

(V-42) RC柱の横重拘束による耐力向上法に関する理論的背景

防衛大学校 正会員 加藤 清 志

浅野工学専門学校 正会員 加藤 直 樹・高周波熱錬 岩 坂 紀 夫

1. ま え が き

前報¹⁾までにRC短柱のカンファインドコンクリートの実用的応力-ひずみ曲線の開発、ひずみ硬化の限界を与える主筋閾値鉄筋比の存在、じん性の定量評価法等を示した。

本報ではさらにRC柱の最大耐力、帯鉄筋間隔、有効断面、スポール・オフ深さ等との相関関係を実験・解析し、本実験の範囲では帯鉄筋間隔が40mm以下で重拘束効果が顕著となること、最終的には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を示し、RC柱設計上の基本コンセプトを明らかにする。

2. RC柱モデルの作製

試験体寸法は150×150×530mm、鉄筋かごは主筋にU13(4本)、帯筋(ピッチ:10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 100mmの10種)にU6を用いて組立て、材質はすべてSBPDI30/145の高強度のものである。構造用コンクリートの平均圧縮強度は、28日で310kgf/cm²(30.4N/mm²)であった。柱モデルは28日の標準養生を行い、以後、気乾状態で200tf(196.2kN)の圧縮試験機により载荷した。

3. 実 験 結 果

(1)最大耐力と帯鉄筋間隔との関係 図1はピッチ10mmと100mmの場合の破壊モードを示す。図2は最大耐力 P_c とピッチ s との関係を、また、式①はこの相関関係を示す。

$$P_c = 182.1 - 3.77s + 0.056s^2 + 0.000,202s^3 \quad (\gamma = -0.839) \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

図2の対数表示により求まる特異点は $s=40\text{mm}$ で、これ以下では重拘束効果が大きく、最大耐力および保有耐力は急増する。構造工学的視点から、重拘束を積極的に利用すべきである。

(2)有効コー断面積とピッチとの関係 図1に示すように有効断面の欠損すなわちスポール・オフ、とくに最大スポール・オフ d_m は"Weakest Link Theory"により最大耐力を支配するという破壊の基本コンセプトに基づき、スポール・オフとピッチとの関係を式②に示す。

$$d_m = -0.121,8 + 0.475,8s - 0.002,606s^2 \\ -1.42 \times 10^{-6}s^3 \quad (\gamma = 0.995) \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

$$0.476s \text{ (重拘束に対し)} \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

図2はピッチと最大耐力比 P_c/P_{t0} とおよび有効コー断面比 A_e/A_{e0} との関係を示す。ピッチは最大耐力比有効コー断面比に同様な影響を与えているこひとがわかる。

ここに、

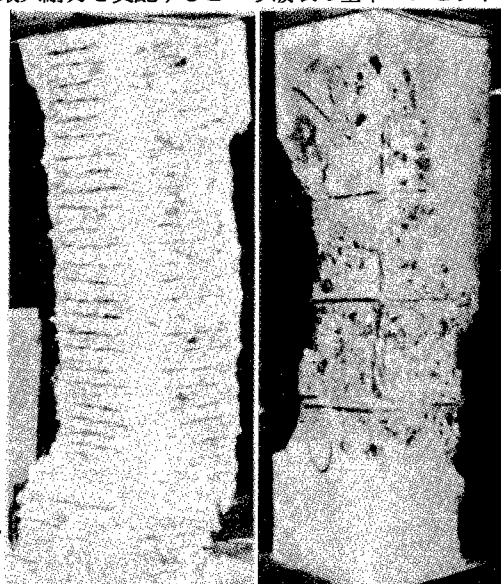
$$A_e/A_{e0} = \{(d_e - 2d_m)/d_e\}^2 \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

P_c, d_m : 上述、 P_{t0} : 理論最大耐力(後述)、 A_e, d_e : 正方形断面柱のスポール・オフ後の公称有効コー断面積 $= (d_e - d_m)^2$ と辺長、 A_{e0} : 初期の有効コー断面積 $= d_e^2$

最大耐力比と有効断面比との関係は式⑤で与えられる。

$$P_c/P_{t0} = 0.148 + 0.852A_e/A_{e0} \quad (\gamma = 0.985) \dots\dots\dots \textcircled{5}$$

式③と④とから、



$s=10\text{mm}$ (Tough Type) $s=100\text{mm}$ (Brittle Type)

