

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：34406

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K14815

研究課題名（和文）地震被災RC造建築物の被災度区分判定における精度向上対策およびその妥当性検討

研究課題名（英文）Accuracy Improvement Method for Residual Seismic Capacity Evaluation of Earthquake Damaged RC Buildings

研究代表者

権 淳日（Quan, Chunri）

大阪工業大学・工学部・講師

研究者番号：70847847

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、地震により被災した梁降伏型RC造建物の残存耐震性能評価結果の精度向上を主目的として、実験および解析的研究を行った。その結果、曲げ破壊するRC梁部材の損傷度と変形量の相関モデルを提案した。また、被災現場における調査者の視認結果に基づき想定された崩壊機構と真の崩壊機構との差異や被災現場における調査可能な部材数の多少が建物の残存耐震性能評価および被災度区分判定の精度に与える影響を定量的に把握できた。更に、天井や壁の影響などの地震被災現場の実状を考慮したRC造建物の残存耐震性能評価結果の精度を向上するための具体的な対策を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、部材に表出する損傷を確認できないことなど実際の地震被災現場状況を考慮し、骨組の崩壊機構の特定が建物の残存耐震性能評価結果に与える影響を明らかにした。また、今まで前例のない地震被害現場調査への適用性およびその精度がより高い梁降伏型RC造建物の残存耐震性能評価手法を確立した。この研究成果は、同類の建物が数多く建てられている国内外において、将来起こりうる地震後に建物の被害状況をより正確に把握することができ、被災地域の速やかな復旧にも役立つものになると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this project, experimental and analytical studies were conducted to improve the accuracy of residual seismic capacity evaluation results for earthquake damaged weak-beam RC buildings. As a result, a correlation model between the damage class and deformation of flexural RC beams was proposed. Then, the effects of the collapse mechanism and the available investigating members on the accuracy of the residual seismic capacity evaluation of RC buildings were quantitatively grasped. Finally, a method to improve the accuracy of the residual seismic capacity evaluation for RC buildings was proposed, considering the actual conditions of the earthquake damaged site.

研究分野：建築構造、耐震工学

キーワード：残存耐震性能評価 損傷度 被災度 鉄筋コンクリート 損傷量

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

耐震安全性は建物の崩壊を避け人命を確保するための最も重要な項目であり、地震により被災した建物の残存耐震性能を定量的に評価し、被災度(軽微～大破・倒壊)や継続使用に向けた復旧要否の判定を行っている。一方、梁降伏型 RC 造建物は現在の RC 造構造設計の主流であり、塑性変形による建物の全体崩壊機構の計画によって、地震時に梁にも降伏ヒンジが形成し、損傷が梁にも進展し建物全体に広く分布する特徴がある。

地震により被災した梁降伏型 RC 造建物の残存耐震性能評価に関する今までの研究は、骨組の崩壊機構を形成する柱・梁部材の降伏ヒンジに着目し、そのヒンジの変形によりエネルギーの吸収が行われると仮定したものがほとんどである。しかし、地震被災現場調査では、天井や壁などの影響により、梁の損傷状態を確認することができない場合が多く、骨組の真の崩壊機構を正確に評価することは一般に困難であり、建物の残存耐震性能、並びに被災度区分判定の精度が低減する危険性が高い。

2. 研究の目的

本研究では、梁降伏型 RC 造建物を想定した構造実験や静的荷重漸増解析を通じて、「被災現場における調査者の視認結果に基づき想定された崩壊機構と真の崩壊機構との差異」、および、「被災現場における調査可能な部材数の多少」が建物の被災度区分判定の精度に与える影響を明確にするとともに、部材に表出する損傷を確認できないなど地震被災現場の実状を考慮した精度向上対策の提案を主目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、梁降伏型 RC 造架構を対象に構造部材や架構の静的載荷実験および解析を行い、骨組崩壊機構が異なる架構においてその残存耐震性能を表す耐震性能残存率を評価する。また、それぞれの耐震性能残存率評価結果の比較によって、想定された崩壊機構と真の崩壊機構との差異および調査可能な部材数の多少が耐震性能残存率評価結果の精度に与える影響について検討する。更に、地震被災現場の実状を考慮した残存耐震性能評価の精度向上対策を提案し、その妥当性について検討する。

