

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	細径断面を有する鉄筋コンクリート造柱の火災時における力学的挙動に関する研究
Title(English)	Study on Mechanical Behavior of Slender Reinforced Concrete Columns in Fire
著者(和文)	加藤雅樹
Author(English)	Masaki Kato
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10964号, 授与年月日:2018年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:坂田 弘安,竹内 徹,河野 進,堀田 久人,西村 康志郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10964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：	建築学	専攻	申請学位 (専攻分野)：	博士	(工学)
Department of			Academic Degree Requested	Doctor of	
学生氏名：	加藤 雅樹		指導教員 (主)：	坂田 弘安	
Student's Name			Academic Supervisor(main)		
			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、「細径断面を有する鉄筋コンクリート造柱の火災時における力学的挙動に関する研究」と題し、120N/mm²級のコンクリートを用い、高さ径比 12 以上の細径断面を有した鉄筋コンクリート造柱(以下、RC 長柱)の火災時の基本的な挙動を分析し、続いて実構造物において想定される様々な条件が RC 長柱の耐火性能に与える影響を把握したものであり、以下の 6 章からなる。

第 1 章「序論」では、RC 柱部材の耐火設計法の現状について概説し、RC 長柱は火災時に部材表層の熱劣化により曲げ剛性が大幅に低下し座屈する懸念があるために耐火性能検証法の適用範囲外とされていることを示した。また、RC 長柱の火災時挙動に関する既往の研究を概観し、中心圧縮軸力下における座屈耐力、片面加熱および偏心圧縮軸力下の力学的挙動などを明らかにすると共に、高強度コンクリートを用いた RC 長柱の検討を行う必要性を指摘した上で実構造物において想定される様々な条件が RC 長柱の耐火性能に与える影響を把握し、構造計画上の配慮すべき点を示すことを本研究の目的とした。

第 2 章「中心圧縮を受ける細径鉄筋コンクリート造柱の火災時座屈耐力」では、RC 長柱の中心圧縮荷加熱実験により、火災時における荷重支持能力、変形挙動および破壊性状を明らかにした。火災時の断面内部の温度勾配および非弾性域の曲げ剛性を共に考慮した接線係数理論に基づく座屈耐力の評価方法を提案し、実験結果との比較を通してその有効性を示した。また、同評価法により過渡ひずみの発生量および主筋の強度が RC 長柱の座屈耐力に与える影響を検討し、どちらも RC 長柱の火災時座屈耐力に与える影響は小さいことを示した。

第 3 章「元たわみを有する細径鉄筋コンクリート造柱の火災時挙動」では、正弦半波の元たわみを有する RC 長柱の荷重支持能力、変形挙動および破壊性状を熱応力解析により明らかにした。部材長さ h に対する柱中央部の水平変位 a の比 (a/h) が $1/10^3$ を越えると RC 長柱の荷重支持能力を喪失する時間 (以下、耐火時間) が大幅に短くなることを示した。また、Shanley 理論に基づき火災時に RC 長柱の曲げ変形に伴い生じる断面の除荷領域を考慮して曲げ剛性を評価した結果、除荷剛性が座屈耐力に与える影響は小さく、RC 長柱の耐火時間を延ばす効果は小さいことを示した。さらに断面の曲げ耐力を算定し、塑性ヒンジの発生位置と数を検討することで RC 長柱の破壊モードを示した。

第 4 章「片面加熱および偏心圧縮を受ける細径鉄筋コンクリート造柱の火災時挙動」では、片面加熱および偏心圧縮を受ける RC 長柱の荷加熱実験により、火災時における荷重支持能力、変形挙動および破壊性状を明らかにした。熱応力解析結果を実験結果と比較することで解析手法の妥当性を示すとともに、実験時の応力状態について考察し、片面加熱を受ける場合、固定端には面外変位に伴う回転拘束モーメントが柱の水平変位を抑制する向きに発生することを示した。

第 5 章「平面骨組における細径鉄筋コンクリート造柱の火災時挙動」では、RC 長柱を有する平面骨組を対象とし、梁の熱膨張により生じる部材角の大きさ、軸力の偏心量、元たわみの有無、片面加熱の有無、柱両端の力学的境界条件を変数として組み合わせた複数の骨組に対して熱応力解析により、平面骨組における火災時 RC 長柱の荷重支持能力、変形挙動、破壊性状を明らかにした。骨組の塑性ヒンジ発生状況を検討することで RC 長柱の破壊モードを明らかにし、RC 長柱の耐火性能を大きく低下させる可能性がある要因は座屈長さであることを示した。さらに、構造設計時には解析などにより RC 長柱の座屈長さを適切に評価して RC 長柱の火災時耐力を求め、その負担軸力を適切な値に設定する、あるいは火災時に RC 長柱が破壊した場合でも周辺部材に応力再配分し架構として崩壊しないような計画とするなど、構造計画上の配慮すべき点を示した。

第 6 章「結論」では、以上各章で得られた結論を総括して述べ、今後の課題を示した。

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

専攻：	建築学	専攻	申請学位 (専攻分野)：	博士	(工学)
Department of			Academic Degree Requested	Doctor of	
学生氏名：	加藤 雅樹		指導教員 (主)：	坂田 弘安	
Student's Name			Academic Supervisor(main)		
			指導教員 (副)：		
			Academic Supervisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Slender RC columns can enlarge building space and provide good visibility in architectural space. However, under fire conditions, their critical buckling strength is lower than cross-sectional strength of short RC columns because of earlier loss of bending stiffness. This thesis presents fire resistance of slender RC columns using high strength concrete and consists of the following six chapters.

Chapter 1 describes the background, purposes and significance of this study.

In chapter 2, a proposed finite-element method of evaluating critical buckling strength based on tangent-modulus theory is then applied to the slender RC columns. Comparing the experimental and analytical results, the proposed method gives a good approximation of both fire resistance time and failure mode.

In chapter 3, thermal stress analyses were conducted for slender RC columns with initial deformation shaped half sine wave under fire conditions. Fire-resistance time of slender RC columns whose the initial deformation at center of column a /column height h was less than approximately $1/10^3$ decreased sharply.

Chapter 4 presents the results from an experimental and analytical studies of slender RC columns subjected to one side heating and decentering axial load in fire and leads to a discussion of fire performance which includes deformation behavior, failure mode and fire resistance time.

In chapter 5, thermal stress analyses were conducted for several frames with combination of horizontal displacement from thermal expansion of beams, decentering axial load, initial deformation, one side heating, and buckling length as parameters. The results indicate that the main factor which decreases fire resistance of slender RC columns is buckling length. When slender RC columns in a frame are designed, it is important that the buckling length is adequately evaluated as to influence of a frame.

Chapter 6 summarizes the major conclusions obtained in the previous chapters.

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).