

B-41

RC 袖壁付き柱の損傷が残存耐震性能に及ぼす影響に着目した非線形有限要素解析

その1 解析方法の概要

Nonlinear Finite Element Analysis Focusing on the Effect of RC Sleeve Wall Column Damage on Residual Seismic Performance

(Part 1) Overview of Analysis Methods

○武井駿大¹, 井上恵太², 田嶋和樹³, 長沼一洋³

Hayato Takei, Keita Inoue, Kazuki Tazima, Kazuhiro Naganuma

Abstract : The purpose of this study is to establish a seismic design method for reinforced concrete buildings, based on the assumption that the buildings will be subjected to multiple large earthquakes, and which links the relationship between damage and residual seismic performance to the relationship between members, stories and the building as a whole, and also considers the effects of post-disaster repair and reinforcement. This paper studies the effects of pre-damage on the residual seismic performance of RC columns with wing walls and RC columns retrofitted by wing walls, based on the responses obtained by loading RC columns with wing walls after pre-damage.

1. はじめに

近年、同じ地域に複数回の大地震が発生し、建物被害が深刻化した事例が報告されている。2024年の能登半島地震では、近年の活発な地震活動により、建物に損傷が蓄積されていた影響が推測されている。また、2016年の熊本地震では、28時間の間に最大震度7を2回経験し、前震による建物被害が本震で悪化した。一方、2011年の東北地方太平洋沖地震では、数年おきに経験する震度5~6程度の地震の影響に加え、本震後の複数回の余震の影響により建物の被害が悪化したと考えられる。

現行の新耐震基準あるいは残存耐震性能を判断する被災度区分判定基準では、複数回の大地震を経験することを前提にしていない。本研究では、複数回の大地震を経験することを前提とし、損傷と残存耐震性能の関係を部材一層一建物全体の関係性と結びつけるとともに、被災後の補修・補強の影響も考慮したRC造建物の耐震設計法の確立を目指す。

本報では、袖壁付きRC柱を対象として非線形FEM解析を実施する。予め袖壁付きRC柱に変形を与えて除荷することにより事前損傷を与え、その後の荷重によって得られる応答に基づいて、事前損傷が残存耐震性能に及ぼす影響について検討する。本報(その1)では、解析対象とする袖壁付き柱ならびに解析方法の概要について述べる。

2. 解析対象試験体および解析方法

本研究では、袖壁を有する実大5層RC造建物¹⁾の1層部分の袖壁付き柱を解析対象とした。図1に解析

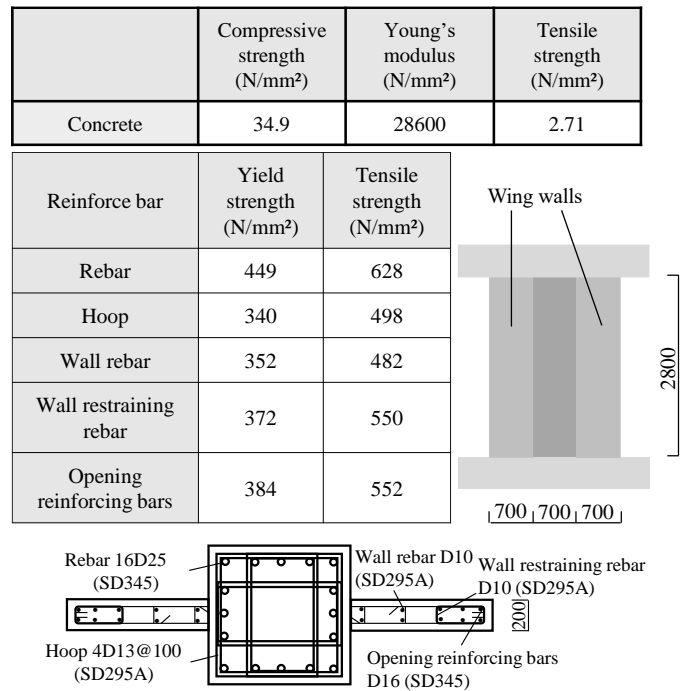


Fig.1 Outline of the specimen to be analyzed
 対象試験体の概要²⁾を示す。この袖壁付き柱は新耐震基準に基づき、曲げ降伏が先行するように設計されている。

図2に解析方法を示す。本検討では、変位増分解析を行い、袖壁付き柱に2種類の事前損傷を与えた場合に加え、柱単体に事前損傷を与えた後、袖壁補強を行う場合も検討する。

①では袖壁付き柱に変形角1/200 rad, 1/100 radおよび1/50 radの荷重を想定した事前損傷を与えてから除荷し、その後、変形角1/50 radまで荷重し、残存耐震性能を評価する。また、②では目標変形角+1/200 rad,

