

耐力偏心を有する鉄筋コンクリート造立体フレームの静的漸増載荷解析

正会員 上田 芳郎\*  
同 真田 靖士\*\*  
同 中埜 良昭\*\*\*

ねじれ応答 耐震補強 耐力偏心  
静的漸増載荷解析

1. はじめに

偏心を有する建物が地震力を受けると、ねじれ振動により相対的に耐震性の劣る部分に変形が強制され、整形な建物に比べて被害が増大する恐れがある。建物のねじれに関する規定では、従来の部材の弾性剛性に基づく偏心率の規定<sup>1)</sup>があるが、建物の塑性領域までを考慮するには十分ではない。そこで本研究では、主に建物の塑性化後の挙動に着目し、各構面の復元力特性の違い、特に最大耐力比、耐力低下の有無及びその割合をパラメータとした静的漸増載荷解析を行い、耐力偏心が建物のねじれ挙動に及ぼす影響を解析的に検討した。

2. 解析対象フレーム

2.1 耐力偏心を有する立体フレーム

本研究では、図1(a)に示すようなRC造建物において、現行の耐震規定<sup>1)</sup>に従い、構面の弾性剛性の偏心を相殺するために図1(b)のように鉄骨ブレースを用いて補強する場合を想定する。このような建物では、平面の弾性剛性に対する偏りは改善されているが、一般に鉄骨ブレース構面がRC造壁構面よりも耐力が大きくなる。そこで、本研究では文献2)記載の縮小平面試験体を組み合わせた1層1×1スパンの鉄筋コンクリート造立体フレームを対象に解析的な検討を行った。諸元を表1にまとめる。

3. 静的漸増載荷解析

3.1 対象フレームのモデル化

前章で示した対象フレームにおいて、各部材の復元力

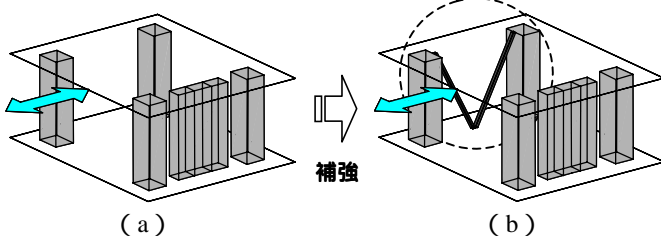


図1 耐力偏心を有するRC造建物

表1 解析対象フレーム諸元

	対象フレーム
弾性剛性 × 10 <sup>4</sup> (N/mm)	1.71
加力方向終局時耐力 (kN)	36.8
ベースシア係数	1.64
剛性偏心率 <sup>1)</sup> : Re <sub>k</sub>	0.00
耐力偏心率 <sup>3)</sup> : Re <sub>q</sub>	0.03

特性を文献2)における静的載荷実験の結果をもとに、図2に示すようにモデル化した。本検討では簡単のため、最大耐力後の耐力低下は無視しているが、RC造壁に限っては後述の解析において耐力低下の有無もパラメータとして検討を行うので、耐力低下のある場合も含めモデル化を行っている。

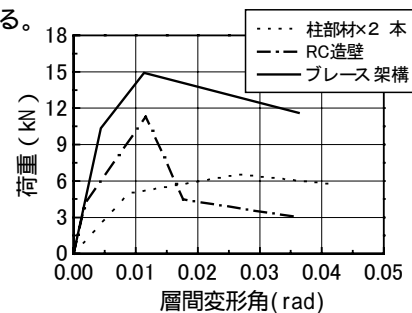


図2 部材の復元力特性のモデル化

3.2 解析パラメータ

RC造壁部材及び鉄骨ブレースの降伏耐力を変動させる事により、最大耐力比、耐力低下の有無及びその割合をパラメータとし、以下に示す3通りの解析ケース(CASE A, CASE B, CASE C)を設定した。尚、ここで言う最大耐力比とは降伏時におけるRC造補強構面及びブレース補強構面の耐力の比(ブレース/RC造壁)を示し、CASE Cの最大耐力比は終局時における構面間の耐力の比を示す。各解析ケースにおける最大耐力比の関係を図3に示す。

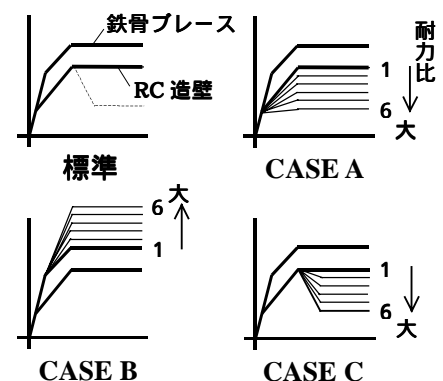


図3 各解析ケースにおける最大耐力比の関係

CASE A : RC造壁部材の耐力を変化(低下)させる事により6通りの最大耐力比を設定。  
CASE B : CASE Aとは逆に鉄骨ブレースの耐力を増大させる事で6通りの最大耐力比を設定。尚、CASE AとCASE Bにおける各6段階の最大

耐力比はそれぞれ対応する。

CASE C：RC 造壁部材の降伏耐力後の耐力低下を考慮し、耐力低下後の終局耐力を変化させる事で6通りの最大耐力比を設定。尚、CASE A と CASE B の各6段階の最大耐力比はそれぞれ対応する。

### 3.3 荷重方法

前節で示した各解析ケースのモデルに対して一定の外力分布（水平力のみを重心位置に作用させた）を仮定し、重心位置における X 方向の並進変位が建物高さに対して層間変形角 0.05rad に達するまで静的漸増荷重を行った。

