

東北大学 正 鈴木基行
東北大学 正 尾坂芳夫

1. まえがき.

本研究は、鉄筋コンクリート構造物の限界状態設計法の確立のために明確に示す必要のない諸性能のうちプラスチック領域における曲げ性状、回転靱性が主要材料の靱性について、鉄筋コンクリート矩形単純梁を対象として実験的に調べることを目的としたものである。これらの諸性状は種々の要因により影響を受けると考えられるが、本実験では特に、コンクリート圧縮強度、引張・圧縮主鉄筋比、横方向拘束筋量を変動要因として取り上げた。

2. 実験概要

(1). コンクリートおよび鉄筋

コンクリートの目標圧縮強度は、200, 300 kg/cm^2 の2種とし、表-1にその配合を示す。鉄筋は、主鉄筋にSD35、横方向拘束筋、スタースタップ用はSR24、 ϕP を用いた。

(2). 供試体

梁断面は $16 \times 22 \text{ cm}$ 、有効高 18 cm 、スパン 50 cm とし、スパン中央断面には梁が左右対称に変形するように梁土 1 cm のツチを入れた。支台は両端とも可動支台である。図-1に供試体寸法、配筋の一例を示す。なおせん断スパンにはせん断破壊が生じないように十分な量の腹鉄筋を配置した。

(3). 載荷装置および試験方法

載荷は2点対称載荷とし、最大耐力以降まで変形を安定して測定できるように図-2に示したように変形制御用のバネ(バネ定数 1 kg/cm) を本を配置し、供試体と同時に載荷した。また載荷速度は、断面降伏まではスパン中央のたわみが 1 mm/分 、降伏後は 2 mm/分 となるようにした。なお供試体のたわみをスパン中央と両端スパン両端にセットした変位計で、コンクリート圧縮率および主鉄筋の歪を貼付したストレーンゲージで測定した。

3. 実験結果および考察

表-2に実験結果の一覧を示す。靱性率 μ は、たわみ測定値から差分法により求めた断面降伏時および終局時の曲率 (ϕ_y および ϕ_u) の比で与えられ、平均塑性回転量 θ_u は、曲げ区間内が一様な塑性回転が生ずると仮定して求めた値である。また U_{exp} は梁の単位長さ当りの吸収エネルギーの実験値 ($M-\phi$ 曲線の囲む面積) を示し、 U_{cal} は $M-\phi$ 曲線を完全弾塑性体と仮定して求めた

表-1. コンクリートの示方配合

目標圧縮強度 (kg/cm^2)	粗砂 寸法 (mm)	砂 (mm)	W/C (%)	S/A (%)	単位量 (kg/cm^3)					
					W	C	S	5-10 (mm)	10-20 (mm)	15-30 (mm)
300	20	8±1	4.9	4.0	18.8	28.4	68.8	4.63	3.47	3.47
200	20	8±1	5.5	4.0	18.8	24.2	70.2	4.74	3.55	3.51

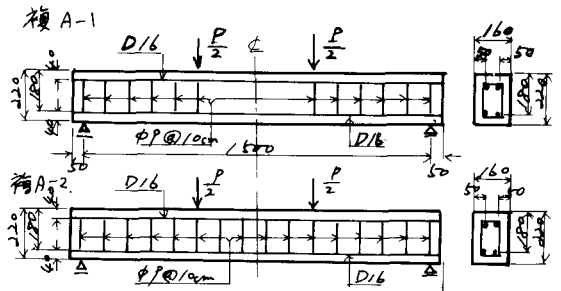


図-1. 供試体寸法、配筋例 (mm)

