

徳山高専 正員○田村隆弘

徳山高専 正員 重松恒美

徳山高専 正員 原 隆

呉 高専 正員 中野修治

1. まえがき 現在、土木学会コンクリート示方書では、軸方向引張り力を受けるRC棒部材のせん断耐力に関する算定は、デコンプレッションモーメントを用いる考え方によって処理されている。(式1)そして、そこではHddadinらが行った実験(フランジとウェブの比 $b/b_w=3.43$ 、せん断スパン比 $a/d=2.5\sim6.0$ 、引張り鉄筋比 $p_w=0.038$ のT型梁で、軸方向引張り応力は最大約 20kgf/cm^2)から、その式の安全性が確かめられている。しかし、そこでは、この軸方向力を受ける部材についての研究、解析事例がきわめて少ないことが指摘され、この部材のせん断破壊における終局状態を説明する明確な理論が確立されないまま、安全側に設計せん断耐力が見積もられていることもうたっている。

$$\beta_n = 1 + 4M_o / M_u \cdots (1) \quad (M_o: \text{デコンプレッションモーメント、} M_u: \text{終局モーメント})$$

著者らは、これまで実験やシュミレーション解析により、この問題について調査、検討してきた

が、著者らが実験を行った範囲(せん断スパン比 $a/d=1.75\sim4.0$ 、引張り鉄筋比 $p_w=0.011\sim0.026$ 、の矩形梁と、フランジとウェブの幅比が 3.0 のT型梁)では、示方書算定式の安全率等を確認し、このうち矩形梁では、42体の実験結果から、実験式

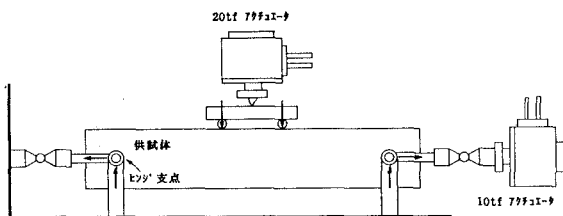


図-1 軸方向引張り力を受ける梁の曲げ載荷試験
を提案した。ここで提案した実験式もこのデコンプレッションモーメントの考え方を取り入れた形のものであるが、これについては実用設計上おきな問題は無いと思われるが、大きな軸方向引張り力を受けるRC部材や、軸方向鉄筋量の少ない場合等の終局せん断耐力の評価については、検討の必要性があると思われる。これまで、著者らは、有限要素法によってもこの軸方向引張り力を受ける部材のせん断破壊性状についてのシュミレーション解析も行ってきたが、実験と比較する形で確認された解析結果は、ひび割れ性状やたわみ性状等において、軸方向引張り力の影響をよく表している。

最近の研究の中でCollins等は、2方向応力を有する部材の耐力の予測にModified compression field theoryの有効性を報告し、これにより軸方向引張り力を受けるRC部材のせん断耐力を予測している。そして、そこでは軸方向鉄筋の量と配置がこの軸方向引張り力を受けるRC部材のせん断耐力に大きく影響を及ぼす事を報告している。これらの事を背景に今回の研究では、この軸方向引張り力を受けるRC部材について、軸方向鉄筋量に着目して、有限要素法によるシュミレーション解析を行った結果について報告する。

2. 解析概要 図-1に示すような、構造の最も単純な複鉄筋長方形梁をが軸方向の引張り力と、そして曲げを受ける場合を解析の対象とした。本解析では、

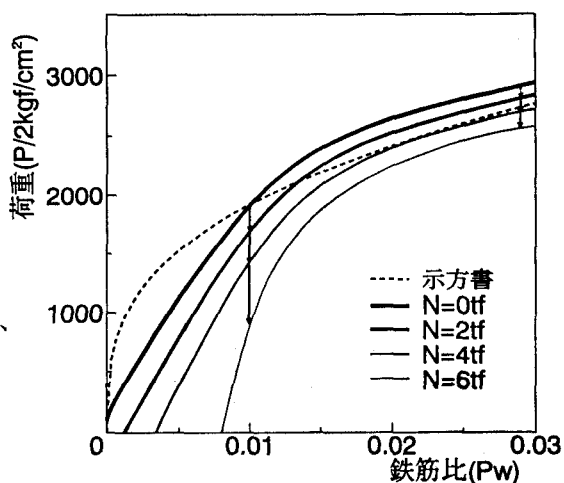


図-2 鉄筋比と軸方向引張り力の関係

ウェブとそしてフランジからなるT型梁やI型梁まで解析するためシェル部材の解析のために開発されたアイソパラメトリック退化シェル要素を用い、これらの梁の弾塑性解析を行った。解析概要の詳細については前回の報告で述べたのでここでは省略する。

