

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2 解析結果

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

(Part 2) Analysis results

○井上恵太², 武井駿大¹, 田嶋和樹³, 長沼一洋³

Keita Inoue, Hayato Takei, Kazuki Tazima, Kazuhiro Naganuma

Abstract : This paper examines the effect of prior 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 sleeve walls after pre-damage. The stiffness reduction of the column and wing walls sections varied with the amount of loading given as pre-damage. It was confirmed that the reduction in stiffness of the columns with wing walls resulted in an earlier reduction in bearing capacity than the lighter pattern of pre-damage.

1. はじめに

前報その1では、解析対象試験体の概要およびモデル化ならびに3パターンの事前損傷の与え方等の解析方法について述べた。本報その2では、3パターンの解析結果を示し、それぞれの事前損傷がRC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。

2. 非線形 FEM 解析結果

2.1 事前損傷のない袖壁付き柱

はじめに、事前損傷を与えない柱単体および袖壁付き柱の変位増分解析結果を示す。図1に負担せん断力-変形角関係を示す。左図は柱全体の応答、右図は柱中央部における柱部と袖壁部の負担せん断力の分離結果である。図2に袖壁付き柱のひび割れ図および最小主応力図を示す。新耐震基準のため、柱単体の場合は曲げ降伏先行型の破壊となる。一方、袖壁付き柱の場合、変形角0.005rad付近で圧縮側となる左側袖壁上部と右側袖壁下部のコンクリートが軟化し、右側袖壁の負担せん断力が減少している。その後、変形角0.01rad付近で右側袖壁の中央部断面まで圧縮領域が伸びてきており、新たな抵抗機構により負担せん断力が増大した。また、袖壁付き柱の中央柱の最大耐力は、柱単体の最大耐力よりも高い値を示した。これは、袖壁による剛性増大の影響であり、袖壁の圧縮軟化に起因する剛性低下に伴い、次第に柱単体の応答に近づいている。

2.2 事前損傷を与えた袖壁付き柱と袖壁補強柱

図3に①単調荷重あるいは②正負繰返し荷重により事前損傷を与えた袖壁付き柱および③単体柱に事前損傷を与えた後に袖壁補強した柱の負担せん断力-変形角関係を示す。また、図4に事前損傷時および事前

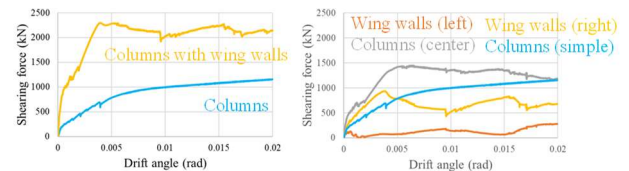


Fig.1 Shearing force - Drift angle relationship

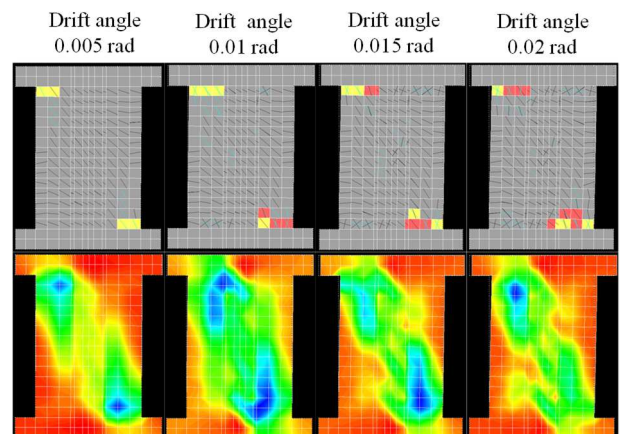


Fig.2 Crack diagram (top) and Minimum principal stress diagram (bottom)

損傷後に変形角0.01radを示した時点でのひび割れ図および最小主応力図を示す。

①単調荷重の場合と②正負繰返し荷重の場合を比較すると、②の方が顕著な剛性低下を示しており、最大耐力も低下する。これは、正負繰返し荷重に伴い蓄積された袖壁付き柱の損傷の影響であると考えられる。なお、変形角0.02radでの繰返し荷重により事前損傷を与えた場合、剛性低下が著しく、その後の荷重では変形角0.02rad時点で最大耐力に到達しなかった。

①単調荷重により事前損傷を与えた袖壁付き柱と③事前損傷後に袖壁補強した柱を比較すると、③の場合

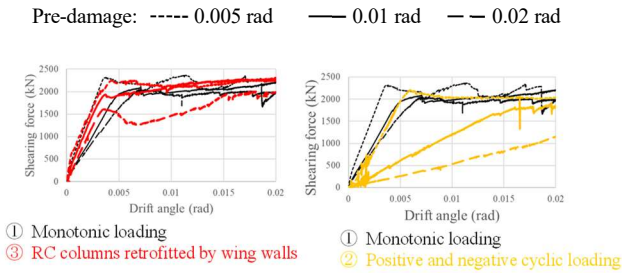


Fig.3 Shearing force – Drift angle relationship for patterns ① and ② (left) and patterns ① and ③ (right)

