

三次元非線形 FEM 解析による偏心 RC 造骨組のねじれ応答評価 (その 4) 動的偏心挙動の検証

Evaluation of Torsional Responses of RC Frame with Eccentricity Using Nonlinear 3D FE Analysis (Part4 Verification of Dynamic Eccentricity Behavior)

○河野圭一郎¹, 田嶋和樹², 長沼一洋²

Keiichiro Kono, Kazuki Tajima, Kazuhiro Naganuma

Abstract: In Part-4, changes of the center of rigidity on the R/C framed specimen with eccentricity was confirmed using the algorithm on estimating the position of center of rigidity. As a result, it seems that center of rigidity moves away from center of mass in this case, and this movement of center of rigidity was not affected torsional behavior of R/C frame. It is necessary to verify torsional behaviors of R/C frame realistically.

1. はじめに

本報 (その 4) では, 部材の塑性化に伴う剛性低下により生じる骨組の新たな偏心挙動を解明するために, 矢吹¹⁾が提案する剛心位置算定アルゴリズムを用いて骨組の塑性域における剛心位置の変化を追従し, それが骨組のねじれ挙動に及ぼす影響について考察する。

2. 剛心位置算定アルゴリズム

RC 造建物の剛心の移動を追従するためには, 逐次変化する部材剛性を評価する必要がある。特に, 繰り返し荷重の影響を考慮することが重要であり, 除荷時および再負荷時の部材剛性の評価に注意が必要となる。Fig.1 に矢吹が提案したアルゴリズムにおける部位剛性評価の概念図を示す。部材剛性は割線剛性に基づいて評価し, 除荷点および再負荷点を経験する度に割線剛性を評価するための原点位置を変化させる。Fig.2 に除荷点および再負荷点の定義を示す。除荷点および再負荷点の選点は, せん断力ならびに水平変位の増分に着目して除荷および再負荷を定義する。

3. RC 造偏心骨組における剛心位置の移動

Fig.3 に本検討で実施する FEM 解析の概要を示す。解析には偏心骨組モデルを用い, 加力は前報(その 2)で述べた方法と同様である。

Fig.4 に剛心位置算定アルゴリズムに基づいて算出した剛心位置のプロットおよび X 方向における柱のせん断力(Q)ー変位(δ)関係を示す。加力の進行に伴い, 剛心が重心から遠ざかる方向へ移動する場合があることがわかる。これは塑性化に伴い, 部材間の剛性差がより顕著となったためである。柱 2, 4 の Q- δ 関係に着目すると, 柱 2 は最大耐力に達し, 耐力低下に至っていることがわかる。一方, 柱 4 はまだ耐力を維持

している。なお, 柱 1, 3 においても, それぞれ同様の傾向が見られた。つまり, 先に細い柱 2 本の耐力が低下し, それに伴って剛性も低下したため, 剛性の偏

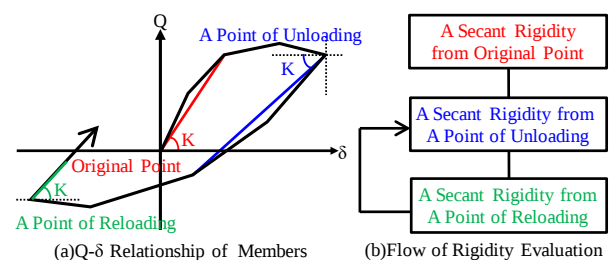


Fig.1 Conceptual Diagram of Member Rigidity Evaluation

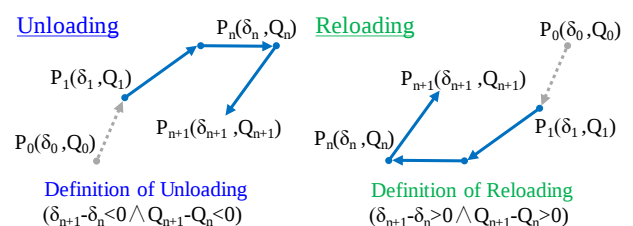


Fig.2 Definition of Unloading and Reloading

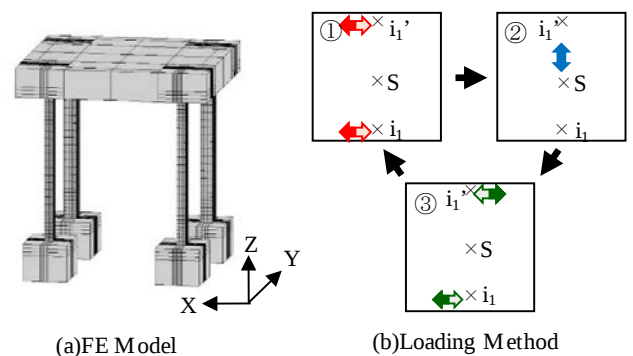


Fig.3 Analysis outline

りがより大きくなったため、剛心が重心から離れる方向へ移動したと考えられる。

また、剛心が X 方向に大きく移動する場合があるが、これは加力方向が切り替わるときに起こる現象である。Fig.5 に Y 方向加力および Z 方向加力時における各柱の挙動と柱 3、4 の Q- δ 関係を示す。Y 方向加力時は、各柱で同じ向きに荷重が作用しており、同一方向に変位しているが、Z 方向加力に移行すると、柱 1、3 と柱 2、4 がそれぞれ対となって挙動する。この時、柱 2、4 に作用する荷重の方向が逆方向に切り替わるが、このタイミングで剛心が X 方向に移動する。Q- δ 関係に着目すると、柱 3 は Y 方向加力時の履歴と連続して接続するが、柱 4 は履歴が折り返す挙動を示す。この場合、折り返した点が割線剛性を評価するための新たな原点となる。つまり、折り返す履歴挙動を描く柱 2、4 は、折り返しのタイミングで剛性が瞬間的に大きくなるため、それに伴って剛心が右に移動することになる。この挙動は、Z 方向加力から X 方向加力に切り替わるときにも確認できる。この場合は、柱 3、4 側に剛性が偏ることになる。このことから、剛心が移動する原因は、部材剛性低下の影響だけでなく、加力方向の切り替えも影響していると考えられる。

