

鳥取大学 正員 ○矢村 潔
鳥取大学 正員 井上 正一
鳥取大学 学員 村上 朗

1. まえがき

いわゆる降伏点を越えた塑性領域における鉄筋コンクリートはりの塑性挙動を明らかにしていくことは、鉄筋コンクリート構造部材の耐震性を考えていく上できわめて重要な基本的な問題である。

本研究は、鉄筋コンクリートはり、引張鉄筋が降伏する変形をはるかに越えるような大変形の繰返し作用を受けた場合の挙動を明らかにしていくことを目的としたものであり、主として破壊の進行状態、残留強度等について実験、検討したものである。

2. 実験概要

本実験で考えた主たる要因は、鉄筋比と与える変位水準である。それぞれの供試体における要因の組み合わせを表-1に示す。使用したコンクリートは普通ポルトランドセメント、碎石(最大寸法20mm)、河口砂と海砂の混合砂を用い、圧縮強度が 33.0 kgf/cm^2 ($\approx 33 \times 10^6 \text{ N/m}^2$) 程度のものである。引張主鉄筋にはAシリーズで $\phi 13 \text{ mm}$ 異形棒鋼(SD35)、Bシリーズでは $\phi 19 \text{ mm}$ 異形棒鋼(SD30)をそれぞれ2本用いた。供試体の寸法、配筋、載荷方法は図-1に示す。載荷はまず、静的載荷試験を行い、あらかじめ引張鉄筋に設置しておいたひずみゲージから、引張鉄筋が降伏する時のはり中央点のたわみを求め、これを基準としその α 倍の変形を与える点を上限にとり、下限は 0.5 tonf ($\times 9.8 \times 10^3 \text{ N}$) とする片振り繰返し載荷を100回まで行った。適当な繰返しレベルごとに、上限における荷重、ひびわれ幅、下限における変位、上下限でのたわみ上下縁のひずみ等の測定を行った。なお各供試体とも繰返し終了後さらに変形を増加させ、耐力が最大耐力の $1/2$ 程度まで減退するか、中央たわみが50~60mmになるまで測定を行った。

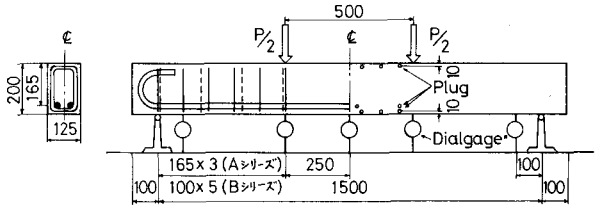


図-1 供試体の寸法・配筋および載荷方法

～60mmになるまで測定を行った。

表-1 実験結果

鉄筋比 $P_a = 0.012$

供試体 番号	変位水準		降伏 荷重	終局 荷重	降伏時 曲率	終局時 曲率	曲率に よる じん性	終局時中央 たわみ	中央 たわみによる じん性
	α	δ ($\times 10^2$ mm)	P(ytonf)	P(utonf)	ϕ_y ($\times 10^{-4}$ cm $^{-1}$)	ϕ_u ($\times 10^{-4}$ cm $^{-1}$)	ϕ_u / ϕ_y	δ_u ($\times 10^2$ mm)	δ_u / δ_y
A-S-1	-	-	4.75	6.23	1.52	17.58	11.57	4000	10.0
A-S-2	-	-	5.20	6.62	1.33	-	-	-	-
A-D-1	2	800	5.02	6.20	1.62	17.15	10.59	3000	7.5
A-D-2	2	800	5.22	7.24	1.54	16.88	10.96	4000	10.0
A-D-3	4	1600	5.00	6.15	1.31	13.45	10.27	3400	8.5
A-D-4	4	1600	5.20	6.65	1.68	17.33	10.32	3000	7.5
A-D-5	6	2400	5.13	6.67	1.56	17.70	11.35	4000	10.0
A-D-6	6	2400	4.99	6.58	1.58	16.13	10.21	3700	9.3
A-D-7	8	3200	4.98	6.18	1.88	20.10	10.69	4100	10.3
A-D-8	8	3200	5.08	6.40	1.37	15.30	11.17	4000	10.0
A-D-9	10	4000	5.00	6.28	1.46	16.62	11.38	4400	11.0
A-D-10	10	4000	4.70	6.06	1.55	17.57	11.34	4000	10.0

3. 実験結果と考察

実験結果をまとめて表-1に示す。表からも明らかなように本実験では静的載荷試験による引張鉄筋降伏時の中央たわみはAシリーズで $400 \times 10^{-2} \text{ mm}$ 、Bシリーズで $550 \times 10^{-2} \text{ mm}$ であった。図-2、3は1回目の所定の変位水準までの載荷および除荷、100回目の載荷についての荷重～スパン中央たわみ関係を示したものである。これらの図から、最大耐力時のスパン中央たわみは、繰返しをする変位レベルが大きくなるにつれて若干大きくなる傾向がみ

鉄筋比 $P_a = 0.028$

B-S-1	-	-	11.00	12.35	1.67	4.26	2.55	1100	2.0
B-S-2	-	-	10.60	12.00	1.92	5.28	2.75	1200	2.2
B-D-1	1.5	825	11.55	13.00	1.89	4.86	2.57	1100	2.0
B-D-2	1.5	825	11.15	12.55	2.07	6.71	3.24	1300	2.4
B-D-3	2.0	1100	11.55	12.85	1.87	6.54	3.52	1470	2.7
B-D-4	2.0	1100	11.25	13.05	1.91	6.77	3.54	1300	2.4
B-D-5	3.0	1650	11.55	12.50	1.94	4.36	2.25	900	1.6
B-D-6	3.0	1650	10.95	12.15	1.87	6.48	3.47	1300	2.4
B-D-7	3.5	1925	10.90	12.35	1.94	5.07	2.61	950	1.7
B-D-8	3.5	1925	11.25	12.30	1.85	6.82	3.69	1500	2.7