は①ほど耐力が上昇せず，早期に耐力が低下する傾向を示す．これは，無損傷の袖壁が付加された影響である．図5に①と③の負担せん断力-変形角関係（事前損傷：変形角0.01rad）を示す．ここでは，柱全体の応答に加え，柱部と袖壁部の負担せん断力を分離して示す．柱全体としては，①より③の方が高い剛性を示す．しかし，③においては柱のみが事前損傷を受けているため，①よりも剛性が低い．そのため，③では柱よりも相対的に剛性が高い袖壁が初めに抵抗し，圧縮側にある右袖壁柱脚部のコンクリートが早期に軟化する．しかし，この耐力低下は一時的であり，载荷を継続すると再び負担せん断力が上昇している．

今回の検討では，事前損傷後のエポキシ樹脂等を用いてひび割れ補修されたコンクリートについてモデル化を行っていない．そのため，③における袖壁補強の場合においては，同時に柱にひび割れ補修が行われるのが通例であり，それらを考慮することによって今回の解析結果とは異なる結果を示す可能性が高い．ひび割れ補修されたコンクリートのモデル化については現在検討中の課題であり，今後の検討を通じて事前損傷のみならずひび割れ補修の効果も含めて考察する予定である．

3. まとめ

本報では，事前損傷を与えた袖壁付き柱の残存耐震性能について非線形 FEM 解析により検討を行った．その結果，以下の知見を得た．

- (1) 事前損傷のない袖壁付き柱では，圧縮側袖壁脚部に圧縮軟化が生じた後，軟化領域が拡幅し，新たな抵抗機構を形成する．また，柱部の耐力は袖壁による剛性増大の影響により，単体柱よりも増大する．
- (2) 正負繰返し载荷による損傷の蓄積により，袖壁付き柱の剛性低下が顕著となり，最大耐力も低下する．
- (3) 事前損傷を受けた柱に袖壁補強した場合，柱との剛性差により，袖壁部が初期の主たる抵抗要素となる．

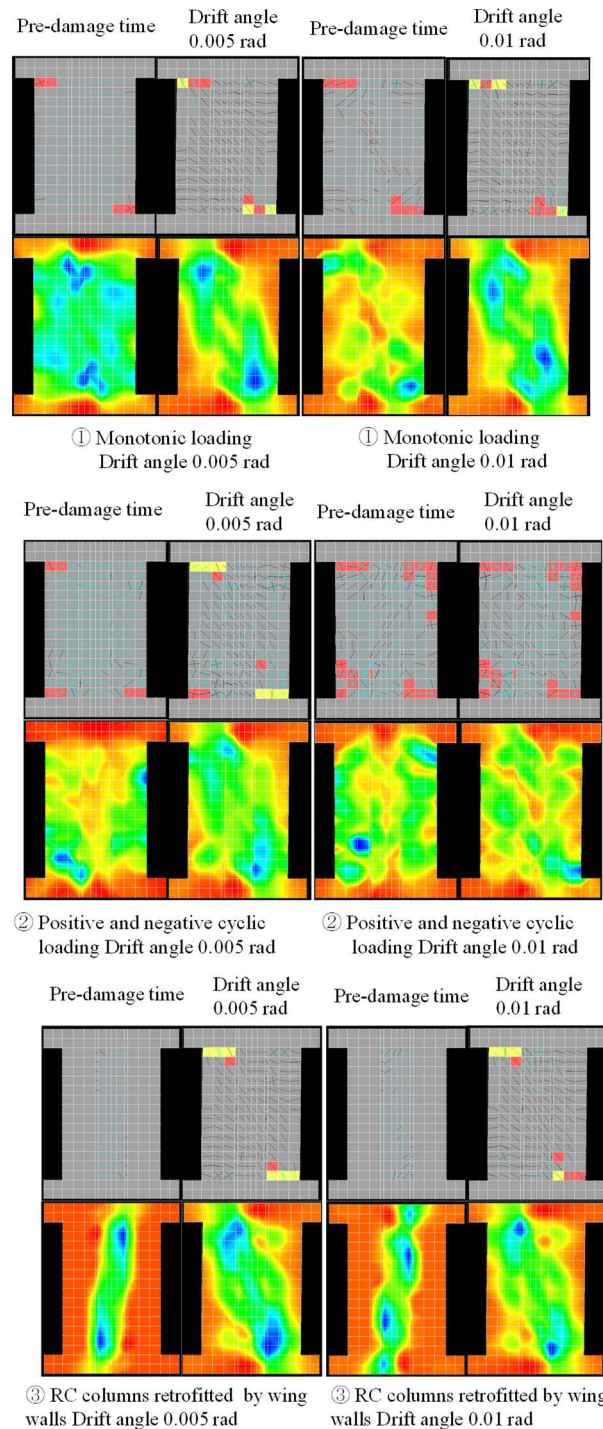


Fig.4 Crack diagram (top) and Minimum principal stress diagram (bottom) for patterns ① to ③

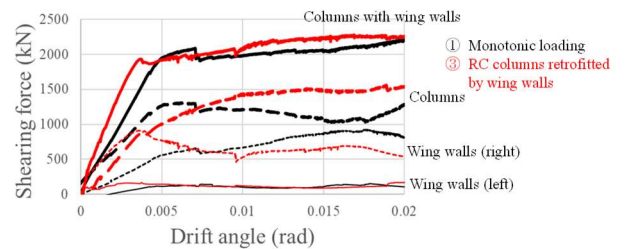


Fig.5 Shearing force – Drift angle relationship for columns and wing walls in patterns ① and ③