

高靱性柱を用いた超高層RC造建物の耐震性に関する研究

(その9) 二方向载荷を受ける立体内柱・梁接合部の変形状および付着性状

正会員○江藤 啓二*¹ 同 北山 和宏*² 同 坪崎 裕幸*³
同 都祭 弘幸*³ 同 村田 義行*³ 同 三浦 康成*³

1. はじめに 前報(その8)では、二方向加力を受ける柱梁接合部部分架構の実験から、層の耐力・変形関係に及ぼす加力履歴の影響に関して報告した。本報は、前報の実験データを基に、架構の変形特性、接合部内梁主筋の付着性状及び接合部横補強筋の挙動に関して検討を行い、二方向加力を受ける柱梁接合部に及ぼす加力履歴の影響について考察した。

2. 変形特性 図1に、J1のNS方向及びEW方向、J2のEW方向のそれぞれ正加力時における柱、梁及び接合部の変形が層間変形に占める割合を示した。なお、J3はJ2と同様な傾向を示すので割愛した。いずれの試験体も層間変位に占める梁変位の割合が大きく、層間変形角1/50では83~90%であった。J1のNS方向加力時には、直交方向の梁(EW方向)は健全な状態であり、EW方向加力時には、直交方向の梁(NS方向)は既に降伏している。J1のEW方向とNS方向の接合部の変形成分を比較すると、層間変形角1/100では、EW方向の方が約2倍大きい。このことは、EW方向における梁降伏時の変形がNS方向に比べて大きくなったことに符号する。しかし、梁降伏後(層間変形角1/50以降)の接合部の変形成分の割合を比較すると、NS方向もEW方向も同程度となった。また、梁降伏後のJ1とJ2を比較すると、J1では接合部の変形成分が15%から10%程度まで減少し、梁の変形成分が増加するが、J2では接合部の変形成分が15%前後とほぼ一定となった。このような特性を示した要因は、J2の場合、二方向同時加力によって接合部の劣化が進んだ結果と考えられる。

3. 接合部内梁主筋付着性状 図2に梁主筋ひずみをRamberg-Osgoodモデルにより応力変換して求めた、J1~J3の梁主筋一段目上端筋の負加力時における梁主筋の応力分布を示す。二方向同時加力を受けるJ2及びJ3は、一方向加力を交互に行ったJ1に比べて、圧縮側端部で大きな

