

(V-3) 重拘RC柱の終局つり合い帯鉄筋間隔・遷移帯鉄筋間隔と曲げ破壊モードとの相関性に関する研究

防衛大正会員 加藤清志・浅野工専 正会員 加藤直樹
 ネットレン 岩坂紀夫・住友電工 亀井敦志

1. ま え が き

前報¹⁾までに、RC柱の圧縮耐力に関し、帯鉄筋間隔が40mm以下で重拘束効果が顕著になること、重拘束柱の最大耐力は「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る場合に拡張された場合²⁾のうち、とくに、重拘束の破壊モードを支配する帯鉄筋間隔の存在について論じた。

2. 曲げ試験用柱モデルの作製

供試体寸法は150×150×530mm、鉄筋かごは主筋量をほぼ一定(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10, 20, 30, 40mmピッチで拘束した。これらを図1に示す。鉄筋材質はすべて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。曲げ荷重はスパン450mmで、中央点荷法によった。

3. 実験結果と考察

(1)曲げ破壊モード 図2に[U17型]の破壊状況の一例を示す。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、ダクタイルな挙動を示す。この理由は、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ことによる。

(2)曲げ挙動特性 主筋量が同一の場合でも、細めの鉄筋の場合のほうが最外縁の鉄筋量が減少するので、曲げ耐力も減少する。耐力的には太めが有利である。

(3)曲げ耐力とじん性との関係 重拘束の場合、曲げ耐力とじん性とは比例関係にあるので、高い保有耐力構造物に不可欠である。

(4)重拘束によるせん断抵抗力向上の基本メカニズム 許容斜め引張力 T_{bw} は、 $T_{bw}=A_v\sigma_{sa}/\sqrt{2}\cdots\textcircled{1}$ ここに、 A_v :スターラップ断面積、 σ_{sa} :許容応力度、式①の3要因間に「複比例」の関係があり、重拘束および高強度筋使用は耐力向上に大きく寄与する。

(5)支点破壊モードの判定 図3は本実験の範囲でもっとも有利な[U23]の場合の曲げ挙動であるが、ピッチ10, 20mmの「高密度重拘束」とピッチ30, 40mmの「普通密度重拘束」とが存在する。図4は支点における「斜め圧縮破壊」と「せん断破壊」領域³⁾を示している。ピッチ25mm以上では「せん断破壊」が、以下では「斜め圧縮破壊」となることが判明した。とくに、 $s=25\text{mm}$ は「遷移帯筋間隔」といえる。

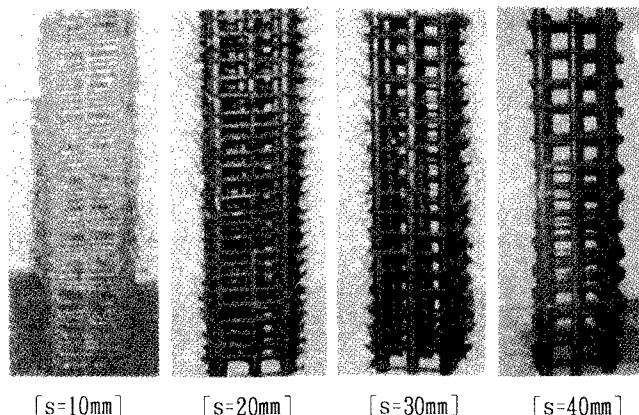


図1 鉄筋かごの例[U17]

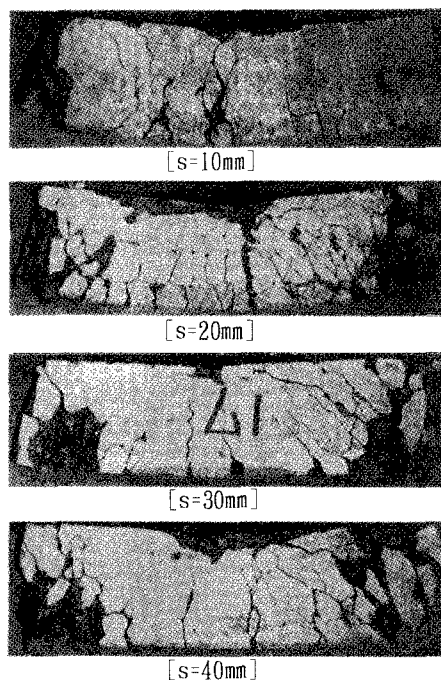


図2 曲げ破壊モードの例[U17]

(6) 遷移帯鉄筋間隔の一般式 腹部コンクリートの設計斜め圧縮破壊耐力と設計せん断耐力との関係

$$V_{wcd} \equiv V_{cd} + V_{sd} \text{ から}$$

$$s_{st} = \frac{p_s \cdot f_{wyd}}{f_{wcd} - \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot f_{vcd}} d \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

