

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

(その3 耐力低下を考慮した地震応答解析)

正会員	上田 芳郎*
同	真田 靖士**
同	中埜 良昭***

地震応答解析 耐力偏心 ねじれ応答
耐震補強

1. はじめに

現行の耐震規定では、ねじれ振動に対する規定は部材の弾性剛性に立脚した指標に基づいているのが通例である。そのため、RC造壁と比較して弾性剛性の小さい鉄骨系架構を用いた補強建物では、耐力の偏り(以後、耐力偏心)が強震時において思わぬねじれ応答を引き起こす恐れがある。

前報¹⁾では、特に降伏耐力付近の挙動に着目し解析的な検討を行ったが、本報では耐力低下域まで議論を拡張し、耐力偏心が建物のねじれ応答へ与える影響について検討する。

2. 解析概要

2.1 解析モデル

解析モデルを図1に示す。解析モデルは、1層1×1スパン、スパン長400mm、1/10スケールのRC造試験体で、RC造壁あるいは鉄骨ブレース架構により偏心補強を施している(前報¹⁾参照)。柱及び補強部材は図に示すように独立にモデル化し、それら弾塑性バネを並列に結合させ、各構面をモデル化する。地震動の入力はX方向のみの1方向入力とし、加振直交方向の構面は弾性を仮定して各構面に弾性バネを配した。

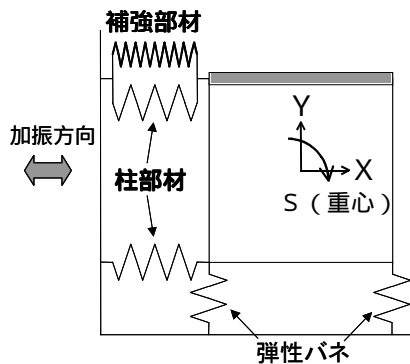


図1 解析モデル

2.2 復元力特性モデル

各部材の復元力特性のモデルを図2に示す。静的載荷実験¹⁾の結果に基づき、柱及びRC造壁部材の履歴特性を Takeda model、ブレース架構をバイリニアスリップモデルに、それぞれ最大耐力後の耐力低下を考慮してモデル化した。尚、耐力低下域の瞬間剛性は初期剛性の1/1000を仮に与え、その結果生じる不釣り合い力を次ステップで外力として作用させる事により解除した。また、減衰は瞬間剛性比例型(減衰定数3%)を採用した。

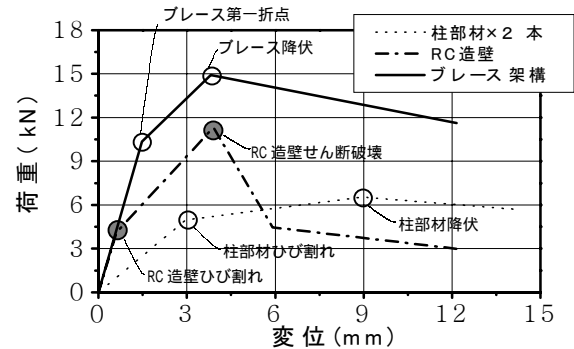


図2 復元力特性モデル

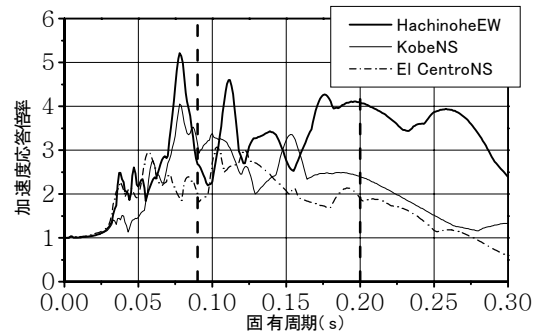


図3 加速度応答スペクトル

2.3 入力地震波

入力地震波には、Hachinohe 1968EW、JMA Kobe1995NS、El Centro 1940NSの3波を使用し、相似則により地震波の時間軸を $1/\sqrt{20}$ に圧縮した。解析では、最大加速度のレベルを重力加速度Gに対して0.05G刻みで設定し、6秒区切りでレベルを順次大きくし、連続的に入力を行った。尚、本報では紙面の都合上、Hachinohe EW波の解析結果のみを示す。

