

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 3) ねじれ抵抗機構の解明

Evaluation of Torsional Responses of RC Frame with Eccentricity Using Nonlinear 3D FE Analysis

(Part3 Investigation of Torsional Resisting Mechanism)

○笠原貴喜¹, 河野圭一郎², 田嶋和樹³, 長沼一洋³

Takayoshi Kasahara, Keiichiro Kono, Kazuki Tajima, Kazuhiro Naganuma

Abstract: In Part-3, the torsional resistant mechanism was verified by FE analyses referring to torsional loading tests by Shiga et al. As a result, it was confirmed that the torsional resistant mechanism of R/C frames was calculated using total of torsional moment base on horizontal reaction force of frame and torsional moment of each column. However, it is necessary to study in more detail since there are some differences of consideration between theirs and ours.

1. はじめに

骨組のねじれ抵抗機構に関する既往の研究では、志賀らは骨組全体のねじれ剛性が骨組の水平 2 方向の剛性より求めたねじれ剛性と柱自体のねじれ剛性の和で表されることを実験的に確認している。また、横川³⁾は、ファイバー解析を通じて、骨組がねじれ荷重を受けるときの抵抗機構は、各柱の水平 2 方向の反力により求まる骨組のモーメントと各柱のねじれモーメントの和で表されることを確認している (Fig.1)。しかし、志賀らの研究は実験的な考察に限定されており、横川の研究は、仮想モデルによる検討であるため、これらを補完する検証が必要である。

そこで、本報 (その 3) では、前報 (その 2) で構築した解析モデルを用いて、骨組のねじれ抵抗機構を検証する。

2. 骨組のねじれ抵抗機構の検証

2. 1. 骨組に作用するねじれモーメントの評価

Fig.2 にねじれモーメント荷重の加力方法および FEM 解析結果を示す。前報 (その 2) で構築した無偏心骨組みモデルに対して、床版上の重心 S から回転半径 i となる i_1, i_1' の二点に偶力を作用させる純ねじれ加力を実施する。加力目標は 1mm, 3mm, 6mm および 13mm とし、正負 2 回ずつ繰り返した。FEM 解析より得られたねじれモーメント (m) - ねじれ角 (θ) 結果を示す。

3. 2. 水平反力によるねじれモーメントの評価

Fig.3 に骨組のねじれ抵抗機構の 1 つである各柱の水平抵抗に基づくねじれ抵抗の評価方法を示す。ここでは、横川の知見を参考にして、骨組のねじれ挙動を併進挙動と純ねじれ挙動の 2 つに分けて考え、各柱の水平反力に基づくねじれモーメントの評価を試みる。

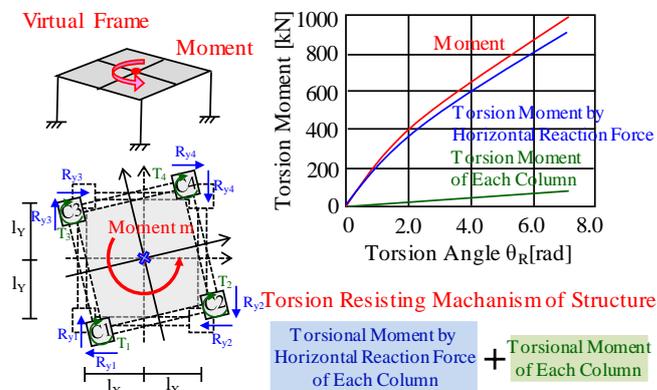


Fig.1 Torsion Resisting Mechanism of Structure

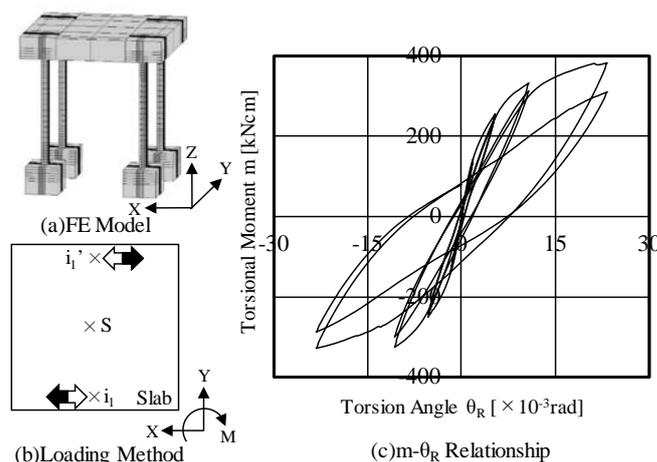


Fig.2 Torsional Moment Load

はじめに、X, Y 方向に対して水平加力を実施し、FEM 解析から得られた層せん断力 (Q) - 層間変形 (δ) 関係を幾何学的関係から骨組全体の $m - \theta$ 関係を評価する。なお、骨組がねじれる際、柱は X, Y 方向に同時に変形する挙動を示すため、本解析でも X, Y 方向に

対する 2 方向同時加力を行った。また、加力目標は、前節で述べた純ねじれ加力時の柱の変位応答と一致するように、変位量を 0.8mm, 2.4mm, 4.8mm および 10.5mm としている。図中には、FEM 解析より得られた X, Y 方向の Q-δ 関係を示す。また、幾何学的関係に基づく m-θ 関係の算出方法ならびに得られた m-θ 関係を併せて示す。

3. 3. 柱のねじれモーメントの評価

Fig.4 に柱単体の m-θ 関係の評価方法を示す。骨組から柱 1 本を取り出した柱モデルに対して、骨組内の柱の動きに近似させるため、X, Y 方向へ水平変位させた状態でねじれ変形を与えた。柱のねじれ角は、スラブのねじれ角と一致することから、加力目標は 3.1. 節における純ねじれ解析での骨組のねじれ角と一致させた。図中には、FEM 解析より得られた柱単体の m-θ 関係を示す。

