

博士學位論文

内容の要旨
および
審査結果の要旨
第15号

令和2年度
広島工業大学

— は し が き —

本編は、学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第8条による公表を目的として、
本学において博士の学位を授与した者の『論文内容の要旨および論文審査結果の要旨』
を収録したものである。

目 次

課程博士

【工学系研究科】

(学位記番号)	(学位の種類)	(氏名)	(論文題目)	(頁)
甲第18号	博士(工学)	KJU KJU NWE	低強度コンクリートの鉄骨鉄筋コンクリート部材の力学性状に関する研究	... 1

氏名	K J U K J U N W E
学位の種類	博士 (工学)
学位記番号	甲第 1 8 号
学位授与年月日	令和 3 年 3 月 20 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題目	低強度コンクリートの鉄骨鉄筋コンクリート部材の力学性状に関する研究
論文審査委員	【主査】 教授 荒木 秀夫 教授 渡壁 守正 教授 杉田 洋

内容の要旨

1995 年の兵庫県南部地震により多くの建物が被害を受け、既存建築物の耐震診断改修を促す「建築物の耐震改修の促進に関する法律」が制定された。地震被害軽減にむけて全国的に既存建築物の耐震診断および耐震補強が積極的に行われたが、耐震診断の結果によれば、既存建築物の中には既存の耐震性能評価基準で適用範囲外（コンクリート圧縮強度 $\leq 13.5\text{N/mm}^2$ ）とされている建築物が存在することが課題となっている。さらに、不特定多数の人々が利用する病院・旅館や避難弱者が利用する大規模建物に関して耐震診断を義務付ける「改正建築物の耐震改修の促進に関する法律」が 2013 年に施行され、これらの建物の耐震性を向上させる必要性が法令として示されている。既存の 6~9 階程度の建物では鉄骨鉄筋コンクリート構造が多く採用されており、鉄筋コンクリート構造と同様に低強度コンクリートの既存建物が存在している可能性がある。本研究は、既存の耐震性能評価基準の適用範囲を下回る低強度コンクリートを含む鉄骨鉄筋コンクリート部材について、せん断破壊および曲げ破壊を生じる載荷実験を行って、破壊性状と履歴特性について明らかにしている。さらに、それぞれの破壊形式に対して、低強度コンクリートであることを考慮した最大強度の評価式を提案し、実験データとの適合性について検証している。

第 1 章では、過去の地震による鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の被害状況について述べられている。鉄骨鉄筋コンクリート造建築物は、充腹型および非充腹型部材の 2 種類に大別され、1975 年に鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準が改定されて以降は充腹型鉄骨鉄筋コンクリート構造が多く、1995 年の兵庫県南部地震で崩壊した鉄骨鉄筋コンクリート構造建築物は、1975 年以前に建てられた非充腹型鉄骨鉄筋コンクリート造建物がほとんどであることが述べられている。また、兵庫県南部地震後に制定された法律によって既存建物の耐震診断が精力的に行われた結果、既存のコンクリート系建物の中には低強度コンクリートの建物が存在することが明らかになり、低強度コンクリートを有する鉄筋コンクリート造建物の耐震性能については研究が進められたが、低強度コンクリートを有する鉄骨鉄筋

コンクリート造建物の耐震性能については研究が皆無であることが述べられている。

第 2 章では、一定軸力下において曲げ・せん断力を受ける柱部材のせん断破壊性状について示されている。せん断破壊が先行することを想定した鉄骨鉄筋コンクリート柱に対し、コンクリート強度、鉄骨の形式（充腹型，非充腹型）と形状（十字形，H 形）を主な変数として実験が行われている。既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準におけるコンクリート圧縮強度の適用範囲を下回る低強度コンクリートが含まれる試験体計画のもとで載荷実験が行われ、破壊形式と履歴特性について明らかにされている。最大強度の実験値は耐震診断基準に示される終局せん断強度と比較すると危険側に評価されることが確認されており、低強度コンクリートに対応できる鉄骨鉄筋コンクリート部材の終局せん断強度の評価式を考案し、本研究で得られた実験結果を妥当に評価できることが示されている。

第 3 章では、一定軸力下において曲げ・せん断力を受ける梁部材のせん断破壊性状について示されている。せん断破壊が先行することを想定した鉄骨鉄筋コンクリート梁に対し、コンクリート強度、鉄骨の形式（充腹型，非充腹型）と主筋形状（異形鋼，丸鋼）を主な変数として実験が行われている。既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準におけるコンクリート圧縮強度の適用範囲を下回る低強度コンクリートが含まれる試験体計画のもとで載荷実験が行われ、破壊形式と履歴特性について明らかにされている。最大強度の実験値は耐震診断基準に示される終局せん断強度と比較すると危険側に評価されることが確認されたが、第 2 章で提案された低強度コンクリートに対応できる鉄骨鉄筋コンクリート部材の終局せん断強度式を用いて評価すると、既往の実験データも含めて実験値を妥当に評価できることが示されている。さらに、3 次元非線形有限要素解析を行い、低強度コンクリートの鉄骨鉄筋コンクリート部材の応力状態を明らかにすると共に、荷重変形関係の解析値は実験値を精度よく追跡できることが示されている。

