

I-113

曲げと軸力を受けるSRC柱の曲げ耐力と変形性能

鉄道総合技術研究所 正員○川井 治 新日本製鐵 正員 木下雅敏
 鉄道総合技術研究所 正員 村田清満 新日本製鐵 寺田昌弘

1. はじめに

鉄骨鉄筋コンクリート(以下SRCという)部材の設計手法として、限界状態設計法を適用する場合、部材耐力等、終局限界状態に対する安全性について明きらかにする必要がある。またSRC構造物の大地震時の安全性を検討をするうえで、部材降伏後の変形能力を確認することが重要である。ここでは、SRC部材をモデル化した柱供試体の載荷実験を行い、あわせて柱と基礎との接合方式の一つである埋込み方式について耐力および変形性能の検討を行った。

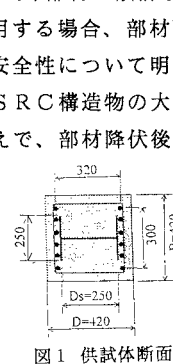


図1 供試体断面

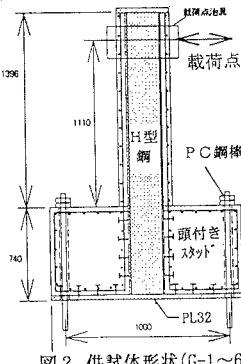


図2 供試体形状(G-1~6)

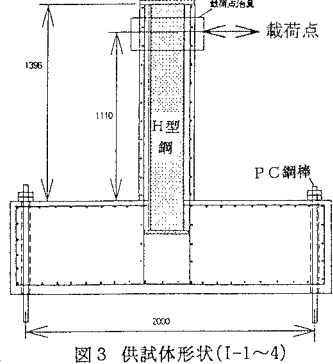


図3 供試体形状(I-1~4)

表1 供試体諸元およびコンクリートの強度試験結果

試体	供試体断面諸元				※1 圧縮強度 kgf/cm ²	※2 軸力 tf	せん断 σ0 tf	せん断 補強鉄 筋比 Pw(%)	鋼材比 (Ar+ Ast)/A Ps(%)	引張 鉄筋比 Pt(%)	鉄骨 鉄筋比 Ar比	変化パラメータ Ast/Ar比 P _u
	Bs	Ds	tw	tf								
G-1	250x250x10x10	6-D13	D10@113		252	74.1	42	0.30	5.0	0.49	4.80	Ast/Ar比 P _u
G-2	250x250x10x10	6-D13	D10@113		262	111.1	63	0.30	5.0	0.49	4.80	" 軸力P _u
G-3	250x250x 8x 8	6-D16	D10@226		287	74.1	42	0.15	4.7	0.77	2.46	(基本形)
G-4	250x250x 8x 8	6-D16	D10@226		287	111.1	63	0.15	4.7	0.77	2.46	軸力
G-5	250x250x 8x 8	6-D16	D10@226		275	84.7	48	0.15	4.7	0.77	2.46	材質SM520SD345
G-6	250x250x 8x 8	4-D19	D10@226		303	84.7	48	0.15	4.6	0.74	2.56	材質SM570SD390
I-1	250x250x 8x 8	6-D16	----		298	74.1	42	0.00	4.7	0.77	2.46	埋込長12.5cm
I-2	250x250x 8x 8	6-D16	D10@170		285	74.1	42	0.20	4.7	0.77	2.46	埋込長12.5cm
I-3	250x250x 8x 8	6-D16	D10@170		333	74.1	42	0.20	4.7	0.77	2.46	埋込長25.0cm
I-4	250x250x 8x 8	6-D16	D10@170		321	74.1	42	0.20	4.7	0.77	2.46	埋込長37.5cm

※1 コンクリートの材料試験結果 (現場養生・試験当日)

※2 軸力による圧縮応力度(kgf/cm²)

2. 供試体形状および諸元

供試体の断面形状は、正方形断面(42cm×42cm)とし10体製作した。

供試体断面および形状を図1、2、3に、また供試体諸元を、表1に示す。なお、埋込み方式(I-1~4)のH形鋼ベースプレートの大きさは280×280、t=19とした。