1 : 日大理工・学部・建築 2 : 日大理工・院(前)・建築 3 : 日大理工・教員・建築

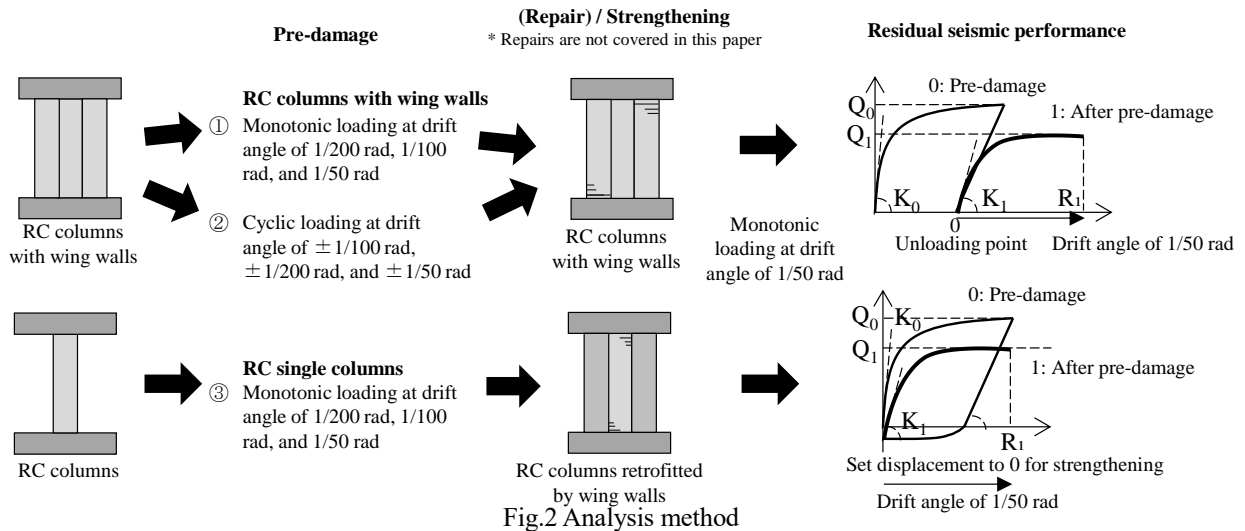


Fig.2 Analysis method

+1/100rad 及び+1/50 rad に対し正負繰返し载荷を行った後、-1/200 rad、-1/100 rad 及び-1/50 rad の除荷点を起点として変形角 1/50rad まで载荷する。一方、③では、被災後に袖壁補強した場合を想定し、柱単体に変形角 1/200 rad、1/100 rad 及び 1/50rad の载荷を想定した事前損傷を与えてから除荷し、変位を 0 にした段階で袖壁を付加する。その後、部材の変形角が 1/50rad を示すまで载荷する。なお、通常は袖壁補強前にひび割れ補修等が行われるが、本論文ではその影響を考慮していない。この点については、今後の課題である。

3. FEM モデルの概要

本検討では、構造解析ソフト FINAL を使用し、平面応力要素を用いた二次元モデルとした。コンクリートは四辺形要素、柱主筋は線材要素、その他鉄筋は埋め込み鉄筋としてモデル化し、いずれの鉄筋も完全付着とした。また、図 3 に示すように、袖壁補強を想定する場合には、ダミー要素を使用した。载荷は上スタブに変位増分を与え、逆対称曲げモーメントを再現するために、上スタブの節点の水平方向への移動には従属条件を付与した。

図 4 にコンクリート及び鉄筋の材料特性³⁾を示す。コンクリートの引張特性は出雲らのモデル、コンクリートの圧縮特性は修正 Ahmad モデルを使用し、圧縮軟化を考慮した。圧縮破壊条件は Kupfer-Gerstle の提案モデルとし、ひび割れ後のせん断伝達特性は、長沼モデルを使用した。鉄筋は移動硬化則とし、繰返し応力下の履歴特性には、修正 Menegotto-Pinto モデルを使用した。

4. まとめ

その 1 では、解析対象試験体およびそのモデル化に加え、想定した 3 パターンの解析方法について示した。その 2 では、想定した解析パターンごとに非線形

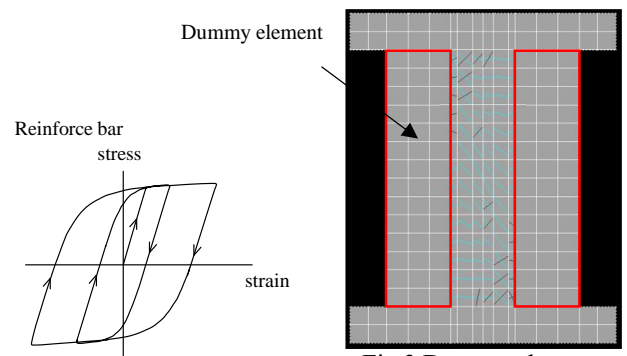


Fig.3 Dummy element

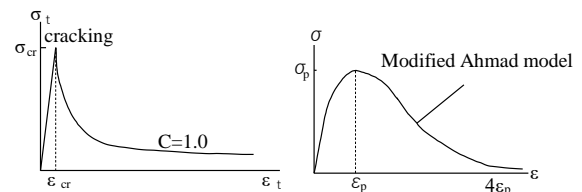


Fig.4 Material properties of concrete and rebar

FEM 解析を行い、事前損傷が袖壁付き柱の残存耐震性能に及ぼす影響について考察する。

参考文献

[1] 福山ほか：損傷低減のために袖壁を活用した実大 5 層鉄筋コンクリート造建築物の静的载荷実験（その 1：研究背景），日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），2015.9
 [2] 壁谷澤ほか：損傷低減のために袖壁を活用した実大 5 層鉄筋コンクリート造建築物の静的载荷実験（その 2：試験体 概要），日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），2015.9
 [3] 桑原ほか：五層鉄筋コンクリート造建築物実験で観察されたひび割れ性状とその数値シミュレーション，日本建築学会構造系論文集 第 85 巻 第 771 号 737-747，2020.5