

有限要素法によるRC造内柱・梁接合部せん断抵抗機構の検討

正会員 ○ 北山 和宏 \*1 安藤 公一 \*2

1. 序 鉄筋コンクリート造梁降伏型内柱・梁接合部のせん断抵抗機構について梁主筋の接合部内付着性状に着目して以下のように考える[1]。せん断抵抗機構として Paulay らが提案したふたつの機構[2]を仮定し、本論では主ストラットおよび副ストラットと呼ぶ。主ストラットは圧縮力を受ける接合部主対角方向に形成され、梁主筋の接合部内付着性状の良否にかかわらず存在する。副ストラット機構は柱・梁主筋の付着力および横補強筋の引張り力によって形成される無数の圧縮ストラット(副ストラット)によってせん断力を伝達するものである。梁主筋の接合部内付着性状が良好な場合、このふたつの抵抗機構によってせん断力を伝達する。一方、梁主筋の接合部内付着劣化が生じると梁主筋からパネルコンクリートに伝達される付着力は減少し、それにともない副ストラット機構による抵抗能力が低下し、ついには消失すると考える。このときパネルコンクリート内の応力は主ストラットに集中し、梁降伏によって接合部入力せん断力が一定となった後においても、接合部のせん断圧縮破壊を生じる可能性がある。このほかにせん断抵抗機構として、柱主筋の付着力および横補強筋の引張り力によって形成されるトラス機構も考えられ、これらのせん断抵抗機構を図1に示す。

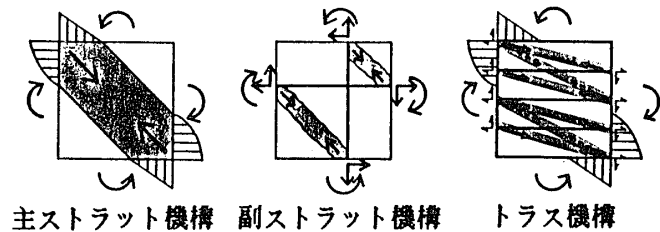


図 1 : 接合部せん断抵抗機構

表 1 : 試験体諸元

(a) Beam	
Top Bars	12-D10
$p_t(\%)$	1.59
Bot. Bars	6-D10
$p_t(\%)$	0.79
$f_y(\text{kgf/cm}^2)$	3260
(b) Column	
Total Bars	16-D13
Load( $\text{kgf/cm}^2$ )	20.0
$f_y(\text{kgf/cm}^2)$	4300
(c) Connection	
Hoops (set)	2-D6@70
$p_w(\%)$	0.27
$f_y(\text{kgf/cm}^2)$	3300
$f_c^1(\text{kgf/cm}^2)$	261

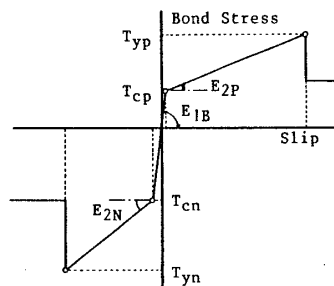


図 2 : 付着力-すべり量関係

表 2 : ボンドリンク特性値

	$T_{cp}$	$T_{cn}$	$T_{yp}$	$T_{yn}$	$E_{1B}$	$E_{2P}$	$E_{2N}$
接合部内中央1/3	30	30	60	60	8000	800	800
梁主筋 接合部内外側1/3	16	30	40	60	8000	400	800
その他	16	16	40	40	8000	400	400
柱主筋	16	16	40	40	6154	308	308

