

2 方向地震動を受ける偏心 RC 造骨組の非弾性ねじれ応答の評価 (その 2) 2 方向地震応答解析による検討

Evaluation of Inelastic Torsional Response of RC Framed Structures with Eccentricity to Bi-Directional Ground Motion

(Part 2) Torsional responses under bi-directional ground motions

○横川 匠¹, 矢吹 雅斗¹, 田嶋 和樹², 白井 伸明²

*Sho Yokogawa¹, Masato Yabuki¹, Kazuki Tajima², Nobuaki Shirai²

Abstract: In Part 2, the dynamic response analyses were carried out under the bi-directional ground motions, and inelastic torsional responses were evaluated using the concept of strength and displacement curves. As a result, it was found that responses tended to grow to the direction with less deformation capacity of the columns under the bi-directional motions. Finally, it is expected that the proposed method is extended to include effect of the twisting moment.

1. はじめに

2 方向地震動入力の影響に関する既往の研究^[1]では、単純化した偏心構造物に対する弾塑性解析により、2 方向応力の相互作用効果や弾塑性ねじれ応答に影響を及ぼすパラメータについて検討されている。しかし、各構造要素が完全弾塑性型の復元力特性を有するという仮定を設けているため、耐力低下が生じる RC 造骨組に対しては検討の余地が残されている。

本報 (その 2) では、前報 (その 1) で提案した耐力・変位曲線を用いて、2 方向地震動が作用する RC 造骨組の非弾性ねじれ応答の評価を試みる。

2. 地震応答解析の概要

解析対象骨組は、前報で作成した偏心骨組 (Case1) であり、解析モデルも前報と同様である。併せて、均等に軸力を作用させた無偏心骨組も作成した。

Fig.1 に入力地震波を示す。入力地震波には、El Centro 1940 の NS および EW 成分を用いた。NS 成分の最大速度を 50cm/sec に規準化し、EW 成分は NS 成分と等しい倍率を乗じた。なお、NS 成分を X 方向に、EW 成分を Y 方向に入力した。減衰には、瞬間剛性比例型を仮定し、減衰定数を 3% とした。

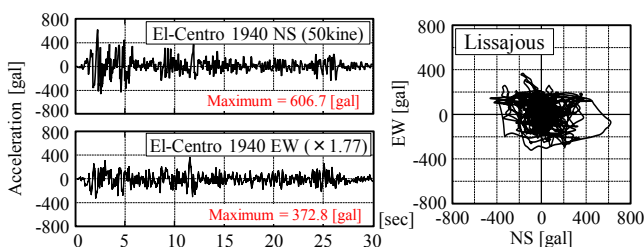


Fig.1 Input Accelerations

3. 地震応答解析結果

3. 1 無偏心骨組に関する考察

Fig.2 に無偏心骨組および偏心骨組中の各柱に関する耐力・変位曲線を示す。

無偏心骨組の耐力曲線を見ると、全ての柱の応答はほぼ同様の傾向を示しているが、応答せん断力に僅かに差が生じている。この差は変動軸力の影響であり、これによって各構面内における 2 本の柱が最大耐力曲線に到達する位置が異なっている。本検討の対象骨組は単純な 1 層 1 スパン骨組であるため影響は小さいが、実際の建物において変動軸力の影響が大きい場合には、各柱の応答のバラつきが層耐力の低下や耐力偏心を引き起こす場合があるため、無偏心骨組の場合でもねじれ応答に対する注意が必要である。次に、変位曲線に着目すると、各柱の応答は全て同様の傾向を示している。また、図中の A~C 点は、原点から任意方向に対して最大応答を記録した点であり、降伏時変位を基準とした応答塑性率(μ)を併せて示している。A 点は、最大の応答塑性率を記録した点である。Fig.1 の入力地震波の加速度リサージュは X 方向に偏っているが骨組の応答は Y 方向に偏る結果となった。A 点が記録された時刻 (11.64[sec]) は、入力地震波の EW 成分が最大加速度を記録した (11.45[sec]) 直後であり、それ以前の損傷の影響も含めて Y 方向に応答したと考えられる。

また、B 点と C 点は同程度の応答塑性率の値を示しているが、B 点は最大耐力時の変位曲線を大きく超えているのに対し、C 点は、最大耐力時の変位曲線近傍に存在している。これは、前報において述べた柱の加

力方向と変形性能の関係と関連するが、2 方向地震動を受ける骨組において異なる方向で同程度の応答変位量が生じた場合、変形能力が低い方向の損傷が顕著になることが予想される。

