

重量偏心した RC 造骨組のねじれ応答評価 (その 1) 静的解析

Torsional Response Evaluation of RC Frame with Weight Eccentricity (Part 1) Seismic Analysis

○辻耕平¹, 河野圭一郎², 田嶋和樹³, 長沼一洋³

Kohei Tsuji¹, Keiichiro Kono², Kazuki Tajima³, Kazuhiro Naganuma³

Abstract: The purpose of this study is to verify that the plasticization of the members and seismic load (inertial force) affect torsional responses using the nonlinear 3D FE analysis. In part 1, it is found that torsional responses are effected by the plasticization of the members, through static loading as a parameter of weight eccentric rate. As a result, there is a tendency that torsional responses of the frame decrease by the plasticization of the members.

1. はじめに

鉄筋コンクリート(以下, RC)造建物の設計では, 弾性剛性に基づく偏心率を 0.15 以下に規定することで, ねじれによる破壊を抑制している. しかし, 実現象では, 部材の損傷に伴う剛性低下および地震力による慣性力等の影響を受けるため, 設計で想定したねじれ応答と大きく異なる挙動を示す可能性がある.

本研究の目的は, それらの因子が骨組のねじり応答に及ぼす影響を検証し, 現行規定における問題点を把握することである. 本報(その 1)では, 偏心率をパラメータとした静的解析を通じて, 部材の塑性化が骨組のねじれ応答に及ぼす影響について考察する.

2. 解析概要

2. 1. 解析モデル

Fig.1 に解析モデルの概要を示す. 本解析モデルは, 志賀らによるねじれ振動実験¹⁾を対象に構築しており, 形状および材料特性の詳細なモデル化方法は, 昨年の発表²⁾で示した通りである. なお, 部材の塑性化による影響を検証するため, 柱部材が弾性体のモデルおよび弾塑性体のモデルの 2 種類を用意した.

2. 2. パラメータの設定

偏心率 R_{ex} をパラメータとし, 柱 1, 2 および柱 3, 4 にそれぞれ付加荷重を作用させることで, R_{ex} を 0.00 ~ 0.40 まで 0.05 刻みに設定した. 軸力比は Table1 に示す通りである. その際, (その 2)で実施する時刻歴応答解析において, 各モデルの固有値に差が生じないように, 付加荷重の合計値は一定となるよう調整した.

2. 3. 加力方法

各モデルに対して静的解析を実施する. 加力は X 方向へ重心への 1 点水平加力とし, このときの変形量は, 重心の層間変形角で $R=1/50$ (層間変位:20mm)とした.

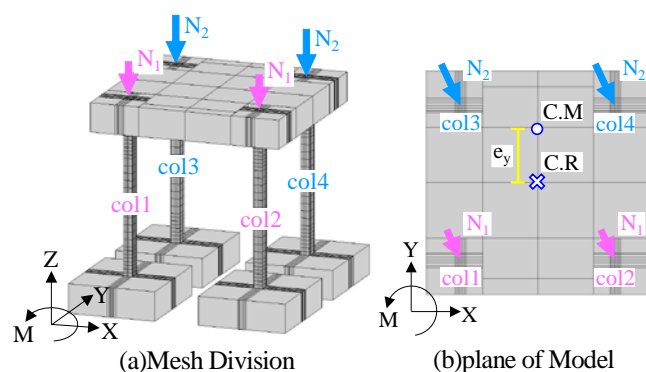


Fig.1 Outline of FE Model

Table1 Analysis Parameters

R_{ex}	N_1	N_2	R_{ex}	N_1	N_2
0.00	0.12	0.12	0.25	0.07	0.17
0.05	0.11	0.13	0.30	0.06	0.18
0.10	0.10	0.14	0.35	0.05	0.19
0.15	0.09	0.15	0.40	0.04	0.20
0.20	0.08	0.16			

