

鉄筋コンクリート柱はりト形接合部の定着方法の影響に関する数値解析的研究

NUMERICAL STUDY ON ANCHORAGE AT REINFORCED CONCRETE BEAM-COLUMN T SHAPED JOINTS

構造及びコンクリート工学分野 M13TD010 北川晴之

鉄筋コンクリート柱はり接合部は設計上、剛となっており、加えて地震に繰返し作用を受けることから、その構成材配置は複雑化している。そこで、定着方法をパラメータとした既往の交番載荷実験成果 15 例に対し、有限要素法を用いて、接合部内の挙動に与える影響を明らかにすることを目的としている。具体的には、はり部材主筋の定着方法として主筋端の定着板と U 字折曲げの二形式に着目し、接合部の性能指標としての荷重-変位関係や応力伝達特性に及ぼす影響について検討した。

RC beam-column joints are designed ordinary to be rigid, and also subjected to severe shear action due to earthquake. Their structural details, for example, reinforcement are complicated generally. In this study, 15 T-shaped joints, placed several anchorages of a beam, under cyclic loading are examined with non-linear finite element analysis. The obtained transitions of load – deformation curve and stress transmission as increasing cyclic shear deformation are discussed, in particular, to be related to the each anchorage detail.

1. はじめに

構造物を構成する柱部材とはり部材の交差する領域を柱はり接合部という。一般的に、柱はり接合部は地震力等によって、外力が発生した場合、応力が集中しやすい箇所であり、構造物の弱点となっている。このため実設計^{1)~3)}においては、土木構造物、建築構造物のいずれにもかかわらず、接合部で破壊しないようにするため、剛体として規定されているので、十分な鉄筋、鋼板等の構成材が補強用に配置されている。

しかし、構造物の設計では兵庫県南部地震以降設計に関する地震の影響が大きくなっており、従来よりも設計において接合部内に多くの鉄筋等の構成材が配置されるようになってきている。そのため、十分な構成材の配置のために柱はり接合部の被害は見られなくなったが、構造物において接合部内に構成材が過密配置されており、接合部での構造が複雑化している傾向にある。接合部の構造が複雑化することで、施工の煩雑さ、断面の増大、コストの増加、環境負荷の増加等が考えられる。よって、接合部は十分安全側で設計されているが、配置されている個々の構成材がどの程度接合部の安全性に寄与しているのかは不確かであり、不要な構成材があると考えられ、設計の簡易化が望まれている。

よって、柱はり接合部を対象として、用いられる個々の構成材をパラメータに、構成材の組み合わせによっ

て接合部への影響を有限要素法による材料非線形解析を用いて検討し、合理的な柱はり接合部の設計を行う必要がある。しかし、接合部の研究は十字形接合の研究が多く、実験、解析の困難さからト形接合部の研究があまりなされていぬ現状がある⁴⁾。

そこで本研究では、RC 柱はりト形接合部を対象に、破壊機構に影響を与える因子をパラメータに、接合部内の破壊状態を確認することで各因子の接合部へ与える影響を得ることを目的に、有限要素法による材料非線形解析を行うこととした。破壊機構に影響を与える因子として、本研究において着目するものは、文献 5) に示されているように、主鉄筋の付着と定着である。付着とは鉄筋とコンクリートの付着特性についてであり、一方、定着とは鉄筋が抜け出さないように固定することである。まずト形接合部に対する数値解析におけるモデル化について付着特性に着目し検討を行い、解析モデルの実験との妥当性を調べる。次に定着に着目し、各構成材の影響が RC 柱はりト形接合部内の応力状態等、実験では確認できない観点からその破壊に至る性状を明らかにすることを目的とする。

2. 解析概要

2.1. 解析対象

文献 6)7)の鉄筋コンクリート構造のト形柱はり接合

部の実験成果を解析の対象に選ぶ。文献7)では、L~Pシリーズ(計 28 体)の実験が行われており、その中の、L シリーズと O シリーズに着目した。図-2.1、表 2.1 に試験体の詳細を示す。L シリーズは計 11 体で、柱とはりの曲げ強度の比の影響を明らかにすることを目的に設計されている。よって実験変数は、はり主筋の定着長さ、柱とはりの曲げ強度比、はり主筋量であり、はり主筋端は定着板が設置されている。一方、O シリーズは計 4 体で、図-2.1 の右図の中央部に示すように、はり主筋を折り曲げ筋とした試験体である。実験変数は、L シリーズと同じである。

