

脆性柱部材を有する RC 造骨組の軸力変動に関する解析的検討 (その 1) 静的解析に基づく検討

Numerical Analysis on Redistribution of Axial Force of RC Frame with Brittle Columns

(Part1) Investigations Based on Static Analysis

○春名秀一郎¹, 蓮池類², 田嶋和樹³, 長沼一洋³

*Shuichiro Haruna¹, Rui Hasuike², Kazuki Tajima³, Kazuhiro Naganuma³

Abstract: Static analyses were carried out under the parameters of location of brittle columns of RC frame. In post peak region, the axial force of the brittle column tends to redistribute to adjacent columns. On the other hand, it is indicated that the axial force of the brittle column is increased in some case.

1. はじめに

地震大国である日本では、過去の大地震によって鉄筋コンクリート（以下、RC）造建物が崩壊や損傷などの被害を受けてきた。特に 1971 年以前の旧耐震基準で設計された RC 造建物は、近年の大地震においても柱がせん断破壊し、層崩壊に至る被害事例が報告されている。この旧耐震 RC 造建物の耐震性能を評価する際には、柱部材の軸支持能力喪失（以下、軸崩壊）後の性能を把握する必要がある。しかし、軸崩壊までの現象は、複雑なメカニズムによるものであり、ポストピーク領域における部材間の応力変動を理解することは非常に重要である。

本研究では、脆性柱部材を有する RC 造骨組実験を対象とした解析モデルを構築し、脆性柱の本数と位置をパラメータとした検討を実施することで、軸力の変動に及ぼす影響について考察する。

2. 解析モデルの構築

2.1. 実験骨組概要

Fig.1 に試験体概要を示す。試験体は、Elwood ら¹⁾による RC 造骨組の振動台実験を対象とする。左右の柱は、曲げ降伏先行であり、中央の柱は、せん断補強筋が少なく、せん断破壊後に軸支持能力を喪失する構成となっている。梁部分には、合計約 23(ton)の鉛重量が付加されている。入力地震波は、Chilie 地震(1985)で記録された縮約地震動の水平成分となっている。

2.1. 解析概要

Fig.2 に解析モデル、Fig.3 にサブ要素の復元力特性を示す。なお、解析には、数値解析コード OpenSees²⁾を用いた。柱はファイバー要素、梁は弾性体とし、柱梁の接合部分は剛域とした。主筋の抜け出し考慮のために各柱の柱頭・柱脚には、接合部サブ要素を付与した。また、せん断破壊する中央柱には、せん断挙動を考慮可能なせん断サブ要素を付与した。解析モデルの検証

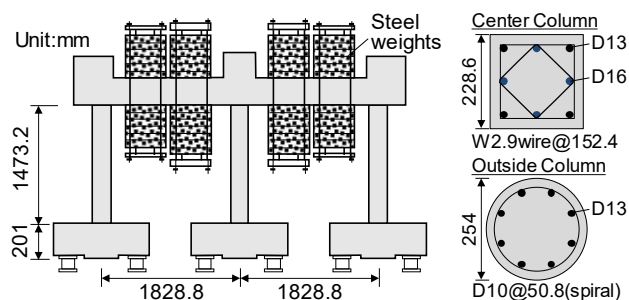


Fig 1. Details of Specimen

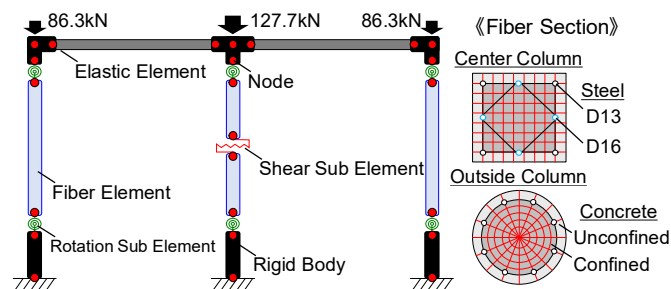


Fig 2. Analysis Model

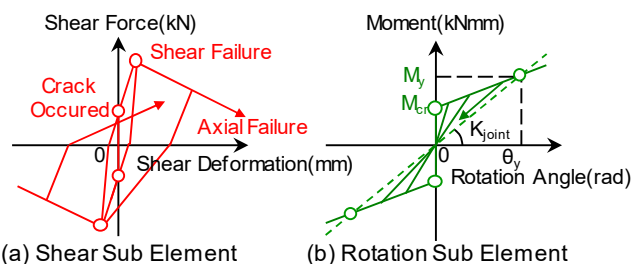


Fig 3. Restoring Force Characteristics of Sub-Element

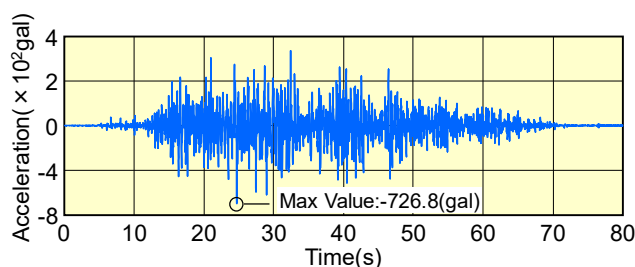


Fig 4. Input Seismic Wave

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

には、定軸力を加えた状態から地震応答解析を実施した。Fig.4 に入力地震波を示す。入力地震波には、実験で観測された振動台加速度記録を用いた。Fig.5 に地震応答解析結果を示す。解析は、中央柱のせん断破壊およびその後の耐力低下を再現しており、全体応答を概ね良好に模擬した。

