

鉄筋コンクリート骨組内を連続する梁主筋の付着性状
(その2) 破壊モードと付着特性

正会員 ○ 姜 柱 #1
同 北山和宏 #2
同 香山恆毅 #3
同 古田智基 #4

1. 各部位の変形の割合

各部位(梁、柱および接合部)の変形による層間変位成分と実際に測定した層間変位の関係を図1に示す。梁および柱の変形は接合部パネル内の四本の埋め込みボルトから梁および柱の端部(サ形試験体の中央梁では梁の中央部)に測定フレームを出して測定した。各試験体とも梁の変形の割合が大きく、梁の挙動が試験体の特性を決定した。梁の変形の割合は十字形試験体J1がサ形試験体M1より大きく、接合部パネルの変形の割合は、逆に試験体M1が試験体J1より大きかった。

次に梁の変形成分を検討した。測定および計算により求めた梁の曲げ変形(正方向加力ピーク時の値)を図2に示す。曲げ変形は、梁付け根から90mm(0-90mm:領域1)と250mm(90-340mm:領域2)の梁の上下面に埋め込みボルトを設置してこの領域の梁の伸縮を測定し、平均曲率を求め、積分により求めた。また、測定領域外の梁部分は弾性とした。その結果、梁付け根付近の曲げ変形が計算した全曲げ変形の大部分を占めた。試験体M1では、層間変形角1/25の2回目の载荷から中央梁西の特に領域2による曲げ変形が減少した。これはせん断ひびわれが大きく広がり、せん断変形が増えたためと思われる。試験体J1も同様の傾向が見られた。最大層間変位時、試験体M1の中央梁西および試験体J1の両側梁の計算曲げ変形は全変形のそれぞれ65%、70%を占め、加力終了まで試験体の曲げ変形が卓越した。

2. 梁主筋のひずみ分布と梁主筋の定着

RCフレームの梁主筋は数スパンに渡って通し配筋される。接合部内の梁通し筋と梁部材内の梁主筋は一体で相互関連する。梁部材の両端に接合部が付いている場合の梁部材内主筋の付着と両端の接合部内梁通し筋の付着との関係および付着割裂発生した梁部材内主筋の定着位置は重要である。図3に試験体M1の正方向加力時の上端筋のひずみ分布を示す。層間変位の増加に伴い、中央梁部材内の零ひずみ点は圧縮側に移動する傾向があるが、層間変位1/50時の零ひずみ点と1/100時の零ひずみ点はほぼ同じであった。零ひずみ点の右側(ハッチの領域)では、主筋のひずみは圧縮になっており、この領域では主筋は定着されていた。また、東接合部内主筋のひずみ分布は層間変位の増加にともなって大きく変わるのに対して梁部材主筋の圧縮側のヒンジ領域内のひずみはあまり変化せず、中央梁東側の梁主筋の付着状況と西接合部内の付着性状とは、ほぼ無関係と考える。