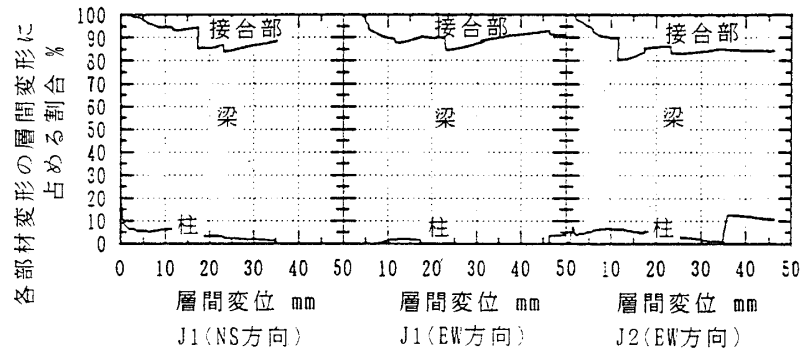


図1. 各部材変形の層間変形に占める割合

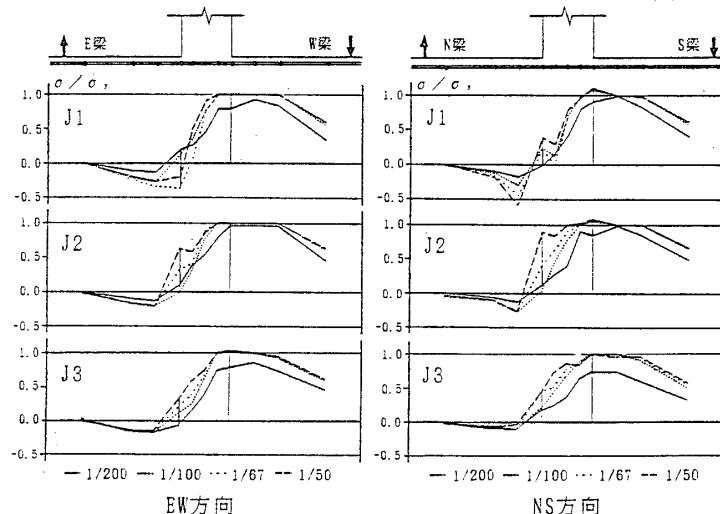


図2. 梁主筋の応力分布

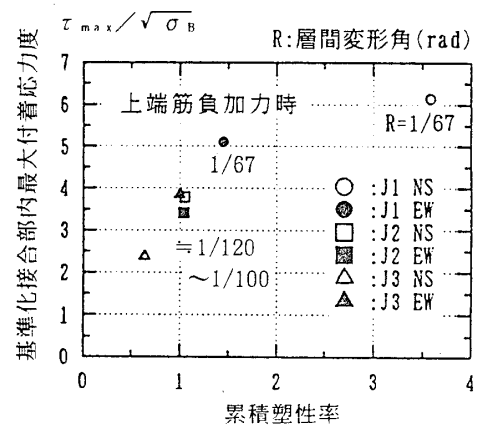


図3. 標準化接合部内最大付着応力度 - 累積塑性率関係

引張応力が働いていることがわかる。図3に同主筋のNS方向及びEW方向の負加力時の最大付着応力度をコンクリート圧縮強度の平方根で基準化した基準化接合部内最大付着応力度比と、累積層間変位を降伏時累積層間変位で除した累積塑性率との関係を示す。ここに、接合部内付着応力度(τ)は、接合部中心から両側8.5cmの位置に生じる応力差を付着力とし、その応力差を鉄筋の表面積で除して求めた。J1は、鉄筋の降伏後も付着応力度が上昇し、NS方向、EW方向ともに、層間変形角1/67で接合部内付着応力度が最大となった。二方向同時加力を行ったJ2及びJ3の付着応力度は、梁主筋降伏時に最大となるが、J1に比べて強度低下が著しい。二方向加力の加力履歴による差は小さかった。

図4に田型加力を行ったJ3の $\tau/\sqrt{\sigma_c}$ -層間変位関係を示す。層間変形角1/200以降、二方向加力時の付着応力度の方が一方向加力時よりも大きくなった。これは直交方向加力により直交梁付け根より接合部に圧縮力が導入され、コア・コンクリートを拘束することにより付着性状が見掛け上改善されたためと考える。

梁危険断面間の接合部平均付着応力度の総和を求め、梁主筋によって接合部内に入力されるせん断力 F_b と梁付け根圧縮域から接合部に入力されるせん断力 C_c との比を図5(a)及び(b)に示す。梁主筋が降伏する層間変形角1/100では、梁主筋の付着によって接合部内に入力されるせん断力の比は、二方向加力を受ける場合、上端筋で3割前後、下端筋で2割前後となり、主筋の降伏前後にかけて、かなりの付着劣化が生じていることがわかる。