実験においては、正負交番荷重を行っており、図-2.2 に荷重履歴を示す。初期の荷重は、初期剛性を確認するために、小振幅の荷重となっており、その値は柱・はり端部曲げひび割れ発生時層せん断力計算値の 0.5 倍の値となっている。それ以降の値に関しては、層間変形角 0.25%, 0.5% の荷重を各 1 回、層間変形角 1.0%, 1.5%, 2.0%, 3.0%, 4.0% の荷重を各 2 回行っている。

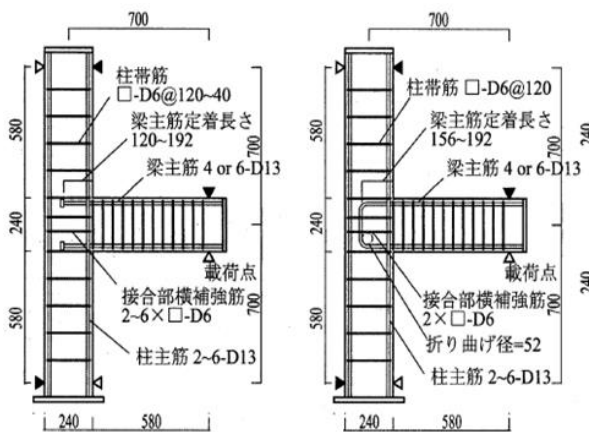


図-2.1 試験体の形状および配筋

L, O シリーズにおいては、はり主筋の方が柱主筋よりも多いので、柱主筋降伏が多く見られている。

2.2. 解析手法

有限要素解析には、コンクリート構造物非線形 FEM 解析プログラム FINAL⁸⁾ を用いた。その構成則においては、コンクリートは圧縮側の上昇および最大強度後の下り勾配について修正 Ahmad モデル、引張側がひび割れ発生まで線形弾性とし、引張強度発現後の下り勾配には出雲モデルが適用される。修正 Ahmad モデルは、拘束を受けて強度と靱性が上昇する場合の軟化域特性が考慮されており、圧縮強度以降のひずみ軟化域は固定していない。出雲モデルは、係数を 1.0 としている。鉄筋の降伏判定方法は平均ひずみから求めた応力で判定する。鉄筋はバイリニアモデルとなっている。各材料のモデル化は、コンクリートを四辺形要素、鉄筋をトラス要素としている。また、コンクリートと鉄筋の付着は、後述で考慮するものを除き、両要素を同一節点で表現している。

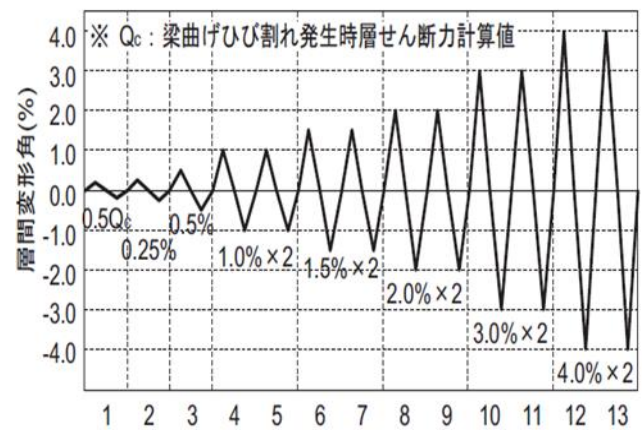


図-2.2 荷重履歴

表-2.1 試験体概要

シリーズ	L											O			
試験体	L01	L02	L03	L04	L05	L06	L07	L08	L09	L10	L11	O1	O2	O3	O4
コンクリート強度(MPa)	27.7											29.8			
梁	スパン(mm) 700														
	幅(mm) × せい(mm) 240 × 240														
	引張主筋本数(D13) 4					6						4		6	
	引張鉄筋比(%) 0.98					1.47						0.98		1.47	
	軸力 0														
柱	スパン(mm) 700														
	幅(mm) × せい(mm) 240 × 240														
	2	3	4	2	3	4	2	4	6	4	6	3	2	3	6
	0.49	0.73	0.98	0.49	0.73	0.98	0.90	0.98	1.47	0.98	1.47	0.73	0.49	0.73	1.47
	帯筋比(%) 0.22														
	軸力 0														
接合部	横補強筋数(□-D6) 2														
	補強筋比(%) 0.28														
梁主筋	定着板											U字			
定着部	定着長(mm) 192		156			120			156			192	156		
	定着長/柱せい 0.80		0.65			0.50			0.65			0.85	0.65		
	定着長/主筋径 14.8		12.0			9.2			12.0			14.8	12.0		
接合部アスペクト比	1.0														
梁柱幅比	1.0														
柱梁曲げ強度比	1.07	1.56	2.05	1.07	1.56	2.05	1.07	2.05	3.03	1.39	2.05	1.56	1.07	1.56	2.05