## 4. 解析結果

### 4.1 耐力偏心レベルの影響

図4、図5に重心位置における層間変形角と回転角の関係について、最大耐力比をパラメータとして静的漸増荷重解析を行った結果を示す。図4はRC造壁部材の降伏耐力を変化させた場合（CASE A）、一方、図5は鉄骨ブレースの降伏耐力を増大させ複数の最大耐力比を想定した場合（CASE B）の結果を示す。両図より、最大耐力比が大きくなるほどフレームのねじれ応答は大きくなり、また、RC造壁部材の耐力を低下させ最大耐力比を大きくした場合と鉄骨ブレースの耐力を増大させ最大耐力比を大きくした場合とでは初期の回転角に差があるものの終局域の回転角が対応することから、最大耐力比は終局回転角と密接に関係していることがわかった。

### 4.2 耐力低下の割合の影響

続いてRC造壁部材の降伏耐力後の耐力低下を考慮するモデルについて検討する。図6にRC造壁部材の耐力低下の割合を変化させた場合（CASE C）の層間変形角と回転角の関係を示す。その結果、耐力低下の割合が増大するにつれて建物のねじれ応答も大きくなることがわかった。また、図4と図6において終局時の耐力比が等しくなるCASE AとCASE Cの組み合わせを比較すると、RC造壁が降伏する層間変形角 0.01rad 以前ではRC造壁部材の耐力が小さい、つまり、耐力比の大きいCASE Aの回転角がCASE Cの回転角を上回る傾向が見られる。しかしながら、RC造壁の降伏以降、両者の差は縮まり最終的には等しい回転角の値を示している。以上の結果から、降伏耐力後の耐力低下の有無は建物のねじれ応答に影響を及ぼし、また、復元力特性の異なる2つの構面において、終局時の耐力が等しい場合には、構面の最大耐力の大小によらず、最終的な回転角の大きさは終局時の耐力比に依存するものと考えられる。

## 5. まとめ

耐力偏心を有する建物のねじれ応答性状を把握するこ

とを目的に静的漸増荷重解析を行った。その結果、最大耐力比は建物のねじれ応答と密接に関係していることを確認し、また、降伏耐力後の耐力低下の有無は建物のねじれ応答に影響を及ぼし、復元力特性の異なる2つの構面において終局域の回転角は終局時の耐力比に依存することを確認した。

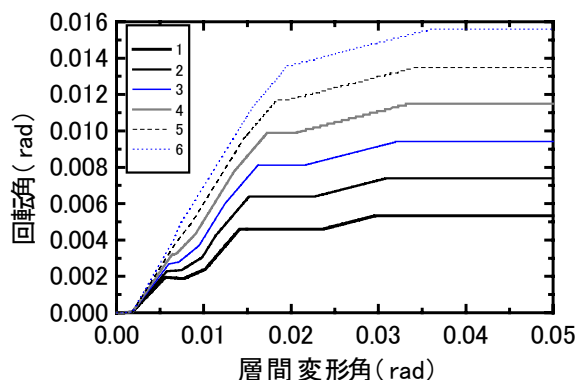


図4 RC造壁の耐力を変化させた場合（CASE A）

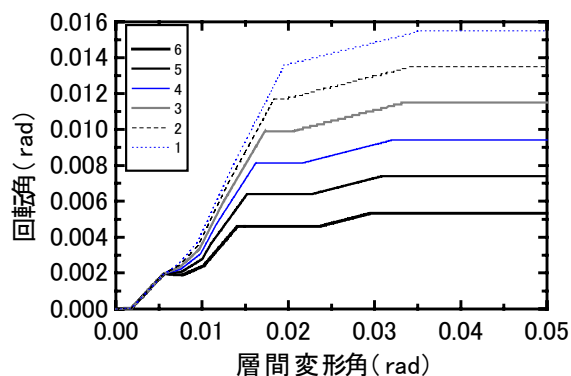


図5 ブレースの耐力を増大させた場合（CASE B）

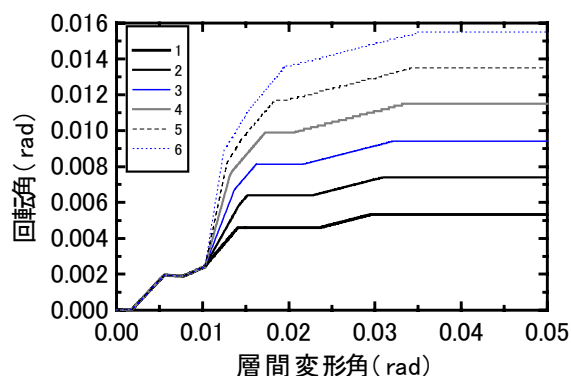


図6 耐力低下の割合を変化させた場合（CASE C）

## 参考文献

- 1) 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説，日本建築防災協会，1977年
- 2) 上田芳郎，中埜良昭ほか：耐震補強要素が偏心配置された鉄筋コンクリート造骨組のねじれ応答性状，日本建築学会大会，pp.701-702，2001年
- 3) 日野ら：鉄骨系架構が偏心配置された鉄筋コンクリート造骨組のねじれ応答性状に関する研究，日本建築学会関東支部研究報告集，1998年

\* 東京大学大学院工学系研究科 博士課程  
\*\* 東京大学生産技術研究所 助手・博士（工学）  
\*\*\* 東京大学生産技術研究所 助教授・工博

\* Graduate School of Engineering, University of Tokyo  
\*\* Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Dr. Eng.  
\*\*\* Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Dr. Eng.