

ひび割れを有する鉄筋コンクリート棒部材の破壊挙動について

徳山工業高等専門学校 学生会員 ○松尾 洋
 徳山工業高等専門学校 正会員 田村 隆弘
 九建設計(株) 正会員 仲敷 憲一

1.はじめに

不静定構造物の鉄筋コンクリート棒部材では、コンクリートの乾燥収縮等により内部に軸方向の応力が存在する。現存する構造物においても、その内部応力により部材内にひび割れを生じている物が多く確認される。これらの初期ひび割れが部材の耐力に不利に働くことは予測出来る。本報告書ではひび割れを有する鉄筋コンクリート棒部材の破壊性状について実験を行った結果を報告する。

2.実験の概要

2.1 実験条件 実験はあらかじめひび割れを生じる程度の軸方向引張力を作用させ、これを解除した後に曲げ載荷試験するものと、軸方向引張力を導入した状態のまま曲げ載荷するもの、そして比較の為軸方向力を全く作用させずに曲げ載荷試験するものの3種類について行った。すべての供試体の実験条件は表1に示す。

2.2 供試体 供試体の形状および配筋を図1に示す。供試体の有効スパンは150 cmである。鉄筋は主鉄筋としてD10(SD295A)を引張側にAタイプは3本(鉄筋比 $p_w=1.18\%$) Bタイプでは6本($p_w=2.36\%$)、圧縮側にはいずれも3本配置し、せん断補強筋としてのスターラップは配置しない。各供試体に使用したコンクリートの材令は8週～10週で実験時の圧縮強度は29.4MPaである。

2.3 実験装置 実験装置の概略は図2に示す。水平アクチュエータにより所定の軸方向引張力を導入し、鉛直アクチュエータにより曲げ載荷を行う。ここで、曲げ載荷は変位制御により行い、各変位増分ステップにおいて、主鉄筋およびコンクリート上縁ひずみそして載荷点下のおよびスパン中央における変位を測定すると共に、供試体表面におけるひび割れの進行状態を観察する。

3.実験結果

3.1 終局耐力 表1に実験結果と土木学会設計式の基になっている二羽の式によるせん断耐力算定値 V_{cd}' を示す。実験結果から得られたせん断耐力 V_b に示されるように、終局耐力はAタイプにおいては軸力を導入したままの供試体と解除した供試体においては、軸

力を受けない供試体に比較して終局耐力は上昇し、Bタイプにおいては、いずれの供試体もほぼ等しい値を示した。①は軸力を考慮した値、②は軸力を考慮しない場合の算定値を示す。 V_b/V_{cd}' よりAシリーズでは、①においてA-2・A-3共に2に近い値を示し、②ではA-3で良く一致しているがまた、A-1では1より小さい値となっている。またBシリーズでは、①においてB-2・B-3共に1.3近くを示し、②ではB-1でAシリーズと同様1以下となっている。軸引張力を受けないA-1、B-1が1以下の値になった理由としては、今回行った実験のせん断スパン比 a/d が二羽式における有効領域(せん断引張領域)より小さな(せん断圧縮)領域であったためと考えられる。また、Aタイプにおいて軸引張力によって耐力が上昇したり、Bタイプにおいて変化が現れなかった事も同様に破壊モードがせん断圧縮破壊の領域にあった事に起因するものと考えられる。

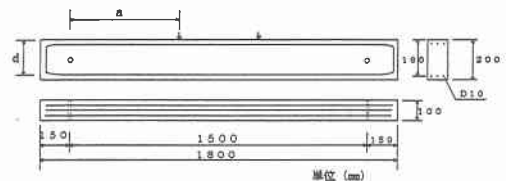


図1 供試体寸法

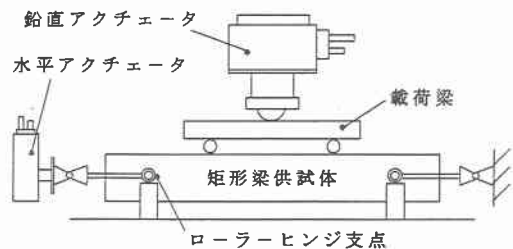


図2 実験装置

表1 供試体条件・実験結果

No	p_w	a/d	軸力		P_b	V_b	V_{ed}'		V_b/V_{ed}'	
			σ_n	条件			①	②	①	②
A-1	1.18	2.00	0	無し	38.06	19.03	25.81		0.74	
A-2	1.18		3886	導入	36.29	18.15	12.32		1.47	
A-3	1.18		3893	解除	51.50	25.75	12.32	25.77	2.09	1.00
B-1	2.35		0	無し	52.68	26.34	32.58		0.81	
B-2	2.37		3881	導入	52.97	26.49	20.30		1.30	
B-3	2.38		3910	解除	53.38	26.69	20.16	32.44	1.32	0.82

a/d : せん断スパン比 p_w : 引張鉄筋比(%) σ_n : 軸方向引張応力(kPa) V_b : せん断耐力(kN)

