

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 2) 地震応答解析に基づく検討

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

(Part2) Investigations Based on Seismic Response Analysis

○蓮池類¹, 田嶋和樹², 長沼一洋²

*Rui Hasuike¹, Kazuki Tajima², Kazuhiro Naganuma²

Abstract: In Part 2, the influence of axial force redistribution under seismic loading is investigated through seismic response analyses. As a result, there were cases where the axial force of brittle column increases in the same way as the static analysis. Comparing the analysis results with the regression curve for the existing column experiments, it is indicated that the brittle column may collapse.

1. はじめに

前報(その 1)では、脆性柱部材を有する RC 造 3 本柱骨組を対象とした解析モデルを構築し、脆性柱の本数および配置をパラメータとした静的解析を通じて、柱のせん断破壊が軸力変動に及ぼす影響について検討した。本報(その 2)では、地震応答解析を実施し、RC 造骨組の動的な軸力変動について検証する。

2. 地震応答解析

前報同様、Case1 および Case2 を対象として、動的解析を実施する。本報では、前報においてせん断破壊した柱に対する軸力の再分配が確認された Case2-1 を含む Case2 に着目し、RC 造骨組における動的な柱の軸力変動について検討する。なお、入力地震動は、前報において解析モデルの検証に使用した地震動と同様である。

2.1. 軸力の再分配の傾向

Fig.1 に Case2 を代表して Case2-1 におけるせん断力-水平変形角関係を示す。Case2 では、まず、S 柱 2 本が正側にてせん断破壊した後、負側でもせん断破壊し、負側の応答変位が増大するのが特徴的である。Fig.2 に柱軸力-水平変形角関係を示す。なお、前述したとおり、骨組の地震応答が負側で卓越したため、以後、各ケースとも負側の軸力変動に着目する。なお、前報(その 1)と比較する場合、変位の正負が逆になっている点に注意が必要である。

まず、Case2-2 では、前報と同様に S 柱 2 本の負担軸力が中央曲げ柱に再分配されていることが分かる。また、Case2-1 および Case2-3 では、前報で述べたように、S 柱間において軸力の再分配が生じている。水平変形角 0% 時と比較すると、最大応答変位時(-7% 時)には、S 柱間の負担軸力の差が顕著である。特に Case2-1 では、圧縮側に位置する S 柱が Case2 の中で最も大きな軸力を負担する結果となった。つまり、前報で確認したと

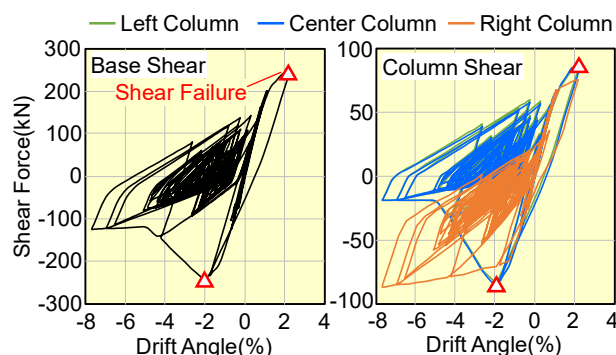


Fig 1. Shear Force - Drift Angle Relationships

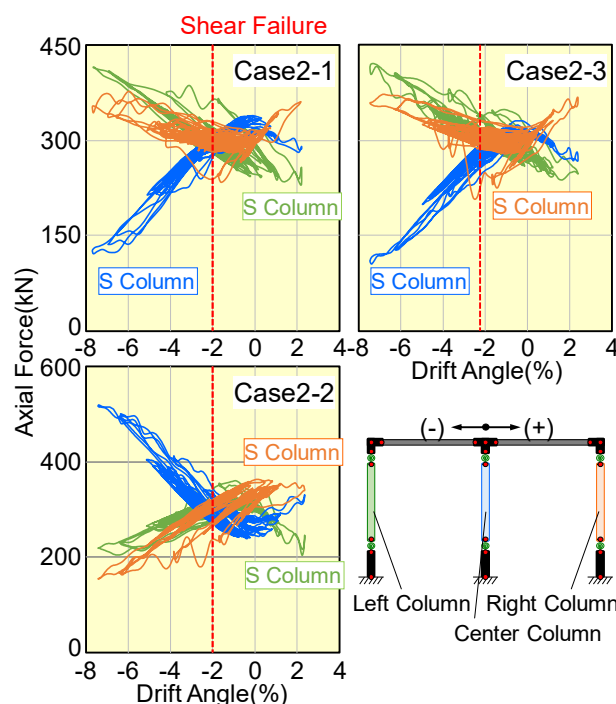


Fig 2. Axial Force - Drift Angle Relationships of Columns

おり、水平荷重を受けた際に変動軸力が生じる外柱がせん断破壊した場合、その後の軸力の再分配によって軸力負担が増大し、早期に軸支持性能を喪失する可能性が考えられる。

1 : 日大理工・院 (前)・建築 2 : 日大理工・教員・建築

3. 2. 軸支持性能に関する考察

Fig.3 に各柱軸力の時刻歴応答を示す. 各ケースで S 柱がせん断破壊するまでは, 外側に位置する左右の柱に変動軸力が生じ, 中央柱が一定軸力を保つ状態を示している. S 柱がせん断破壊した後は, 各柱の負担する軸力のバランスが変化していき, 軸力が複雑に変動している. このことから, 柱のせん断破壊が骨組中の柱の軸力再分配と密接に関係していると考えられる.

