

V-282 側方鉄筋を有する部材の引張鉄筋比の評価について

山梨大学工学部 正会員 二羽淳一郎

山梨大学工学部 正会員 檜貝 勇

1. はじめに

引張鉄筋比 p_t は、RC部材の靱性に大きく影響を及ぼす要因の一つであり、現在までに提案されている各種の靱性評価式は、この影響を何らかの方法で評価している。しかしながら、多段配筋されたはり部材、あるいは橋脚のような側方鉄筋を有する柱部材では、引張鉄筋比の評価自体が問題となり、確立された評価手法は得られていないようである。現在までに、提案されている評価手法は、大別して2通りある。石橋らは、断面に配筋されている軸方向鉄筋すべてに対して、配置高さによる重みをかけて加算し、これを引張鉄筋断面積としている¹⁾〔方法1〕。引張鉄筋断面積を A_s とすると、 $A_s = \sum (A_{si} d_i) / h$ である。また、陸好らは、断面の曲げ終局時の中立軸位置よりも引張側にある軸方向鉄筋はすべて引張鉄筋であるとして、これらを加算している³⁾〔方法2〕。 $A_s = \sum A_{si}$ （ただし、曲げ終局時の引張側のみ）である。この2通りの方法は完全に別のものであり、また結果として得られる p_t の値も相当に異なると予想される。そこで、これら2通りの方法を用いて試算を行い、 p_t の評価にどのような相違が現れるかを検討してみた。

2. セン断強度による検討

これら2つの評価方法は、考え方は異なるが、提案された根拠は同様である。すなわち、多段配筋されたはり部材のせん断強度を裏付けとしているのである。せん断補強鉄筋を有しないはり部材のせん断強度を、①式で推定する際には p_t が必要となるが、これをそれぞれ上述の方法で評価すれば、せん断強度をほぼ妥当に推定できるので、このように p_t を評価するという考え方である。

$$f_v = 0.94 f_c'^{1/3} \beta_p \beta_d (0.75 + 1.4/(a/d)) \quad \text{①}$$

但し、 f_v, f_c' : kgf/cm²、 $\beta_p = (100 p_t)^{1/3}$ 、
 $\beta_d = d^{-1/4}$ (d : m)、 $p_t = A_s / (b d)$

なお、石橋らは①式において、 d の代わりに桁高 h を用いた方が算定精度が向上するとしている。図1に、多段配筋されたはりのせん断強度の実験値^{1)~3)}をこれらの方法により算定した結果を示す。報告されているように算定精度はほぼ同程度であり、いずれの方法によってもほぼ妥当な精度で、せん断強度を予測できることが認められる。

3. セン断強度の試算

図1に示した実験データは、大きいもので桁高40cm程度であり、最大で4段配筋までのデータである。図2は、一辺40cmの正方形断面に4段配筋（配置本数は12本で、 $d_1 = 35$ cmに4本、 $d_2 = 25$ cmに2本、 $d_3 = 15$ cmに2本、 $d_4 = 5$ cmに4本配置）された状態を考え、せん断強度を試算したものである。ただし、 $a/d_1 = 3$ 、 $f_c' = 300$ kgf/cm²、 $f_y = 4000$ kgf/cm²とした。横軸 p_a は、鉄筋総断面積を $b d_1$ により除したものであり、これを4%まで変化させ、せん断強度の変化を調べた。図2より認められることは、①方法2では、低鉄筋比の場合、曲げ終局時の中立軸位置 x が最上段筋位置をも上回るため、最上段筋までが引張鉄筋に含まれることになり、結果的に方法1よりも10%程度大きいせん断強度を予測する、② p_a が約1%

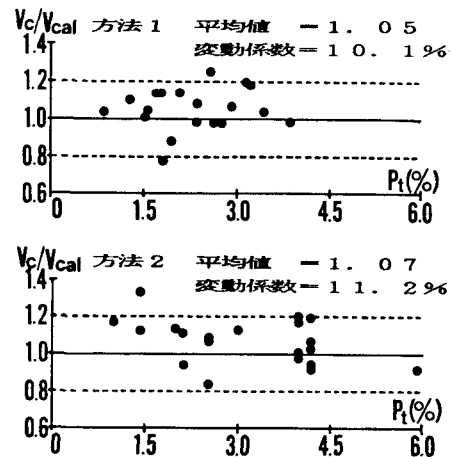


図1 方法1、2によるせん断強度の算定結果

を上回ると方法1、2ともほとんど差はない、ということである。この場合、方法1では、換算される引張鉄筋断面積 A_s は配置された鉄筋総断面積の約57%となる。一方、方法2では曲げ終局時の x/d_1 の値が高々 0.3程度までであり、低鉄筋比の領域を除けば、最上段筋以外が引張鉄筋と判定され、 A_s は全体の 2/3となる。しかし、①式において p_t の影響は 1/3乗で表されるため、試算されるせん断強度はほぼ同程度となるのである。

