

ダメージを受けた鉄筋コンクリート棒部材の破壊形態について

井森工業株式会社 ○井森 幹雄
 徳山工業高等専門学校 重松 恒美
 徳山工業高等専門学校 田村 隆弘

1.はじめに

不正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。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1500mmである。鉄筋は主鉄筋としてD13(SD295A)を引張側、圧縮側に各3本を配置し、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実験時の材例は8週～10週である。鉄筋とコンクリートの材料特性を表1に示す。

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に示すように、終局耐力は全てのタイプでは軸力を導入したままの供試体と、解除した供試体共に上昇する傾向が見られる。解除して実験した供試体については、ひび割れの影響により、破壊挙動が曲げ破壊側に移行しやすくなったために耐力が上昇したと考えられる。しかし最終的にはせん断破壊をしている。

3.2 ひび割れ性状 図3にAシリーズ供試体の破壊時ひび割れの状態を示す。1に比べて4・5タイプでは小さなひび割れが多く入っている。そしてその発達も小さい段階で梁が破壊に至っている。そして大きく違うのは、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。これは軸方向力が導入される事により、鉄筋周辺のコンクリートに等分布なマイクロクラックが生成されるためだと考えられる。これは鉄筋に加わった引張応力が鉄筋の至る所のコンクリートに等しく伝わる事により等分布なひびが発生する。それに対してコンクリートのみの部分では、等分布に初期ひび割れが生じている。そして、その初期ひび割れのほとんどが梁の上から下まで貫通していない。これは前に書いた鉄筋周辺のマイクロクラックによりひび割れの発生が解消される為だと思われる。

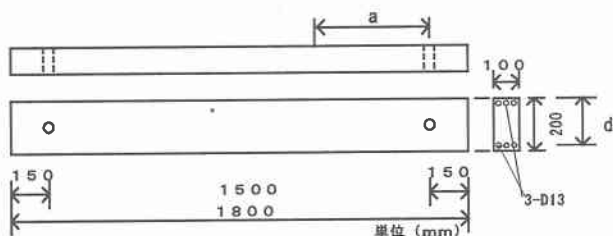


図1 供試体寸法

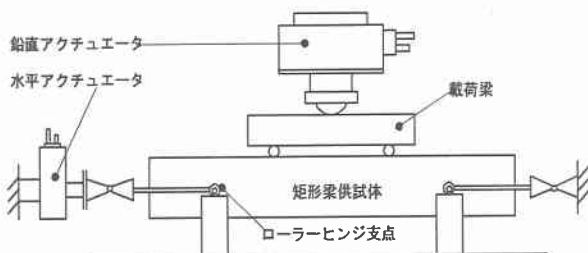


図2 実験装置

表 1 供試体条件・実験結果

No	p_w	軸 力		Type	Vb	Vcd'	Vb/Vcd'	Vd	Vb/Vd
		Σn	条件						
A-1	2.13	0	無し	S	28.55	21.96	1.30	21.96	1.30
A-2	2.11	1.96	導入	S	22.39	30.36	0.74	30.36	0.74
A-3	2.11	1.96	解除	S	38.10	27.32	1.39	27.32	1.39
A-4	2.12	2.94	導入	S	24.43	24.89	0.97	24.89	0.97
A-5	2.14	2.94	解除	S	52.22	25.00	2.09	25.00	2.09
B-1	2.13	0	無し	S	24.25	28.43	1.35	28.43	1.35
B-2	2.13	1.96	導入	S	28.93	24.48	1.18	24.48	1.18
B-3	2.09	1.96	解除	S	26.43	24.80	1.07	24.80	1.07
B-4	2.11	2.94	導入	S	26.45	22.73	1.16	22.73	1.16
B-5	2.15	2.94	解除	S	46.50	22.78	2.04	22.78	2.04
C-1	2.13	0	無し	S	22.46	26.89	0.84	26.89	0.84
C-2	2.14	1.96	導入	S	30.87	22.78	1.36	22.78	1.36
C-3	2.10	1.96	解除	S	28.26	23.04	1.23	23.04	1.23
C-4	2.12	2.94	導入	S	16.92	20.87	0.81	20.87	0.81
C-5	2.11	2.94	解除	S	33.34	20.94	1.59	20.94	1.59

p_w : 引張鉄筋比 σ_n : 軸方向引張応力(Mpa) Type S : セン断破壊 M : 曲げ破壊 Vb : セン断耐力

$$V_{cd} = 0.2\beta_d\beta_p\beta_n\sqrt{f_c}\cdot b\cdot d \text{ ここで } \beta_d = \sqrt[3]{100/d} \quad \beta_p = \sqrt[3]{100p_w} \quad \beta_n = 1 + M_0/M_u$$

$\beta_n = 1$ d : 有効高さ p_w : 鉄筋比 M_0 : デコンプレッションモーメント M_u : 終局モーメント

3.3 たわみ性状 図4に

Aシリーズの供試体の破壊時におけるひび割れ図を示す。これらの図よりすべての供試体は、せん断破壊を起こしている。これは、鉄筋が降伏する以前にせん断破壊が生じたと考えられる。軸方向引張力を導入した供試体については、軸方向引張力を導入していない供試体より、

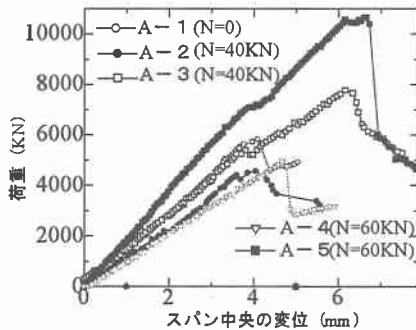


図4 荷重—スパン中央変位曲線

多く曲げのひび割れが発生している。特に、軸方向引張力を解除した供試体のほうが、軸方向引張力を導入したまま曲げ载荷した供試体より、多くの曲げのひび割れが発生していることが分かる。また、軸方向引張力が大きいほど、より多く鉛直初期ひび割れが発生した。そして、せん断特有の斜めのひび割れが、軸方向引張力により発生した初期ひび割れの交差する部分で、不連続になっていることがわかる。

4 あとがき

今回の実験において、軸力の影響は導入したままでの実験と解除しての実験とは明らかに違っている。特に破壊性状に対する影響を考えることは大切だと思われる。

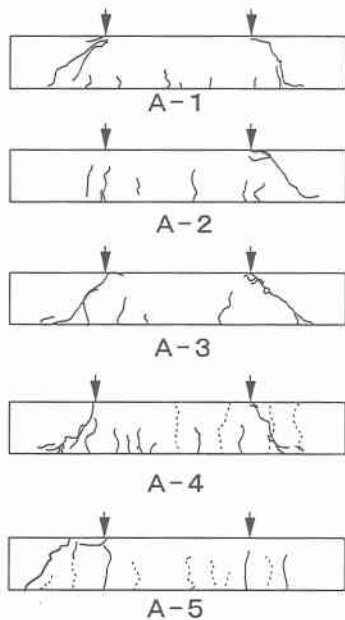


図3 終局時のひび割れ状況