($\times 9.8 \times 10^3 \text{ N}$)

られるが、全体としては、荷重～スパン中央たわみ曲線は静的荷重の場合とほぼ同様であると考えてさしつかえない。したがって繰返し終了後に最大耐力が表われる場合でも最大強度は静的試験による最大強度と大差ない。また繰返し後の初期勾配も繰返し変位水準に関係なくほぼ一定となり、処女荷重時の初期勾配に等しい。図-4は繰返しにおける各上限の荷重の減退の程度と繰返し回数との関係を示したものである。繰返しによる荷重減退の大きいものほど、繰返し初期の減退の程度が大きく、荷重が安定する繰返し回数が小さくなる傾向がみられる。また鉄筋比が大きくなると、荷重の安定する繰返し回数は若干大きくなる傾向にある。しかしいずれの場合でも、繰返し回数が50回以降では繰返しによって荷重はほとんど減退しなくなる。図-5は*n*回目の繰返し上限での荷重と与える繰返しの変位水準の関係を示したものである。

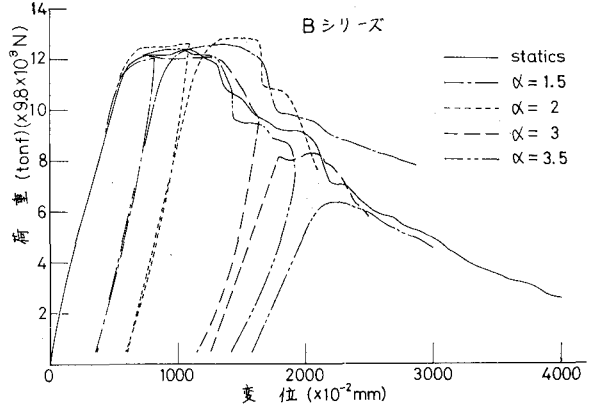


図-3 荷重～スパン中央たわみの関係

Aシリーズの場合、与える繰返しの変位水準が大きくなるにつれて荷重減退が大きくなるが $\alpha = 8$ 付近で荷重減退が急激に小さくなり、以後 α が増加すると再び荷重減退が大きくなる顕著な傾向が表われる。この $\alpha = 8$ は静的荷重試験でほぼ最大耐力を与える変位水準に相当しており、機構的にみて何らかの遷移点と考えることができる。Bシリーズでは、降伏から最大耐力時までの変位量が小さく、その間の変位水準での繰返しによる挙動がはっきりしないが、 $\alpha = 2$ 程度が静的荷重で最大耐力を与える変位に相当し、その変位水準での繰返しによる荷重減退がほぼAシリーズと同程度であることから、静的試験で最大耐力を与える変位水準を基準にとれば、鉄筋比が異なる場合でも同様の取扱いが可能であると考えられる。なおいずれのシリーズ、供試体においても繰返しによって上限時のひびわれ幅あるいはモーメントスパン内での曲率等の変化はほとんどみとめられなかった。

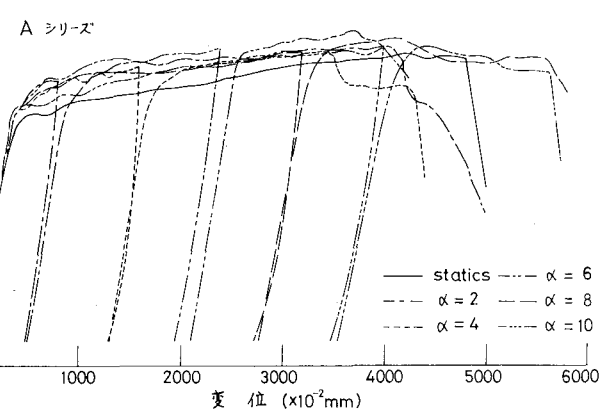


図-2 荷重～スパン中央たわみの関係

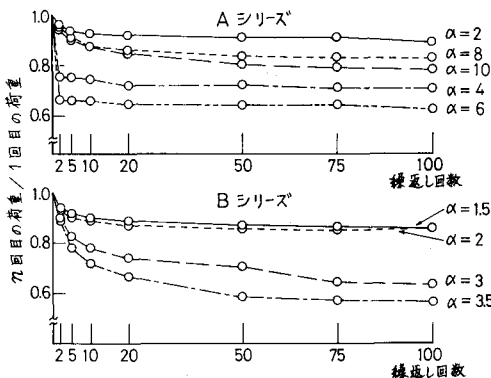


図-4 上限荷重の減退の程度と繰返し回数との関係

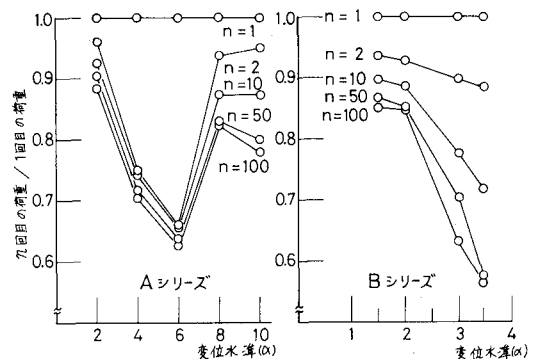


図-5 *n*回目の繰返し上限荷重と変位水準との関係