

(V-30) 束ね鉄筋RC柱の鉄筋抜け出し量と変形特性

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 菅野 貴浩
J R 東日本 東京工事事務所 正会員 古谷 時春
J R 東日本 東京工事事務所 正会員 堀江 雅直

1. はじめに

近年、鉄筋コンクリート柱をスレンダーにするために、軸方向鉄筋量を多くした高密度配筋を用いるケースが生じてきた。その場合、主鉄筋間隔の十分な確保が困難、束ね鉄筋の使用が必要、等といった場合がしばしばある。特に束ね鉄筋を用いた場合、定着部における付着力低減による主鉄筋抜け出し量が、RC柱の変形特性に及ぼす影響が比較的大きい。しかし、今のところその影響についてまだ十分に解明されていないのが現状である。そこで今回、束ね鉄筋を用いたRC柱の主鉄筋抜け出し量を実験的に解明し、その部材全体の変形特性に及ぼす影響について検討・考察を行う。

2. 実験概要

供試体形状を図-1に、供試体諸元を表-1に示す。パラメータとして、鉄筋抜け出し量に関係がある¹⁾鉄筋間隔Dと鉄筋径 ϕ との比D/ ϕ 、主鉄筋の束ね本数nをそれぞれ2.17~4.07、2~4本と変化させた。主鉄筋は、マッシュなフーチング中に十分な定着長およびフックを付け定着し、定着端部でのすべりをゼロとした。また、柱部材には十分な量の帯鉄筋を配置し、確実に曲げ破壊を起こすようにした。

荷重は、一定軸方向応力度(50kg/cm²)のもとで正負交番荷重を行った。荷重パターンは主鉄筋降伏までは荷重制御で1サイクルの荷重、その後は荷重点変位が降伏時変位 δy の整数倍となるように最低3サイクルずつ荷重し、荷重-荷重点変位曲線が前サイクルと同様とみなせる場合には、次の変位段階に進むものとした。

主鉄筋降伏時を部材降伏時、荷重-荷重点変位曲線の包絡線が主鉄筋降伏荷重 P_y を下回る時を部材終局時としそれぞれの変位を δy 、 δu とすると、じん性の評価はじん性率 $\mu = \delta u / \delta y$ で行うものとした。

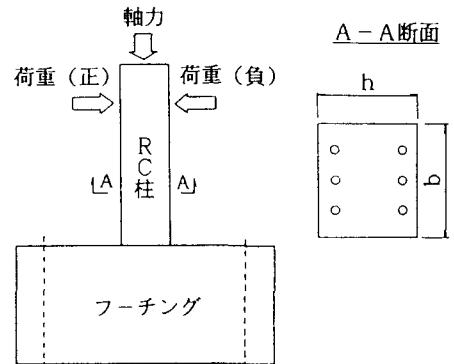


図-1 供試体形状

表-1 供試体諸元

供試体番号	柱断面寸法 (cm) b × h	軸方向引張鉄筋		帯鉄筋		軸方向圧縮鉄筋	
		径 (mm) × 本数	引張強度比 (C)	径 (mm)	間隔 (mm)	鉄筋中心間隔 D (mm)	鉄筋径 ϕ (mm)
1	30 × 35	D16 (2本) × 3	1.33	D13	c/c100	0.84	00
2	35 × 35	D16 (3本) × 3	1.76	D13	c/c100	0.72	00
3	40 × 35	D18 (2本) × 3	1.48	D13	c/c 75	0.84	110
4	40 × 40	D18 (3本) × 3	1.96	D13	c/c 50	1.27	110
5	40 × 45	D16 (4本) × 3	1.53	D13	c/c 50	1.27	80

※1 引張鉄筋は、1本の鉄筋断面積を考慮している。

※2 鉄筋間隔は、束ね鉄筋を考慮した等しい。1本の鉄筋断面積に換算した場合の値。

3. 実験結果

荷重-荷重点変位の一例を図-2に示す。

(1) フーチング内での主鉄筋ひずみ分布と荷重-主鉄筋ひずみ関係

供試体2の降伏時、終局時でのフーチング内における主鉄筋ひずみ分布を図-3に、柱下端における荷重-主鉄筋ひずみ曲線を図-4に示す。これより主鉄筋ひずみは柱下端位置で最大値を示し、2 δy 時に12 000~16 000 μ となり、その後若干増加するが変化は少ない。なおこの傾向は全供試体について共通し、終局時でのひずみは20 000 μ 前後であった。

