

九州工業大学 正員 出光 隆
 学生員 山根 重記
 〃 同 鶴田 健

1. まえがき

本研究は、鉄筋コンクリート短柱が軸方向に通常の地震にみられる卓越周期程度のワイクルのくり返し荷重を受けたとき、鉄筋とコンクリートがそれぞれどのような挙動をするのか検討したものである。すなわち、鉄筋とコンクリートの挙動の一体性、振幅および残留ひずみの変化、鉄筋の荷重分担割合、コンクリートの弾性係数の変化を検討した結果を述べる。

2. 実験の概要

実験に使用したコンクリートの配合を表-1に、試験体の寸法および形状を図-1に示す。くり返し荷重の大きさによって試験体を7グループに分けた。各々の力学的諸性質を表-2に示す。使用した疲労試験機は油圧サーボ方式によるもので、くり返し荷重は表-2に示すように下限値を0.5とし、上限値は各試験体の静的破壊荷重に対する割合（荷重比 S ）をとった。また、くり返し速度は、10 cycle/secとしサイン波形を用いた。なお、85%のグループは一部1 cycle/secで実験した。コンクリートおよび鉄筋のひずみの測定にはストレインゲージを用い、動ひずみ計で増幅してラピコダで記録した。また荷重の測定はロードセルを用いて行ない、同じラピコダに記録した。

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランポの範囲 (mm)	空気量 の範囲 (%)	水セメント の比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単位量 (kg/m ³)					和
					水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤	
15	4~11	5~9	75	47	180	240	881	993	0.6	

表-1 コンクリート配合表 ただし、細骨材(比重2.55) 粗骨材(比重2.70)

試験体グループ		荷重比 S(%)	材令 (日)	シリンダー供試体		RC柱 破壊荷重(ト)	くり返し荷重	
				σ_c (kg/cm ²)	弾性係数 ($\times 10^4$ kg/cm ²)		上限値(ト)	下限値(ト)
鉄筋 コン クリ ート	A	85	17	109	2.10	27.92	18.50	0.5
	B	80	14	132	2.25	16.50	13.20	0.5
	C	75	17	109	2.10	21.92	16.44	0.5
	D	70	74	205	2.63	27.42	19.20	0.5
	E	65	60	180	2.51	26.75	17.40	0.5
	F	65	17	109	2.10	21.92	14.25	0.5
	G	60	60	180	2.51	26.75	16.00	0.5
無筋 Con.	H	80	8	102	1.85	11.80	9.50	0.5
	I	70	16	153	2.03	14.90	10.00	0.5

表-2 試験体の力学的諸性質

3. 実験結果および考察

実験結果の一例を図-2に示す。

(1). 鉄筋コンクリート柱ならびに無筋コンクリート柱のひずみ振幅および残留ひずみ (図-3)

くり返し回数比($n=N/N_u$, N_u :破壊回数)と鉄筋とコンクリートのひずみ振幅および残留ひずみの関係を図-3に示す。図-2から10 cycle/secのくり返し速度では、鉄筋コンクリートのひずみ振幅の間に位相差は認められなかった。他のグループについても同様な結果が得られた。しかしながら図-3によると、ひずみ振幅については鉄筋の方がコンクリートより高い値(大きいものでは200 μ)を示した。この結果から、鉄筋とコンクリートは必ずしも一体となって挙動していないことが考えられる。

また鉄筋コンクリートと無筋コンクリートを比較した場合、ひずみ振幅は双方とも変化は少ないが、残留ひずみの伸びは無筋コンクリートの方が大きい。鉄筋コンクリートも、回数比 $n=80\%$ を越えるころからコンクリートの残留ひずみが急激に伸びており、この時点から鉄筋とコンクリートとの間にすれが生じ、急激に破壊に至るものと考えられる。

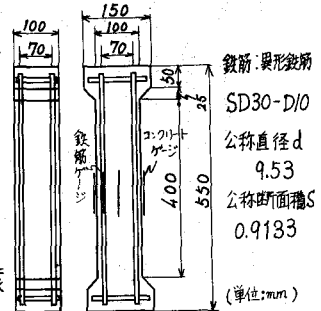


図-1 試験体の寸法および形状

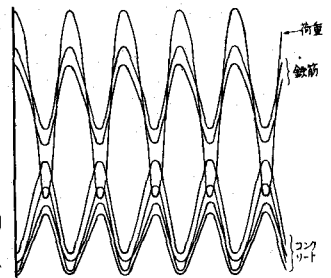


図-2 くり返し荷重とRC柱のひずみ

(2) 鉄筋とコンクリートの荷重分担割合 (図-4)