3. 軸力変動に関する検討

3.1. 検討概要

構築した骨組モデルにてせん断破壊する柱（以下、S 柱）の本数と配置をパラメータとした検討を実施し、軸力変動への影響を確認する。Fig.6 にモデル検討パターンを示す。加力方法は、静的単調载荷による変位制御とし、与える定軸力は、各柱全て 298 (kN) 統一とした。

3.2. 解析結果

Fig.7 に柱せん断力-変形角関係、Fig.8 に柱軸力-変形角関係を示す。Case1, 2 共に S 柱はせん断破壊後に耐力低下し、他の柱が水平力を負担する結果となった。柱軸力に着目すると、Case1 では、S 柱がせん断破壊後、負担していた軸力を隣接する柱に再分配している。一方、Case2-2 および Case2-3 では同様な傾向が見られるが、Case2-1 においてはせん断破壊した 2 本の柱の間で軸力の再分配が起こり、一方の軸力が増大していく結果となった。このケースは、RC 造骨組の軸崩壊を早期に生じさせる可能性がある危険なケースだと示唆される。Fig.9 に Case2-1 における骨組の曲げモーメント分布の変化を示す。S 柱がせん断破壊して最大耐力に至った後、S 柱が負担する曲げモーメントが減少し、これに伴って接続する梁の曲げモーメントも減少しているのが分かる。つまり、S 柱の本数や配置によっては、S 柱のせん断破壊が梁の曲げモーメント分布にも影響を与え、結果として S 柱の軸力が増大する場合もあることが示唆された。

4. まとめ

構築した解析モデルにより、S 柱の本数および配置をパラメータとした静的な検討を実施した。せん断破壊後では、S 柱の軸力が隣接する柱に再分配される傾向が確認された。一方で、S 柱の軸力を増大させる危険なケースがあることも示唆された。

参考文献

- [1] Elwood K. J. and Mochle J. P. : Shake Table Tests and Analytical Studies on the Gravity Load Collapse of Reinforced Concrete Frames, PEER-2003/01, 2003.11
- [2] Open System for Earthquake Engineering Simulation - HomePage, <http://opensees.berkeley.edu/index.html>

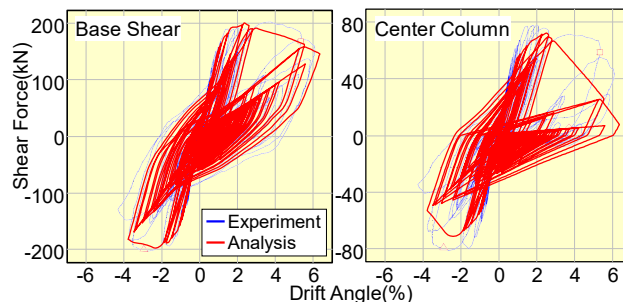


Fig 5. Results of Seismic Response Analysis

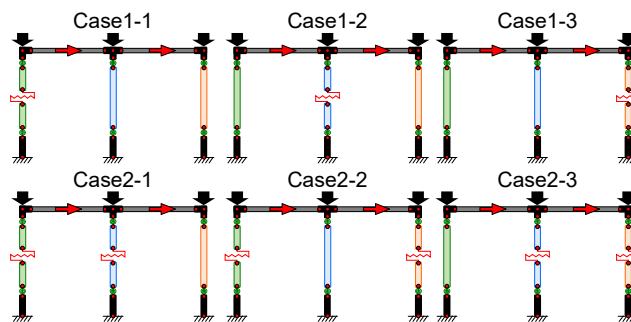


Fig 6. Six Cases of Parametric Analysis

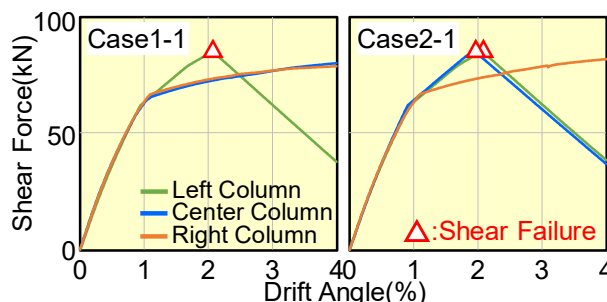


Fig 7. Shear Force - Drift Angle Relationships of Columns

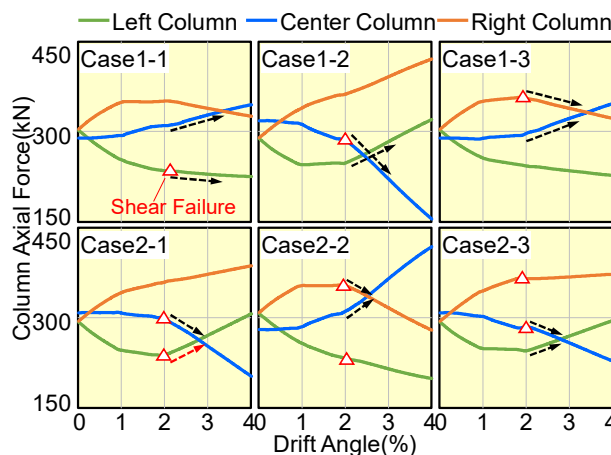


Fig 8. Axial Force - Drift Angle Relationships of Columns

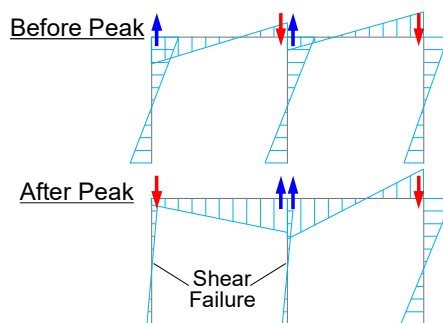


Fig 9. Bending Moment Distributions of RC Frame