3. 軸方向鉄筋量と軸力を受ける部材のせん断耐荷力の関係

図-2に鉄筋比と軸方向引張り力の関係を示す。ここで、破線は示方書の採用する軸方向力の作用しない場合の耐荷力曲線であり、実線が解析解で得られた、それぞれの軸方向引張り力における耐荷力曲線であるが、鉄筋比が約0.01より小さな所では軸方向引張り力の影響が大きく現れている。図-3は、せん断破壊による耐荷力の減衰を、終局理論による終局モーメント M_u と解析での破壊モーメント M_{cal} の比によって表したものである。これにより、鉄筋比が小さな所で、軸方向引張り力の影響を大きく受ける事が一層よく理解される。また、図-4では、横軸を軸方向引張り力とし、それぞれの鉄筋比におけるせん断強度の変化を示したものであるが、この図から、鉄筋比が0.025では、6tfの軸方向引張り力に対しても、ほとんど直線的な耐荷力の減衰が見られるのに対し、それより鉄筋比が小さくなるに従って、約4tfの軸方向引張り力により直線の勾配が急激に下がって行くのが見られる。そして、図-5では、この減衰の様子を、 M_{cal} と M_u の関係から示したものであるが、この図から示方書に示されるデコンプレッションモーメントの考え方を採用した軸方向力の項の式の係数と、この式によって与える事のできる解の有効範囲が予測される。すなわち

グラフより、鉄筋比が0.0148より大きな所で、軸力が4tfより小さな範囲において、直線の傾きはほぼ一定であり、 $1+0.85M_o/M_u$ ($p>0.0148$) ...2)

これより小さな鉄筋比では、
 $1+1.70M_o/M_u$ ($p=0.0107$) ...3)
 $1+1.86M_o/M_u$ ($p=0.007$) ...4)
 $1+2.27M_o/M_u$ ($p=0.005$) ...5)

と変化してゆく。

4. あとがき 今回の解析結果から見る限り、示方書算定式では、前に示したように4 M_o/M_u と大きな安全率を持たせているので、今回取り上げた小さな鉄筋比の場合についても、十分な安全性を確保しているものと思われる。しかし、約20kgf/cm²を越える軸方向引張り応力を受ける場合については、安全率は急激に低下するものと思われる。

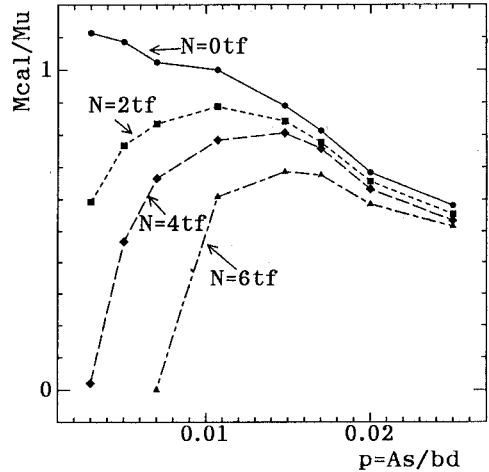


図-3 M_{cal}/M_u と鉄筋比 p の関係

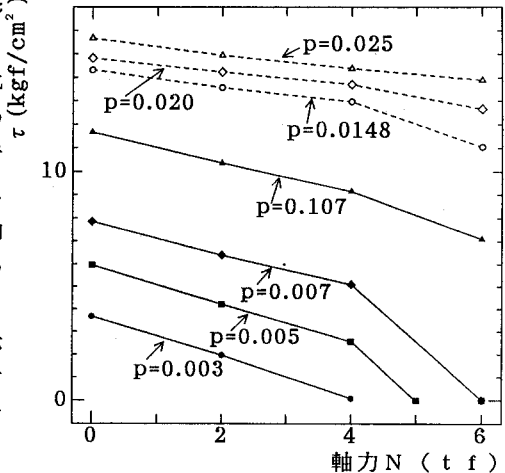


図-4 せん断強度と軸方向引張り力の関係

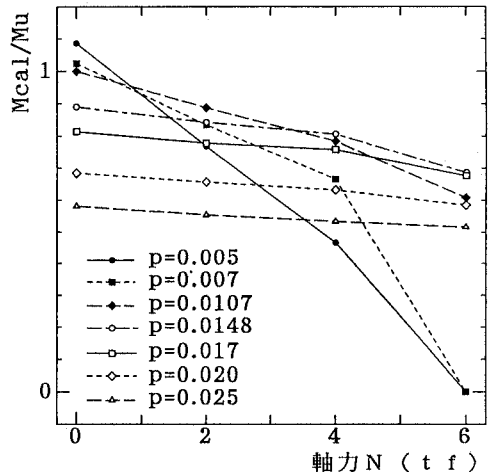


図-5 M_{cal}/M_u と軸方向引張り力の関係