

U. D. C 624. 012. 35:624. 078. 4

プレキャスト梁主筋を折曲げ定着した柱梁接合部に関する研究(その3)

— コンクリートの充填性を考慮した接合部横補強方法の検討 —

小澤 潤治* 白都 滋* 植野 修一**

要約： 本研究は、集合住宅の桁行き方向大梁の1スパン1部材でのプレキャスト化を対象とし、柱梁接合部パネル内で梁下端主筋を柱梁接合部内で柱中心線よりも手前で折曲げ定着することにより施工の合理化・簡便化を図る工法に関するものである。

本工法では、梁下端主筋の接合部内での折曲げ定着作用に対処するために、接合部横補強筋を従来より多く配する仕様としている。接合部が従来よりも密配筋になるため、特にフック付き横補強筋を使用する場合にコンクリートの充填性が悪化する可能性があると考えられる。今回、その対策として接合部横補強筋の一部を柱主筋内周に配筋した試験体による実験を行った結果、従来通りの接合部横補強方法と遜色ない耐震性能が得られることを確認した。

キーワード： 柱梁接合部 プレキャスト梁 折曲げ定着 横補強筋

目次： 1.はじめに 3.実験結果
2.実験概要 4.まとめ

1. はじめに

鉄筋コンクリート造ラーメン架構のプレキャスト(以下、PCa)化に際し、大梁を1ピースのPCa部材で架設して接合部で接合することは施工上のメリットが大きい。これまでに筆者らは、このような躯体構築方法に関して集合住宅の桁行き方向ラーメンを対象として、梁下端主筋を柱梁接合部内で柱中心線よりも手前で折曲げ定着することにより施工の合理化・簡便化を図る工法の開発を進めてきた。^{1),2),3),4)}その結果、本工法で梁主筋通し配筋と同等の耐震性能を実現できることを確認し、実施設計・施工段階に至っている。

本工法では、梁下端主筋の接合部内での折曲げ定着作用に対処するために、接合部横補強筋を全梁主筋通し配筋のものより多く配する仕様としており、接合部が従来よりも密配筋になる。実施工において、横補強筋に溶接閉鎖型を採用した場合には問題ないが、フック付き横補強筋とした場合に接合部へのコンクリートの充填性が悪化する可能性があるとの指摘を受けた。今回、その対策として新たな接合部横補強筋配筋方法を考案し実験を行った。

2. 実験概要

2.1 試験体

試験体形状を図1に示す。試験体は、縮尺約1/2で集合住宅桁行き方向ラーメン架構の中柱接合部を想定し

た十字型である。バルコニー側でよくあるように柱梁側面を面合せしたために柱に対して梁が偏心接合となっている。試験体数は4体で、接合部が破壊しない場合に梁曲げ崩壊型となるよう設計した。試験体一覧を表1に、各試験体の接合部詳細を図2に示す。接合部への梁下端主筋(D16)の水平投影定着長は全試験体同一で1段筋が $16d_b$ 、2段筋が $13d_b$ (d_b :主筋径)とした。主たる実験因子は接合部横補強筋の配筋である。

CN-43試験体は、接合部の横補強筋の全量を従来通り柱主筋外周に配し、補強量を日本建築学会靱性保証型設計指針⁵⁾の規定値(0.3%)の約50%増とした。CI-65試験体は、CN-43に今回考案した柱主筋内周の横補強