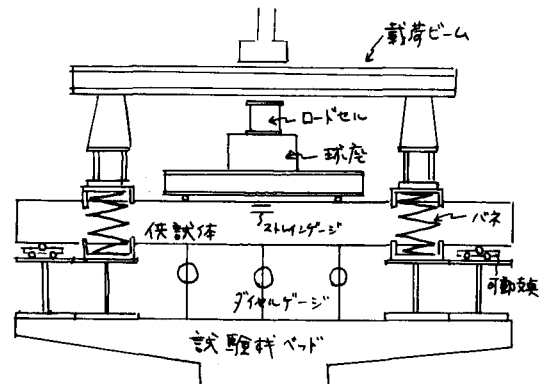


図-2 載荷装置の原理図

計算値 ($U_{cal} = M_u (q_u - \frac{q_s}{2})$) を表れす。

図-3 に $M-\phi$ 関係の一例を示す。これには鉄筋がコンクリートの応力-歪関係を図-4 の様に仮定して求めた値もプロットしてある。断面降伏までは実験値と計算値とがよく一致しているが、それ以降は実験値の方が曲げ耐力が大きい。また横方向拘束筋がない場合は、鉄筋指数 ρ ($\rho = (P_{fy} - P_{fy}')/f_c$) の増加と共に部材降伏後の耐力の増加が少なくなり、最大耐力以降の耐力低下の割合が大きくなる。複鉄筋断面の梁は、塑性回転量、吸収エネルギー、靱性率いずれも単鉄筋断面の梁より大きい。またいずれの断面とも横方向拘束筋がない場合、鉄筋指数が大きくなる程これらの諸量が小さくなるが、拘束筋を入れたことにより改善されることとわかる。特に複鉄筋断面の場合には、圧縮鉄筋の座屈を制御する上でも、横方向拘束筋の効果には大きいものがあるだろう。また両断面とも、鉄筋指数が小さい程横方向拘束筋の効果が大きいこともわかった。コンクリート強度については、その増加が靱性回転量、吸収エネルギー等、大なる増加に結びつかないことからわかるように、鉄筋指数や横方向拘束筋に比べて与える影響は小さいようである。

