

東北大学 学 桑沢 庄次郎
東北大学 正 尾坂 芳夫
東北大学 正 鈴木 基行

1. まえがき

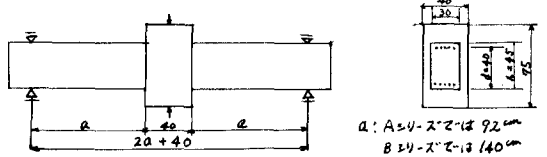
RC構造物の合理的で簡便な耐震設計法の確立のためには、交番繰返し荷重を受けるRC部材や構造物の弾性域から塑性域に至るまでの荷重-変形特性、鉄筋やコンクリートに生じる歪、吸収エネルギー等を正確に把握しておかなければならない。特に、せん断力の作用が耐力や靱性に大きな影響をもつRC部材に関し、その複雑な破壊機構を総合的に説明できる理論の確立をみない現在、実験によりその破壊挙動を把握することは大きな意義がある。本実験は、このような観点から矩形対称複鉄筋RC梁に一点集中荷重を加え、シアスパン比、スターラップ量、載荷方法の違いが、履歴復元力特性に及ぼす影響を調べることを目的としたものである。

2. 実験概要

表-1 供試体諸元

供試体 番号	細方向引張 主鉄筋比 $P_t(P')$ (%)	終局耐力 E-メント Mucl (kg)	%	Mucl.作用 時の耐力 Qu(t)	29.7MPa Pu (kg)	29.7MPa 径・間隔	載荷 方法	σ_c (kg/cm ²)
A-a-2	0.828	13.11	2.3	14.25	0.336	D6, S=6.3	文書録し 直し	284
b-1			"	"	0.168	D6, S=42.6	1方向	262
b-2			"	"	"	"	文書録し 直し	262
C-2			"	"	0.126	D6, S=46.8	"	284
B-a-2	(5-D16) (SD35)	13.11	3.5	9.36	0.234	D6, S=9	"	263
b-1	"		"	0.117	D6, S=18	1方向	263	
b-2	"		"	"	"	文書録し 直し	263	

図-1 供試体寸法図 (単位: cm)



供試体諸元を表-1に、供試体寸法図を図-1に示す。本実験では、コンクリートの終局歪を3000 μ 、圧縮強度を270 kg/cm^2 とし、鉄筋の降伏強度および降伏歪は公称値を用い、Hognes and 理論により求まる終局抵抗曲げモーメント $M_{u,cal}$ に対応するせん断力に対して必要スターラップ量をACI規準のせん断規定に従って求め、そのスターラップ比を P_{wa} とした。供試体番号の内 a, b, c は、スターラップ量の違いを示すものであり、a は $2P_{wa}$, b は $1P_{wa}$, c は $0.75P_{wa}$ だけのスターラップ量が入っていることを示す。すなわちAシリーズでは $P_{wa}=0.168\%$ 、Bシリーズでは $P_{wa}=0.117\%$ であるが、Bシリーズの P_{wa} は、ACI 規準のせん断規定における最少スターラップ量規定により定まる値であり、計算上必要となる P_{wa} は 0.016% であった。なお使用した鉄筋は、D16 が SD35、D6 が SD30 である。

載荷は、スパン中央一点載荷とし支承は両端ともローラー支承である。載荷は、スパン中央のたわみによる変位制御方式とし、各変位振幅において繰返し載荷は原則として3サイクル行った。測定は梁の変位を電気式変位計にて、軸方向主鉄筋、スターラップ、コンクリートの歪はストレインゲージを用いて行った。

3. 実験結果および考察

実験結果の一覧を表-2に示す。以下各項目毎に述べる。

(1). 荷重-変形 (P- δ) 特性について

図-2は、Aシリーズの供試体の荷重とスパン中央変位の関係を示したものであるが、スターラップ量の増大により、靱性が大きくなり、P- δ ループの形状が紡錘形から逆S字形へ移行する時のたわみ振幅が増大する様子、および交番繰返し載荷を受けた梁は一方載荷を受けた梁に比べて靱性が極端に低下する様子がわかる。これと同様のことが、Bシリーズの供試体についても言える。又供試体 A-b-1, A-b-2, A-C-2 は、軸方向引張主鉄筋降伏以前にスターラップが降伏し始めたものであるが、その時点では P- δ 図の傾きの変化はほとんどみられないのに対し、いずれの供試体も部材降伏時においてすべての軸方向引張主鉄筋が降伏した。このことは

