

二軸曲げを受けるRC柱の拘束鉄筋の有効面積

中部大学 学生員 ○藤城 正裕
中部大学 学生員 本山 茂希
中部大学 正会員 平澤 征夫

1. まえがき

内部拘束鉄筋を有するRC柱が二軸曲げの偏心載荷を受ける場合の終局耐力の算定において、内部拘束鉄筋の効果の評価に関して過去に数々の研究がなされてきている。本報告は、二軸曲げにおける内部拘束鉄筋の効果を考慮する場合の主として拘束面積のとり方について検討を行った結果について述べるものである。解析方法は従来の提案式を用い、断面を無拘束部分、一重拘束部分、二重拘束部分の3部分に分け、さらにその中を細分した分割要素を用いて行う方法とした。

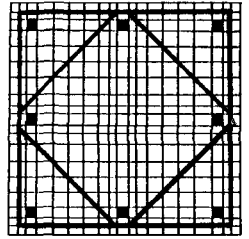
2. 解析概要

解析に用いる応力～ひずみ関係の提案式は修正Kent&Park式、Kent&Park式、土木学会式とする。また実験概要及び実験結果は、文献1)によるものとした。

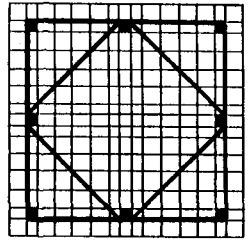
3. 解析方法と結果

解析方法は、断面を小さく分割することにより各要素の拘束の割合によって一重拘束、二重拘束及び無拘束の3種類の応力～ひずみ関係を仮定して解析する方法であり、さらに拘束面積を横拘束鉄筋の外側(外拘束)、内側(中拘束)、そのまた内側(内拘束)と3種類の取り方とした(図-1参照)。

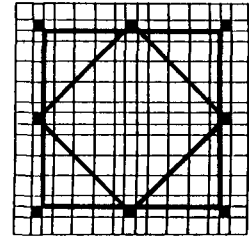
拘束の割合と要素分割数は外拘束では無拘束72、一重拘束140、二重拘束173、中拘束では無拘束56、一重拘束80、二重拘束105、内拘束では無拘束88、一重拘束60、二重拘束89とし、それに鉄筋要素8を加えて、合計は外拘束393、中拘束249、内拘束245の要素数に分割して計算した。ここで、それぞれの応力～ひずみ関係を用いて求めた終局耐力の計算結果と実験値の比較を表-1に示す。表-1より、耐力比に関しては拘束面積を外拘束、中拘束、内拘束のいずれを取るにしてもそれぞれの提案式においてあまり差がないことがわかる。現行の設計方法の安全率を検討するために図-2に外拘束についての終局耐力比を比較したものを示す。この図は縦軸に実験値を計算値で除した終局耐力比をとり、横軸に荷重偏心方向を示したものである。この図-2より、



外拘束



中拘束



内拘束

図-1

表-1

0°方向、22.5°方向のものはどの提案式を用いても1.0を下回り危険側ということになってしまいが、そのなかでも土木学会式が他の2つの提案式に比べ、1.0に最も近く適当な値を示していることがわかる。このことより終局耐力に関しては土木学会式が、最も適切であると考えられる。

次に靱性を評価した結果を表-2、図-3に示す。ここでは曲率靱性率によって評価するものとし、曲率靱性率 $R = \Phi_u / \Phi_y$ (Φ_y : 軸方向鉄筋の

	A18-000	A18-225	A18-450
実験値	15.30	14.99	14.38
S 外拘束	17.63(0.993)	16.23(0.998)	16.67(0.995)
I 中拘束	16.29(0.934)	15.61(0.933)	14.24(0.929)
A 内拘束	16.16(0.952)	15.52(0.940)	13.91(0.949)
K 外拘束	16.13(0.954)	15.61(0.935)	14.14(0.932)
A 中拘束	15.61(0.973)	15.33(0.952)	13.79(0.958)
P 内拘束	15.66(0.976)	15.76(0.956)	13.85(0.963)
S 外拘束	15.49(0.993)	14.60(0.947)	13.37(0.931)
I 中拘束	15.59(0.987)	15.87(0.975)	13.45(0.948)
A 内拘束	15.61(0.985)	14.99(0.973)	13.46(0.947)

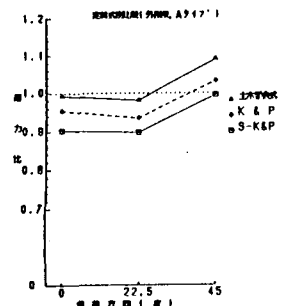


図-2

降伏モーメント M_y 時の曲率、 Φ_y ：最大モーメント到達後に再び M_y となった時の曲率で表す）。なお、ここでは軸方向鉄筋の降伏モーメント M_y が二軸曲げの場合に鉄筋位置により降伏時のモーメントレベルが異なるので、最大モーメントの80%を M_y とすることにした。表-2、図-3より、拘束面積を内拘束とした場合、どの提案式をとっても、5以上の差があり、計算値の曲率靱性率は5.0にも満たないことがわかる。また中拘束の場合でも、修正Kent&Park式Kent&Park式において、22.5°方向、45°方向の曲率靱性率は、内拘束に比べると実験値に近づきはしたが、まだ差があることがわかる。外拘束ではKent&Park式がどの載荷方向についても実験値と一番近く、その差は最大でも1.6程度であることがわかる。このことより、靱性を評価する場合はKent&Park式を用い、拘束面積の取り方は外拘束とするのが適切であると考えられる。

