

鉄筋コンクリート造外柱・梁接合部のせん断性状に関する有限要素解析

正会員 ○ 森田 真司¹
同 北山 和宏²
同 岸田 慎司³

1. はじめに

本研究は、接合部せん断ひび割れの開口を再現するか否かを解析因子として鉄筋コンクリート造外柱・梁接合部に一方向水平力を加える有限要素解析を行い、接合部内のせん断性状を検討したものである。

2. 解析方法

2.1 解析対象試験体 解析した試験体は、文献 1)の平面外柱・梁接合部試験体 10C である。図-1 に対象試験体の配筋図を、図-2 に解析モデルの要素分割図を、表-1 に試験体諸元を示す。加力は柱頭に圧縮一定軸力を加えた後、柱頭に変位制御により一方向水平力を加えた。柱頭、柱脚および両梁端の境界条件は、実験に従った。

2.2 解析モデル コンクリートは 6 節点および 8 節点の平面要素で表現した。応力-歪み関係の上昇域には Saenz モデルを用い、圧縮強度到達後の歪み軟化域には Kent-Park モデルを使用した。柱・梁主筋および接合部横補強筋は線材要素とし、応力-歪み関係は Bi-linear 型とした。柱・梁の横補強筋は、積層要素として表現した。接合部内の柱・梁主筋とコンクリート要素間の付着はボンド・リンク要素で表現した。付着-すべり量関係は、実験値および和泉の解析²⁾をもとに決定した。接合部以外の節点では完全付着とした。コンクリート要素内は分布ひび割れモデルを用いた。ただし曲げひび割れの開口が顕著となる柱・梁危険断面にはクラック・リンク要素を設置した。また接合部せん断ひび割れの開口が顕著となる接合部対角方向にもクラック・リンク要素を設置し、接合部対角方向のクラック・リンク要素を開口させるか否かを解析因子とした。

3. 解析結果

3.1 層せん断力-層間変形角関係 図-3 に実験と解析による層せん断力-層間変形角の比較を示す。解析による最大層せん断力は、実験値の 92~94% となった。ひび割れが開くモデルの層間変形角は、ひび割れが開くことによる接合部せん断変形付加分があるため、開かないモデルよりも最大層せん断力時の変形が大きくなった。しかし、ひび割れの開閉が最大層せん断力値を迎えるまでの剛性および層間変形へ与える影響は少なかった。ひび割れが開くモデルでは、最大層せん断力時に接合部補強筋と梁危険断面域の梁主筋が引張り降伏したが、開かな

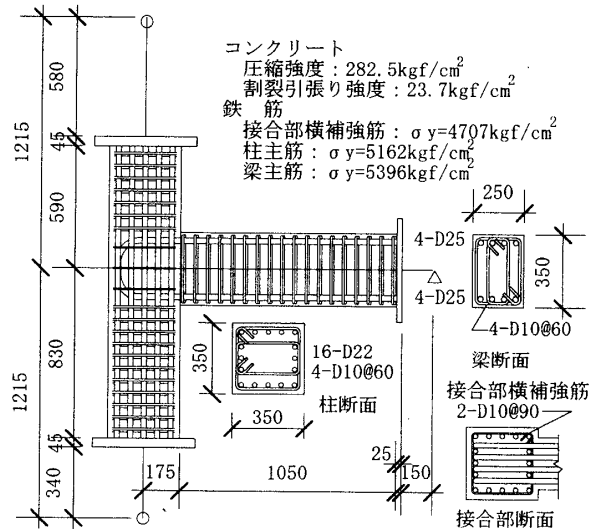


図-1 試験体配筋図

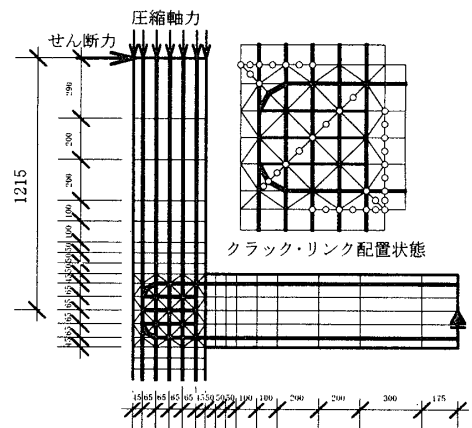


図-2 解析モデルの要素分割図

表-1 試験体諸元

(a) 梁部材		(b) 柱部材	
主筋径	4-D25	主筋径	16-D22
断面積 (cm ²)	20.28	断面積 (cm ²)	61.92
鉄筋比 (%)	2.62	鉄筋比 (%)	1.81
補強筋	4-D10	補強筋	4-D10
補強筋間隔 (cm)	6	補強筋間隔 (cm)	6
補強筋比 (%)	1.9	補強筋比 (%)	1.4
		軸力 (tonf)	80
		軸応力度 (kgf/cm ²)	65.3
(c) 接合部			
補強筋	2-D10		
補強筋間隔 (cm)	3@9.0		
断面積 (cm ²)	4.28		
補強筋比 (%)	0.45		

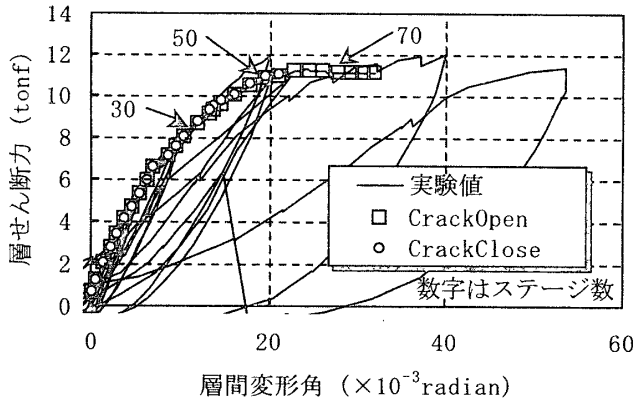


図-3 層せん断力-層間変形角関係

ないモデルでは接合部補強筋の一本が降伏したに留まった。しかし、その後ひび割れの開くモデルと同様の鉄筋が降伏した。鉄筋の降伏状況、コンクリートの圧壊状況などから総合的に判断し、解析においても実験とほぼ同様に梁降伏後の接合部せん断破壊あったと判断した。