単位 : 付着強度は  $\text{kgf/cm}^2$ 、付着剛性は  $\text{kgf/cm}^3$

上記のせん断抵抗機構の存否を調べるため、内柱・梁骨組接合部の有限要素法による単調載荷解析を行なう。

2. 解析概要 解析は梁降伏型平面柱・梁接合部試験体C1[3]について行う。

試験体の諸元を表1に示す。本試験体は梁主筋付着が良好で梁降伏後も接合部にせん断損傷が集中することはなかった。同一試験体で梁主筋の接合部内付着を絶縁したものについても解析し以降これを試験体C1NBと呼ぶ。解析には野口・長沼によって開発された有限要素法プログラム[4]を使用する。ひびわれの開閉を表現するためクラックリンクを配し、柱・梁主筋要素とコンクリート要素とはボンドリンクによって結び付着力を表現した。付着力-すべり量関係を図2に示し、その特性値を表2に示す。ひびわれが生じた位置では付着力を零とし、主筋の降伏が生じた場合には付着力を半減させそれぞれ付着剛性を零とした。不釣り合い力は次のステップで解除した。

3. 解析結果 実験における包絡線および単調載荷解析による層間変位-層せん断力関係および諸事象発生状況を図3に示す。試験体C1の解析による層間変位は実験よりも多少小さいが、実験をほぼ再現している。試験体C1NBでは接合部内梁主筋付着が絶縁されているため、柱面一端での梁主筋全引張り力の反力を他端の梁付け根コンクリートによってとらなければならずコンクリート節点の圧壊が早期に生じたこと、および梁主筋の接合部域からの抜け出し量が試験体C1の解析値の2倍以上あり、これによる付加回転によって梁の変形が

増大したこと、のふたつにより層間変位が大きくなった。

解析による接合部対角方向の引張り主応力分布を図4に示す。低荷重時における試験体C1の引張り主応力は試験体C1NBの約2倍であり、梁主筋の付着力によってより大きなコンクリート引張り力を生じることがわかる。このために、試験体C1NBでは接合部斜めひびわれがほとんど開かなかった。

解析による層間変位-接合部横補強筋応力度関係を図5に示す。接合部内梁主筋の付着を絶縁した試験体C1NBでは横補強筋引張り応力はほとんど生じておらず、副ストラット機構が存在しないことを示す。また、柱主筋の付着力と横補強筋の引張り力とによって形成されると考えたトラス機構(図1)も存在しない。変形が増大すると圧縮応力を示すが、これは接合部内のコンクリート要素が梁付け根によって局部的に圧縮され縮んだためであり、実現象とは異なると思われる。一方、試験体C1では横補強筋に引張り力が生じ、これらから梁主筋付着力による副ストラット機構の存在が示唆される。

解析による接合部対角方向の圧縮主応力分布を図6に示す。これから主ストラットの存在がわかるが、梁主筋付着性状による差はほとんどない。これは接合部せん断入力レベルが低かった(応力度で  $0.22 f_c'$ 、 $f_c'$ :コンクリート圧縮強度)ことも影響していると考えられる。また、横補強筋引張り力が副ストラットの負担分とすれば入力せん断力の4%程度であり負担割合は小さい。

4. 糸吉 諭論 主ストラット機構および副ストラット機構の存在を確認した。梁主筋付着力により接合部内の引張り主応力は増加するが圧縮主応力分布には差が見られなかった。

5. 諒 香辛 常に御指導を賜っております東京大学 青山博之、小谷俊介両先生および千葉大学 野口博先生に厚く感謝いたします。

6. 参考文献

[1] 北山、青山：“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、1986、12月、pp.1687-1692。  
 [2] Paulay, T., R.Park and M.J.N.Priestley：“Reinforced Concrete Beam-Column Joints Under Seismic Actions”、ACI Journal, November, 1978, pp.585-593. [3] 北山、栗栖、小谷、青山：“梁主筋付着を良くした梁降伏型骨組接合部の履歴特性”、大会梗概集、昭和60年、pp.293-294. [4] 野口、長沼：“繰返し荷重を受けるRC柱・はり接合部の非線形解析”、第2回RC構造のせん断問題に対する解析的研究に関するコロキウム論文集、1983、10月、pp.139-146.