$V_{ed} = 0.2\beta_d\beta_p\beta_n\beta_{a/d}\sqrt{f_c}\cdot b\cdot d$ (kN) ここで $\beta_d = \sqrt[3]{100/d}$ $\beta_p = \sqrt[3]{100p_w}$ ①: $\beta_n = 1 + M_o/M_u$ ②: $\beta_n = 1$ $\beta_{a/d} = 0.75 + 14/(a/d)$

3.2 ひび割れ性状 図2に全ての供試体の破壊時のひび割れの状態を示す。点線が軸力を導入することによって生じたひび割れ(初期ひび割れ)を示し、実線が鉛直荷重を載荷することによって生じたひび割れを表す。A-2・A-3・B-2,では小さな曲げひび割れが多く入っている。そして、梁の破壊時において引張鉄筋の周辺での破壊が多く見られる。A-1・B-1は曲げひび割れの発達が小さい段階で梁が破壊に至っている。しかしB-3においては小さなひび割れはほとんど見られない。この事は初期軸方向力により部材に多くのひび割れが生じ、これによって梁全体の剛性が低下したことが原因と考えられる。また、A-2・A-3・B-2・B-3では、初期ひび割れが原因と考えられる斜めひび割れの不連続性が現れている。

3.3 たわみ性状 図3にAタイプの荷重とスパン中央変位の関係を示す。A-1では約20kN付近で曲げひび割れの発生による勾配の変化が現れるがA-2では約5kN付近でこれが現れ、A-3では初期荷重から最大荷重まで直線的な荷重-変位の関係となっている。また、A-1とA-2では曲げひび割れ後の曲線の勾配はほぼ等しいが、A-3では明らかに勾配が異なっている。

4.あとがき

今回の実験において、鉄筋比 $p_w=1.18\%$ のAタイプでは、軸方向引張力を受ける部材において、軸力を解除した供試体はせん断耐力が上昇する現象が確認され、また $p_w=2.36\%$ のBタイプでも軸方向引張力を受けてもせん断耐力は変化しないという結果が出た。しかし、終局時のひび割れ図や、荷重-変位曲線にも示されるように、破壊性状は作用軸力の状態によって全く異なり、最大荷重の大きさだけでは、軸方向力の影響を正當に評価することは出来ないと考えられる。

土木学会示方書では、軸方向引張力の影響をせん断耐力を低減する形で表現している。しかし、初期ひび割れを有する部材のせん断耐力については考慮されておらず、さまざまな条件における初期軸方向引張力の影響を確認する必要があると考えられる。

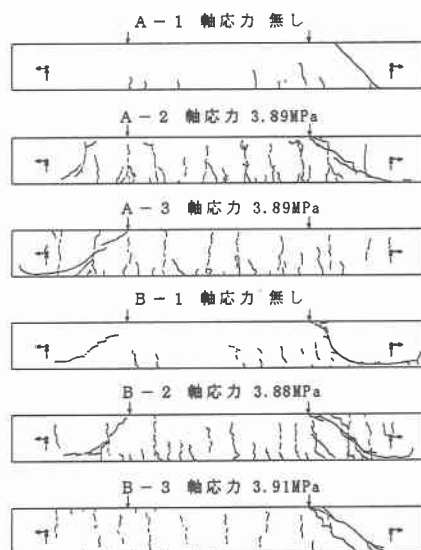


図2 終局時のひび割れ図

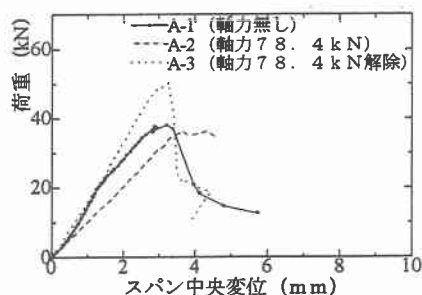


図3 荷重-スパン中央変位曲線