3. 2 偏心骨組に関する考察

偏心骨組の耐力曲線を見ると、無偏心骨組と比べて、C1-C2 構面と C3-C4 構面の応答の差が顕著である。さらに、同一構面内の応答にも差異が生じている。特に C3-C4 構面の応答が無偏心骨組の場合と大きく異なっている。このような傾向は、変位曲線においても同様に確認できる。これは、骨組中の 4 本の柱がねじれの影響によって独立に動いていることを示しており、これにより複雑なねじれ応答が励起されている可能性がある。ここで変位曲線における C1-C2 構面と C3-C4 構面の応答に着目する。初期の剛心と重心の位置関係から、両構面とも X 方向の入力に対してねじれが生じ、付加変形によって水平変形が C1-C2 構面では増大し、C3-C4 構面では抑制されると考えられる。一方、Y 方向の入力に対しては偏心していないため、付加変形が生じない。このことから、C1-C2 構面の X 方向の応答が増大し、C3-C4 構面の応答が Y 方向に偏ったことは説明がつく。今後、このような各方向の変位応答の分析を通じて、2 方向入力を受ける骨組の動的ねじれ挙動を特徴づけるパラメータを抽出し、既往の耐震設計法に還元することが課題である。

偏心骨組に 2 方向入力作用する場合、極めて複雑なねじれ応答が生じることが確認できた。その応答を本質的に捉えるためには、耐力・変位曲線の分析を詳細に行う必要がある。特に、部材の塑性化に伴う耐力低下の影響や耐力偏心に伴うねじれ挙動は重要な検討項目である。また、Chopra^[2]が提案した BST 面で考慮されているねじれに関する応答量についても併せて検討し、総合的なねじれ応答評価手法を構築する必要があると考える。

4. まとめ

耐力・変位曲線は、骨組の 2 方向入力に対する応答を評価する上で有用なツールであり、二方向地震入力が作用する偏心骨組のねじれ挙動の分析にも活用できる。今後、偏心骨組の複雑なねじれ応答を評価するためにも、部材の塑性化に伴う挙動を分析するとともに、ねじれに関する応答量の評価も組み合わせた評価手法の構築が必要である。

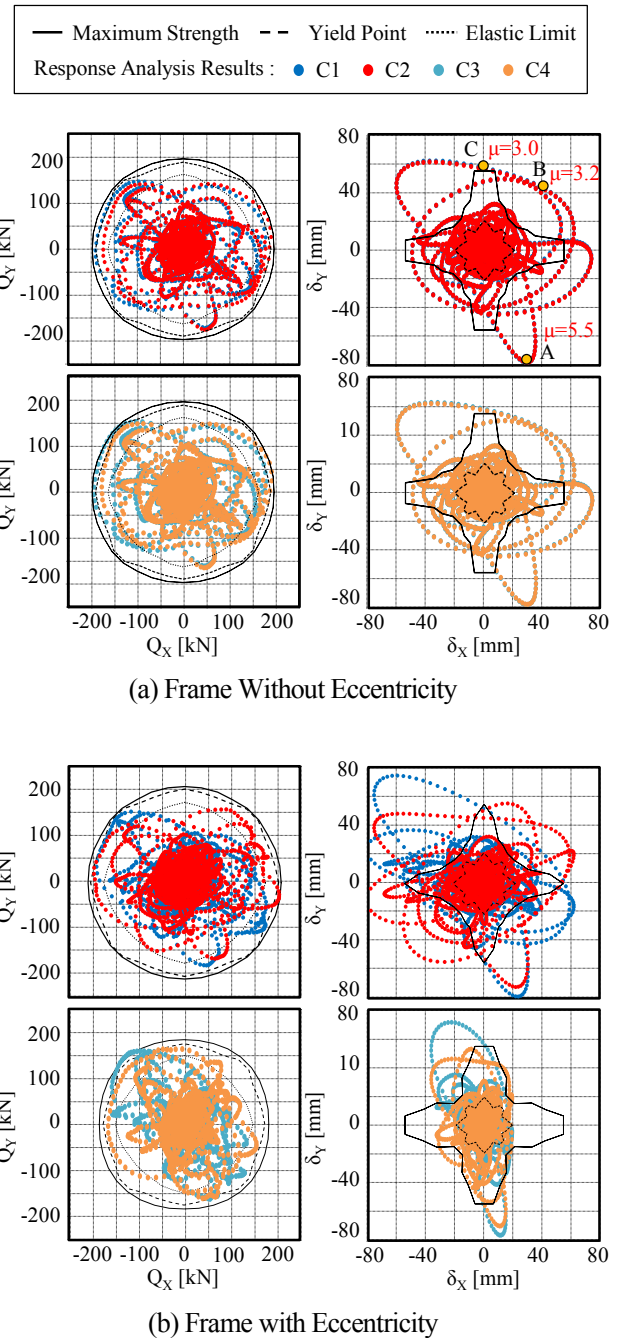


Fig.2 Response Analysis Results

5. 参考文献

[1] 山崎裕：「2 方向強震動による偏心構造物の非線形応答」、日本建築学会論文報告集，第 310 号，pp.61-69，1981.12
 [2] Llera, J. C. D. L. and Chopra, A. K.: “Understanding The Inelastic Seismic Behavior of Asymmetric-Plan Buildings”, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol.24, 1995, pp.549-572

【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。