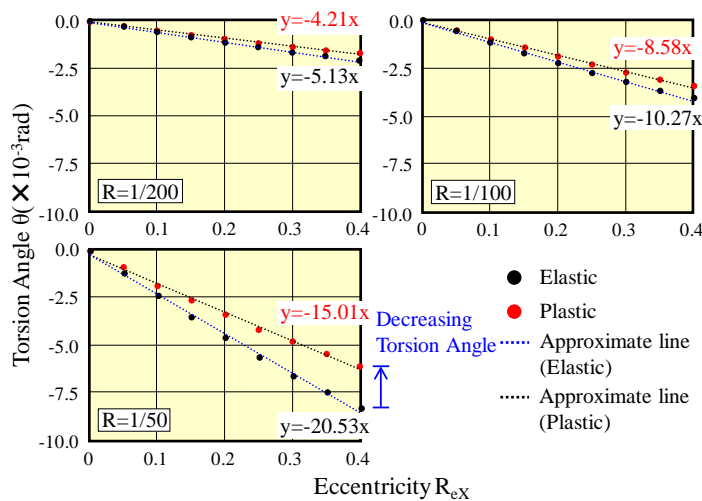


Fig.2 θ - R_{ex} Relationships

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

3. 解析結果

Fig.2 に $R=1/200$, $1/100$ および $1/50$ における各モデルのねじれ角 θ を示している。弾性体は, R_{ex} および R に比例して θ も増大するが, 弾塑性体の場合, R の増大に伴い, θ の増加量が減少する傾向を示した。また, 弾塑性体の近似線の傾きは, 弾性体のそれより小さく, 全体的に弾塑性体の方がねじれ量が少ない。このとき, R_{ex} および R が増大するほど, その低下率は大きく, これは部材の塑性化によるものだと考えられる。

部材の塑性化が骨組の応答に与える影響を確認するため, 弾塑性体 $R_{ex}0.40$ の結果に着目し, 詳細な検討を行う。Fig.3 に(a)剛・柔構面のせん断力 Q -変形角 R 関係および(b) θ -層間変形角 R_{story} を示す。両グラフを対応させてみると, 各構面にイベントをきっかけに傾きが減少している。このことから, 部材の塑性化が骨組のねじれ応答に影響を及ぼしていくことがわかる。

Fig.4 に各パラメータと R_{story} の関係を示す。まず, (a) 剛心位置の変化に着目する。剛心位置の算定では, 部材剛性を割線剛性に基いて評価³⁾している。加力の進行に伴い, 剛心が重心に近づく挙動を示している。(b)より, 変形の進行に伴って, 剛・柔構面の剛性 K_r, K_f が急激に低下しており, それに伴い, 骨組のねじり剛性 K_T も急激な低下を示す。これは, 骨組のねじり剛性が水平剛性によって表現されるためである。(c)には, 偏心距離 e_y および弾力半径 r_{ex} - R_{story} 関係を示している。剛心の移動により, e_y が減少するため, 骨組に作用するねじりモーメント M_T も減少する。一方, 骨組のねじれにくさを表す r_{ex} は増大する傾向を示す。そのため, 部材の塑性化に伴い θ が減少したと考えられる。なお, 加力終了時における R_{ex} は 0.29 と算出でき, 初期値 ($R_{ex}=0.40$)から 30% 近く低下していることがわかった。

Fig.5 に(a)剛・柔構面に生じる付加変形 $\Delta\delta$ - R_{ex} 関係を示す。 R_{ex} の増大に伴い, θ が増大するため, $\Delta\delta$ も大きくなる。そのため, $\Delta\delta$ の増分は弾塑性体の方が小さい。(b)には各構面の水平変位 δ_r, δ_f - R_{ex} 関係を示すが, δ_r は $\Delta\delta$ により, 重心変位($\delta_{story}=20\text{mm}$)より小さくなる。このとき, R_{ex} が大きいほど, その減少量も大きい。逆に, δ_f には顕著な増加が見られず, R_{ex} が大きくなるほど δ_{story} 近づく傾向を示す。これは, e_y の増大に伴い, 重心との位置が近くなるためである。

