

高強度材料を用いた柱 RC 梁 S 接合部の実験的研究

技術研究所 構造・施工グループ 渡邊一弘

1. はじめに

近年、物流倉庫等では、高積載や建物の大型化が要求されてきており、柱・梁の大断面化や使用する鋼材、コンクリートの高強度化が必要となっている。柱を RC 造、梁を S 造とした混合構造において、これまで $Fc30N/mm^2$ のコンクリート、SS400 クラスの鋼材を用いた構造性能を確認してきたが、本開発ではコンクリートを $Fc60N/mm^2$ 、鋼材を SM490 まで適用範囲を拡大すること目的に構造実験を行った。

実験結果より、SRC 規準を準用・修正することにより柱梁接合部のせん断耐力を評価できること、工法の合理化として柱梁接合部を一体型 PCa 部材とした場合の実験を行い、一体打ちと同等の性能を有することを確認した。

2. 試験体

試験体は十字型試験体 2 体、ト字型 1 体、T 字型 1 体である。十字型試験体のうち NC12 が在来の柱コンクリート一体打ち工法試験体で、NC12P が PCa 工法試験体である。ト字型試験体は NT5、T 字型試験体は NU2 で、実大の 1/2~1/2.5 スケールである。十字型試験体および T 字型試験体を図-1 に、試験体諸元および使用材料を表-1 に示す。NC12P は上下柱および柱梁接合部を PCa 化した。組立は下 PCa 柱より突出させた柱主筋を、シース管を内蔵した柱梁接合部一体型 PCa に貫通させ、シース管内および目地部に無収縮グラウト

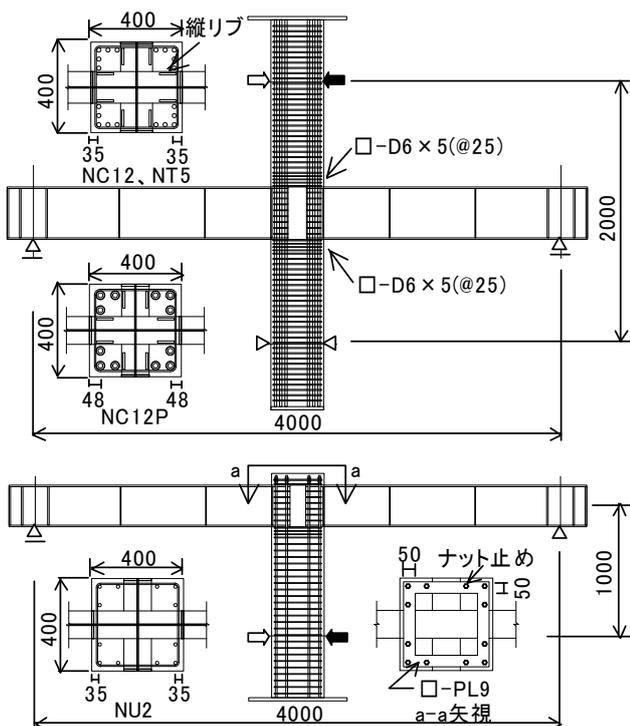


図-1 試験体(単位 mm)

を施工する。その後、柱主筋と上 PCa 柱のスリーブ継手を接合する。梁フランジ上下のコンクリートの支圧補強は、柱頭・柱脚部の集中配筋と接合部内フランジ上下部に縦リブ(PL9, $h=50mm$)を設けた簡易型支圧補強とした。柱梁接合部せん断耐力は SRC 規準を準用し、十字型、ト字型試験体は梁曲げ降伏型、T 字型試験体は柱曲げ降伏型で設計した。T 字型試験体の柱主筋の定着は□-PL9 を用いてナット止めしている。

3. 実験方法

加力は、柱脚をピン支持、梁端をローラー支持し、の軸力を載荷した後に柱頭に正負交番繰り返し載荷を行った。加力ルールは $R=\pm 0.25, \pm 0.5, \pm 0.67, \pm 1.0, \pm 1.5, \pm 2.0, \pm 3.0, R=\pm 4.0\%$ を各 2 サイクル載荷した。写真-1 に載荷装置を示す。