4. 引張鉄筋比の試算

したがって、断面寸法や鉄筋の配置段数がこの程度の実験データのせん断強度に基づき、 p_t の評価を行っていくことは必ずしも適当ではないと考えられる。図3は、一辺40cmの正方形断面に4段配筋(上述の通り)した場合と、一辺200cmの正方形断面に20段配筋(配置本数は76本で、 $d_1 = 195\text{cm}$ に20本、 $d_{20} = 5\text{cm}$ に20本、 $d_2 \sim d_{19}$ までは等間隔に各2本配置)した場合の p_t を方法1、2により試算した例を示す。図3より認められることは以下の通りである。すなわち、方法1では、大型断面になるに伴って、かぶりの影響が相対的に小さくなり、 p_t は p_a の 1/2 に近づいていく。また、方法2では、小型断面で、鉄筋段数が少ない場合には方法1との差は比較的小さいが、大型断面で鉄筋段数が増加すると算定される p_t が方法1に比較して大きくなり、さらにその傾向は低鉄筋比の領域ほど大きいということである。例えば、図3の一辺200cmの正方形断面の場合において、方法2による p_t が 1.0% のとき、方法1による p_t は 0.73% となるが、これは提案されている靱性評価式³⁾で、 p_t の影響を表す靱性率 μ_{rut} が 1.0 から 2.67 に変化することに相当し、 p_t の評価方法が靱性評価に大きく影響することが認められるのである。

5. 結論

側方鉄筋を有する部材の靱性評価にあたり、 p_t をどのように定めていくかは重要な問題であり、研究が進められているが、通常の実験供試体レベルのせん断強度の実験値に基づく p_t の評価方法を、そのままの形で実大の部材へと適用していくことには問題があるのではないかと考えられる。

なお、本研究は、科学研究費補助金総合研究(A)(62302042)によって行ったものである。

参考文献

- 1) 石橋・斎藤・寺田：RCはりの腹部に配置された軸方向鉄筋のせん断破壊性状に及ぼす影響について、第40回セメント技術年報、pp.495~497、1986
- 2) 石橋・斎藤・寺田：RCはりの腹部に配置された軸方向鉄筋のせん断耐力に及ぼす影響について、土木学会第40回年次講演会概要集、第5部、pp.321~322、1985
- 3) 陸好・町田：側方鉄筋を有する鉄筋コンクリート部材のせん断耐力および変形能、コンクリート工学年次論文報告集、9-2、pp.335~340、1987

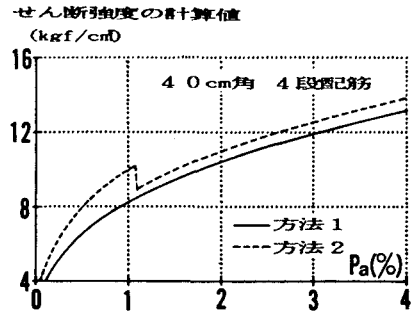


図2 せん断強度の試算結果

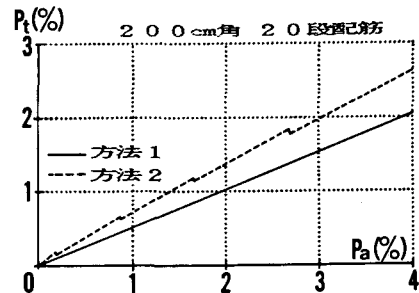
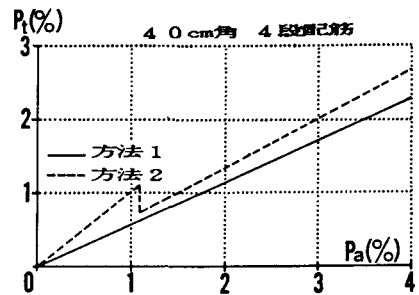


図3 引張鉄筋比 p_t の試算結果