4. まとめ

偏心率をパラメータとしたパラメトリック解析を通じて, 部材の塑性化に伴うねじれ応答が減少を確認した。(その2)では, 時刻歴応答解析を実施し, 動的荷重がねじれ応答に及ぼす影響を把握する。

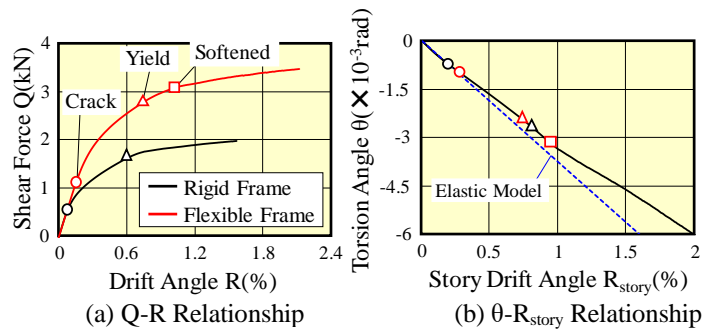


Fig.3 Q- δ and θ - δ_{story} Relationships

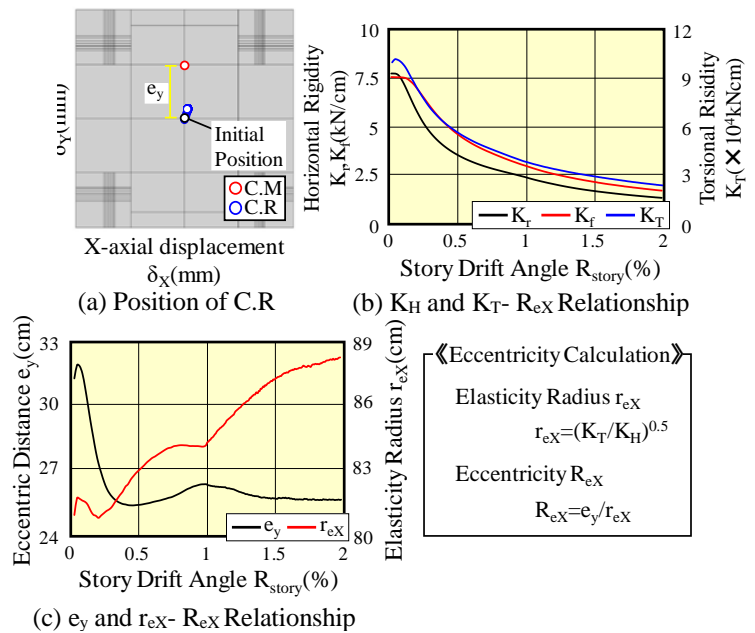


Fig.4 Responses of Each Parameter

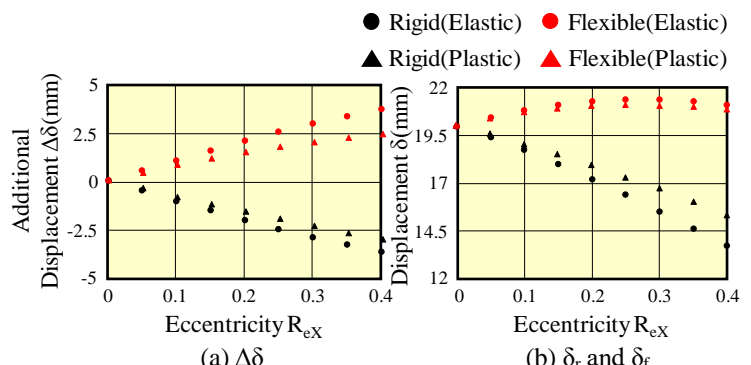


Fig.5 Displacement of Rigid and Flexible Frame

5. 参考文献

- [1] 志賀敏男:コンクリート造立体骨組のねじれ振動実験(その 1)日本建築学会東北支部研究報告集(11), pp.138-141, 1968.9
- [2] 河野圭一郎 他: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 2), 日本大学理工学部学術講演会論文集, 日本大学理工学部, 2016.12
- [3] 矢吹雅斗 他: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, pp.229-230, 2015.9