

B-61

ファイバーモデルを用いた脆性柱を有する RC 造 3 本柱骨組の耐震性能評価  
 (その 2) 静的単調および繰返し解析に基づく 3 本柱骨組の耐震性能評価

Evaluation of Seismic Capacity of RC frames with Brittle Column by Fiber Model  
 (part 2) Evaluation of Seismic Capacity of RC Frames by Static Monotonic and Cyclic Analyses

○河井慎太郎<sup>2</sup>, 荒井未菜美<sup>1</sup>, 平山貴也<sup>3</sup>, 田嶋和樹<sup>4</sup>, 白井伸明<sup>4</sup>  
 Shintaro Kawai<sup>2</sup>, Minami Arai<sup>1</sup>, Takaya Hirayama<sup>3</sup>, Kazuki Tajima<sup>4</sup>, \*Nobuaki Shirai<sup>4</sup>

Abstract: In Part 1, the analytical model of RC frames by fiber model was established. This study aims at understanding seismic performance of the structures including brittle components under severe earthquake. As a preliminary step, the parametric study under monotonic or cyclic lateral loading was carried out for RC frames consisting of three ductile or brittle columns. The number and Location of brittle column were varied. Finally, calculated results were rigorously discussed.

1. はじめに

前報(その 1)では脆性部材を有する RC 造 3 本柱骨組の振動台実験<sup>1)</sup>を対象として、ファイバーモデルにサブ要素を付与し、構築した解析モデルの骨組に対する適応性を確認した。

本報(その 2)では、脆性柱の位置や本数をパラメータとした RC 造 3 本柱骨組の静的単調および繰返し解析を行い、3 本柱骨組全体の耐震性能に及ぼす影響について検討する。前報(その 1)で述べたように、耐震診断基準<sup>2)</sup>では、靱性部材と脆性部材が混在した建物において、脆性部材が破壊した後、脆性部材を順次取り除いて評価する手法(Fig-1)を採用している。そこで、今回の検討では、特にポストピーク挙動に着目する。

2. パラメータの設定

今回設定したパラメータを Fig-2 に示す。Case1 では中央柱 1 本が脆性破壊、Case2 は圧縮側の柱が 1 本、Case3 は中央および圧縮側の柱の計 2 本、そして、Case4 では中央柱を除く外側の柱の計 2 本が脆性破壊する柱と設定した。なお、脆性柱は全て、前報(その 1)と同じ脆性柱とした。

3. 静的単調解析結果

図中には、各 Case 毎の改良ファイバーモデルによる単調解析結果を Fig-3 に示す。また、耐震診断基準の第 3 次診断で静的単調解析を用いる場合のせん断破壊部材の扱い、すなわちせん断破壊した部材から順次両端ピン部材に置換する手法により得られた結果を併せて示す。Case1 の場合、中央柱は部材角が約 4% 時でせん断破壊が生じるが、骨組全体の耐力はかなり緩やかに低下していく。これは中央柱がせん断破壊した後、外

側の柱によってせん断力が負担されているためだと考えられる。このような場合、耐震診断基準の脆性部材の取り扱いに関する仮定は、耐震性能を大きく過小評価している可能性が高い。Case1 以外の Case2, Case 3 および Case 4 においては部材角が 4% に到達する前に圧縮側の柱がせん断破壊を起こした。Case1 と比較すると早期にせん断破壊を生じたことになる。骨組全体のポストピーク挙動を Case1 と比較すると、耐力低下が顕著である。これらの結果から、現行の算出手法で

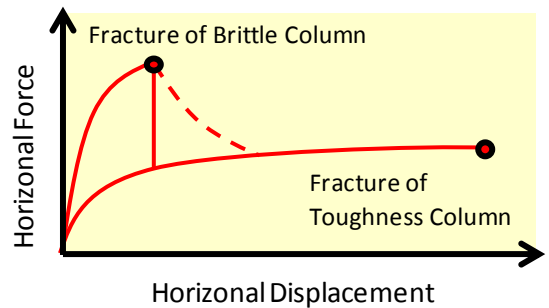


Figure -1 Conceptual Load – Deformation Relationships for Frame with Brittle Column

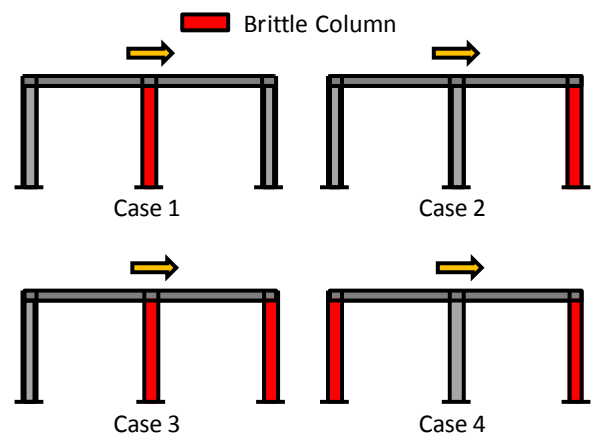


Figure-2 Number and Location of Brittle Columns

1 : 日大理工・学部・建築 2 : 日大理工・院・建築 3 : 日大理工・研究生 4 : 日大理工・教員・建築

は脆性部材の位置や本数によって程度は異なるが、骨組全体としての靱性能を過小評価する可能性がある。

また、現行の基準などで提案されている静的荷重下の復元力特性に基づく部材の耐震性能評価手法は、必ずしも地震時の耐震性能を正しく評価しているとは限らない。既往の研究<sup>3)</sup>においても、静的解析から骨格曲線を推定し、部材の残存耐震性能を算出する現在の手法では、危険側の評価となる可能性があると報告されている。そのため、今後は地震応答解析を行い、解析結果から得られる評価因子から骨組の耐震性能を評価する必要がある。

