

初期軸方向引張応力を有するT型梁のせん断耐力特性

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

鉄筋コンクリート部材のせん断破壊性状が次第に明らかにされつつあるなかで、軸方向力を受ける梁部材のせん断耐力に関する研究は十分とは言えず、特に軸方向引張力を受ける場合についての研究は極めて不足している状態であることは、今回のコンクリート標準示方書改訂委員会による改訂資料にも議論されている。一般に外力によりコンクリート梁部材に軸方向引張応力を誘発することはまれであるが、コンクリートの乾燥収縮等の初期内部応力は不可避のものであり部材が外的拘束下にあるときは、その弊害としてひび割れを生ずるまでに至り、場合によってはコンクリート構造物の機能性と耐久性を低下させる。

著者らは、先年より外力として油圧ジャッキによる一方向漸増載荷により、初期軸方向引張応力を有する部材を仮定した矩形梁についての曲げせん断耐力を実験的に調査し、また、シミュレーション解析も試みた。(コンクリートの乾燥収縮による軸方向引張応力は、短時間強度試験下の応力速度に比較して極めて遅い速度で増加し、従って強度に及ぼす荷重速度等の影響が考慮される必要があるが、著者らの研究では、あらかじめ軸方向応力を持った構造部材を考えるものとした。)

示方書では、梁部材のせん断耐力を基本的にコンクリートの分担分とせん断補強筋の分担分の和により算定することとし、軸方向力については、これに CEB/FIB のモデルコードの考え方、すなわち、デコンプレッションモーメントを用いての算定をおこなうものとしている。そして、改訂資料では Haddain らの実験によりこの式の適応性を報告し、 a/d が小さい場合には安全側、 a/d が大きい場合はやや危険側の値を与える傾向があり、また軸力に関しては、圧縮の場合安全側、引張の場合やや危険側の値を与える傾向があることを明示し、 a/d が大きく (6.0 程度) 軸方向力を受ける場合にせん断破壊に対する安全率が低下しないことを報告しているが、このことは、著者らのこれまでの調査における結論の中にもみられ、 a/d を 3.0~1.75 まで扱った前回の調査では、せん断スパン比 a/d が小さいほど軸方向力の影響が大きくなることも報告した。今回、矩形断面に引き続き T 型断面について実験的解析することにより、さらにこの挙動特性を調査した。

2. 実験供試体及び実験過程

供試体は、図-1 に示されるようなウェブ幅 $b_w=10\text{cm}$ 、フランジ幅 $b_f=22\text{cm}$ 、有効高 $d=23\text{cm}$ の復鉄筋 T 型断面で全長 180cm、支間を 140cm とした。せん断補強筋については、ス

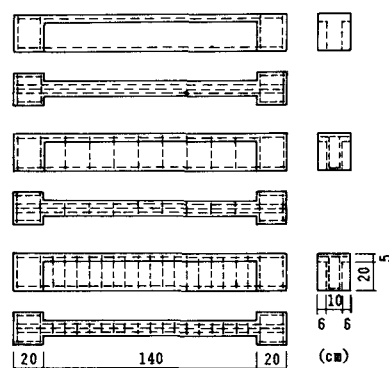


図-1 供試体断面および配筋図

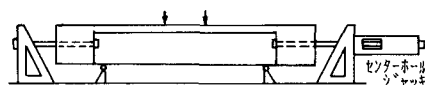


図-2 軸方向引張りを受ける梁の曲げ試験

表-1 諸パラメータおよび破壊荷重

供試体 No.	スラーフ*	軸力 (t)	a/d	σ_c	σ_s	破壊 (kgf)
A-1	なし	0	1.75	320	33	7000
A-2	なし	3	1.75	370	37	8800
A-3	なし	6	1.75	320	33	7000
A-4	なし	0	2.00	320	33	7000
A-5	なし	3	2.00	370	37	7800
A-6	なし	6	2.00	370	37	7600
B-1	16cm間隔	6	2.00	380	28	7800
B-2	12cm間隔	6	2.00	380	33	7300
B-3	8cm間隔	6	2.00	360	33	8000

ターラップをそれぞれ 8cm、12cm、16cm 間隔（せん断補強の程度を $0 \sim 5.8 \text{ kgf/cm}^2$ ）で配置するものと全く用いないものを準備した。