表-2 結果一覽

供試体 番号	スターラップ比 P_u	荷重 (ton)		P_u/P_y	たわみ (mm)		翻性 率 δ_y/δ_u	部材降伏時歪 (μ)				はじめてスターラップが降伏した時のたわみはたわみ終局のたわみの割合	はじめてスターラップが降伏した時のたわみはたわみ終局のたわみの割合	P- δ ループの歪S
		P_y	P_u		δ_y	δ_u		E_{st}	E_{st}	E_{ss}	E_c			
A-a-2	0.336 ^{1/2} = 2 P_{ua}	34.0	37.0	1.09	4.5	22.5	5	2200~2650	-400~-750	最大値 1900	-700~-1100	1 δ_y - 3 δ_y 14日	2500以上	3 δ_y - 3 δ_y 14日
b-1	0.168 ^{1/2} = 1 P_{ua}	33.4	37.3	1.12	5.5	31.5	5.7	2300~10300	-250~-800	最大値 6,000	-250~-550	0.6 δ_y	1300~1850	——
b-2	"	34.2	36.0	1.05	5.0	10.0	2	2500~14,000	-300~-800	最大値 3,700	-800~-1150	0.6 δ_y	1700~1850	2 δ_y - 3 δ_y 14日
C-2	0.126 ^{1/2} = 0.75 P_{ua}	34.6	36.3	1.05	5.0	10.0	2	2500~3,800	-350~-1150	最大値 8,300	——	0.6 δ_y	1850~2000	2 δ_y - 3 δ_y 14日
B-a-2	0.234 ^{1/2} = 1.4 P_{ua}	21.5	24.0	1.12	6.0	36.0	6	2,000~3,000	-450~-600	最大値 1,150	-750~-1150	3 δ_y - 1 δ_y 14日	3000以上	3 δ_y - 3 δ_y 14日
b-1	0.117 ^{1/2} = 0.7 P_{ua}	21.7	27.2	1.25	8.0	180.0	22.5	2,250~12,300	-500~-600	最大値 1,000	-850~-750	2.2 δ_y	14000以上	——
b-2	"	20.5	22.0	1.07	8.0	12.0	2	2,200~6,900	-450~-700	最大値 750	-700~-700	2 δ_y - 3 δ_y 14日	5000以上	2 δ_y - 3 δ_y 14日

※ B-シリーズ P_{ua} 欄の () 内の値は、計算上必要となるスターラップ比の何倍であるかを示す
 ※ 記号の意味は次のとおり P_y : 部材降伏荷重 P_u : 終局荷重 δ_y : 部材降伏たわみ δ_u : 終局たわみ
 E_{st} : 軸方向引張主鉄筋歪 E_{st} : 軸方向圧縮主鉄筋歪 E_{ss} : スターラップ歪 E_c : コンクリート歪

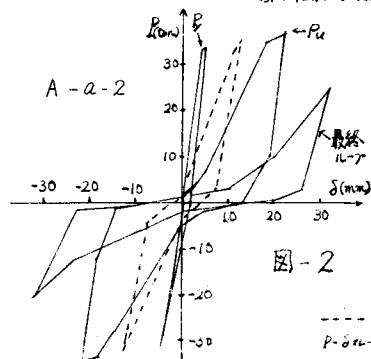
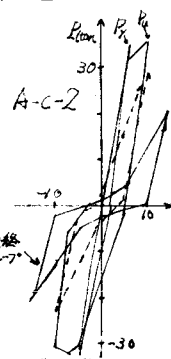
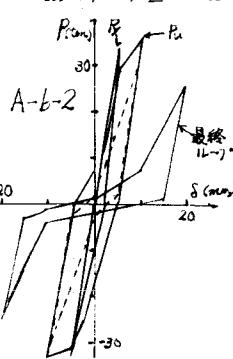
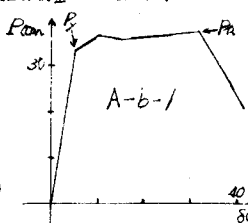


図-2 P- δ 図 (A-シリーズ)

--- は 最初変形開始時の P- δ ループを示す。



本実験で用いた軸方向引張主鉄筋量およびスターラップ量の範囲においては部材降伏が主に軸方向引張主鉄筋の降伏により生じることを示している。

(2) 靱性について

図-3は、繰返し荷重を受けに梁の靱性率とスターラップ比 P_u との関係を示したものであるが、 P_u が $2P_{ua}$ の梁ではスターラップ降伏から終局に至るまで (3~4) δ_y の余裕があるのに対し $1P_{ua}$ 以下の梁ではスターラップ降伏後短期間の内に終局に至ることがわかる。

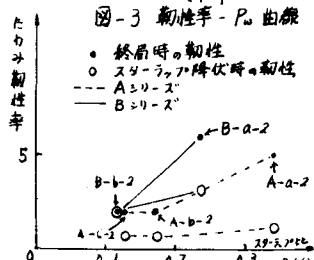


図-3 靱性率- P_u 関係

(3) セン断耐力評価について

図-4は、実験で得られた各供試体の終局耐力の1/2の値(せん断力)と各種規準により評価されるせん断耐力との比較をしたものである。前にも述べたように本実験では軸方向主鉄筋の降伏により部材降伏がもたらされたが、この様に曲げ降伏、せん断終局といった過程を経る梁においては、 δ_y 、スターラップ量の多少により終局時のせん断力がACI code式より下まることがあるのは興味あることである。

図-4 セン断耐力の比較

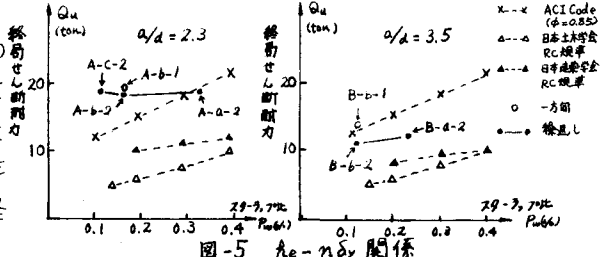


図-5 $k_e - n\delta_y$ 関係

(4) 等価粘性減衰定数について

図-5は実験で得られた等価粘性減衰定数 k_e の一例であるが、 k_e は部材降伏時から終局に至るまで 0.1 ~ 0.13 程度のほぼ一定値を示した。

