

軸方向引張り応力を有する梁のせん断耐荷力について

呉高専 正員○中野修治
徳山高専 正員 重松恒美
徳山高専 正員 原 隆
徳山高専 正員 田村隆弘

1. まえがき

鉄筋コンクリート梁において、乾燥収縮等による部材の自由な変形が拘束された場合、これにより部材内に内部応力が生じる。これが部材の軸方向に対する引張り応力である場合、それは、曲げ部材にとって不利なものであることは、容易に推測できる。この初期軸方向引張り応力を有する鉄筋コンクリート梁部材の曲げせん断耐荷力に関する研究は、わずかに Mattockらにより成されているに過ぎない。著者らは、昨年度、既に養生され強度の十分に出た復鉄筋長方形梁供試体に、センターホールジャッキにより外力として軸方向引張り力を導入し、せん断スパン比、軸方向引張り力の大きさ、復鉄筋量等のパラメータからこの部材の挙動特性の基礎知識を得ようとした。今回の報告はこれに引き続きデータの方角性を明確にするべく更に36体の供試体を作成し実験解析を行ったものである。

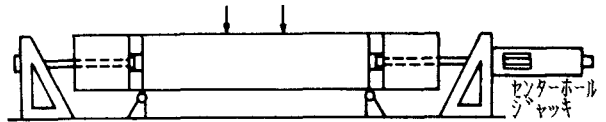


図-1. 軸方向引張りを受ける梁の曲げ試験

2. 実験供試体及び実験過程

供試体寸法については、前回と同様、梁幅10cm 有効高18cmスパン130cmとし、腹鉄筋については、10cmピッチで配筋するものと全く入れないものの2種類とし各18体ずつ準備した。供試体は、先にも述べたように、先ず所定の軸方向引張り力(8t, 6t, 4t, 2t, 0t)を図-1に示すような載荷台においてセンターホールジャッキによって導入する。この軸方向引張り力を固定した後引き続き、せん断スパン比 a/d を各1.75、2.0、3.0 にセットした曲げ載荷試験機により曲げ試験を行い、各荷重段階におけるひび割れの進展、コンクリート上縁及び引張り側主鉄筋ひずみ、そして、スパン中央及び載荷点下のたわみを測定する。

3. 実験結果及び結論

表-1では、各供試体の諸パラメータ、破壊荷重 P_b 、ひび割れ角度、そして、破壊形式を示した。ひび割れ角度については、実験結果に対して Mattockの提案するせん断ひび割れ耐力式より算出したひび割れ角度と、弾性理論により軸力を考慮して算出したひび割れ角度を比較した。実験結果は、Mattockの提案する式により求めたひび割れ角度に近い。

表-1. 諸パラメータおよび破壊性状

供試体 番 号		a/d	軸方向 力(kgf)	破壊荷 重(kgf)	ひび割れ角度			破壊 形態
					マトック	弾性論	実験値	
a	1	1.75	8000	6180	127°	115°	118°	引
	2	1.75	6000	8520	113	103	102	引
	3	1.75	4000	7520	118	102	108	斜
	4	1.75	2000	14000	101	97	106	引
	5	1.75	0	12100	99	97	99	斜
	6	2.00	8000	4610	104	99	104	斜
	7	2.00	6000	7000	115	99	103	引
	8	2.00	4000	6740	112	99	101	斜
	9	2.00	0	9800	100	96	96	斜
	10	3.00	8000	3780	124	108	111	引
	11	3.00	6000	4850	109	97	105	引
	12	3.00	4000	4990	104	96	109	斜
	13	3.00	2000	5700	117	99	112	引
	14	3.00	0	5670	101	94	101	斜
b	1	1.75	8000	11000	99°	98°	115°	引
	2	1.75	6000	11000	107	101	114	引
	3	1.75	4000	13000	110	99	106	引
	4	1.75	2000	12490	102	96	104	引
	5	1.75	0	13000	98	96	99	引
	6	2.00	8000	10180	115	100	104	引
	7	2.00	6000	9600	98	96	102	引
	8	2.00	4000	10630	108	99	103	引
	9	2.00	2000	13800	100	97	99	引
	10	2.00	0	11640	99	96	101	引
	11	3.00	8000	8100	101	96	101	曲
	12	3.00	6000	8110	109	100	106	曲
	13	3.00	4000	8560	101	96	96	曲
	14	3.00	2000	9690	99	96	100	曲
	15	3.00	0	8510	101	96	103	曲