ここで, 柱の軸力比 η の変動を確認する. 図中には, 各柱の軸力比の最大値と最小値を示す. 初期軸力を載荷した状態では, 各ケースとも柱の軸力比は $\eta = 0.24$ 程度であった. Case2-2 では, S 柱の軸力比が $\eta = 0.12$ となり, 初期の半分程度に減少した. これにより, 中央の曲げ柱は $\eta = 0.40$ となった. 通常, 中柱では変動軸力が考慮されないため, 曲げ柱であっても再分配による軸力の増大について安全性の検討が必要であると思われる. 一方, 外側の S 柱に軸力が増大した Case2-1 と Case2-3 では $\eta = 0.3$ を超える値を示した.

せん断破壊後の軸崩壊を想定し, 既往の RC 造柱実験¹⁾⁸⁾ から軸崩壊時の軸力比 η と軸限界変形角の関係を図示し, 近似曲線を作成した (Fig.4). なお, これらの実験では正負交番繰返し載荷を行い, 定軸力を保持できなくなった時点点を軸崩壊と定義している. 図中には, 各 Case において再分配により軸力が増大した S 柱の軸力比 η の変化を併せて示す. これより, Case2-1 および Case2-3 は近似曲線を上回り, 軸崩壊する可能性が高いと考えられる. 今後, 軸崩壊を再現可能な数値解析モデルの整備が必要である.

3. まとめ

S 柱の本数・配置をパラメータとした RC 造骨組に対する地震応答解析を実施し, 動的な軸力変動について検討した. その結果, 以下の知見を得た.

- (1) 静的解析の場合と同様に, せん断破壊した S 柱に対して軸力が再分配され, 負担軸力が増大するケースが見られた.
- (2) 柱が軸崩壊する時の軸力比-軸限界変形角関係を作成した. これにより, せん断破壊後の軸力変動の影響により柱が軸崩壊する可能性を確認した.

参考文献

[1] 芳村学, 他: 鉄筋コンクリート柱の軸力保持限界に関する研究, コンクリート工学会年次報告集, Vol.23, No.3, 2001

[2] 大野義照, 他: 鉄筋コンクリート柱の曲げ破壊性状に及ぼす帯筋端部形状の影響, コンクリート工学会年次報告集, Vol.23, No.3, 2001

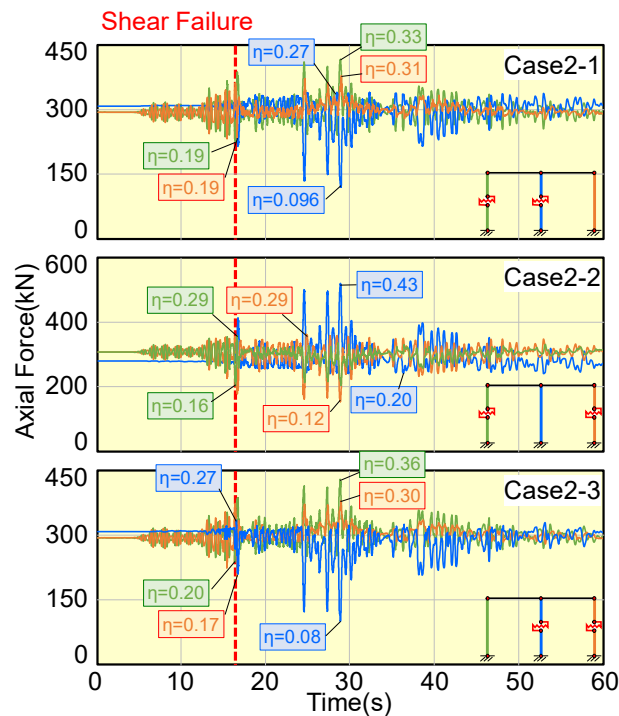


Fig 3. Time History of Column Axial Force

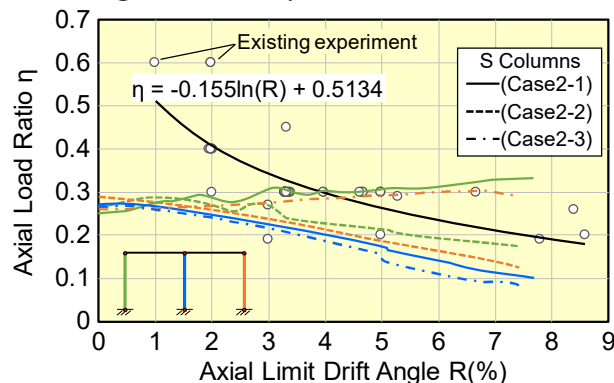


Fig 4. Axial Load Ratio - Drift Angle Relationships of Columns

[3] 芳村学, 他: 低軸力下での曲げせん断型及びせん断破壊型 RC 柱の崩壊に関する研究, コンクリート工学会年次報告集, Vol.22, No.3, 2000

[4] 大野義照, 他: 鉄筋コンクリート柱の力学性状におよぼすフック形状の影響, コンクリート工学会年次報告集, Vol.20, No.3, 1998

[5] 大野義照, 他: 鉄筋コンクリート柱の曲げ性状に及ぼす帯筋端部加工形状の影響, 日本建築学会近畿支部研究報告集, pp.133-136, 2002

[6] 芳村学, 他: せん断破壊型鉄筋コンクリート短柱の軸力保持限界に関する研究, 日本建築学会構造系論文集, 第 561 号, pp.193-199, 2002.11

[7] 大野義照, 他: 鉄筋コンクリート柱の曲げ破壊性状に及ぼす帯筋端折り曲げ角度の影響, 日本建築学会大会学術梗概集, pp.793-794, 1999.9

[8] 大野義照, 他: 鉄筋コンクリート柱部材の靱性と横補強筋量について, 日本建築学会近畿支部研究報告集, pp.49-52, 1998