十分に強度の出た供試体に、図-2 に示すようにセンターホールジャッキにより所定の軸力 ($N=6\text{t}, 4\text{t}, 0\text{t}$) を導入し初期軸方向引張応力を誘発させる。そして、この軸方向引張力を固定した後、設定したせん断スパン比 ($a/d=2.0, 1.75$) のもとで 2 点曲げ载荷試験を行ない、各荷重段階におけるひび割れ性状を観察するとともにコンクリート上縁および引張主鉄筋ひずみ、そして、スパン中央および载荷点下のたわみを測定する。

3. 結果

供試体のパラメータおよび破壊荷重を表-1 に示す。図-3 は、スターラップ無しで $a/d=2.0$ と 1.75 の供試体について軸方向力別に破壊時のひび割れ図をそれぞれウェッジとフランジについて写真したもののである。斜めひび割れについてみると、軸方向引張力が大きくなるにつれその角度が起きてくる。そして、同時に曲げひび割れの数が増大してくる。これは、軸方向引張力により全断面に引張応力が入る

ことで、曲げに対するコンクリート引張応力があらかじめ減じられていることで説明される。また、T 型梁特有のフランジにおけるせん断ひび割れもいくつかの供試体で確認されるが、 $a/d=2.0$ で軸方向力を 4 t, 6 t と導入したものについては見られなかった。これは、軸方向力により供試体の破壊性状がせん断圧縮破壊からせん断引張破壊に移行したことを示すと思われる。

図-4 は、軸方向力 6 t、 $a/d=2.0$ で腹鉄筋量を変化させたものを示す。スターラップが、ウェッジにおけるせん断ひび割れを抑制していることがよく示され、また、フランジにおけるせん断ひび割れも腹鉄筋を配置したものについては、スターラップがフランジ内で横方向鉄筋として加工されているため、これによっても抑制されている。

図-5 は、軸方向力を 6 t 導入したものと、全くしないものの荷重-ひずみ図であるが、軸方向力を導入したものの方がひび割れの進行がいくぶん緩やかであることが示される。また、図-6 は同様に荷重-たわみのグラフであるが軸方向力を導入したものの方がたわみが大きいことがわかる。

4. おわりに

実験データの数が少なく、耐力式の定義には及ばないが、これまで行った矩形梁とほぼ同様の破壊性状が見られた。しかし、こうした中で、T 型梁の終局耐力を考える際、本実験でも多くの供試体で見られるようにフランジせん断応力を考慮しなければならず、これに対する軸方向力の影響も考慮する必要があると思われる。

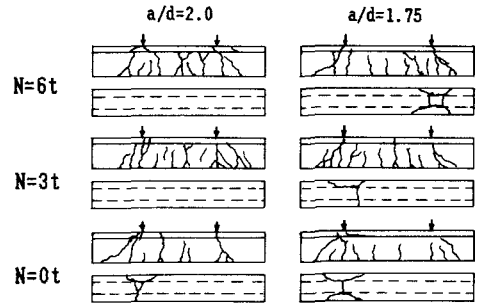


図-3 供試体ひび割れ図

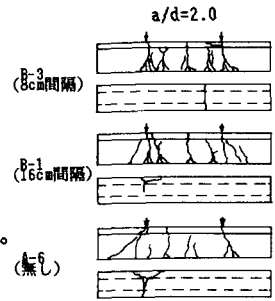


図-4 供試体ひび割れ図

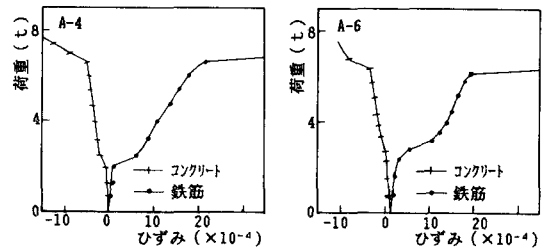


図-5 荷重-ひずみ図

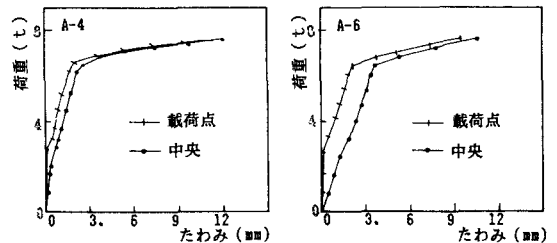


図-6 荷重-たわみ図