aシリーズ: 腹鉄筋なし bシリーズ: 腹鉄筋あり
引: 引張りせん断破壊 斜: 斜張力破壊 曲: 曲げ破壊

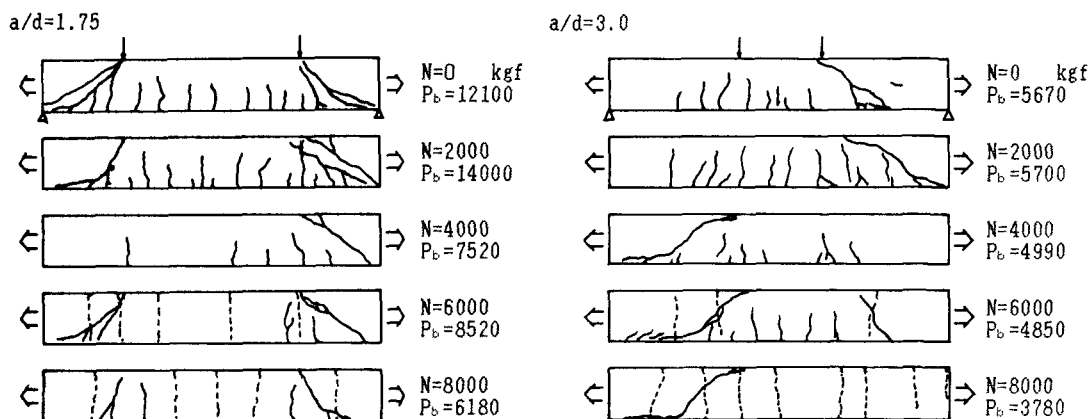


図-2. ひび割れ状態 (破壊時)

(N: 軸方向引張り力, P_b : 破壊荷重)

図-2では、腹鉄筋の入っていない梁のうち $a/d=1.75$ と 3.0 のものについて、各梁の破壊時の状態を示し、各破壊形式を表-1に示すように判別した。破壊形式の判別にあたっては、破壊に至るときの引張り鉄筋とコンクリート圧縮縁のひずみ状態、および破壊形状より判断した。いずれのせん断スパン比においても初期軸方向引張り力が大きくなるほど斜めひび割れの角度は鉛直に近づき、また、曲げひび割れの入る数が少なくなる。ひび割れの進行過程においては、初期軸力が4t程度までのものについては、先行して発達して行く曲げひび割れの先端に斜めひび割れが形成されて行くが、初期軸力が4tを越えると曲げひび割れはほとんど形成されないままに、急激に斜めひび割れを形成する。また、この場合 a/d が1.75では、その斜めひび割れは、載荷点と支点を結ぶ直線に直交する主引張り応力によって形成される要素が大きいが、 a/d が2を越える場合では、斜めひび割れと斜めひび割れの延長上の引張り鉄筋の付着破壊によるコンクリートの割裂が同時に形成され、と同時に破壊に至る。これは、軸方向引張り力により鉄筋の伸びの要素が入ってくることによる。図-3は、せん断スパン比と破壊荷重の関係を初期軸方向引張り力の大きさ別に対数グラフ化した。軸力が大きいもの程直線の傾きが倒れてきており、このことは、せん断スパン比の小さなもの程その耐荷力が初期軸力に大きく影響されることを示す。図-4では、初期軸方向力8tを有する梁のコンクリート上縁及び引張り側主鉄筋の歪み-荷重曲線を示した。初期軸方向引張り力により約 700×10^{-6} の初期歪みが見られる。

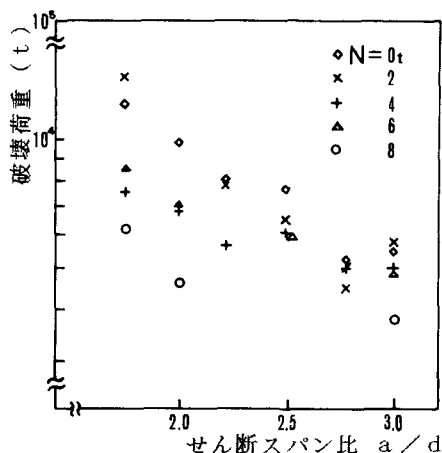


図-3. せん断スパン比-破壊荷重図

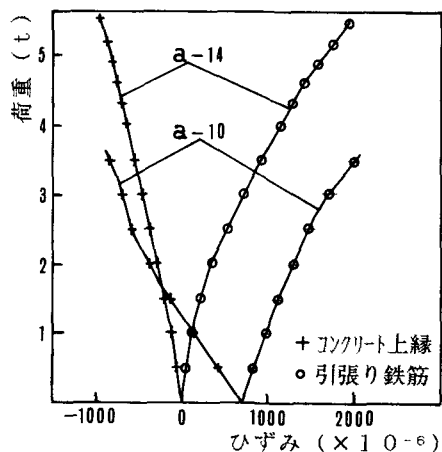


図-4. 荷重-ひずみ図

初期軸方向引張り応力を有する梁のせん断破壊挙動については、前回と合わせて63体の供試体による調査でひび割れ性状、破壊挙動等の基礎的知識を得ることができた。現段階では、耐力式等を確立するに至っていないが、今後は、有限要素法等の数値シミュレーションによる解析を行いたい。