3. 接合部内梁主筋の付着応力度とすべりとの関係

接合部内梁主筋のひずみを四ヶ所のひずみゲージにより測定した。Ramberg-Osgoodモデルによって鉄筋のひずみ

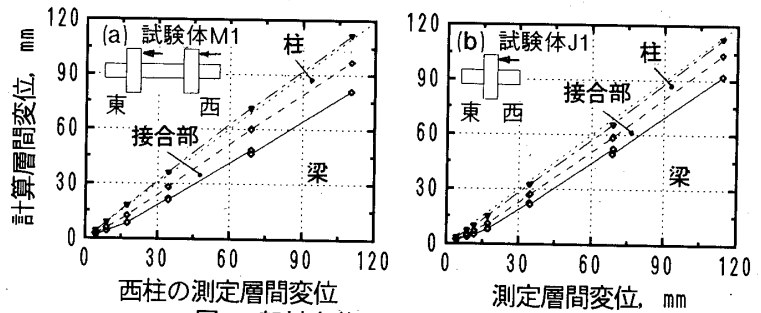


図1 部材変位による層間変位計算値

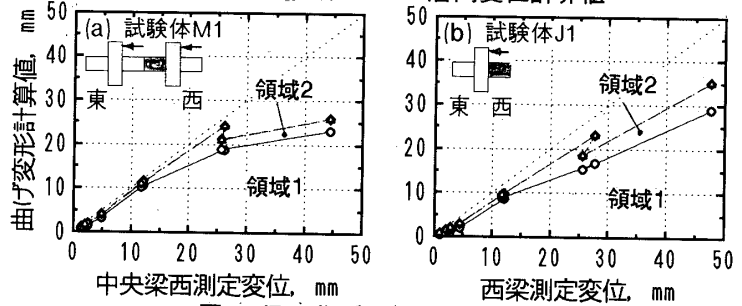


図2 梁の曲げ変形計算値-測定変形

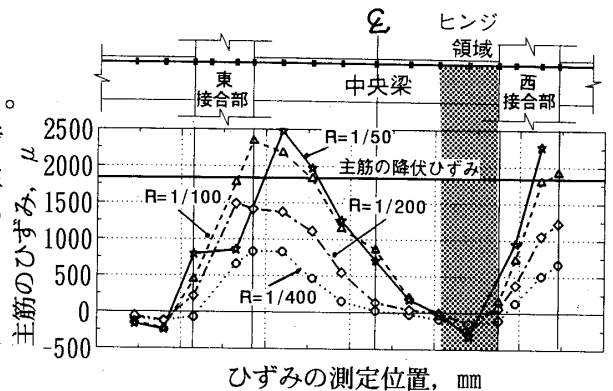


図3 試験体M1の上端筋のひずみ分布

Bond Characteristics along Beam Bars through Reinforced Concrete Frame
(Part 2) Failure Mode and Bond Characteristics

JIANG Zhu, KITAYAMA Kazuhiro, KOHYAMA Kouki and FURUTA Tomoki

を応力度に変換し、ゲージ間の平均付着応力度(τ)を計算した。また接合部中央位置で梁主筋とコンクリートとの間のすべり(S)を測定するため梁主筋に計測用のネジ棒(M8)を溶接した。接合部端部のすべり量は上述の測定すべりに各区間の中央部までの梁主筋のひずみ積分による伸び量を加算して求めた。試験体M1の接合部各区間の τ -s関係を図4に示す。中央位置の τ -s関係曲線は正負対称で付着強度も大きかった。端部の τ -s関係曲線は非対称であり、危険断面の梁主筋が引張りになる場合に付着応力度は小さく、すべり量は大きくなった。逆に梁主筋が圧縮になる場合に付着応力度が大きく、すべり量が小さくなった。

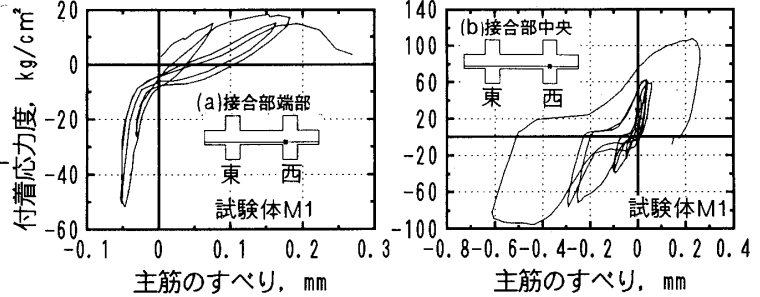


図4 τ-S関係曲線

4. 接合部内主筋のすべりと梁内主筋のすべり

サ形試験体の中央梁の主筋のすべりが接合部内梁主筋のすべりに与える影響を検討するため、試験体M1の西接合部中央位置の上端筋のすべりとJ1の接合部中央位置の主筋のすべりを図5に示す。梁の塑性変形は梁端塑性ヒンジの塑性曲げ回転、接合部からの梁主筋の抜け出しおよび梁内主筋のすべりなどからなる。試験体M1では中央梁の上端筋に沿った割裂ひびわれが生じ梁内主筋のすべり