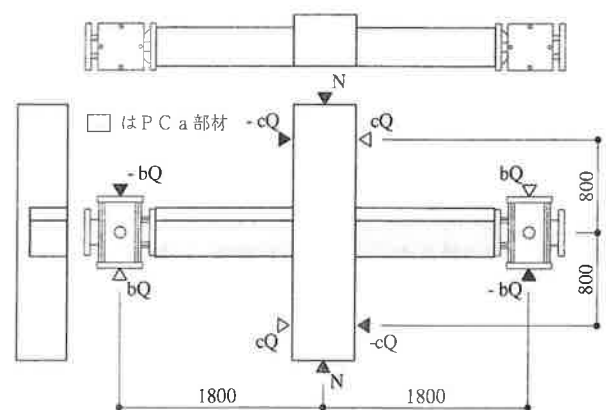


図1 試験体形状

表1 試験体一覧

試験体	柱配筋		梁配筋		接合部補強			
	断面 配筋・鋼種	断面 配筋・鋼種	梁下端主筋		形状	柱主筋に 対する位置	段数	補強筋比
			水平定着長	折曲余長				
CN-43	440×550 20-D16 SD390	330×420 上端: 10-D16 下端: 9-D16 SD390	1 段筋: 16 d _b & 2 段筋: 13 d _b	8 d _b	閉鎖型 □-D10	外周	4+1	0.43%
CI-65							4+1	
CN-64	440×550 4-D10@55 SD295A	340×420 上端: 9-D16 下端: 9-D16 SD345	2 段筋: 13 d _b	10 d _b	135° フック付	外周	6+1	0.64%
HI-64							4+1	
						内側	2	

※補強筋比の算出にあたり、最下段の1本は算定外とする。

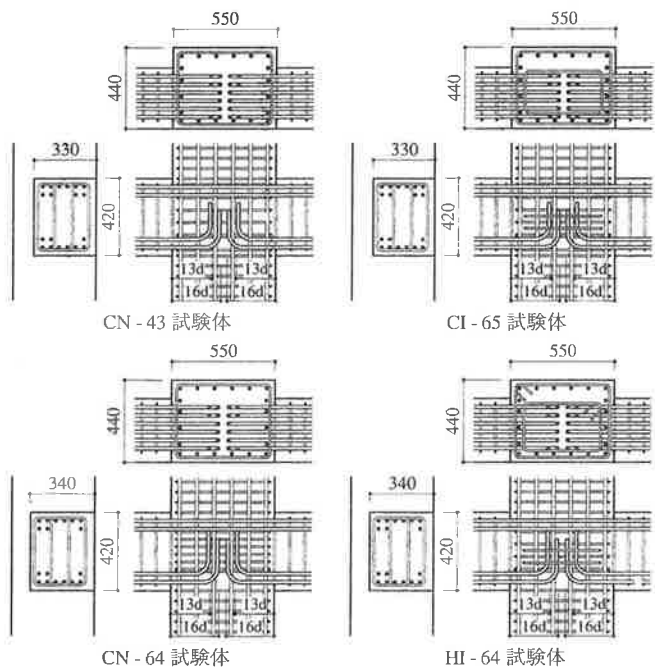


図2 接合部補強詳細

筋を付加したものである。この横補強筋は、梁主筋を取り囲む幅と、施工誤差を考慮して柱筋内法長さから柱主筋径程度を差し引いた長さの平面寸法で口型に加工したもので、柱主筋の内側に独立して配した。その補強量は、外周筋の約半分で全横補強量が約0.6%になるように設定した。以上2試験体の梁主筋にはSD390を用いた。後述2体の梁主筋はSD345である。CN-64試験体は、CI-65と等量の横補強筋をすべて柱主筋の外周に配した。以上3試験体の横補強筋には溶接閉鎖型帯筋を用いたが、HI-64試験体の接合部横補強筋は135度フック付きとし、CN-64の全横補強筋量の約2/3を柱主筋外周に、1/3程度を内周(新型横補強)に配した。

主たる使用材料の材料試験結果を表2、表3に示す。

2.2 実験方法

長期軸力に相当する荷重 1088kNを柱に加えた後、これを一定に保持しながら、梁左右の反曲点位置を上下に(左右逆方向に)加力して地震力に相当するせん断力を与えた。加力は、層間変位角により制御する正負交

表2 コンクリート材料試験結果

試験体	圧縮強度 (N/mm ²)		
	PCa梁	下層柱・接合部	上層柱
CN-43	33.5	30.1	30.8
CI-65	33.8	30.2	31.9
CN-64	36.0	36.0	31.5
HI-64	36.7	36.7	32.4