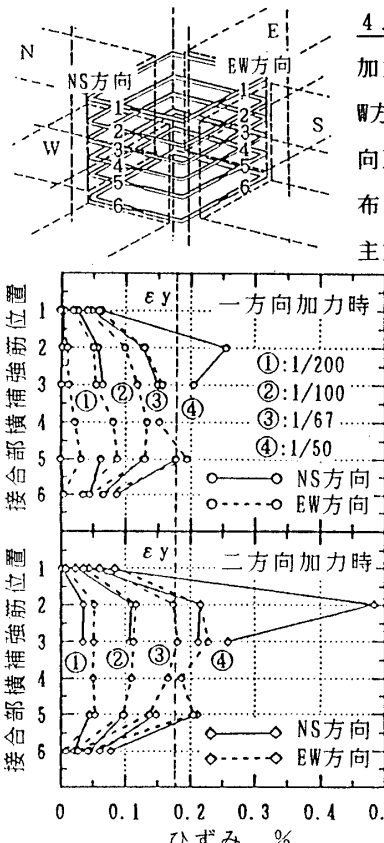


図6. 接合部横補強筋ひずみ分布

4. 接合部横補強筋の挙動 J2の一方加力時(NS方向正加力時)、二方向加力時(EW方向正加力時)について、それぞれのNS方向及びEW方向の接合部横補強筋のひずみ分布を図6に示す。接合部の横補強筋は、梁主筋間(接合部補強筋位置2~5)に配したものがせん断及び拘束に対して有効に働くことがわかる。また、二方向同時加力時には、層間変形角1/67でNS、EW方向ともに梁主筋間の横補強筋の殆どが降伏ひずみに達している。

5. まとめ (1)直交梁降伏後に主方向を加力すると、接合部内梁主筋付着劣化及び接合部のせん断劣化により、直交方向に比べて層剛性が低下した。しかし、層間変形角1/50以降では同程度となった。(2)二方向同時加力時の接合部内最大付着応力度は、一方向加力時に比べ大幅に低下した。ただし、加力履歴の違いによる差は小さい。(3)梁降伏後の接合部内付着応力度は、二方向同時加力を受けると、一方向加力時に比べて早期に低下する。特に、二方向加力途中の一方向加力時において付着応力度の低下が著しい。しかし、二方向同時加力時には直交方向より導入される圧縮力により一時的に付着性状が改善される傾向が見られる。

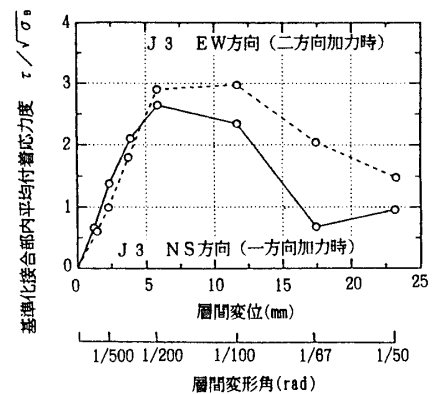
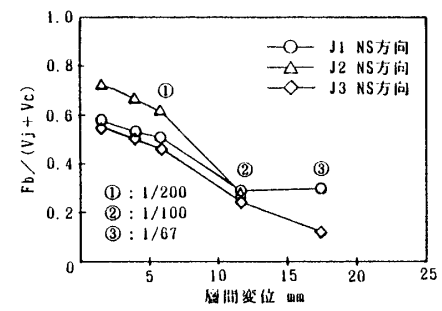
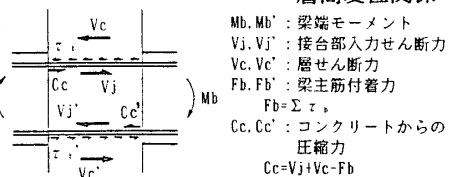
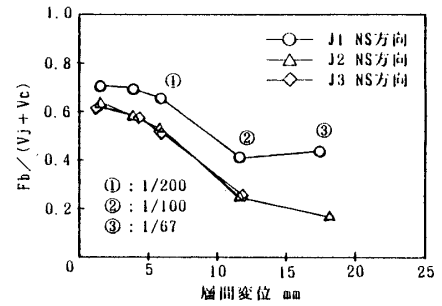


図4. 基準化接合部内付着応力度-層間変位関係



(a)梁主筋一段目上端筋



(b)梁主筋一段目下端筋

図5. 梁主筋付着力の割合