

九州大学 工学部 正員 松下 博通

学生員 〇 若下 正幸

まえがき : 繰返し荷重を受けるコンクリートは、静的破壊荷重より小さい繰返し荷重によって疲労破壊を起し、その疲労寿命 N の分布は、一定繰返し荷重下では対数正規分布で近似できることはずくに報告した⁽¹⁾。この繰返し荷重によるコンクリートの損傷の程度を表わする方法として、コンクリートの内部の微細なひびわれの発生進展の観察による方法⁽²⁾、弾性係数の低下率による方法⁽³⁾などがあげられるが、従来より最も簡便である方法として荷重繰返し後の静的な一様増荷荷重による破壊荷重を求め、それを $N=1$ における破壊荷重と比較して損傷の程度を明らかにする方法がよく用いられている。しかしながら、コンクリートの疲労破壊はぜい性破壊であり、いわゆる Griffith の理論によるひびわれ長さにより内部ひびわれが達したとき破壊すると考えるならば、繰返し荷重により発生したひびわれは、それが Griffith のひびわれ長さに達していないものであるならば、直接静的強度に影響するものではないと考えられ、また逆に、コンクリート中の骨材とペースト間に生じる（時にモルタルにひびわれの端部にも存在する）応力集中の度合を緩和することもあると考えられる。この場合、繰返し荷重によるコンクリートの損傷の程度と強度特性から判断することが誤りであることには、本報告は、コンクリートの一軸圧縮強度に注目して、繰返し荷重を加えた後に一軸圧縮強度がどのように変化するかを調べた結果、繰返し荷重により圧縮強度は徐々に低下するものではなく、むしろ $N=1$ のときよりいくぶん大きくなり、疲労寿命 N に近づくとき急激に強度低下をきたし破壊することが明らかになったので、この結果を報告するものである。

試験概要 : 普通コンクリートにより作製した円柱状試体 7.5×15 cm 169本を9組に分け、各組ごとに静的圧縮強度試験 ($N=1$) と繰返し荷重載荷後の残存強度とを求める圧縮強度試験を行なった。繰返し荷重の大きさは、静的圧縮強度試験 ($N=1$) における最大荷重より決定したが、その荷重レベルは、最小応力を圧縮強度の10%に固定し、最大応力を圧縮強度の60、70、80%の3通りとした。残存強度を求める前の荷重繰返し回数は、繰返し応力の最大応力比（静的圧縮強度に対する比）が80%の場合には 10^3 、 5×10^3 、 10^4 回とし、70%の場合には 5×10^3 、 10^4 、 10^5 回、60%の場合には 10^4 、 10^5 、 10^6 回とした。

試験結果と一括して表-1に示す。前繰返し荷重載荷中に破壊したものは破壊時繰返し数 N で示した。

表-1 試験結果一覧 (kg/cm²)

繰返し応力比 10~80%					
前繰返し数 10^3		5×10^3		10^4	
静的強度	残存強度	静的強度	残存強度	静的強度	残存強度
143	143	129	$N=4610$	165	$N=2320$
144	144	142	$N=5000$	166	$N=3800$
147	144	145	148	166	$N=6910$
149	151	149	149	172	$N=8450$
151	151	152	151	174	$N=9450$
152	153	153	153	178	163
154	154	157	156	180	178
159	156	163	159	180	179
172	159	165	168	181	179
	160			183	
	162			185	190
	171				
繰返し応力比 10~70%					
前繰返し数 5×10^3		10^4		10^5	
静的強度	残存強度	静的強度	残存強度	静的強度	残存強度
129	156	179	179	179	$N=26070$
142	162	186	183	186	182
145	163	186	186	186	182
149	164	188	186	188	193
152	164	192	187	192	197
153	171	198	190	198	199
157	171	200	190	200	200
163	173	200	202	200	202
165			208		208
繰返し応力比 10~60%					
前繰返し数 10^4		10^5		10^6	
静的強度	残存強度	静的強度	残存強度	静的強度	残存強度
370	398	339	340	267	289
373	410	342	347	276	292
398	411	358	365	283	301
400	421	368	372	283	303
405	421	372	378	290	303
410	421	372	381	297	308
417	424	377	385	297	311
420	432	385	387	299	315
439	436	387	394	306	
	445	392	403	316	