表-2

	A10-000	A10-225	A10-450
実験値	10,210	10,490	12,240
S K & P	外拘束 9,231	13,033	13,655
	中拘束 5,873	8,901	9,179
	内拘束 3,173	4,083	4,374
K & P	外拘束 8,532	11,635	11,377
	中拘束 3,983	6,713	7,084
	内拘束 2,989	3,617	3,876
土 木 学 会 式	外拘束 2,557	2,880	2,925
	中拘束 —	2,611	2,911
	内拘束 —	2,880	2,945

4. モーメント～曲率曲線

縦軸にモーメント ($t \cdot m$)、横軸に曲率 ($\cdot 10E-6/cm$) をとったモーメント～曲率曲線を図-4に示す。図-4より土木学会式は外、中、内拘束がほぼ同じであることから、拘束面積には影響されないことがわかる。また最大モーメントの値、およびその点に至るまでの曲線の傾向は土木学会がよく表現していることがわかる。また最大モーメント以降の曲線の減少傾向をうまく表現しているのは、修正Kent&Park式、Kent&Park式の外拘束であり、解析結果の最大耐力の値が実験値よりわずかに大きな値を示していることを除けば、よい一致を示しているといえよう。

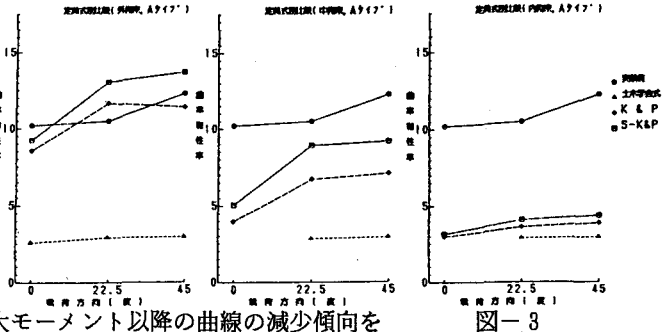
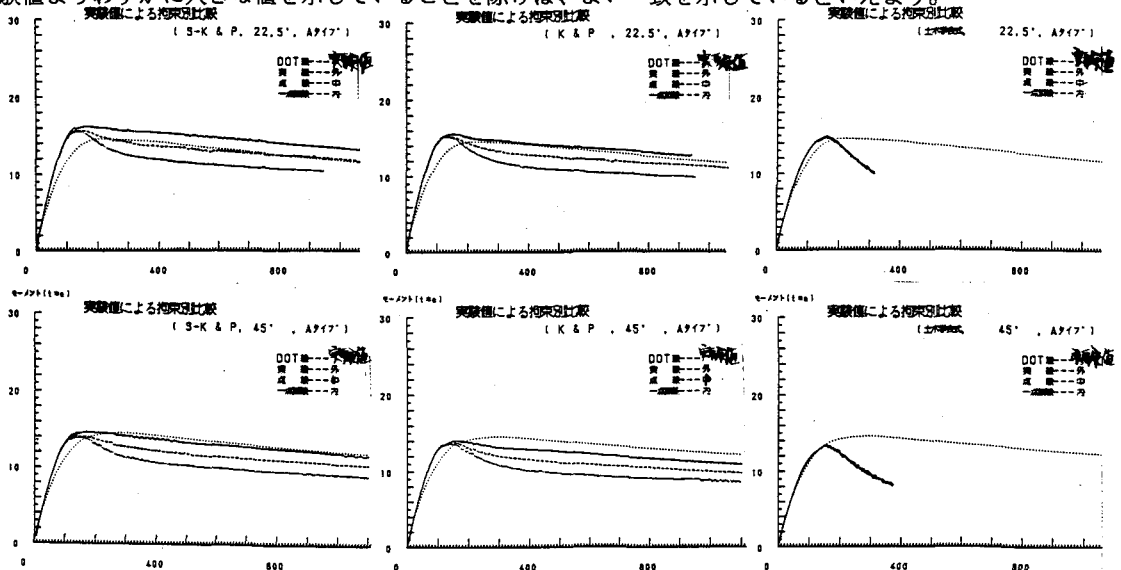


図-3



5. まとめ

図-4 モーメント～曲率曲線

以上より拘束面積の取り方としては、横拘束鉄筋の外側で区切る外拘束が最も適切であり、算定に用いる応力～ひずみ関係としてはKent&Park式を用いるのが適当であると考えられる。最後に共同研究者として御協力いただいた足立 大輔、武田 靖の両氏に深謝いたします。

参考文献 1) 平澤、古澤、山内：「横拘束鉄筋を有するRC柱の二軸曲げ偏心耐力」、土木学会第44回次学術講演会論文集 第5部/V-210 (1989.10)