4. 研究成果

(1) RC 梁部材における損傷度と変形量の相関モデル

図1のように実大の RC 造建物の梁部材(スパン長さ:3600mm)を想定したせん断余裕度が 2.0 および 1.5 となる試験体を製作し、図2のように正負交番繰返し載荷を行った。また、図3に示す荷重-変形関係や破壊性状などの実験結果に基づき、図4のように RC 梁部材の変形性能を考慮した終局塑性率 6 と 8 を有する RC 梁部材の損傷度と塑性率の相関モデルを提案した。

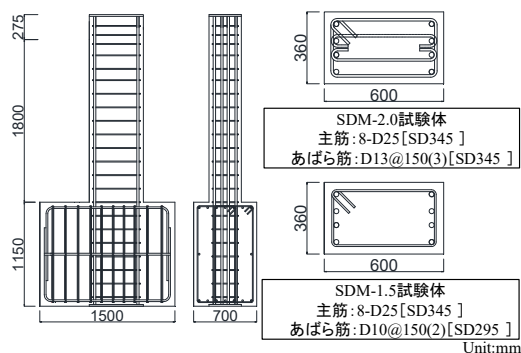


図1 試験体詳細

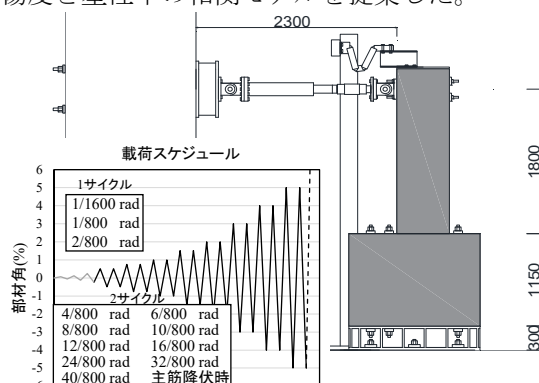


図2 載荷装置および載荷スケジュール

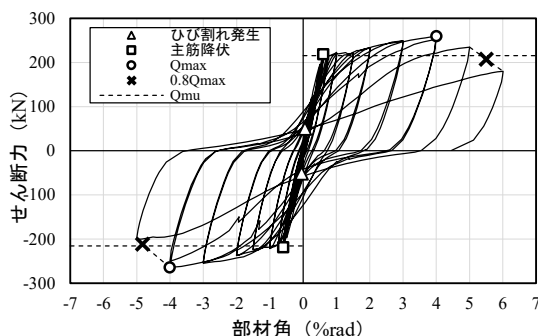
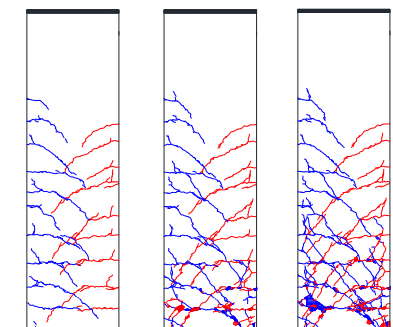