5. 剛心の移動が骨組に及ぼす影響

Fig.6 に Y 方向加力終了時および M 方向加力開始時のひび割れ図を示す。上述したように、この時の剛心は柱 2、4 側に移動した状態である。二つのひび割れ図を比較すると、損傷の状態にはほとんど違いは見られない。このことから、剛心の移動が骨組の損傷に及ぼす影響は小さいことがわかる。この要因として、剛心の偏りが瞬間的であることに加え、耐力低下や加力の切り替えにより、作用する荷重が小さくなっていることが考えられる。さらに、今回の検討では、ねじれの回転中心を重心に設定していることも要因の一つであると考えられる。実際の建物に生じるねじれ現象は、剛心を回転中心として運動する。この場合、ねじれによって大きく振られる構面が出てくるため、損傷にも偏りが出てくる可能性が高い。特に、今回のように剛心位置が重心から離れる挙動を示した場合は、偏心距離の増大によりねじれが増大する危険性もある。今後、このような実現象に近いケースについても、詳細な検討を進めていく必要があるだろう。

5. まとめ

既往の研究より提案されたアルゴリズムを用いて、偏心骨組における剛心の移動について検証を行った。その結果、剛心が重心から離れる挙動が確認された。今後、剛心移動による骨組への影響を詳細に調べるため、実現象に近い形での検討が必要である。

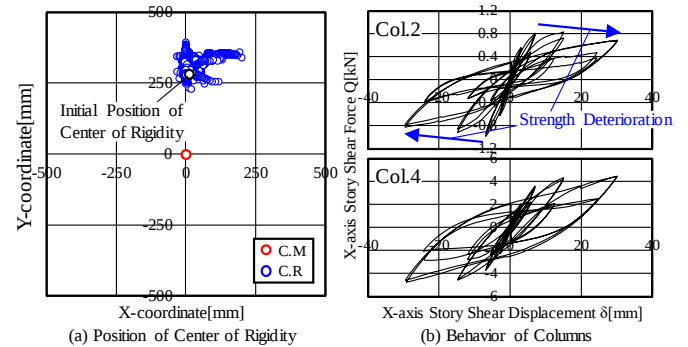


Fig.4 Movement of Center of Rigidity

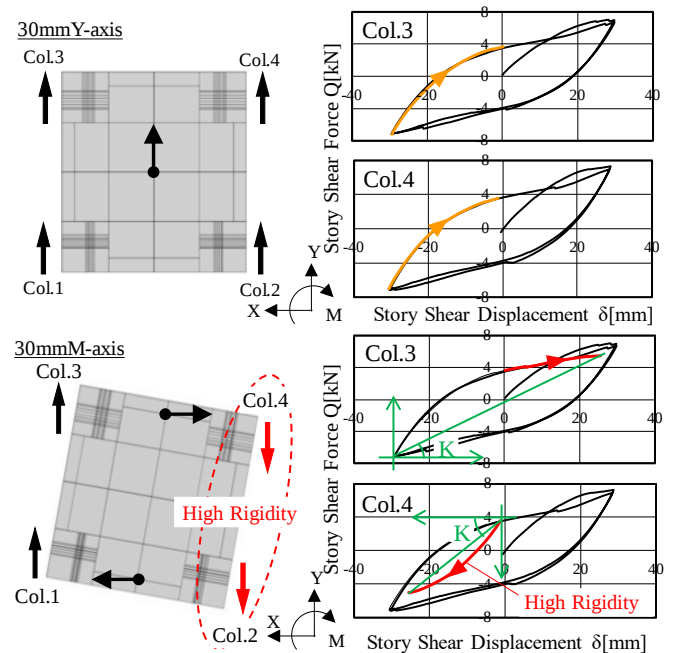


Fig.5 Causes of High Rigidity

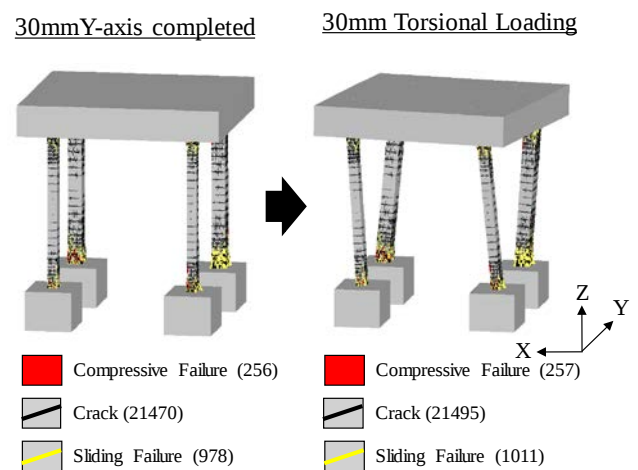


Fig.6 Failure Mechanism at Changing Pattern of Loading

6. 参考文献

- [1] 矢吹雅斗:動的偏心率を考慮した偏心 RC 造骨組のねじれ応答評価, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, 一般社団法人日本建築学会, pp.229-230, 2015-9