

ねじり復元力特性が偏心 RC 造骨組のねじれ挙動に及ぼす影響 Effect of Assumed Torque - Twist Angle Relationships on Behaviors of RC Framed Structures with Eccentricity

○矢吹 雅斗¹, 田嶋 和樹², 白井 伸明²
*Masato Yabuki¹, Kazuki Tajima², Nobuaki Shirai²

Abstract : The current design code evaluates effect of the torsional behavior of structures with eccentricity on the basis of their elastic stiffness. However, this approach may lead to an incorrect estimation of the torsional resistance. A single-story RC framed structure consisting of four columns and a rigid slab is numerically investigated, especially paying attention to nonlinear torque-twist angle relationship for the columns. It was confirmed that even when the torsional stiffness of columns is degraded, the overall torsional resistance can be retained by the torsional resistance mechanism derived from the moment equilibrium of longitudinal and lateral shear forces in the columns.

1. はじめに

筆者らは、既往の研究において、RC 造骨組のねじれ抵抗機構が柱自身のねじり剛性にに基づくねじれ抵抗と柱の水平剛性に基づくねじれ抵抗により成立していることを報告している^[1]。この時、柱自身のねじり剛性については弾性剛性を仮定していたが、既往の RC 部材のねじり試験においては、ねじり抵抗の非線形性が確認されている。本報では、Tavio ら^[2]が提案するねじり復元力特性を採用するとともに、松枝ら^[3]の研究を参考にして曲げの影響を受けた場合のねじり復元力特性を仮定したパラメトリック解析を実施し、ねじり復元力特性の違いが骨組のねじれ抵抗に及ぼす影響について考察した。

2. 解析対象骨組および解析モデルの概要

Fig.1 に検討に用いる骨組の概要を示す。平面寸法 6m×6m、階高 3m の 1 層 1 スパン骨組であり、偏心率が 0.3 になるように柱の付加軸力を調整した重量偏心骨組である。このときの偏心距離は 1280mm である。

Fig.2 に解析モデルを示す。なお、解析には OpenSees を用いた。柱および梁はファイバーモデルとし、スラブには剛床を仮定した。また、部材のねじり挙動は要素にねじり復元力特性を付与することによって考慮される。Fig.3 にコンクリートおよび鉄筋の応力度-ひずみ度関係を示す。コアコンクリートには Park ら^[4]の拘束効果を適用した。鉄筋はバイリニア型とし、2 次勾配は初期剛性の 1/100 とした。载荷は、X 方向に対する 1 方向静的単調载荷とし、重心変位に対して変位制御を行った。

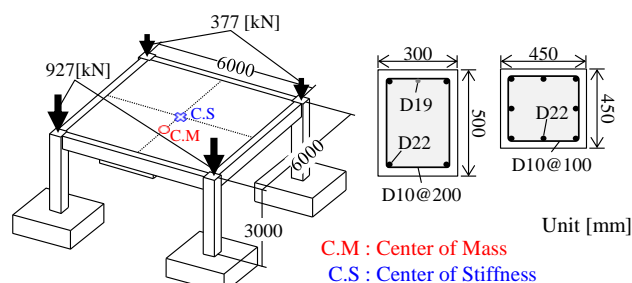


Fig.1 Example Frame

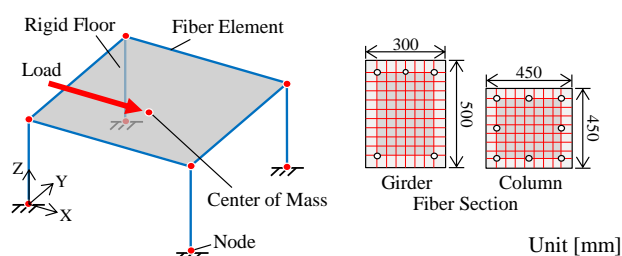


Fig.2 Analysis Model and Fiber Discretion

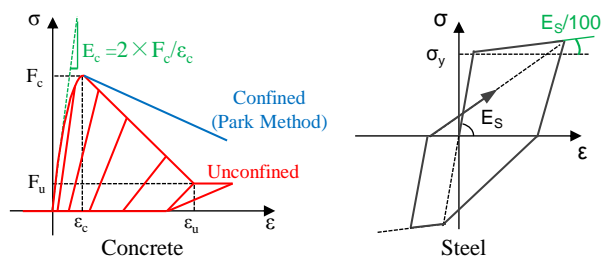


Fig.3 Stress-Strain Relationships for Concrete and Steel

3. ねじり復元力特性

Fig.4 に仮定したねじり復元力特性を示す。ひび割れ前のねじり剛性 GJ は St.Venant 理論^[5]に基づいて算出しており、ひび割れ時のねじりモーメント T_{cr} は Tavio