3. 載荷方法

載荷方法は図2、3のように、供試体をPC鋼棒によって固定し、一定軸力のもとで柱頭部を載荷点とする水平交番載荷とする。柱基部の鉄骨または鉄筋に貼付した歪みゲージのいずれかが、材料試験から得られた降伏値に達した時を供試体の降伏と仮定しその時の荷重を降伏荷重Py、載荷点の水平変位を降伏変位δyとする。降伏後は、図4のようにδyの2倍3倍4倍...と変位制御で3サイクルずつ交番載荷して、最大となる荷重Pmを求めた。

4. 使用材料

使用鋼材・鉄骨・鉄筋の機械的性質を表2に、またコンクリートの圧縮強度を表1に、配合を表3に示す。実験結果に示す耐力の計算値は、いずれも本表に基づいて計算を行ったものである。

表3 コンクリートの配合	
設計基準強度	210kgf/cm ²
スランプ	12±2.5 cm
空気量	4.5%
水セメント比	62.0%
粗骨材最大寸法	10mm

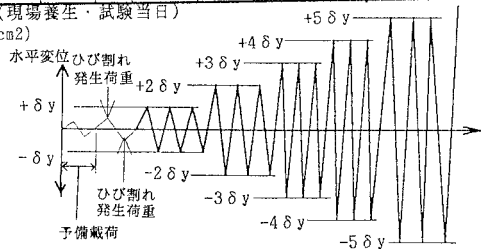


図4 載荷ステップ

表2 鋼材の機械的性質(kgf/cm²)

材料	降伏点	引張強さ	
		降伏点	引張強さ
鉄	t=10 ¹ (SS400)	3080	4900
	t=10 ² (SS400)	3050	4510
	t=8 ³ (SM520)	3910	5490
	t=8 ⁴ (SM570)	5980	6790
	t=8 ⁵ (SS400)	3030	4490
鉄筋	D13 ¹ (SD295)	3430	5210
	D16 ² (SD295)	3510	5220
	D16 ³ (SD345)	3880	5610
	D19 ⁴ (SD390)	4570	6270
	D16 ⁵ (SD295)	3480	5220

*1: G-1, 2使用、*2: G-3, 4使用

*3: G-5使用、*4: G-6使用

*5: I-1, 2, 3, 4使用、

5. 実験結果

(1) 各供試体の実験結果を表4に示す。いずれの供試体も曲げ破壊であった。降伏荷重と最大荷重の計算値は、土木学会コンクリート標準示方書¹⁾で分類される鉄骨鉄筋併用構造として、鉄骨を鉄筋に換算して算出した²⁾。供試体G-1～G-6については、いずれも荷重の実験値／計算値は0.95～1.20の範囲内であり大きな差異は認められず、実験結果を概ね評価できる結果となった。

荷重-変位曲線の包絡線を図5に示す。じん性の評価は、降伏時変位を δy 、降伏荷重を P_y とした時、荷重-変位曲線の包絡線が P_y を下回るときの変位を δu として、じん性率 $\mu = \delta u / \delta y$ で行うものとした。各供試体のじん性率を表4に示す。軸力が大(G-2, G-4)のものは、軸力が小(G-1, G-3)のものより μ は低い値を示し、せん断補強鉄筋比 P_w が大(G-1, G-2)のものは、 P_w が小(G-3, G-4)のものよりも μ は大きい値を示している。鋼材をパラメータとしたG-3, G-5, G-6を比較した場合、差は微少であり鋼材による優劣は判断し難い。

(2) 埋込み方式の柱脚の埋込み長をパラメータとしてその最大荷重とじん性率を図6, 7に示す。最大荷重、じん性率とも埋込み長が125mm(I-1, 2)と250mm以上(I-3, 4)のものに大きな違いが現れており、埋込み長が0.5H(H: 鉄骨の高さまたは幅)程度では十分な耐力および変形性能が得られないものと考えられる。I-2, I-4の軸方向鉄筋のひずみ分布図を図8, 9に示す。I-2(鉄骨の埋込み長125mm)では、ベースプレートと同じ断面の軸方向鉄筋に応力が集中していることがわかる。それに対し、I-3(埋込み長250mm)では比較的応力が分散している。

