

(V-4) 重拘束RC柱の曲げ耐力に及ぼす主筋定着効果に関する研究

防大 正会員 加藤清志・同 学生会員 ○黄倉光男
浅野工専 正会員 加藤直樹・防大 正会員 鯉淵芳伸
ネツレン 岩坂紀夫

1. ま え が き

前報¹⁾までに、RC短柱の圧縮耐力に関し、帯鉄筋間隔40mm以下で重拘束効果が顕著になること、重拘束の最大耐力は「帯鉄筋間隔/有効断面寸法比」の関数で与えられることのほか、じん性は最大耐力に比例すること等を明らかにした。本報では、柱が曲げ荷重を受けた場合に拡張され、重拘束が曲げ変形挙動に及ぼす影響および曲げ耐力向上の基本メカニズム等を考察し、主筋を重拘束により定着効果を上げることの設計上の基本指針を求めることを目的とした。

2. 曲げ試験用柱モデルの作製

試験体寸法は150×150×530mmで、鉄筋かごは図1に示す主筋量をほぼ一定(有効断面120×120mmの10.8%)となるよう配置[U13($a_s=125\text{mm}^2$), U17($a_s=177\text{mm}^2$), U23($a_s=388\text{mm}^2$)]し、帯鉄筋[U6.4($a_s=30\text{mm}^2$)]を図1に示すように10, 20, 30, 40mmピッチで拘束した。鉄筋材料はすべてSBPD1275/1420の高強度筋で、また、コンクリートの平均圧縮強度は60N/mm²である。

3. 実験結果と考察

3.1 曲げ破壊モード 図2に一例として[U17型]の破壊状況を示す。いずれのタイプでも、重拘束効果により曲げひび割れは分散・微細化し、ダクティルな挙動を示す。帯鉄筋の引張応力度 σ_v は $\sigma_v=1.15V\Delta l/(A_{vd})\cdots\cdots\textcircled{1}$ ここに、V:微小区間に作用するせん断力、d:部材の有効高さ。

区間 Δl あたりの帯鉄筋断面積を考慮すると、各ピッチの場合の引張応力 σ_v の比率は式②で与えられる。

$$\sigma_{v10}:\sigma_{v20}:\sigma_{v30}:\sigma_{v40}=1:2:3:4\cdots\cdots\textcircled{2}$$

すなわち、ピッチの逆数の比に比例して応力度はピッチの縮小とともに減少する。

3.2 曲げ荷重-変形曲線の特徴

図4, 5はピッチ30mmと10mmとの場合についての荷重-変形曲

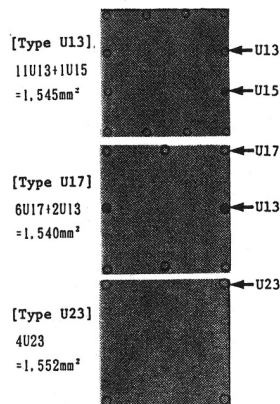


図1 主筋の配置状況

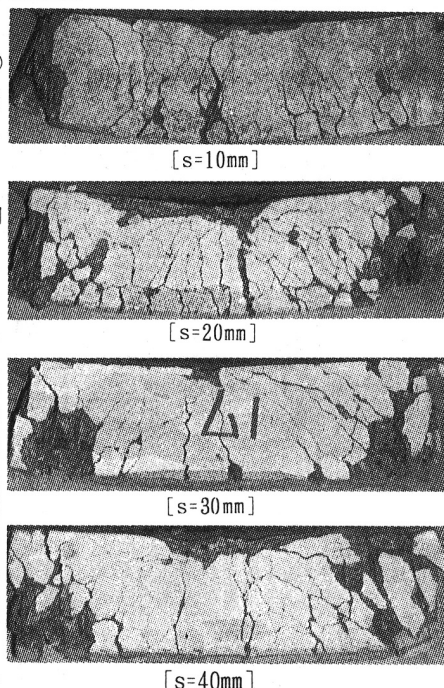


図3 重拘束RC柱の曲げ破壊モードの例[U17型]

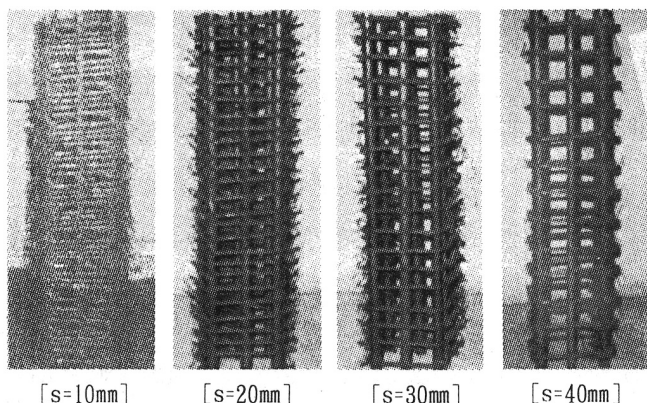


図2 鉄筋かご組立て状況の例[U17型]

