

鉄筋コンクリート柱梁ト形接合部の定着方法の影響に関する数値解析的研究

(株)日建設シビル 正会員 ○北川 晴之
 大阪市立大学大学院 正会員 鬼頭 宏明

1. はじめに

構造物を構成する柱部材と梁部材の交差する領域を柱梁接合部という。一般的に、柱梁接合部は地震時作用によって、応力が集中しやすい箇所であり、構造物の弱点となりうる。そこで、鉄筋コンクリート(以下、RC)接合部にはせん断補強筋や定着鉄筋の配置などの構成材が配置されており、安全側に設計されているが、構造が複雑化している。そこで、種々の配筋が接合部の性状、特に応力伝達機構、に及ぼす影響を把握する必要がある。

本研究では、既往の RC 柱梁ト形接合部の実験成果に着目し、特に梁主筋の定着方法が、接合部の応力伝達機構、具体的には接合部コンクリートの応力分布状況に及ぼす影響を、材料非線形有限要素解析により、明らかにすることを目的とする。

2. 解析対象

解析対象は文献 1) のト形接合部 6 試験体(表 1, 図 1)である。梁主筋の定着方法は、梁端部に機械式アンカーを備えた上で、その定着長(156, 192mm)と柱主筋本

数(2, 4, 6 本)の二実験変数を有している。

用いた汎用コードは、コンクリート構造物非線形 FEM 解析プログラム FINAL²⁾である。材料特性は表 2 に示しており、構成則は、コンクリートでは圧縮側が修正 Ahmad モデル、引張側が出雲モデル、一方鉄筋ではバイリニアモデルを適用している。またコンクリートは四辺形要素、鉄筋は線材要素を用いている。鉄筋とコンクリートの付着においては、図 1 の赤線部のみ考慮し、他は剛結としている。付着特性は、文献 3)を参考に、付着応力 10N/mm² まで上昇後、最大付着応力を付着すべり 3mm まで保持し続けるものである。

載荷方法は正負交番繰返し載荷であり、梁端部に載荷し、図 1 より上方向への載荷を正、下方向への載荷を負としている。載荷履歴は、初期載荷は単調載荷時の初期ひび割れ発生荷重値の 0.5 倍とし、それ以降では、層間変形角 0.25%, 0.5%の載荷を各 1 回、層間変形角 1.0%, 1.5%, 2.0%, 3.0%, 4.0%の載荷を各 2 回行っている。また、1step 当たりの変位増分量は一定であり、0.02mm とし、層間変形角では 2.9×10^{-3} となっている。

表 1 供試体概要

試験体	L01	L02	L03	L04	L05	L06
梁	700					
	240 × 240					
	4					
	0.98					
柱	700					
	240 × 240					
	2	3	4	2	3	4
	0.49	0.73	0.98	0.49	0.73	0.98
接合部	2					
	0.28					
梁主筋 定着部	定着板					
	192					
	0.80					
	14.8					

表 2 材料特性

コンクリート			鉄筋		
圧縮強度 (MPa)	引張割裂強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	種別	降伏強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
27.7	2.35	26.85	D13(SD345)	380	200
			D6(SD295A)	334	200

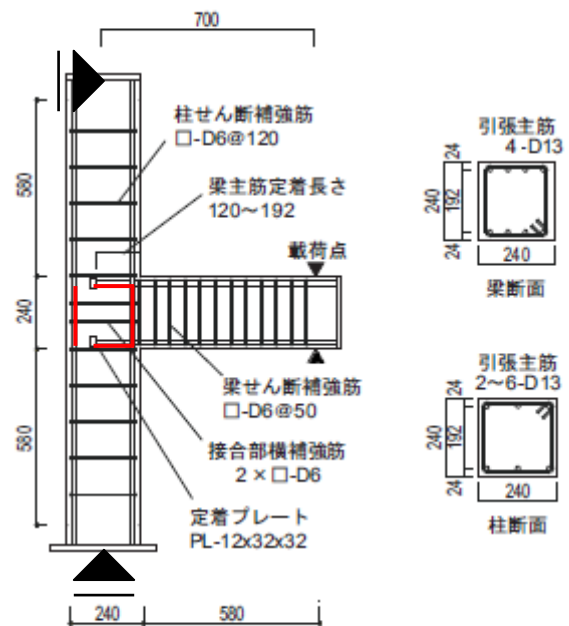


図 1 試験体形状(単位: mm)