表3 鉄筋材料試験結果

試験体	部位	径	鋼種	降伏強度
				(N/mm ²)
CN-43	梁主筋	D16	SD390	444
CI-65	接合部帯筋	D10	SD295A	401
	梁主筋	D16	SD345	416
HI-64	接合部帯筋	D10	SD295A	377

番漸増繰り返し載荷とした。

3. 実験結果

3.1 破壊性状

写真1に層間変位角R=1/25時の破壊状況を示す。

CN-43, CI-65試験体は、ほぼ同等の破壊経過であった。梁に曲げひび割れが生じた後、層間変位角R=1/200までに接合部にせん断ひび割れが発生した。荷重の進行に伴い、梁および接合部のひび割れはともに増加・進展した。R=1/100~1/50程度での梁降伏以降、梁端部引張側の開口と梁圧縮縁の圧壊が観察され梁崩壊に至ったが、最終的には接合部せん断破壊の様相を呈した。両者の比較では、CN-43試験体の方が梁崩壊から接合部せん断破壊への転換がやや早く、CI-65試験体の方が梁圧縮縁の圧壊が顕著であった。接合部の追加横補強の効果でCI-65の方が梁の曲げ能力をより発揮できた結果と考えられる。

CN-64, HI-64試験体も同様の破壊経過であったが、前2体に比較してコンクリート強度が高く梁曲げ耐力

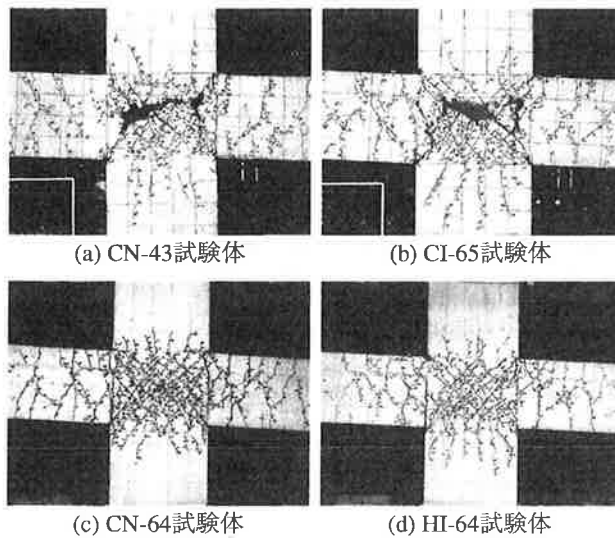


写真1 層間変位角 $R = 1/25$ 時ひび割れ状況

が低いため、梁崩壊以降も接合部はせん断破壊に至らなかった。また、両者の破壊性状には大きな差異は認められなかった。

全試験体に梁下端主筋の折曲げ定着に起因するひび割れの発生が若干見られたが、それらは最後まで開口することはなく、手前定着に起因するかき出し破壊や梁下端主筋の極端な抜け出しは観察されなかった。

3.2 履歴性状

層せん断力-層間変位角関係を図3に示す。

全試験体について最大耐力は略算による梁崩壊時の層せん断力(図中の bMu_{cal} 時)を越えており、計画通りの

梁崩壊型となった。

梁主筋にSD390を用いたCN-43, CI-65試験体は、接合部への入力が大きいため大変形時にやや逆S字型のピンチング現象を呈した。CI-65試験体は、CN-43試験体に比べて全変位レベルで耐力が高く最大耐力以降の耐力低下も穏やかであり、柱内周横補強筋の効果が認められる。

