

九州大学 正員 松下博通
九州大学 学生員 近田孝夫
九州大学 〃 〇川原宏幸

1. まえがき

コンクリートの圧縮疲労性状については、これまでの研究により、繰返し応力比と疲労寿命との関係は次式で表わされるS-N曲線で示されることを、すでに報告してきた。

$$\log \bar{N} = 17.5 \times \frac{\bar{\sigma}_s - \sigma_1}{\bar{\sigma}_s - \sigma_2} \quad \dots\dots (1)$$

$\bar{N}$: 疲労寿命の平均値
 $\bar{\sigma}_s$: 静的圧縮強度の平均値
 σ_1 : 最大応力
 σ_2 : 最小応力

しかしながら、繰返し荷重により疲労破壊に至る過程の性状については、まだ不明な点が多い。そこで筆者らは、繰返し荷重を受けたコンクリートの圧縮強度がどのような挙動を示すかを調べるため、教通りの荷重繰返し回数に対して、それぞれ繰返し応力比の大きさを教種類に変化させて載荷した後のコンクリートの圧縮強度（以下、これを残存強度、残存強度を静的圧縮強度に除したものを、残存強度比（記号 P^* とする）と称す。）を測定した。以下、その概要を報告する。

2. 実験方法

○実験-I

使用供試体は、 $\phi 75 \times 15 \text{ cm}$ の円柱供試体であり、コンクリートの配合は表-1に示す通りである。

配合A及びBについて、繰返し応力比を10~70%と定め、21万回、41万回、54万回（これは式(1)より求めた疲労寿命の平均値の0.4, 0.6, 0.8にあたる回数）を載荷し、その後の圧縮強度を測定した。また、所定の回数以前に破壊した供試体については、残存強度について論じる場合にも、除いて考えることはできないとおもわれるので、次に述べる処理をほどこし、残存強度比の平均値を推定した。

生存確率: $P(N)$ を(2)式により求める際に、所定の回数以前に破壊した供試体も当然同一グループ内の試料と考え、 n としては全供試体数を代入する。そして、そのうち残存強度の存在したものを正規確率紙上にプロットし、残存強度が対数正規分布するものとして最小二乗法により帰帰直線を求め、その平均値を $P(N)=50\%$ の点より求めた。

$$P(N) = 1 - \frac{r}{n+1} \quad \dots\dots (2)$$

○実験-II

配合CとDを用い、最小応力比を一定にしたまま、繰返し最大応力比を20, 40, 60, 70, 75, 80, 85, 90%の8種類に変化させ、それにとりなす残存強度の推移を調べた。また繰返し回数も、100, 1000, 10000回の3種類について測定した。所定の回数以前に破壊したものにについては、上述した同様の処理をほどこし、残存強度比を求めた。

3. 実験結果及び考察

○実験-I

表-2に試験結果の一例を示す。図-1は、その結果を正規確率紙にプロットしたものである。

コンクリートの静的圧縮強度が正規分布することは、すでに報告した通りであるが、図-1よりわかる通り、残存強度も正規分布することが認められる。しかしながら、バラツキの程度を見ると、明らかに繰返し荷重を載荷した後の残存強度の方が、静的圧縮強度のバラツキより大きくなることが認められる。次に残存強度の平均値

(表-1)