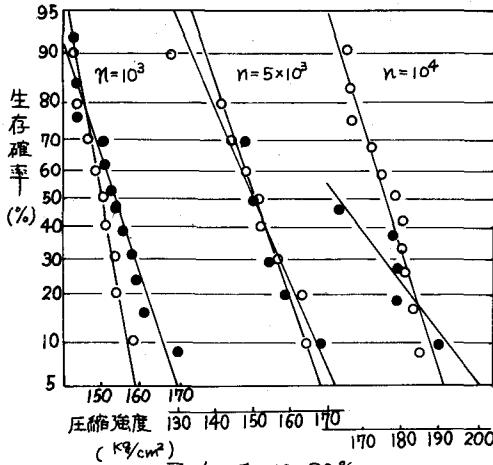


図-1 $\sigma_r = 10 \sim 80\%$

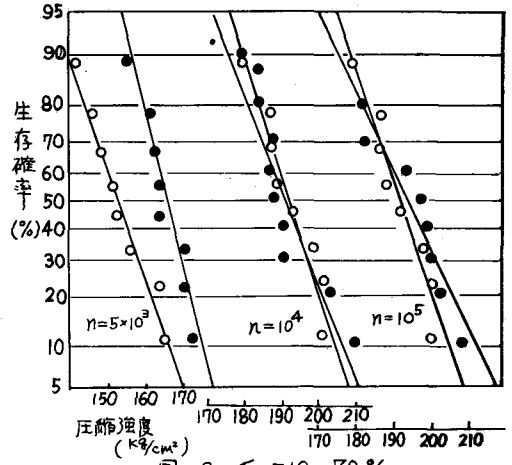


図-2 $\sigma_r = 10 \sim 70\%$

コンクリートの圧縮強度の分布は正規分布すると考えた⁽¹⁾ため、荷重繰返し後の残存強度も同様に正規分布とみなして処理した。各シリーズごとに、順序統計量の理論より、生存確率 $P = r/n+1$ を求め、静的圧縮強度および残存強度との関係と正規確率紙にプロットしたものが図-1~3である。コンクリートの圧縮強度および残存強度はいずれも正規確率紙上ほぼ直線とみなされ、ともに正規分布

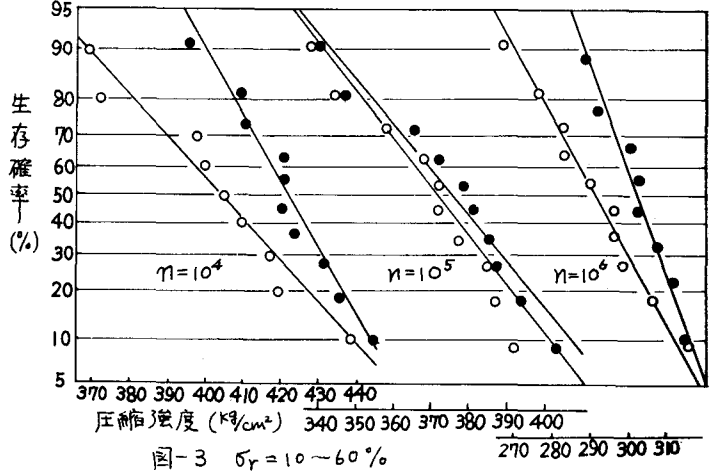


図-3 $\sigma_r = 10 \sim 60\%$

することから認められる。各シリーズごとに、回帰直線 $t = A\sigma + B$ を最小二乗法で求め、生存確率 50% における静的圧縮強度と残存強度から、残存強度比(静的圧縮強度に対する百分率)と前繰返し回数との関係を示す図-4に示した。疲労破壊直前と考えられる 80% 応力 10^4 回繰返し以外すべて強度比が 100% 前後よりむしろ小さくなっており、繰返し荷重によりコンクリートの残存強度は静的圧縮強度より小さくなり、破壊直前に急激な強度低下を起し破壊に致すと結論できる。

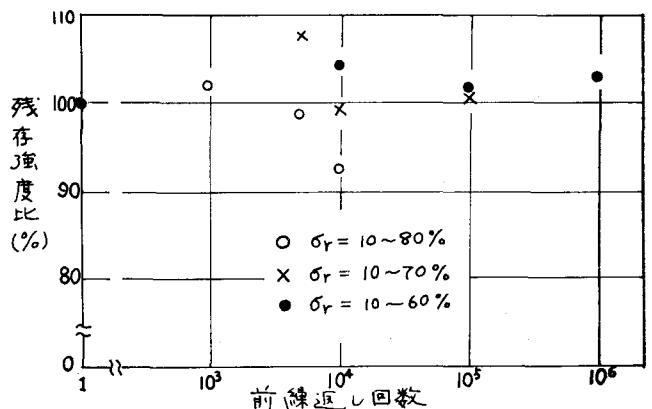


図-4

参考文献 (1) 山下、徳光：疲労試験による疲労寿命 N の分布
第44年度土木学会四国支部

(2) 山下：コンクリートの疲労 第26回土木学会全国講演会

(3) A.YOSHIHOTO: Microbuckling Effect on ...

J. of ACI Proceeding V69 April 1972 pp 233~240

(4) コンクリートの圧縮強度の増加：山下、山本、九代、谷本、1975年、第2号