\*1 東京大学大学院 \*2 三井物産

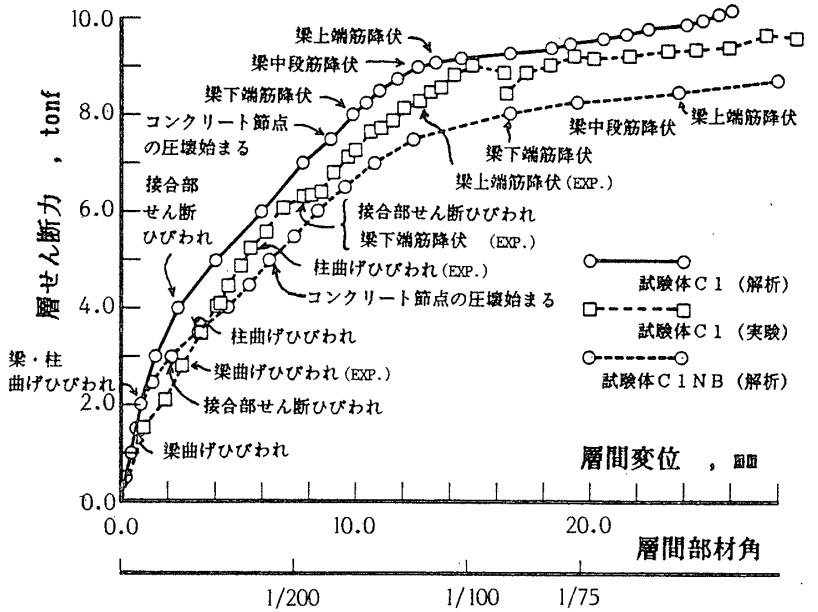


図3：層間変位-層せん断力関係

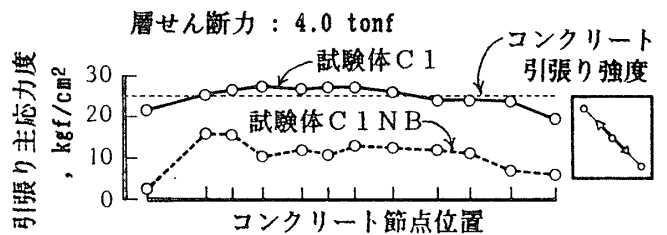


図4：接合部引張り主応力分布

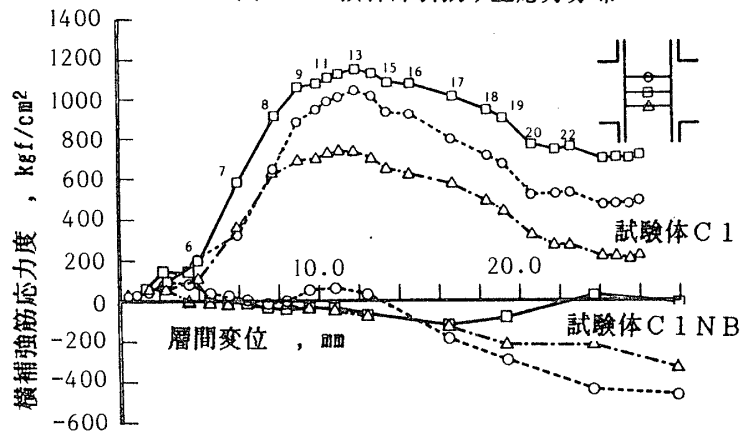


図5：層間変位-接合部横補強筋応力度関係

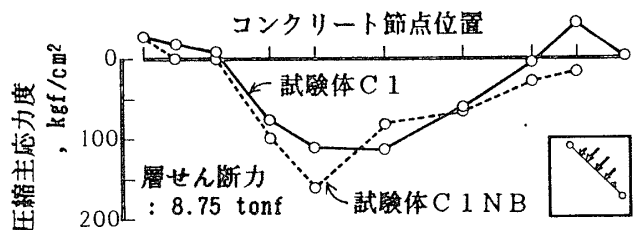


図6：接合部圧縮主応力分布