をパラメータとして数値解析による検討を行っている。数値解析結果から R/D が 0.75 未満では圧縮歪下でフィレット部に断面の変状が生じること、また L_e/D が 1.0 未満では絞りが試験区間外に及ぶことを明らかにしている。最終的には L_e/D が大きいと座屈しやすいことを勘案するとともに、既往の実験研究および試行実験において実施可能であった歪領域と試験片形状の関係を整理することにより、試験片形状の最適範囲と実験可能な歪範囲を提案している。

第 3 章「Low and extremely low cycle fatigue performances of structural steels with different strengths」では、建築構造に用いられる各種鋼材の LCF 性能を把握するため、第 2 章の検討より得た試験片形状に基づく鋼材要素レベルでの繰返し載荷実験を行っている。実験では、鋼種、歪振幅、載荷開始方向を実験パラメータとしている。本章ではまず SS400 鋼材の LCF 性能を破断までの繰返し回数と歪振幅の関係として整理し、 $\pm 2\% \sim \pm 12\%$ の範囲における本実験の結果は、 $\pm 3.5\%$ 以下を対象とした既往実験の結果と両対数軸上にて等しい傾きを示すことから、本実験データの妥当性を検証している。また鋼種の違いについて、SM490A 鋼材と SA440C 鋼材の破断までの変形性能が SS400 鋼材と等しいことを示し、載荷開始方向や鋼材ロットの違いを含め、 $\pm 10\%$ に及ぶ大歪領域まで統一的な評価が可能であることを明らかにしている。さらに鋼部材への適用を見据え、亀裂あるいは絞りの発生を終局状態と定義し、終局状態までの繰返し回数 N_{di} を用いた評価方法も検討し、各種鋼材が終局状態に至るまでの繰返し変形性能は歪振幅として $\pm 2\% \sim \pm 12\%$ までの範囲で統一的に評価できること、また複数の変位振幅を受けて終局状態に至るまでの繰返し変形性能に対してマイナー則に基づく累積損傷度によって評価できることを明らかにしている。

第 4 章「Conclusions and future study」では、各章で得られた知見を総括し、本研究における結論とするとともに、鋼部材の破断予測への展開方法などを今後の課題として記している。

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).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	建築学 都市・環境学	系 コース	申請学位 (専攻分野) : Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(Engineering)
学生氏名 : Student's Name	TOUCH THAILEANG		指導教員 (主) : Academic Supervisor(main)	吉敷祥一	
			指導教員 (副) : Academic Supervisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

The structural steel material that governs the structural member performance undergoes large plastic strain during a major earthquake. However, conducting cyclic tests on the steel materials under large plastic strain to better understand their seismic performances and suitability for high strain applications presents numerous challenges. This dissertation investigates the specimen shape that enables large strain cyclic loadings and the low cycle fatigue (LCF) performances including large strain of various structural steels used in building structures.

First, optimal range of specimen shape for large strain cyclic loadings was proposed based on the numerical studies. Then, the optimal range was validated using different specimen shapes employed in the tests of previous and current studies. Using the appropriate specimen shape examined earlier, cyclic tests were conducted in the LCF regime, including very large plastic strain (Extremely LCF) on various structural steels. The test parameters were steel materials (SS400, SM490A, SA440C), strain amplitude (2%—12%), and initial loading direction. The LCF performance of SS400 steel was compared with the previous study, and their LCF performances showed good correspondence. This signified the study's data is validated. The LCF performance under large strain was investigated further. As a result, the LCF and ELCF performances of the considered structural steels and loading conditions can be evaluated in a unified manner up to about 10% strain. In addition to N_f , the deformation capacity to the ultimate point N_{di} was also considered. By defining the damage initiation (onset of crack or neck) as the ultimate point, the deformation capacity to ultimate point of the considered structural steels and loading conditions can be evaluated using one N_{di} equation from 2% to 12% strains. Moreover, the application of N_{di} equation under the seismic loads, which are typically the loading patterns consisting of multiple amplitudes, was also confirmed using the variable amplitude cyclic tests.

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).