図3に加速度応答スペクトル(減衰定数3%)を示す。試験体の固有周期はRC造壁補強、ブレース補強試験体共に1次周期(回転卓越型)が0.20s、2次周期(並進卓越型)が0.09sである。

3. 解析結果

3.1 時刻歴応答と破壊経過

図4にRC造壁補強及びブレース補強試験体における各構面の変位応答の時刻歴を破壊経過と共に示す。ここにはHachinohe EW波のみを示したが、地震波の違いによる全体的な破壊の進展状況に大きな差は見られなかった。RC造壁は、Hachinohe EW波では0.40Gで、Kobe NS波、El Centro NS波では0.55Gで降伏し、ブレース補強構面はHachinohe EW波

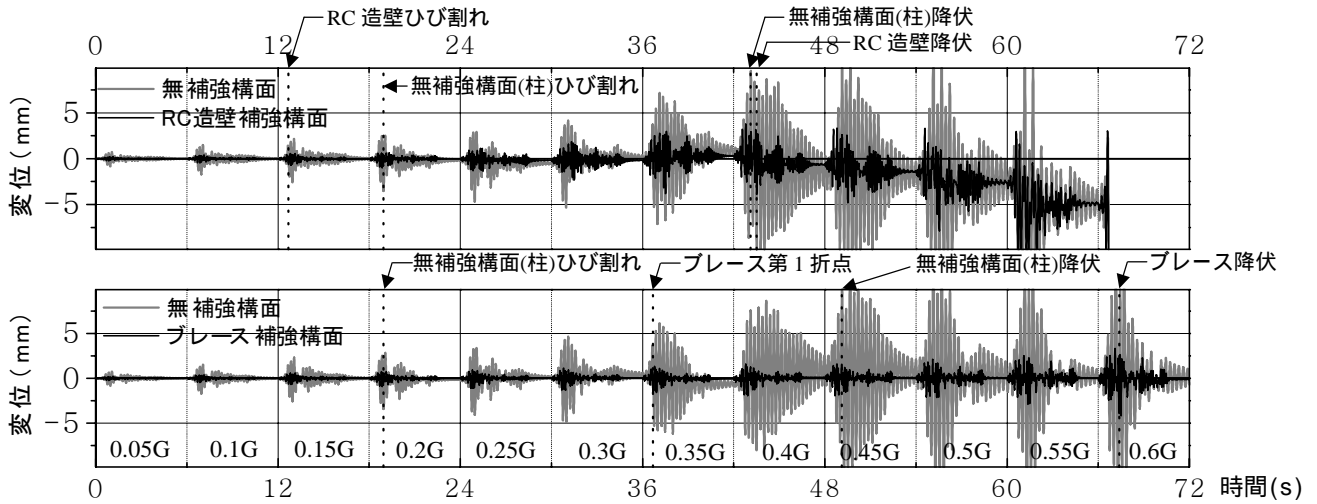


図4 時刻歴応答 (Hachinohe EW 波)

では0.6Gで、Kobe NS波、El Centro NS波では0.75Gでそれぞれ降伏した。各試験体の最大耐力が異なるため、両者を時間軸で単純比較する事はやや困難であることから、以下では入力レベルを耐力レベルで基準化して比較検討を行う。