ここに、 $p_s = A_w / (b_w \cdot d)$:せん断補強鉄筋比 以下、文献³⁾ 参照。

(5)の例では、 $s_{st} = 27\text{mm}$ となる。

(7)終局つり合い帯鉄筋間隔の一般式 荷重による支点最大せん断力Rとバランスする設計せん断耐力 V_{yd} を与える”終局つり合い帯鉄筋間隔” s_{su} は

$$s_{su} = \frac{p_s \cdot f_{wyd}}{\gamma_1 \cdot R / (b_w \cdot d) - \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot f_{vcd}} d \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

(8)腹部コンクリートの限界設計圧縮強度 一般に腹部コンクリートの設計斜め圧縮破壊が先行して耐力を失うことはないが、低強度の場合はこの危険が生じる。設計せん断耐力と設計斜め圧縮破壊耐力との関係から、式④を満足する設計圧縮強度を ”限界設計圧縮強度” f'_{cd} と呼び、設計上の指針にできるのである。

$$1.25X^{1/2} - 0.20\beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot X^{1/3} - p_s \cdot f_{wyd} \cdot (d/s_s) = 0 \dots\dots \textcircled{4}$$

ここに、 $X \equiv f'_{cd}$

4. 結 論

RC部材の重拘束は、圧縮および曲げ耐力とじん性向上に直接的に連係し、人命および財産の保全上、有利に機能するので、即採用の要がある。本報では、とくに、設計上の指針となる”遷移帯鉄筋間隔”、”終局つり合い帯鉄筋間隔”、”コンクリートの限界設計圧縮強度” の存在等を明らかにした。

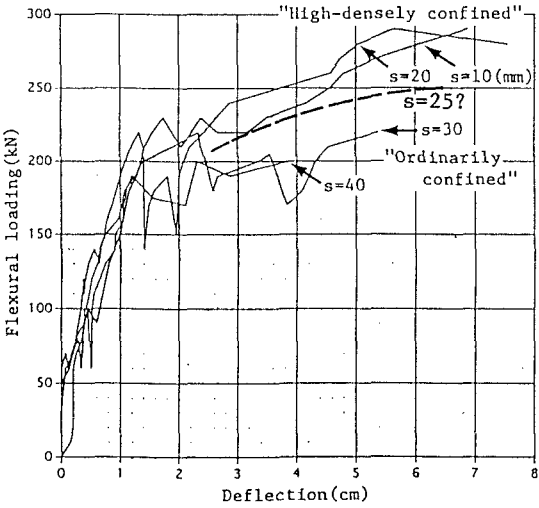


図3 曲げ荷重－たわみ曲線の例[U23]

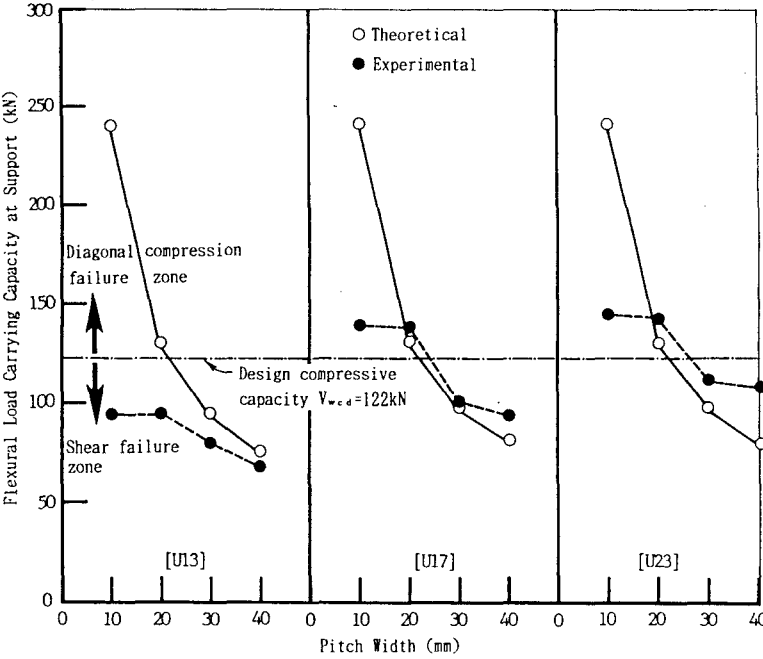


図4 RCはりの支点破壊モードの判定

[謝 辞]ワープロは防大 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.: High-Performance of Heavily Confined RC Column, Theor. and Appl. Mech., V.44, pp.95-105(1995). 2)加藤清志・加藤直樹・岩坂紀夫: 重拘束RC柱の曲げ耐力に関する研究、コンクリート工学年次論文集, V. 18-2, pp. 605-610(1996). 3)土木学会:コンクリート標準示方書・設計編、(1996).