CN-64, HI-64試験体は、いずれもほぼ紡錘型で靱性に富んだ挙動を示し、接合部横補強方法の違いによる差異はほとんど認められない。

3.3 横補強筋のひずみ

図4に層間変位レベル毎の接合部横補強筋のひずみ分布を示す。

CI-65試験体の柱外周横補強筋のひずみは、各計測位置、各変位レベルについてCN-43試験体と比較してやや小さくなっている。柱内周筋の付加により外周横補強筋の負担が減じられたためである。柱内周筋のひずみは、架構変位の増加に応じてほぼ柱外周筋のひずみにしたがって増加しており、その効果が確認できる。

HI-64試験体の柱外周および柱内周横補強筋のひずみは、全変位レベルで同等であり、CN-64との比較においてもほぼ一致する。これらより、配筋方法による横補強筋の効果が無く、今回考案した横補強配筋方法が有効であることが実証できた。

4. まとめ

PCa梁の下端主筋を接合部内の柱中心線より手前で折

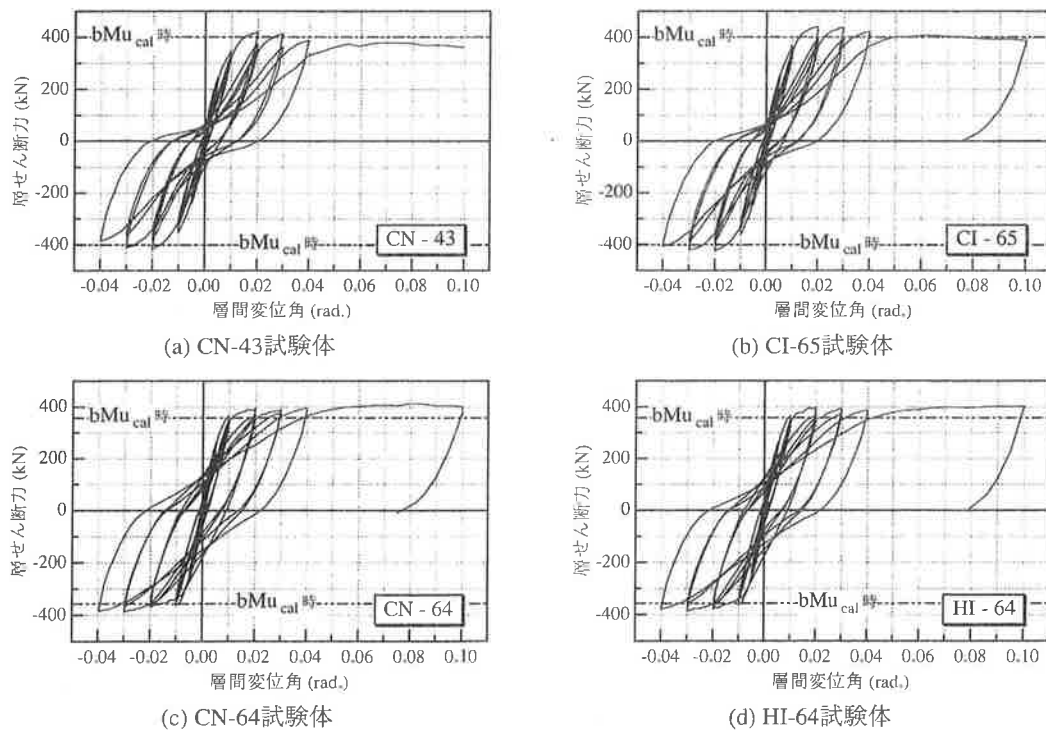


図3 層せん断力-層間変位角関係

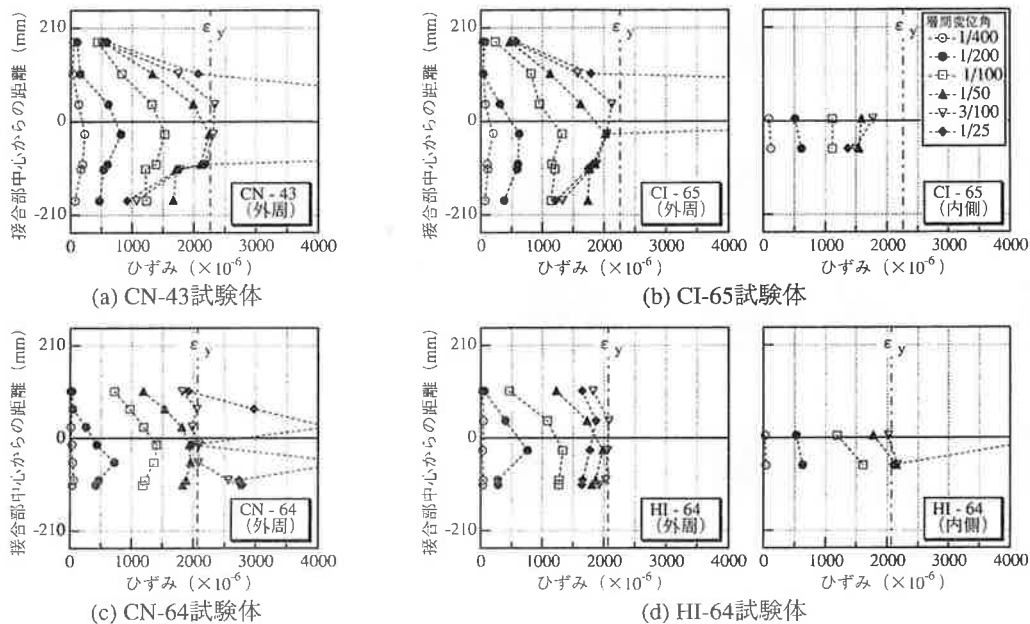


図4 接合部横補強筋のひずみ

曲げ定着する工法について、コンクリート充填性への考慮から横補強筋の一部(本実験では全横補強量の

約1/3)を柱主筋内周に配しても耐震性能に影響しないことを確認した。

参考文献

- 1) 小澤潤治, 梶原恵治, 他: プレキャスト梁主筋を折曲げ定着した柱梁接合部に関する研究(その1~3), 日本建築学会学術講演会梗概集, C-2, pp.561~566, 1998年9月
- 2) 小澤潤治, 中村洋行, 他: プレキャスト梁主筋を折曲げ定着した柱梁接合部に関する研究, 東急建設技術研究所報, No.24, pp.101~106, 1998年
- 3) 小澤潤治, 春木久幸, 他: プレキャスト梁主筋を折曲げ定着した柱梁接合部に関する研究(その2), 東急建設技術研究所報, No.25, pp.73~78, 1999年
- 4) 小澤潤治, 白都滋, 植野修一: プレキャスト梁主筋を折曲げ定着した柱梁接合部に関する研究(その4), 日本建築学会学術講演会梗概集, C-2, pp.559~560, 2002年8月
- 5) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説, 1999年

SEISMIC BEHAVIOR OF BEAM-COLUMN JOINTS WITH BENT-UP ANCHORAGES OF PRECAST CONCRETE BEAM BARS (PART 3) - New Lateral Bar Arrangement of Joint Panel in Consideration of Concrete Casting -

J. Ozawa, S. Hakuto and S. Ueno

This study deals with the seismic behavior of the beam-column joints with shortened bent-up anchorages, in joint regions, of bottom bars of precast concrete beams in ridge direction of residential buildings.

For this construction method, it is currently specified that more lateral reinforcements in beam-column joint region should be provided than those of ordinary joints with panel-skewering beam main bars in order to secure the anchorage action of bent-up beam bottom bars. Consequently, since reinforcements in the joints tend to be heavy, there are cases, especially when using hooked lateral reinforcements, that concrete casting in the joint panels is a concern.

This paper is focused on a countermeasure for such cases. A new lateral bar arrangement of joint panels was planned. From the beam-column joint tests using specimens varying the lateral bar arrangement, it was confirmed that this new bar arrangement was efficient and could give joints the equivalent seismic performance to traditional lateral reinforcements.