

3) 疲労寿命の分布とばうつき 図-3は、疲労寿命の実験結果を対数正規確率紙にプロットしたものである。図より、生存確率 P と $\log N$ の間には直線関係が存在し、はり供試体の疲労寿命の分布は対数正規分布とみなせる。そこで、回帰直線式を $\sigma = A \log N + B$ とし、最小2乗法によって決定した A 、 B 、平均疲労寿命($\bar{N} = 10^{-B/A}$)およびばうつきの大きさを表わす指標として、 $\log N$ の標準偏差 $V(\log N)$ を表-5に示す。これより、疲労寿命のばうつきは、①コンクリートの圧潰型と鉄筋破断型の破壊が混在する荷重比($S=90\%$)、②コンクリート圧潰型の破壊($S=85\%$)、③鉄筋破断型の破壊($S=80\%$ 以下)、の順に小さくなる。なお、 $S=70\%$ より小さな荷重比でやや大きいばうつきが現われているのは、応力レベルの減少とともに疲労寿命のばうつきが大きくなるという鋼の特性が、鉄筋の破断型を示すRCはりの破壊においても現われたものと考えられる。

4) P-S-N線図 図-4に、本実験の範囲内で議論できる生存確率 $P=50, 80\%$ と、仮想生存確率 $P=99\%$ に対応するS-N線図を示す。

図中、 N は疲労寿命の分布が表-5に従うとして求めたものである。 $P=50\%$ と 80% の曲線形状には明確な差は認められないが、仮想した $P=99\%$ の曲線は疲労寿命のばうつきの影響を強く受けると考えられる。すなわち、ばうつきの最も小さな $S=75$ と 70% の間で $P=50\%$ の曲線に最も近づき、 $S=90\%$ で最も離れる上に凸な形状を示す。この形状は、RCはりのP-S-N線図の特性を示すものと考えられる。このことより、設計繰返し回数の多いRC部材を設計する場合や、繰返し回数は比較的小さいが作用荷重の大きい場合(例えば地震時)には、破壊確率(あるいは生存確率)の採り方によって、疲労強度や疲労寿命が $P=50\%$ の場合のそれとはかなり違ったものになることを考えておく必要がある。

5) S-N線図(図-5)と疲労強度 従来からS-N関係として、 $S = A + B \log \bar{N}$ — (1)、あるいは $S = A \bar{N}^B$ — (2)、の形の式が用いられている。本実験の荷重比範囲に上式を適用し、最小2乗法によって A 、 B を決定すると、 $S = 126.18 - 9.76 \log \bar{N}$ 、 $S = 2.159 \bar{N}^{-2.055}$ となる。これらの式に $N=200$ 万回を外挿して疲労強度を求めると、いずれの式からでも65%となる。この値は、荷重比65%では全てのはりは200万回以内に破壊しているという表-3の実験結果よりやや大きい値を与えている。そこで、ほぼ直線関係にある荷重比80%以下の同一の破壊様式を示したデータに対して式(1)を適用すると、 $S = 166.27 - 16.89 \log \bar{N}$ となる。この場合、200万回疲労強度は60%となり、実験結果に近い値を与える。このことは、RCはりのような複合材料の疲労強度は、その破壊様式をも考慮して推定されるべきで、コンクリートの圧潰型の破壊を示すような高荷重比の領域と、鉄筋の破断型の破壊を示すような領域とを同一の疲労現象とみなすべきではないことを示唆しているものと考えられる。

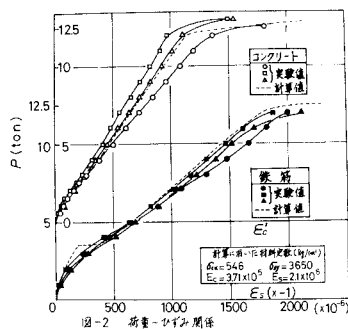


表-4

上端荷重	ひずみ	応力	σ_s/σ_y	ひずみ	応力	σ_s/σ_{cu}
$S(\%)$	$\epsilon_s(\times 10^{-3})$	$\sigma_s(\text{kg/cm}^2)$		$\epsilon_s(\times 10^{-3})$	$\sigma_s(\text{kg/cm}^2)$	
90	3561	3650	1.00	1731	546	1.00
85	1697	3563	0.98	1267	470	0.86
80	1591	3341	0.92	1197	444	0.81
75	1486	3120	0.85	1126	418	0.76
70	1381	3883	0.79	1054	391	0.71
65	1277	2681	0.73	976	362	0.66
60	1173	2463	0.67	908	337	0.61

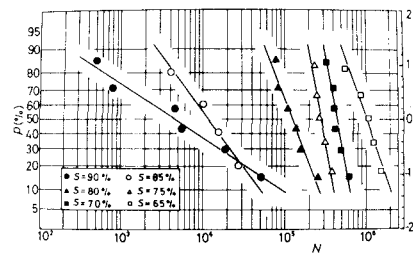


図-3 P-S-N線図

表-5

S	A	B	$\bar{N}$	$V(\log N)$
90	-0.985	3.609	4610	1.015
85	-2.044	8.308	11600	0.489
80	-3.981	20.288	125000	0.251
75	-8.533	46.558	286000	0.117
70	-8.438	47.639	442000	0.119
65	-4.304	25.849	1014000	0.232

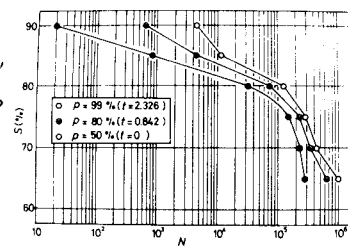


図-4 P-S-N線図

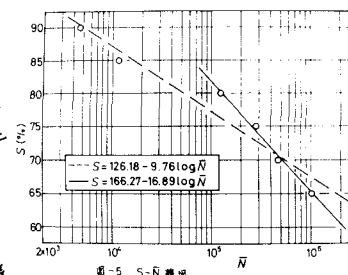


図-5 S-N線図

*1 井上・西村・福田：繰返し荷重を受けるRCはりの曲げ挙動について，33回年次講演集