3.2 接合部水平せん断力分布 図-4に接合部水平せん断力の接合部内分布を示す。接合部水平せん断力は、接合部水平面におけるコンクリート節点のせん断応力度を水平面に関して積分して求めた。両解析値とも、変形が進むに伴い接合部せん断力も増加した。ひび割れが開くモデルでは、特に中央位置にせん断力が集中する傾向が見られた。図-5に最大層せん断力時の接合部水平面におけるせん断力分布を示す。せん断力はコンクリート節点のせん断応力度に各支配面積を掛けることにより求めた。接合部を対角線位置で左右に分割して接合部せん断力の分布を比較する。ひび割れが開くモデルでは、分割線 b-b'および c-c'において、対角線から右半分の接合部負担が大きかったのに対し、開かないモデルでは分割線 c-c'のみで対角線から右半分の接合部負担が大きくなった。3つの分割線上の接合部せん断力の合計値は、ひび割れが開くモデルと開かないモデルでほぼ同一であることから、ひび割れが開くことにより、応力の伝達経路が対角線から右半分の接合部方向へ移行したと言える。

4. まとめ

- (1)解析での最大層せん断力は実験値を下回ったが、ほぼ同一の値となった。接合部斜めひび割れが開くモデル、開かないモデルとも実験による破壊形式とほぼ一致した。
- (2)接合部入力せん断力の分布は、ひび割れが開くモデルで中央域に集中する傾向があった。また、水平面各要素のせん断力負担分布より、ひび割れが開くモデルでは接合部対角線から右半分への負担移行が見られた。

【参考文献】

1)森田、北山、小山：変動軸力を受ける鉄筋コンクリー

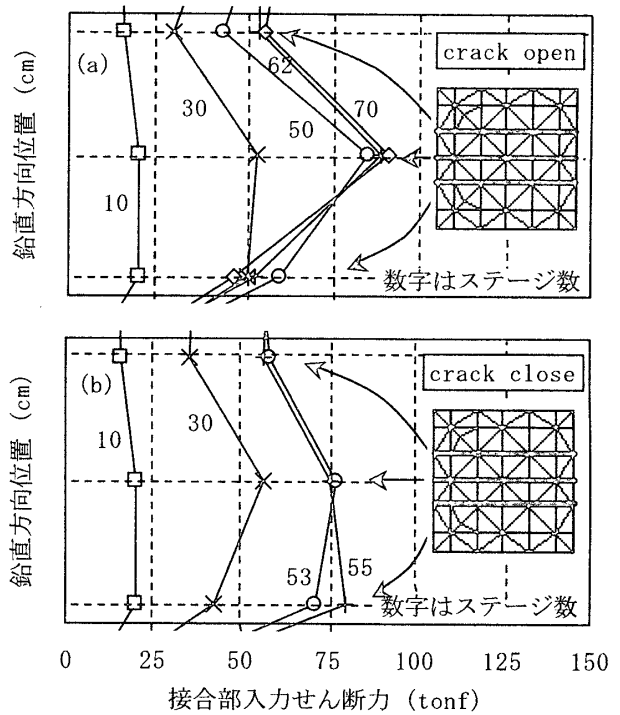


図-4 接合部水平せん断力分布

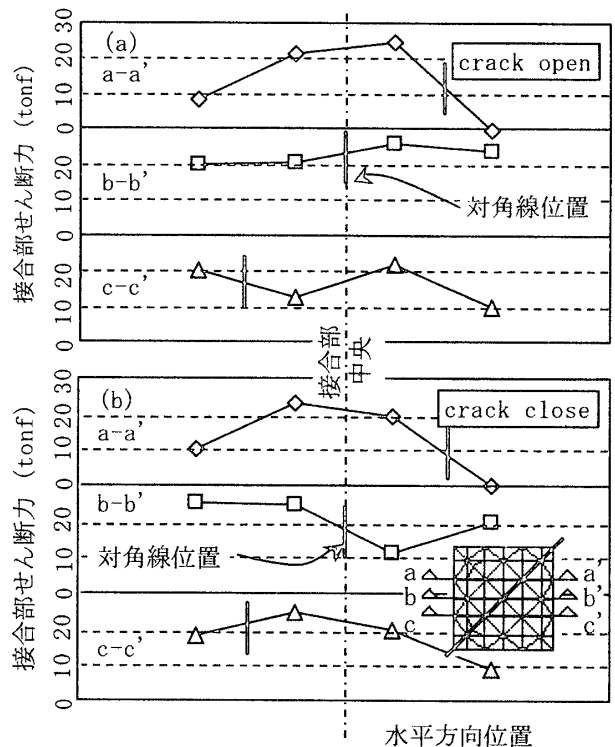


図-5 接合部せん断力負担分布

ト外柱・梁接合部のせん断強度に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造IV、1998.9、pp.549-550。
2)和泉：鉄筋コンクリート造壁柱・はり接合部の耐震性能に関する研究、1994.11。

*1 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻博士課程 修士(工学)
*2 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻 助教授・工博
*3 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻 助手・博士(工学)

Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ., M. Eng.
Assoc. Prof., Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.
Res. Assoc., Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.