4. 実験結果

図-2 に柱せん断力 cQ -層間変形角 R 関係を示す。NC12, NC12P とも $R=1.0\%$ で梁降伏、 $R=1.5\%$ で梁全塑性荷重に達し、 $R=3.0\%$ で最大荷重となり、 $R=4.0\%$ で耐力が低下した。



写真-1 載荷装置

表-1 試験体諸元および使用材料

		NC12	NC12P	NT5	NU2	
柱	cD × cB	400mm × 400mm				
	主筋	20-D16	12-D19	20-D16	12-D13	
梁*		H1	H2	H1	H3	
接合部	ウェブ	PL9			PL6	
	帯筋	2-D6 × 8			2-D6 × 6	
軸力 (kN)		960	480	0		
鉄筋	降伏点 N/mm^2	ヤング係数 N/mm^2	鋼材	降伏点 N/mm^2	ヤング係数 N/mm^2	
	D6	369	180000	PL6	398	198000
	D16	455	193000	PL9	374	208000
	D19	439	190000	PL12	354	208000
コンクリート	圧縮強度 N/mm^2	ヤング係数 N/mm^2	H1: BH-400 × 140 × 9 × 12 * H2: BH-400 × 120 × 9 × 12 H3: BH-320 × 120 × 6 × 12			
	74	36200				

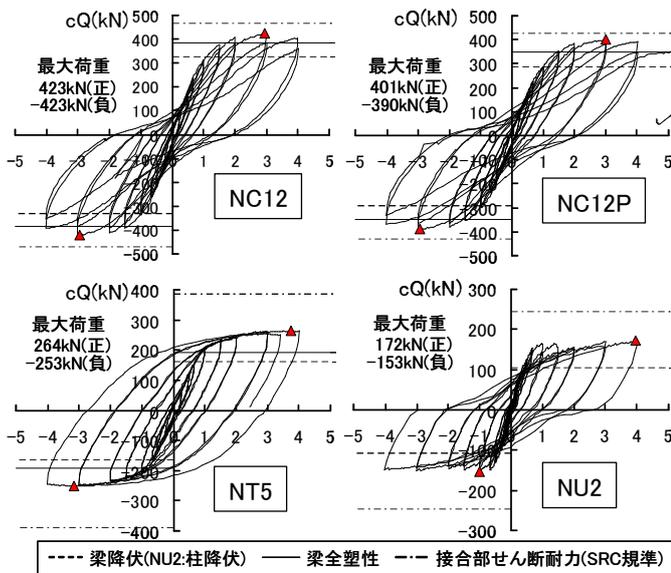


図-2 荷重-変形関係

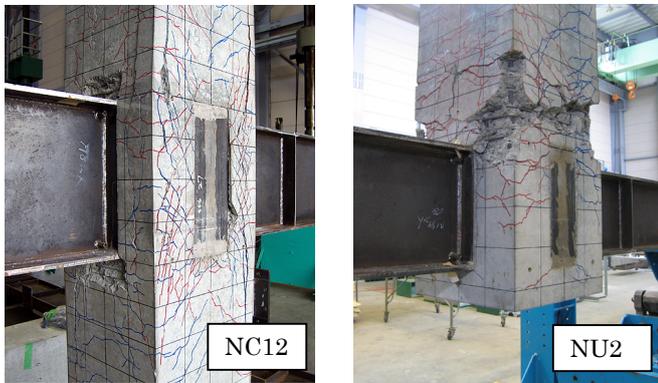


写真-2 破壊状況

両試験体とも最大荷重はSRC標準の接合部せん断耐力に達していないにもかかわらず、最大耐力以降に接合部せん断変形がが大きくなり、接合部の破壊が進行するとともに、梁フランジ上下コンクリートに支圧破壊が見られた。両試験体の $cQ-R$ 関係には顕著な違いが見られなかった。NT5では最大耐力は梁全塑性耐力の1.37倍まで上昇し、接合部のひび割れも少なく、支圧破壊も生じなかった。NU2では柱曲げ降伏後も $cQ-R$ 関係は良好な紡錘型の履歴ループとなった。