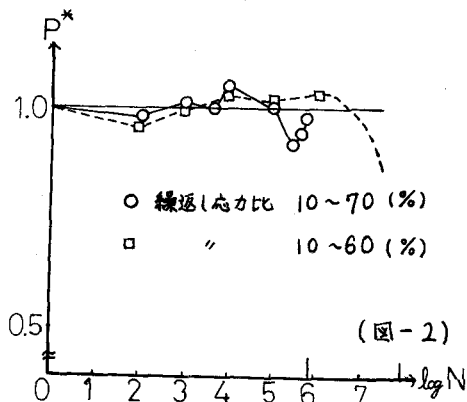
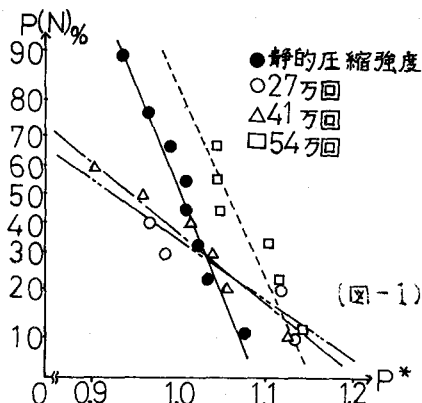
配合材	W/C	S/a	Max Size of G. (mm)	単位量 (kg/m ³)	W	C	S	G ₅₋₁₀	G ₁₀₋₂₀	標準偏差
A	24	89	4.5	20	196	220	832	477	715	167
B	38	89	4.5	20	196	220	832	477	715	176
C	33	89	4.5	20	196	220	832	477	715	172
D	70	63	4.5	20	189	300	824	485	697	290

の推移と繰返し回数との関係を図-2に示す。
この図は横軸に繰返し回数を対数目盛に、縦軸に
残存強度比をとったものである。この図より
わかる通り、ある繰返し応力比に対する式
より求まる疲労寿命の平均値近傍では、残存強
度も低下する傾向にあるが、それ以下の繰返し
回数を受け入れた後の残存強度は、処女圧縮強度と
同等か幾分大きくなる傾向にあることが認められる。

配合	圧縮強度 (σ_c)	σ_c/σ_s	P(N) %	t	繰返し 回数	応力比	残存 強度	P*	P(N) %	t
A (n=8本)	156	0.964	89	1.23	27 万回 (n=7本)	10~ 70 %	1620		90	1.28
	161	0.984	78	0.77			16100		80	0.84
	165	0.988	67	0.44			17920		70	0.52
	168	1.006	56	0.15			34000		60	0.25
	168	1.006	44	-0.15			216800		50	0
	170	1.018	33	-0.44			161	0.964	40	-0.25
	172	1.030	22	-0.77			164	0.982	30	-0.52
	179	1.072	11	-1.23			186	1.114	20	-0.84
平均強度 $\sigma_c = 167 \pm 7$										

静的圧縮試験結果

残存強度試験結果 (表-2)



○実験-II

実験-IIの結果をまとめて表-3に示す。これより一定の
繰返し回数における残存強度比と最大応力比の関係をグラフ
に表わすと、図-3のようになった。

この図よりわかる通り、所定の繰返し回数に対して、最大
応力比が疲労限の平均値に近づくと、残存強度も急激に低下
するが、最大応力比が、それ以上の大きさでは、多少のバラ
ツキは、あるけれども、残存強度比は、ほとんどの場合
において、1.0よりも大きくなる傾向がいずれの繰返し
回数に対しても認められる。

4. まとめ

以上の結果より、繰返し回数と繰返し応力比の関
係が明らかに式で示される S-N 曲線の下
側に位置する試験条件の下では、多少のバラ
ツキはあるけれども、残存強度は、処女圧縮
強度よりも大きくなる傾向があり、疲労限
の平均値の近傍で急激に低下することが
認められる。

繰返し回数 100回			繰返し回数 1万回			繰返し回数 1000回		
配合	応力比	P*		P*	配合	応力比	P*	
D	10~20	1.038	1.057	C	9~18	1.003		
	~40	1.030	1.108		~36	1.077		
	~60	0.963	1.037		~53	1.011		
	~70	0.983	1.104		~62	1.003		
	~75	1.004	1.055		~67	1.020		
	~80	1.111	1.047		~71	1.016		
	~85	1.061	0.687		~76	0.976		
	~90	0.930			~80	0.699		

各応力比の供試体本数、3本 (表-3)