1 : 日大理工・院・建築 3 : 日大理工・教員・建築

らの研究を参考に算出した。本検討では 5 種類のねじり復元力特性を仮定し、ねじり剛性ならびにねじりモーメントを変化させた。

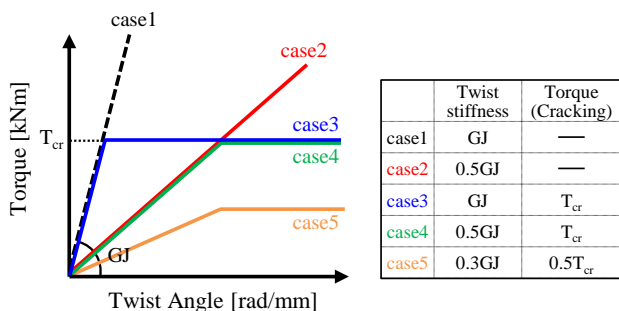


Fig.4 Assumed Torque - Torsional Angle Relationships

4. 解析結果

Fig.5 に層全体のねじれモーメント(T_{story})—層間変形角(R_{story})関係を示す。なお、 R_{story} は重心位置で評価した。これより、ねじり復元力特性の違いが骨組全体のねじれ抵抗に及ぼす影響は小さいことが確認できる。

Fig.6 に柱のねじりモーメント(ΣT_c)—柱の水平反力によるねじれモーメント(ΣT_R)関係を示す。弾性のねじり剛性を仮定している case1~2 においては、水平力による損傷を受け、その結果として ΣT_R が減少し、その減少分を柱自身のねじりモーメントが負担する形となっている。これに対し、柱のひび割れ時のねじりモーメント T_{cr} を考慮した case3~5 では、 ΣT_c の上限が頭打ちになり、 ΣT_R の減少が抑制される結果となった。このような ΣT_R の減少の抑制には、柱の水平剛性による抵抗が発揮される必要がある。

Fig.7 に柱の Y 方向に関するせん断力(Q_y)—層間変形角(R_y)関係を示す。case1 の場合、柱の Y 方向に生じるせん断力には減少傾向がみられるが、case3 および case5 では増加する傾向が認められる。このことから、柱自身のねじり剛性が低下することにより、载荷方向と異なり比較的健全な柱の Y 方向がねじれに対して抵抗し、その結果として各柱の Q_y が増加する結果となったと考えられる。

5. まとめ

今回の検討の範囲では、ねじり復元力特性の違いによる骨組のねじれ抵抗機構の変化が確認され、健全な柱の Y 方向の抵抗が励起されたことが分かった。今後、2 方向入力下における検討を実施し、偏心 RC 造骨組のねじれ抵抗の減少に基づくねじれ終局状態を明らかにしたい。

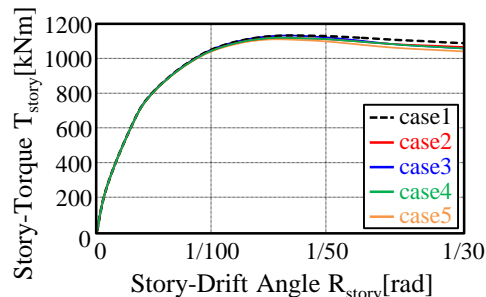


Fig.5 Story Shear Force - Drift Angle Relationships

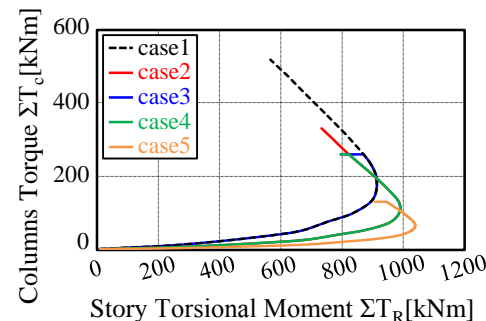


Fig.6 Variation in Torsional Resistance of Frame

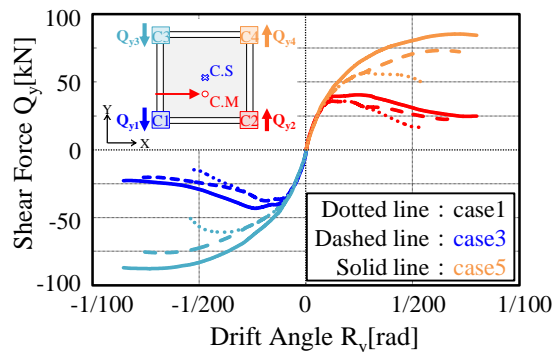


Fig.7 Transverse Shear Force in Columns-Drift Angle Relationships

6. 参考文献

- 矢吹雅斗, 横川匠, 田嶋和樹, 白井伸明: ねじれ抵抗機構に基づく偏心RC造骨組のねじれ応答評価(その1~2), 日本建築学会学術講演梗概集, 構造IV, pp.41-44, 2014.9
- Tavio and Susanto Teng: Effective Torsional Rigidity of Reinforced Concrete Members, ACI Structural Journal, Vol.101, No.2, pp.252-260, March-April 2004
- 松枝修平, 田所敏弥, 谷村幸裕, 進藤良則: 曲げとねじりを同時に受ける鉄筋コンクリート柱の変形性能に関する研究, コンクリート工学年次論文集 30(3), 811-816, 2008-07-30
- D.C.Kent, R.Park: Flexural Members with Confined Concrete, Journal of the Structural Division, ASCE, Vol.97, No. 7, pp. 1969-1990, 1971.7
- Saint-Venant, B.de, Mémoire sur la torsion des prismes Mémoires des savants étrangers, Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut Imperial de France et imprimé par son ordre, V.14, Imprimerie Impériale, Paris, pp233-560, 1856

【謝辞】

本研究の一部は科学研究費補助金(基礎研究(C) 代表者: 白井伸明)の助成を受けて行われたものである。