5. 実験結果の検討

5.1 柱梁接合部のせん断耐力

十字型試験体では荷重が梁全塑性荷重を超え、接合部せん断強度に達する以前に接合部がせん断破壊した。図-3は縦軸にコンクリートせん断強度 $J\tau c$ をコンクリート圧縮強度 σ_B で除した値、横軸に σ_B を採り、本実験に加え既往の実験結果をプロットしたものである。○は梁曲げ破壊、◇は梁曲げ降伏後の接合部破壊、△は接合部破壊を示す。図中にはSRC標準、RC終局強度設計指針、RC靱性保証型設計指針のコンクリートせん断強度も示す。NC12、NC12Pの $J\tau c$ はSRC標準のせん断強度より13~25%小さくなった。 $J\tau c$ をSRC標準の JFs で除した値を縦軸に、柱梁接合部のせいと高さの比 ($m_c d / s_b d$) を横軸に採り実験結果をプロットした(図-3

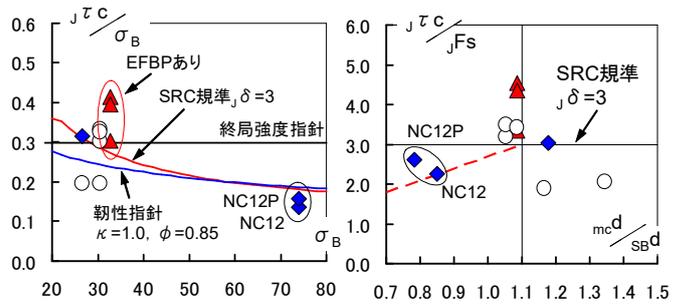


図-3 コンクリートせん断強度と $m_c d / s_b d$ による補正

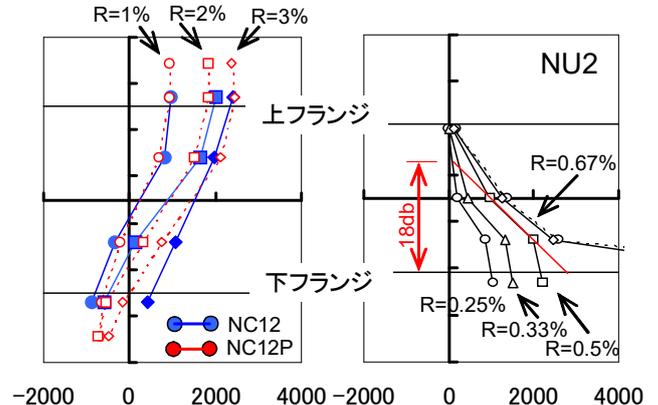


図-4 柱主筋ひずみ分布

右図). 図より $m_c d / s_b d \leq 1.1$ では $J\tau c / JFs$ を補正する必要があると思われる。

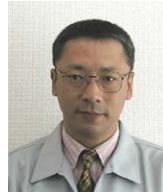
5.2 柱主筋の付着・定着

図-4にNC12、NC12Pの柱主筋ひずみ分布を示す。両試験体とも柱せん断力が大きくなるにつれて柱主筋のひずみ度分布の勾配が大きくなっており、柱梁接合部内では付着劣化が生じていない。柱梁接合部一体型PCaのNC12Pは一体打ちのNC12とほぼ同様なひずみ分布となっている。NU2では $R=0.67\%$ 以降で柱主筋が降伏しているが、柱梁接合部内では良好な付着を保持している。接合部にはひび割れがほとんど生じていないことから、柱主筋の付着応力度勾配が一定であるとすると、定着長は約18dbであった。

6. まとめ

- (1) SRC標準を準用することにより、柱梁接合部のせん断耐力は概ね評価が可能であるが、柱梁接合部のせいと高さの比 ($m_c d / s_b d$) が小さくなると、形状係数としての補正が必要であると思われる。
- (2) 柱梁接合部一体型PCa工法を用いた場合でも、荷重-変形関係および柱主筋のひずみ性状において、在来工法と同等な性状を示すことを確認した。

Key Words: 柱RC梁S, 柱梁接合部, 高強度材料, プレキャスト



渡邊一弘