6. まとめ

- (1) 柱が基礎に堅固に固定されている場合、降伏荷重および曲げ耐力の算定については、鉄骨を鉄筋に換算する方法で概ね推定できると考えられる結果が得られた。
- (2) 埋込み方式では、鉄骨の基礎への埋込み長と耐力、変形性能に密接な関係があり、本試験においては、1.0H以上の埋込み長を確保することで良好な耐力、変形性能が得られると考えられる。

【参考文献】

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書 設計編(平成3年版)、平成3年9月
- 2) 丸善：鉄道総合技術研究所編 鉄道構造物等設計標準(コンクリート構造物)、平成4年10月

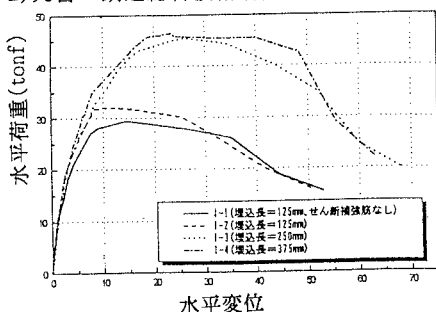


図7 荷重-変位曲線の包絡線(I-1～4)

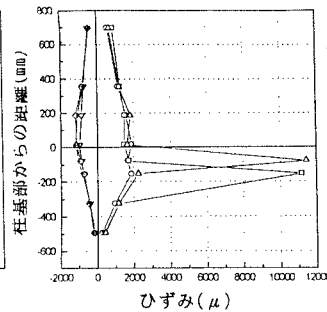


図8 軸方向鉄筋のひずみ分布(1.8 δy 時)I-2

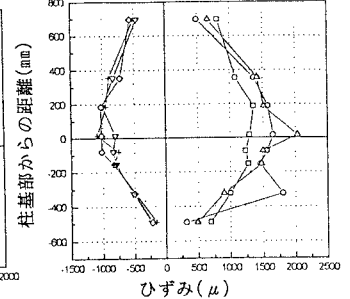


図9 軸方向鉄筋のひずみ分布(1.8 δy 時)I-3

表4 降伏荷重・最大荷重の計算値と実験値及びじん性率

供試体	降伏荷重			最大荷重			じん性率 μ
	計算値 P_{yc}	実験値 P_y	P_y / P_{yc}	計算値 P_{mc}	実験値 P_m	P_m / P_{mc}	
G-1	34.3	34.0	0.99	41.0	49.2	1.20	7.9
G-2	37.4	37.2	0.99	43.4	50.0	1.15	5.5
G-3	36.4	34.4	0.95	42.1	43.6	1.04	5.1
G-4	39.7	38.0	0.96	44.8	48.6	1.08	4.2
G-5	40.0	40.8	1.02	48.0	51.0	1.06	4.1
G-6	45.1	46.0	1.02	58.4	62.8	1.08	4.5
I-1	36.4	28.0	0.77	42.1	30.0	0.71	2.9
I-2	36.2	31.8	0.88	41.8	32.0	0.77	1.8
I-3	36.8	32.8	0.89	42.7	45.4	1.06	6.4
I-4	36.7	35.0	0.95	42.5	46.4	1.09	6.6

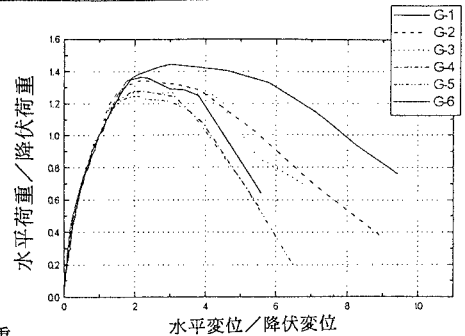


図5 無次元化した変位包絡線(G-1～6)

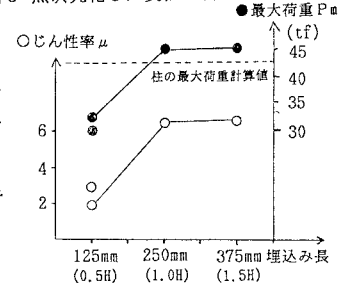


図6 埋込み長と最大荷重・じん性率