3.2 ねじれ応答の比較

図5に地震波の入力レベルと重心位置における最大回転角の関係を示す。X軸の入力レベルは試験体の耐力レベル(C_B)で除して基準化を行った。ただし、 C_B には部材の降伏前では各構面の最大耐力の単純和を試験体重量で除したものを採用し、降伏後は耐力低下を考慮に入れ、最大変形時の耐力の和を重量で除したものをを用いている。RC造壁のひび割れ発生以前では回転角の大きさに差は見られない。ひび割れ発生以降、RC造壁の剛性が低下するため、両者の応答量に差が生じると予想されたが、ひび割れ発生前同様ほとんど差が見られなかった。図6に各入力レベルの最大変形時における割線剛性の変化を、図7にその割線剛性に基づく固有周期の変化をそれぞれ示す。RC造壁の降伏時(43.5s)における割線剛性とその初期剛性の比率は50.8%、同入力レベル時のブレース補強試験体の比率は86.4%であった。しかしながら、回転の中心が補強構面付近にあるため、補強構面の剛性低下が1次固有周期に与える影響は小さく、1次固有周期に大きな違いは見られないことがわかる。この結果、回転角に差がほとんど現れなかったものと考えられる。RC造壁の降伏耐力以降は、耐力偏心率の大きいブレース補強試験体の回転角がRC造壁補強試験体を上回る傾向が確認された。(図5)

4. まとめ

前報に引き続き、非線形領域まで考慮した弾塑性応答解析を行った。その結果、剛性偏心が等しく耐力偏心に大小差がある二つの試験体では、耐力レベルに基づく基準化を行うと、同程度の地震波の入力を想定した場合、最大耐力以降でRC造壁補強試験体と比較して耐力偏心が大きくなるブレース補強試験体のねじれ応答が大きくなる事がわかった。

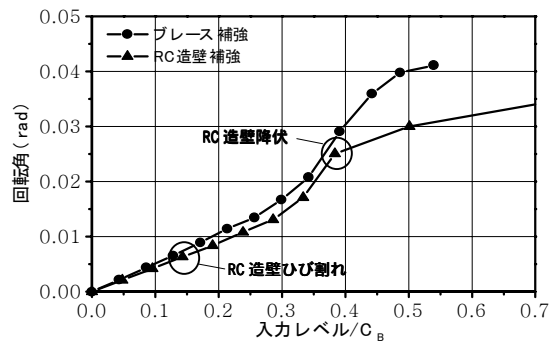


図5 入力レベル/ C_B に対する最大回転角

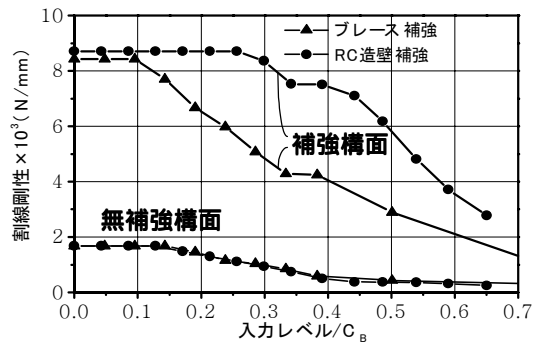


図6 割線剛性の変化

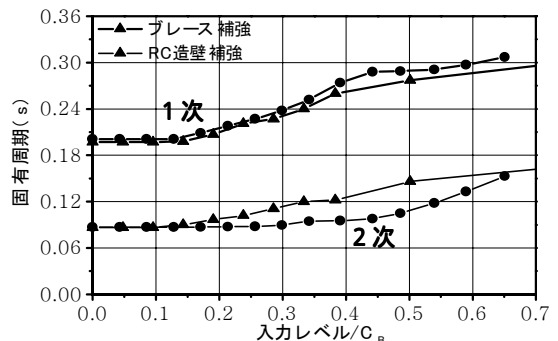


図7 割線剛性に基づく固有周期の変化

参考文献

- 1) 上田 芳郎ら「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(その1,2)」日本建築学会学術講演梗概集、2001年9月、pp.701-704

* 東京大学生産技術研究所 大学院生
 ** 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 Student, Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo
 ** Research Associate, Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo, Dr.Eng.
 *** Associate Prof., Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo, Dr. Eng.