キーワード RC 柱梁ト形接合部, 定着, 材料非線形有限要素解析, 正負交番繰返し載荷

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科 TEL06-6605-2723

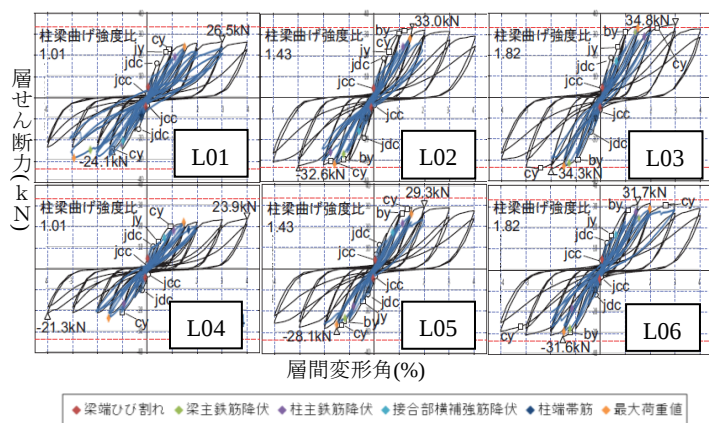


図2 履歴曲線

3. 解析結果

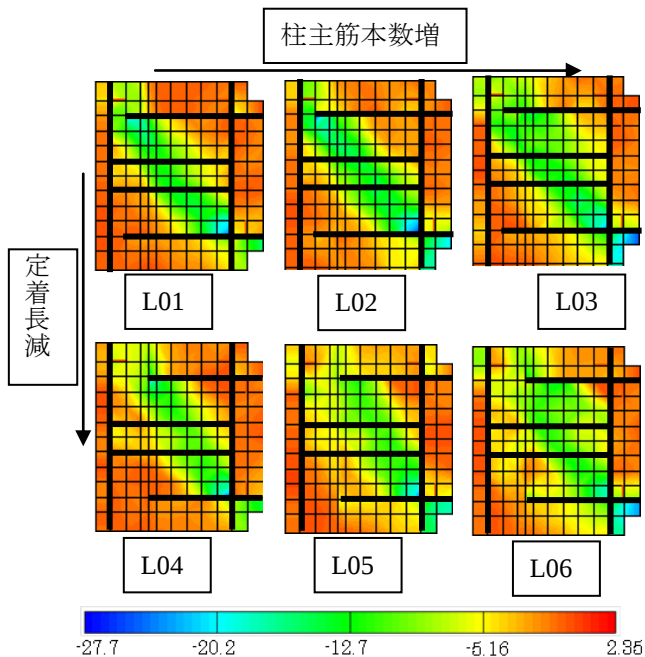
図2に履歴曲線として層せん断力-層間変形角関係を、図3に負側の層間変形角1.5%時の接合部での最小主応力図を示している。この層間変形角は、L01以外で負側の最大耐力到達時に相当する。図3の応力度は青色になるほどコンクリートの圧縮強度に、赤色になるほどコンクリートの引張強度に近づくことを示す。

1)柱主筋本数の影響: 図2より、柱主筋本数の増加に伴い、梁主筋降伏が増加している。接合部全体で、耐力を保持するようになってきているのが分かる。

図3より、柱主筋本数の増加に伴い、柱、梁主筋が交差する箇所における応力集中が入隅部の方に移動していることが分かる。柱主筋本数の増加に伴って、応力伝達が向上し、より接合部の外側のコンクリートへ応力が伝達されている。また、圧縮ストラットの幅が広がり、かつ局所的な応力が減少し、接合部全体に応力が伝達されている。これは横方向の応力伝達だけでなく、縦方向の応力伝達である柱主筋の引張応力も増加しているためであり、接合部全体で作用に抵抗することができている。

2)定着長の影響: 図2より、主筋の降伏においては大きな違いはなく、耐力においても、定着長が短くなることで、大幅な低下も見られていない。

図3より、定着長が短くなるほど、応力が拡散しており、圧縮ストラットの輪郭線が不明瞭になっている。梁主筋の定着長が短くなる、すなわちその定着端が柱主筋から遠ざかることにより、上側の柱からの応力と梁主筋からの応力が直結せず、応力の幅の拡大や応力の拡散が生じている。上述と同様に、柱の下側においても、柱下側からの圧縮応力が梁主筋からの応力と直結せず、応力の拡散等が生じている。さらに、接合部

図3 最小主応力図(単位: N/mm²)

横補強筋による横方向への応力伝達によって、接合部内の圧縮ストラットの拡散を助長している。これは、定着長が短いと柱下側からの応力伝達領域の一部が、梁からの応力と直結せずに伝達していることに起因する。そのため、下側の梁主筋端部まで、応力が回り込んでいる。

4. まとめ

既往のRC接合部の実験成果に対し、定着方法がその性状に及ぼす影響を非線形有限要素解析により検討した結果、以下の知見を得た:

- ・柱主筋本数の増加により、応力伝達機能の要となる圧縮ストラット幅が広がり、接合部全体が有効に機能した。
- ・定着長が短くなるほど、柱主筋から梁主筋端部間の距離が開き、両者の応力が直結できず、応力の拡散が生じた。また、接合部横補強筋による横方向の応力伝達が生じ、応力の拡散を助長した。
- ・定着長の違いが鉄筋降伏に及ぼす影響はなく、耐力においても大きな違いは見られなかった。

参考文献

- 1)楠原文雄, 塩原等: 柱と梁の曲げ強度の比が小さい鉄筋コンクリート造ト形柱梁接合部の耐震性能, 日本建築学会構造系論文集, Vol.78, No.693, pp.1939-1948, 2013.11
- 2)大林組技術研究所: 構造技術研究所: FINAL 使用手引書, 2011.4
- 3)島弘, 周礼良, 岡村甫: マッシュプなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の付着応力-すべり-ひずみ関係, 土木学会論文集, No.378/V-6, pp. 165-174, 1987.2