図3 実験結果の例



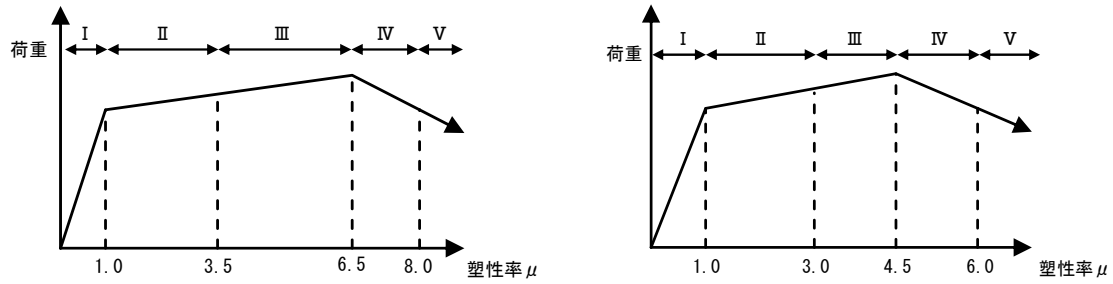
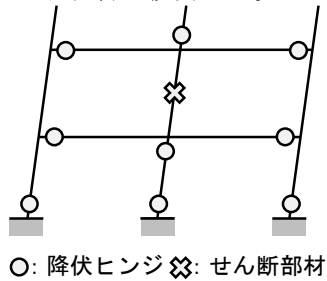


図4 損傷度と塑性率の相関モデル

(2) 崩壊機構が建物の残存耐震性能評価結果精度に及ぼす影響

非構造部材などにより生じる想定された崩壊機構と真の崩壊機構との差異が建物の残存耐震性能評価結果に及ぼす影響について定量的に把握した。ここで、真の崩壊機構の例を図5に、崩壊機構形成部材の損傷度評価結果を図6に、架構の残存耐震性能評価結果を図7にそれぞれ示す。

また、図8のように多層多スパンの時刻歴応答解析を行い、図4のように提案した部材の損傷度と変形量の相関モデルにより、図9のようにヒンジ形成位置の損傷度を評価した。更に、図10のように架構の真の崩壊機構 (case0) に対して、想定した崩壊機構 (case1~2) および被災現場で実際に調査可能な部材数が異なるケース (caseA~D) が建物の残存耐震性能評価結果精度に及ぼす影響を検討した。