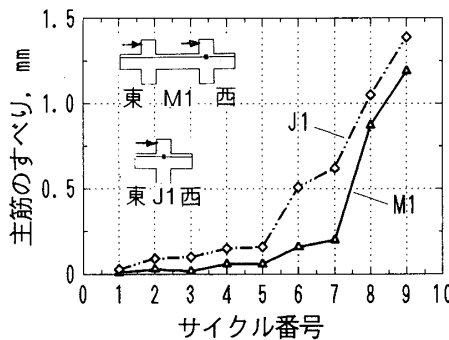


図5 接合部中央主筋のすべり

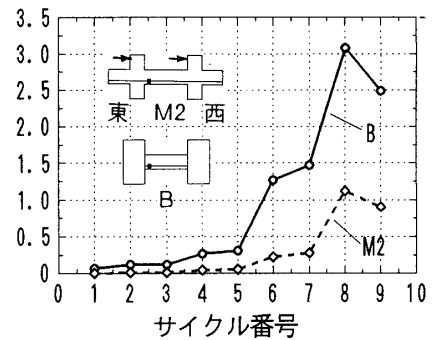


図6 梁危険断面付近の主筋すべり

による梁の変形が大きくなったため、接合部内梁主筋のすべりは梁端で主筋が定着された試験体J1より小さかった。これは、梁内主筋の付着劣化と接合部内の通し筋の付着劣化との相互影響を示す。

梁の危険断面から3 cm離れた位置で主筋に溶接されたネジ棒により主筋のすべりを測定した。図6に負方向加力ピーク時の試験体M2と試験体Bの下端筋のその位置のすべりを示す。試験体M2では接合部内梁主筋の付着が劣化し接合部から梁主筋が抜け出すため、中央梁から危険断面に向かってすべる梁主筋のすべり量は小さくなった。これに対して梁主筋を端部で十分定着した試験体Bでは、定着スタブからの梁主筋の抜け出しが小さいため梁内主筋の危険断面に向かうすべり量は大きくなった。

5. 結論

(1) 梁部材の両端に付く接合部内で梁主筋の付着劣化が生じたにもかかわらず、梁部材内主筋は圧縮側のヒンジ領域内で圧縮ひずみを呈し、この領域で定着された。(2) サ形の試験体M1では中央梁に沿った割裂ひびわれが発生したため、中央梁の危険断面で主筋が引張りになった場合に接合部内梁主筋のすべりは十字形試験体より小さくなった。(3) 端部スタブで梁主筋を十分定着した場合の梁内主筋の付着状況は、フレームの内部接合部のあいだの梁(本実験の中央梁に相当)より厳しくなり、割裂破壊しやすくなった。(4) 接合部内の梁通し筋の付着と梁内主筋の付着は相互に影響を与えた。一方のすべりが大きくなると他方のすべりは小さくなった。一方の付着劣化が進むにつれ、他方の付着劣化は緩和された。

謝辞： 本研究を行なうにあたり東京都立大学、前田記念工学振興財団および矢作建設工業より援助を受けた。また実験実施にあたり東京都立大学見波進助手および北山研究室の学生諸君の援助を得た。記して御礼申し上げる。

参考文献：

- (1) 北山和宏、青山博之：鉄筋コンクリート造骨組接合部の耐震性、第7回日本地震工学シンポジウム講演会、昭和61年12月、pp.1687-1692。
- (2) 鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説 日本建築学会、1990。
- (3) Eligehausen R.、E.P.Popov and V.V.Bertero：LOCAL BOND STRESS-SLIP RELATIONSHIPS OF DEFORMED BARS UNDER GENERALIZED EXCITATIONS、Earthquake Engineering Research Center、Report No. UCB/EERC-83/23、University of California、Berkeley、October、1983。

*1 東京都立大学大学院・工修

*1 Tokyo Metropolitan University, Graduate School, M. Eng

*2 同 助教授・工博 *3 鹿島関東支店・学士

*2 Assoc. Prof., Tokyo Metropolitan University, Dr. Eng

*4 矢作建設工業工務部・工修

*3 Struc. Eng. Kajima Co. *4 Struc. Eng., Yahagi Co, M. Eng