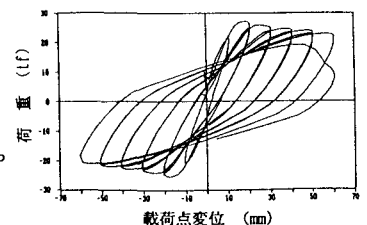


図-2 荷重-荷重点変位関係

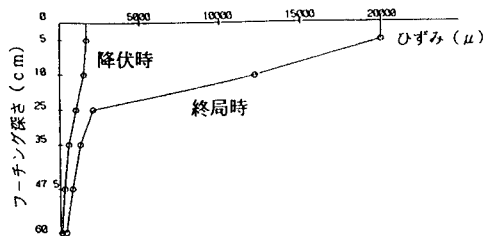


図-3 フーチング内主鉄筋ひずみ分布

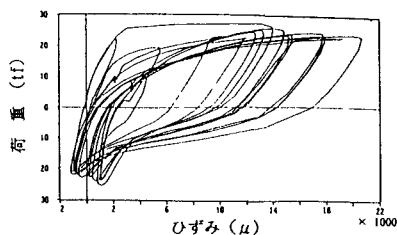


図-4 荷重-主鉄筋ひずみ関係

(2) 鉄筋抜け出し量

表-2 にフーチングからの鉄筋抜け出し量の実験値と計算値を示す。ここで実験値は、フーチング内での主鉄筋ひずみの積分値により求めた。ただし、フーチングと柱との接合位置でのひずみを20 000 μ とした。一方、計算値は束ね鉄筋を用いない場合の従来の算定式¹⁾による値である。これによると、降伏時では比較的精度良く算定可能だが、終局時において違いが大きいことがわかる。そこで、終局時における実験値と計算値との比 ($\Delta \ell_{ue} / \Delta \ell_{uc}$) と鉄筋束ね本数との関係を図-5 に示す。これより、終局時における鉄筋抜け出し量の実験値と計算値との違いは、鉄筋束ね本数が大きいほど大きく、束ね鉄筋を用いることによる付着力低減の影響によるものと考えられる。

表-2 抜け出し量実験結果

供試体番号	鉄筋抜け出し量 (mm)							
	降伏時				終局時			
	実験値 $\Delta \ell_{ye}$	計算値 $\Delta \ell_{yc}$	$\Delta \ell_{ye} / \Delta \ell_{yc}$		実験値 $\Delta \ell_{ue}$	計算値 $\Delta \ell_{uc}$	$\Delta \ell_{ue} / \Delta \ell_{uc}$	
1	0.53	0.57	0.93		3.52	0.70	5.01	
2	0.52	0.59	0.88		3.70	0.72	5.14	
3	0.45	0.51	0.88		2.99	0.63	4.71	
4	0.58	0.54	1.08		3.84	0.67	5.76	
5	0.58	0.57	1.01		4.47	0.70	6.35	

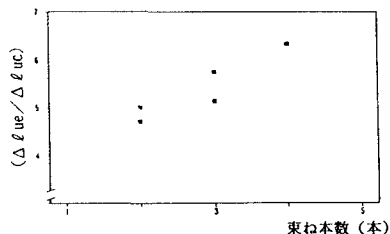


図-5 ($\Delta \ell_{ue} / \Delta \ell_{uc}$) と束ね本数

4. 鉄筋抜け出し量がRC柱の変形特性に及ぼす影響

図-6 に部材全体のじん性率 μ 、および鉄筋抜け出しによる回転変位を除いた柱部材のみのじん性率 μ_n の関係を示す。これより、束ね鉄筋RC柱においては終局時での鉄筋抜け出しによる回転の影響も大きい、じん性率の基準となる降伏変位が鉄筋抜け出し補正により小さくなるため、今回実験の供試体では、柱部材のみのじん性率は供試体全体に比べ10~15%程度大きくなる傾向となった。

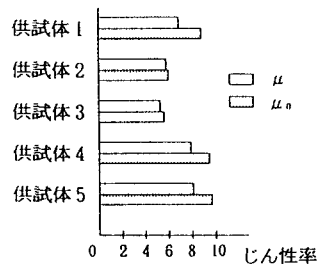


図-6 μ と μ_n の比較

5. まとめ

今回の研究により以下のことがわかった。

- ・ 軸方向束ね鉄筋を用いた場合、終局時での鉄筋抜け出し量が束ねない配筋に比べ相当大きくなる。
- ・ 従来の抜け出し量算定式は、軸方向束ね鉄筋を用いた場合でも降伏時については適用可能である。
- ・ 終局時抜け出し量の実験値と束ね鉄筋を用いない時の計算値との比は、主鉄筋の束ね本数が大きくなるにつれて増加する。

なお、本実験の計画・実施および研究にあたって、J R 東日本 東京工事事務所 石橋忠良次長の貴重な意見、指導を頂いたことを記し、謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 石橋忠良・吉野伸一：鉄筋コンクリート橋脚の地震時変形能力に関する研究、土木学会論文集、第390号、pp57~66、1988.2