第 4 章では、一定軸力下において曲げ・せん断力を受ける柱および梁部材の曲げ破壊性状について示されている。曲げ破壊が先行することを想定した鉄骨鉄筋コンクリート部材に対し、コンクリート強度と鉄骨の形状（十字形，H 形）を主な変数として実験が行われている。低強度コンクリート建物は主に 1970 年以前に建てられたものであり、その多くは丸鋼が用いられているため、主筋に丸鋼が用いられた鉄骨鉄筋コンクリート部材を対象として破壊性状と履歴特性について明らかにされている。最大強度の実験値は耐震診断基準に示される終局曲げ強度と比較すると安全側に評価されることが確認されたが、既往の評価式では主筋が丸鋼であることの影響が考慮されていないため、新たに丸鋼の付着破壊を考慮した終局曲げ強度式を考案し、提案式が実験値を妥当に評価できることを示している。

第 5 章では、本研究の成果がまとめられている。低強度コンクリートとなっている鉄骨鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価について、既存の評価方法では、部材のせん断強度の評価式は実強度を危険側に評価する可能性があること、部材の曲げ強度の評価式は実現象を的確に表していないことを指摘し、本研究で提案したせん断終局強度および曲げ終局強度の評価式を用いることで、それぞれ妥当に評価できることを結論づけている。

審査結果の要旨

本申請者は、本研究において、低強度コンクリートとなっている鉄骨鉄筋コンクリート部材の構造性能に関する実験を行い、耐震性能評価に関する既往の評価式の問題点を明確にすると共に、実現象を妥当に評価できる評価式を新たに提案している。これらの研究成果は、既存鉄骨鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価に関する基準や指針等に反映される価値を持ち、耐震性能評価に関する実務に貢献することが期待できる。

以上の研究成果は、日本建築学会構造系論文集に筆頭著者としてまとめた主論文1、日本コンクリート工学会年次論文集に筆頭著者としてまとめた主論文2~4によって公表し、国際学会においても3回発表している。したがって、本論文が博士学位論文として十分な内容と価値を有することを審査員が一致して認めた。

博士学位論文の公聴会は、2021年2月22日（月）、広島工業大学、NX-701号教室に大勢の教員の参加を得て開催された。60分間の講演に続いて、講演内容の質疑応答が行われた。研究背景や研究成果について活発な質疑応答が行われ、申請者が十分な学識を持つことが確認された。その後開催された論文審査委員会において、本博士論文は高く評価され、審査委員全員が一致して、本申請者は博士（工学）の学位を授与される資格を有すると判定した。

*主論文1: [KJU KJU NWE](#), Kazushi SADASUE and Hideo ARAKI

Journal of Structural and Construction Engineering (Transactions of AIJ), No. 516, pp. 151-158, 1999.2

[DOI](#) <http://doi.org/10.3130/aijs.84.983>

‘ULTIMATE SHEAR STRENGTH OF EXISTING STEEL REINFORCED CONCRETE MEMBERS WITH LOW-STRENGTH CONCRETE’

**主論文2: [KJU KJU NWE](#), 貞末和史, 荒木秀夫

コンクリート工学年次論文集, Vol. 38, No. 2, pp. 1213-1218, 2016.6

‘低強度コンクリート SRC 柱のせん断終局強度に関する実験的研究’

***主論文3: [KJU KJU NWE](#), 貞末和史, 荒木秀夫

コンクリート工学年次論文集, Vol. 39, No. 2, pp. 979-984, 2017.6

‘強軸鉄骨が内蔵された低強度コンクリート SRC 柱のせん断終局強度に関する実験的研究’

****主論文4: [KJU KJU NWE](#), 貞末和史, 荒木秀夫

コンクリート工学年次論文集, Vol. 42, No. 2, pp. 967-972, 2020.7

‘低強度コンクリート SRC 梁のせん断終局強度に関する実験的研究’

博士学位論文内容の要旨および審査結果の要旨第15号

令和3年4月1日発行

発行 広島工業大学
大学院 工学系研究科

編集 広島工業大学 学務部
〒731-5193 広島市佐伯区三宅2丁目1-1
TEL 082-921-3121