図-3によると鉄筋のひずみは漸次増加しているから、鉄筋の荷重分担率の変化を調べてみる。

一般に、鉄筋コンクリート短柱に軸力 P が作用したとき、鉄筋およびコンクリートの分担荷重をそれぞれ P_s, P_c とすると、 $P = P_s + P_c$ (1) となる。ここで鉄筋の弾性係数、断面積、ひずみを E_s, A_s, ϵ_s とすると、式(1)の P_s は、 $P_s = E_s A_s \epsilon_s$ (2) と表わされる。鉄筋の弾性係数 E_s ($2.1 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$)、断面積 A_s は一定であるから、式(2)より P_s はひずみ ϵ_s の測定することによって求まる。試験体に作用する荷重 P は一定であるから、鉄筋の荷重分担率 ($\rho = P_s/P$) は式(2)を用いて簡単に求めることができる。 ρ と回数比 n の関係を図-4に示す。

同図より、 ρ は各グループともそれぞれ同程度の値となり、漸次増加することになる。また、荷重が大きくなるにつれて鉄筋の分担率は増大する傾向がみられる。

(3) コンクリートの弾性係数比の変化 (図-5)

測定したひずみから試験体コンクリートの動的弾性係数を算定する。

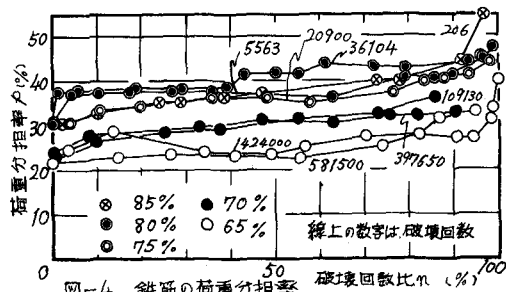


図-4 鉄筋の荷重分担率

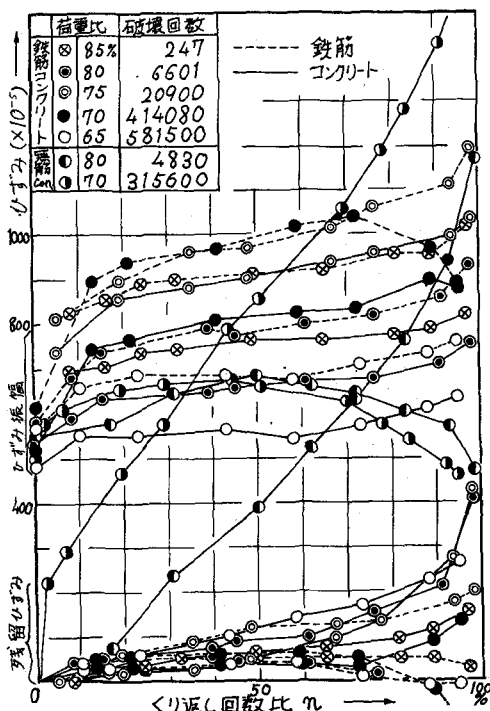


図-3 鉄筋とコンクリートのひずみの変化

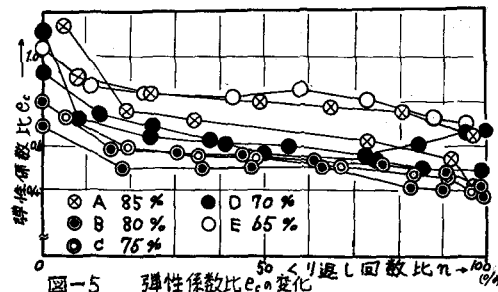


図-5 弾性係数比 E_c の変化

コンクリートの動的弾性係数およびひずみをそれぞれ E_c, ϵ_c 、断面積を A_c とすれば、

$$E_c = P_c / A_c \epsilon_c \quad (3) \quad \text{となる。ただし } \epsilon_c$$

はくり返し荷重下で測定した値であり、 P_c は式(1)から求まる。式(3)より求めた E_c と各グループのシリンダー供試体を用いて求めた静弾性係数 E_s との比 $e_c = E_s / E_c$ を計算し、これと回数比 n との関係を求めると図-5に示すようになる。同図から回数比 n の増加にしたがって、しだいに弾性係数比 e_c が減少している傾向が認められる。破壊直前になると弾性係数比は、0.4~0.6に低下している。

最後に、鉄筋コンクリート柱の $S-N$ 線図を図-6に示す。同図には無筋コンクリートの試験結果も併記しているが両者にはほとんど差がみられないうである。また、鉄筋コンクリート柱の $2 \times 10^6 \text{ cycle}$ に対する時間疲労限度は荷重比約60%前後と考えられる。

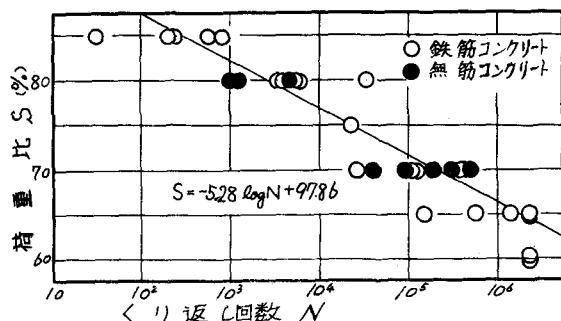


図-6 $S-N$ 線図