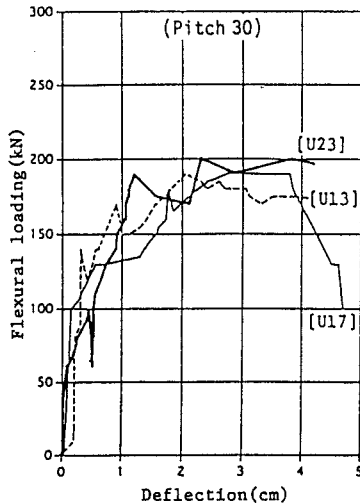


図4 ピッチ30mmの場合の荷重－たわみ曲線

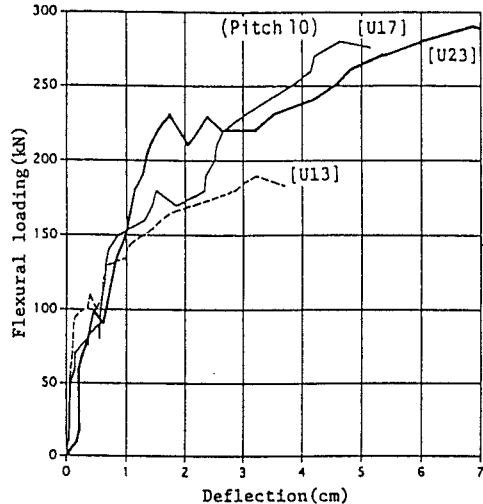


図5 ピッチ10mmの場合の荷重－たわみ曲線

線を示す。重拘束の中でも、30mm、40mmといった密度ピッチの場合は、主筋量が同一であれば、ほぼ類似の挙動を示す。いっぽう、重拘束中の高密度ピッチ10mmや20mmやの場合には、主筋径やその本数にやや大きな影響をうけている。いま、単鉄筋ばりと仮定すると、抵抗曲げモーメント M_r の比は

$$M_{r,s} [23] : M_{r,s} [17] : M_{r,s} [13] = 1 : 0.83 : 0.64 \cdots \cdots \cdots \textcircled{3}$$

細めの主筋を使う場合、分散配置するため引張最外縁の鉄筋量は減少するので、曲げ耐力も減少する。

3.3 曲げ耐力とじん性との関係

荷重－変形曲線で、極値までの面積値をじん性とするとき、式④は曲げ耐力 F とじん性 A_f との比例的関係を示す。

$$A_f = 0.0913F^2 + 0.966F + 0.377 \cdots \cdots \cdots \textcircled{4}$$

3.4 重拘束によるせん断抵抗力向上の基本メカニズム

図3に示す曲げ破壊モードから明らかのように、本実験の範囲では支点から進展する斜めひび割れの卓越が耐力低下の主因となっている。一般にはり部材は曲げモーメントによる垂直応力 σ とせん断力 V によるせん断応力 τ とが生じるが、前者は主筋に対応し、後者は中立軸で最大せん断応力となるのでスターラップで対応する。斜め引張力は $\sigma_1 = \tau_{max} (\sigma = 0)$ で、基線に関し、 45° 方向に作用する(図6参照)。微小区間 $\Delta \ell$ の斜め引張力 T_{bw} とスターラップ引張力との平衡条件から、 $(\sigma_s A_v) 45^\circ = T_{bw} [\equiv \tau_{max} (b_w \Delta \ell) \cos 45^\circ] \cdots \cdots \textcircled{5}$

$$T_{bw} = A_v \sigma_s / \sqrt{2} \cdots \cdots \cdots \textcircled{6} \quad \sigma_s = b_w \Delta \ell \tau_{max} / A_v \cdots \cdots \cdots \textcircled{7}$$

式⑥で $\sigma_s = \sigma_{ss}$ となるとき許容斜め引張力 T_{bw} は、式⑧で与えられる。

$$T_{bw} = A_v \sigma_{ss} / \sqrt{2} = \kappa A_v [\kappa \equiv \sigma_{ss} / \sqrt{2} (\text{定数})] \cdots \cdots \textcircled{8}$$

$$\therefore T_{bw} \propto A_v \cdots \cdots \cdots \textcircled{9}$$

式⑧は3要因間に「複比例」の関係があることを示す。スターラップによる重拘束定着および高強度筋の使用は耐力向上に大きく寄与する。

[謝辞] ワープロには 防大 治郎丸 良英事務官の尽力によった。付記して謝意を表する。

[参考文献] 1) Kato, K. ; Kato, N. and Iwasaka, N. : Theor. and Appl. Mech., V44, 1995, pp. 95-105.

2) 加藤清志・加藤直樹・岩坂紀夫: JCI論報, V. 2, No. 2(1996).

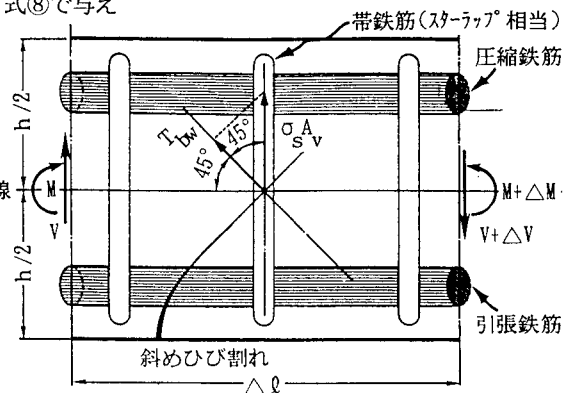


図6 斜め引張力・斜めひび割れ・帯鉄筋相関図