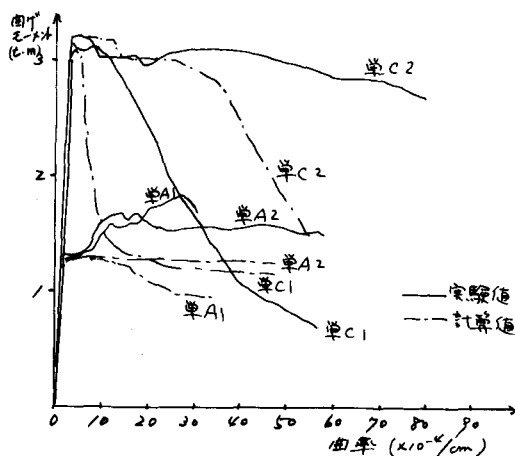


図-3. 単鉄筋 A, C における $M-\phi$ 関係図。

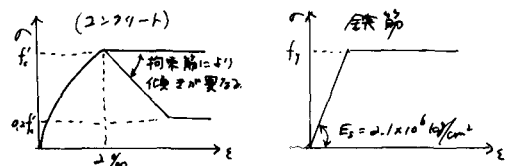


図-4. 計算用応力-歪関係。

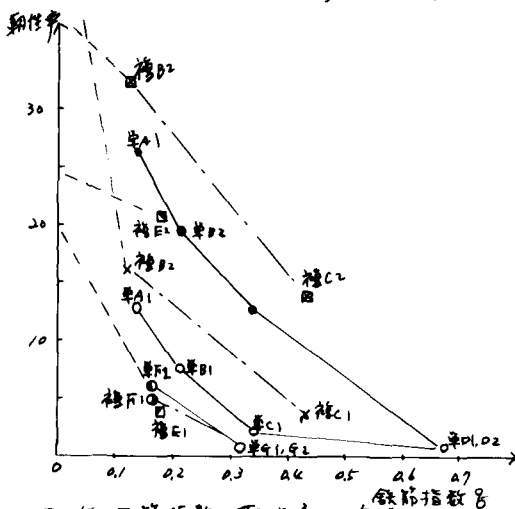


図-5. 鉄筋指数と靱性率の関係図。

表2 実験結果一覧表

供試体 番号	引張主鉄筋		圧縮主鉄筋		横方向拘束筋		b mm	f' kg/cm ²	ρ	M _{y,cal} (t-m)	M _{y,act} (t-m)	M _{u,act} (t-m)	M _{u,act} /M _{y,act}	μ = φ _u /φ _y	U _{cal} kg/cm	U _{exp} kg/cm	θ _u rad/mm	P _u = 1% φ _u / φ _y
	鉄筋 種類	鉄筋比 P %	鉄筋 種類	鉄筋比 P' %	鉄筋 間隔	P %												
A1	1D16	0.52	-	-	-	-	191	0.136	0.126	1.225	1.850	1.51	13.21	491	42	639	-	
" 2	"	"	-	-	φ9-80	2.99	"	"	"	1.285	1.555	1.21	2.644	742	724	1170	390	
B1	2D16	1.04	-	-	-	-	249	0.209	0.260	2.326	2.855	1.20	7.80	1.7	293	257	-	
" 2	"	"	-	-	φ9-125	1.99	"	"	"	2.373	2.689	1.12	1.865	661	672	570	329	
C1	2D19	1.52	-	-	-	-	220	0.338	0.093	3.120	3.130	1.00	2.22	2.11	207	119	-	
" 2	"	"	-	-	φ9-55	4.34	"	"	"	3.189	3.107	0.97	12.89	1026	1032	809	342	
D1	2D25	2.93	-	-	-	-	171	0.671	2.305	4.467	4.467	1.00	1.00	8.2	8.2	-	-	
" 2	"	"	-	-	φ9-625	3.63	"	"	"	4.588	4.588	1.00	1.00	1.0	1.0	-	-	
F1	2D16	1.04	-	-	-	-	222	0.182	0.249	2.505	2.890	1.15	5.17	294	277	227	-	
" 2	"	"	-	-	φ9-833	2.99	"	"	"	2.625	3.020	1.24	6.36	404	364	306	00	
G1	2D22	2.07	-	-	-	-	207	0.318	0.413	4.470	4.523	1.06	1.14	47	87	11	-	
" 2	"	"	-	-	φ9-100	2.33	"	"	"	4.064	4.377	1.08	1.13	119	131	14	3	
複A1	2D16	1.04	2D16	1.04	-	-	206	0	2.295	2.332	3.224	1.38	4.652	1721	1611	1320	-	
" 2	"	"	"	"	φ9-100	5.88	"	"	"	2.337	3.261	1.40	30.74	1172	1075	885	-	
B1	2D19	1.52	2D16	"	-	-	187	0.119	0.135	3.251	3.470	1.07	16.28	1542	1515	1076	-	
" 2	"	"	"	"	φ9-166	4.69	"	"	"	3.247	3.970	1.19	22.37	2553	2425	1625	836	
C1	2D25	2.93	2D16	"	-	-	177	0.431	0.479	4.576	4.910	1.07	40.4	244	248	94	-	
" 2	"	"	"	"	φ9-125	4.78	"	"	"	4.746	4.970	0.99	13.26	1332	1349	681	673	
D1	2D16	1.04	2D16	"	-	-	297	0	2.382	2.363	2.801	1.19	18.85	1637	1606	1423	-	
" 2	"	"	"	"	φ9-100	5.88	"	"	"	2.364	2.120	1.32	24.99	1353	1230	1061	-	
E1	2D22	2.07	2D16	"	-	-	286	0.180	0.380	4.439	4.940	1.11	4.25	472	454	207	-	
" 2	"	"	"	"	φ9-125	4.77	"	"	"	4.427	4.752	1.03	20.99	2464	2417	1265	1212	