4. 骨組のねじれ抵抗機構の検証

Fig.5(a) に 3 章の一連の FEM 解析を通じて求めた m-θ 関係を整理して示す。図中には、純ねじれ解析より得られた m-θ 関係 (m) に加え、X, Y 方向の Q-δ 関係から求めた m-θ 曲線 (m₁) と m₁ 曲線に柱単体の m-θ 曲線を 4 本分合算した m-θ 曲線 (m₂) を加算した履歴曲線 (m₁+m₂) を示す。加力目標 3mm および 13mm 時点において、両者ともに m と (m₁+m₂) が概ね一致した。

Fig.5(b) に偏心骨組モデルにおいて実施した同様の検討の結果を示す。加力目標 3mm および 30mm において、ともに m 曲線と (m₁+m₂) 曲線が概ね一致する結果が得られた。

以上より、ねじれモーメント荷重下における骨組の抵抗機構は、X, Y 方向の水平反力により求められるねじれモーメントと柱自身のねじれモーメントの和で表されることが確認できた。しかし、志賀らの実験では、ねじれ角が大きくなるに従い、柱のねじれモーメントが減少するため、最終的には m 曲線と m₁ 曲線が一致するようになることが指摘されている。実際、FEM 解析において (m₁+m₂) 曲線の大半は m₁ 曲線で占められており、m₂ 曲線の影響はわずかである。しかし、FEM 解析において柱のねじれ抵抗の劣化を表現できているかについては、別途詳細な検証が必要であると考えられる。

5. まとめ

既往の研究の知見を参考にして、無偏心骨組に対する FEM 解析を通じて骨組のねじれ抵抗機構を検証した。その結果、骨組のねじれ抵抗機構は、水平反力より求めたねじれモーメントと柱自身のねじれモーメントの和で表されることが確認した。

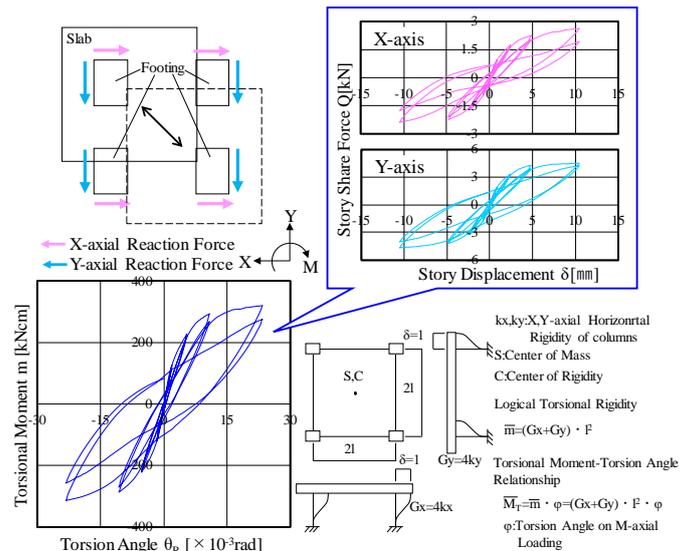


Fig.3 Torsional Moment by Horizontal Reaction Force

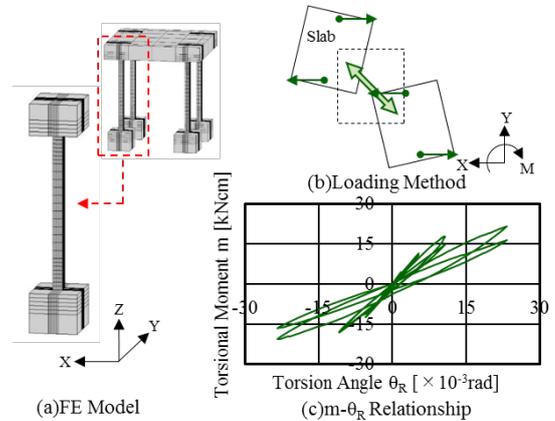


Fig.4 Torsional Moment of the column

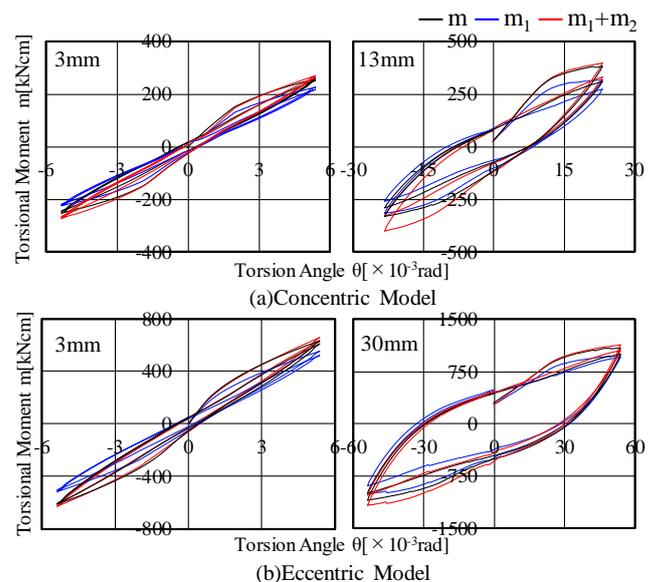


Fig.5 Torsion Resisting Mechanism of Structure

6. 参考文献

- [1] 横川匠: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),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. 41-42,2014-9