○: 降伏ヒンジ ✕: せん断部材
図5 架構の崩壊機構

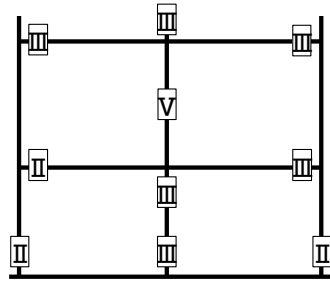


図6 部材の損傷度

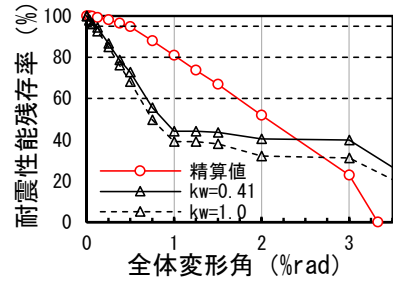


図7 残存耐震性能評価

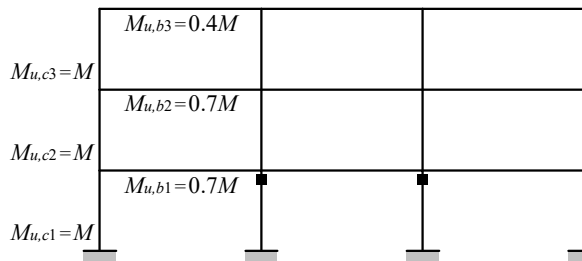


図8 架構の解析モデル

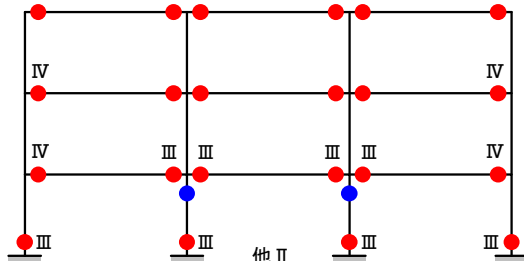


図9 崩壊機構と損傷度

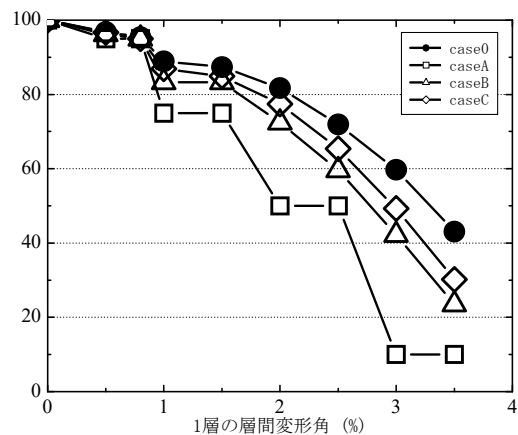
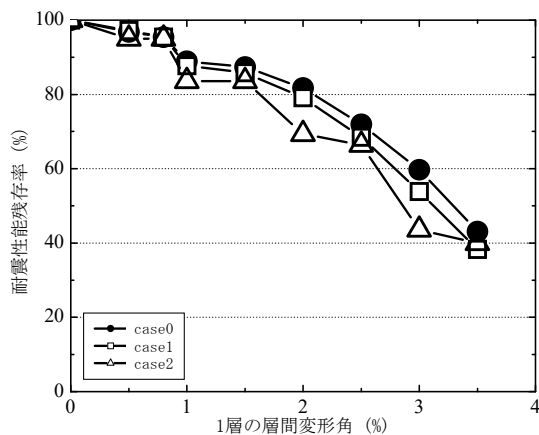


図10 架構の崩壊機構判定および調査可能な部材数が残存耐震性能評価に及ぼす影響

以上の検討結果を踏まえ、将来に起こりうる国内外の地震被災について、建物の被害状況をより正確に把握可能な残存耐震性能評価手法を提案できた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 野本晟矢, 権淳日, 山根雅由, 崔琥 | 4. 巻 45 |
| 2. 論文標題 RC梁の損傷度と変形量の相関モデルに関する実験的研究 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集 | 6. 最初と最後の頁 187-192 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

| |
|---|
| 1. 発表者名 野本晟矢, 権淳日 |
| 2. 発表標題 梁の損傷がRC造建物の残存耐震性能の評価精度に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 令和3年度日本建築学会近畿支部研究発表会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 野本晟矢, 権淳日 |
| 2. 発表標題 RC造梁の損傷度と変形量の相関モデルに関する基礎的研究 |
| 3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会 (東海) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 野本晟矢, 山根雅由, 権淳日, 崔琥, 晉沂雄 |
| 2. 発表標題 せん断余裕度の異なる実大RC梁の損傷推移に関する実験的研究 |
| 3. 学会等名 日本地震工学会・大会 - 2022 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 新谷奏人, 野本晟矢, 山根雅由, 権淳日, 崔琥, 晉沂雄 |
| 2. 発表標題 せん断余裕度の異なる実大RC梁の損傷評価に関する実験的研究: その1 実験計画および実験結果 |
| 3. 学会等名 令和5年度日本建築学会近畿支部研究発表会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 野本晟矢, 山根雅由, 権淳日, 崔琥, 晉沂雄 |
| 2. 発表標題 せん断余裕度の異なる実大RC梁の損傷評価に関する実験的研究: その2 損傷推移の分析 |
| 3. 学会等名 令和5年度日本建築学会近畿支部研究発表会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 権淳日, 野本晟矢, 山根雅由, 崔琥, 晉沂雄 |
| 2. 発表標題 せん断余裕度の異なるRC梁の損傷度と変形量の相関モデルに関する実験的研究: その1 実験概要と実験結果 |
| 3. 学会等名 2023年度日本建築学会大会(近畿) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 野本晟矢, 権淳日, 山根雅由, 崔琥, 晉沂雄 |
| 2. 発表標題 せん断余裕度の異なるRC梁の損傷度と変形量の相関モデルに関する実験的研究: その2 損傷度と変形量の相関モデルの提案 |
| 3. 学会等名 2023年度日本建築学会大会(近畿) |
| 4. 発表年 2023年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|---------------------------|-----------------------|----|
| 研究協力者 | 崔 琥 (Choi Ho) | | |
| 研究協力者 | 晉 沂雄 (Jin Kiwoong) | | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|