図1 ティピカルな破壊モード

$$A_e/A_{eo}=(1-0.952s/d_e)^2\cdots\cdots\textcircled{6}$$

式⑤、⑥とから、重拘束RC短柱の最大耐力は、式⑦で与えられる。

$$P_c/P_{to}=1.000-1.622s/d_e+0.772(s/d_e)^2\cdots\cdots\textcircled{7}$$

カンファインド・コンクリート柱の理論的最大耐力 P_{to} は前報¹⁾に示したように、式⑧で与えられる。

$$P_{to}=f'_{cc}A_e+f'_{yd}A_{st}\cdots\cdots\textcircled{8}$$

ここに、 f'_{cc} :カンファインド・コンクリートの強度 $=f'_{co}(1.00+17.47\xi-23.274\xi^2)\cdots\cdots\textcircled{9}$

f'_{co} : プレーンコンクリートの強度、

f'_{yd} : 主筋の設計圧縮降伏強度、 A_{st} : 主筋鉄筋量、 ξ :拘束応力比。

4. 結 論

①帯鉄筋柱の最大耐力は、ピッチの3次関数で与えられる。

②重拘束効果は、ピッチ40mm以下で顕著となる。

③最大耐力はスポール・オフ深さにも依存する。

④重拘束のスポール・オフ深さはピッチの1次関数となる。

⑤最大耐力は”ピッチ/有効断面辺長比”の関数で与えられる。

⑥重拘束筋法はその有効性から積極的利用を図るべきである。

[謝辞]ワープロは防大・治郎丸 良英事務官の尽力によった。

[参考文献]1)Kato, et al.: Practical Stress-Strain Curve of RC Column and Its Threshold Steel Ratio of Axial Reinforcement, Theoretical and Applied Mech., V.42, Univ. of Tokyo, 1993, pp. 175-186.

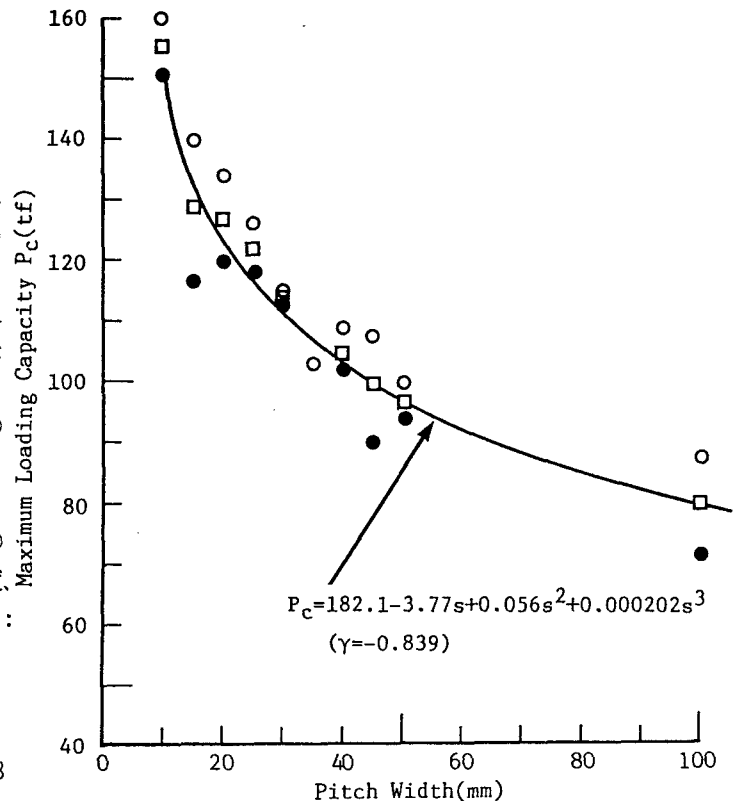


図2 最大耐力と帯筋ピッチとの関係

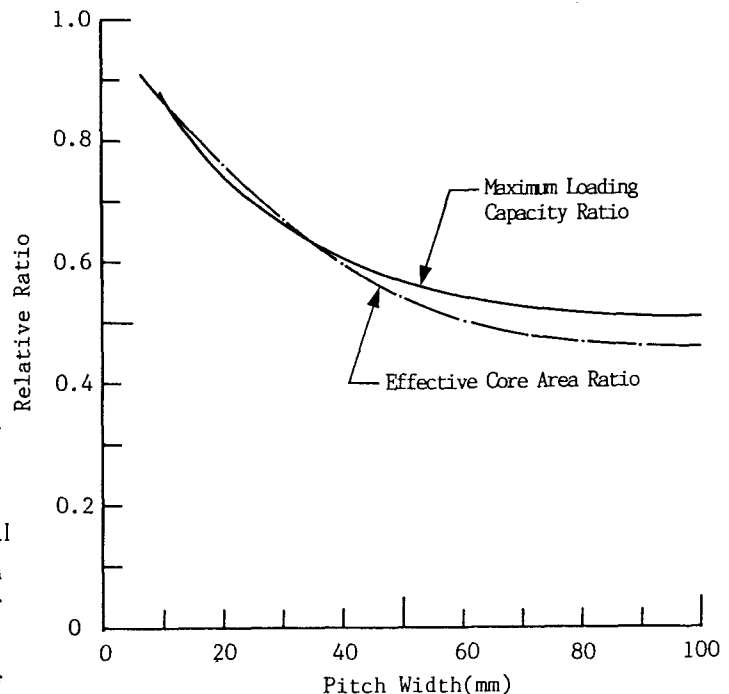


図3 ピッチと最大耐力比および有効コア断面積比との関係