#### 4. 静的正負繰り返し解析結果

本研究では構造物の地震応答と関連付けた数値解析ベースの耐震性能評価法の構築を目的としているため、地震応答解析を行うことが必須である。また、構造物によっては脆性柱が偏在している場合など、地震動を受けた際には複雑な挙動を示すことが考えられる。そのため、脆性柱の位置や本数をパラメータとして設定した各 Case において静的繰り返し解析を行い、骨組の履歴挙動を表現可能であるか確認する。载荷に関しては、正負ともに部材角 0.5% の増分変位を順次与え、±5.5% までの正負繰り返し解析を行った。Fig-4 に各 case 毎の骨組全体の繰り返し解析結果を示す。この結果の詳細な検討に関しては今後の課題とするが、脆性部材の位置や本数に偏りがあり、Case4 のように脆性的な挙動を示す骨組においても履歴挙動を得ることができた。

#### 5. まとめ

本報(その 2)では、前報(その 1)で構築した解析モデルを用い、脆性柱の位置や本数をパラメータとした RC 造 3 本柱骨組の静的単調および正負繰り返し解析を行った。その結果、以下の知見を得た。

- (1)改良ファイバーモデルは、脆性的な挙動を示す骨組においても適用可能であり、履歴挙動を評価することもできる。
- (2)脆性柱が破壊後も靱性柱でせん断力を負担できる場合、現行の耐震診断基準での評価手法では耐震性能を大きく過小評価する可能性がある。

今後は、部材の耐力や剛性、および履歴エネルギーなどを評価因子として骨組全体の耐震性能との関係性を明確にしていく。また、地震応答解析を行い、骨組の耐震性能と地震動との対応についても検討を行っていく。

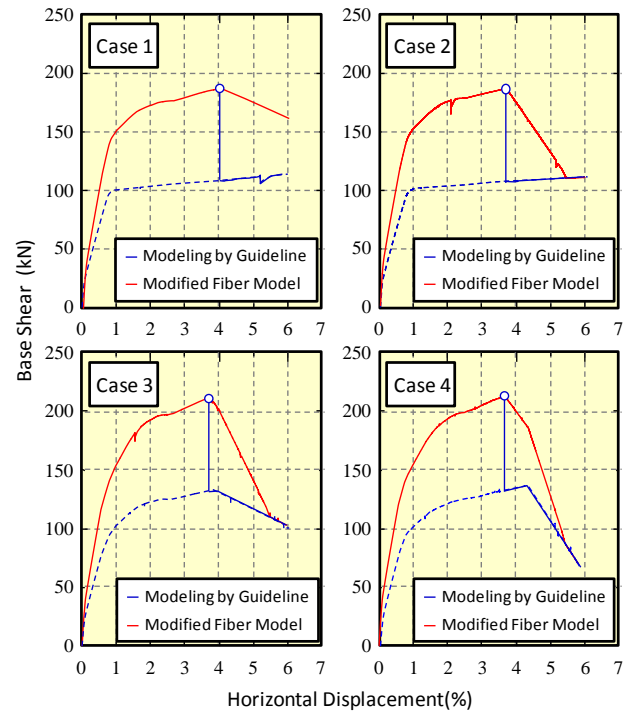


Figure-3 Monotonic Analysis Results

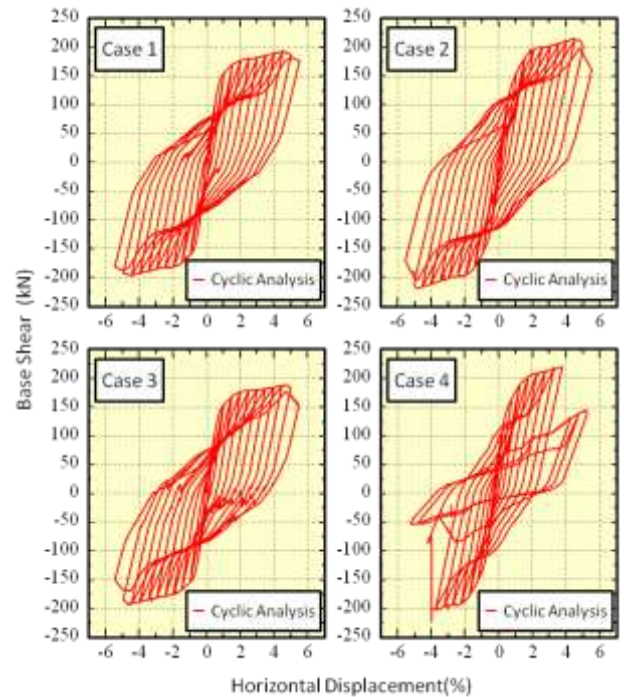


Figure-4 Cyclic Analysis Results Per Each Case

#### 6. 参考文献

- [1] Kenneth John Elwood and Jack P. Moehle : Shake Table Tests and Analytical Studies on the Gravity Load Collapse of Reinforced Concrete Frames, 2003.11
- [2] 日本建築防災協会:既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説, 2001.10
- [3] 今井究ほか:改良ファイバーモデルによるRC造柱の残存耐震性能評価(その1~3), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2009.9