V－14　　繰返し荷重を受けるコンクリートの変形特性

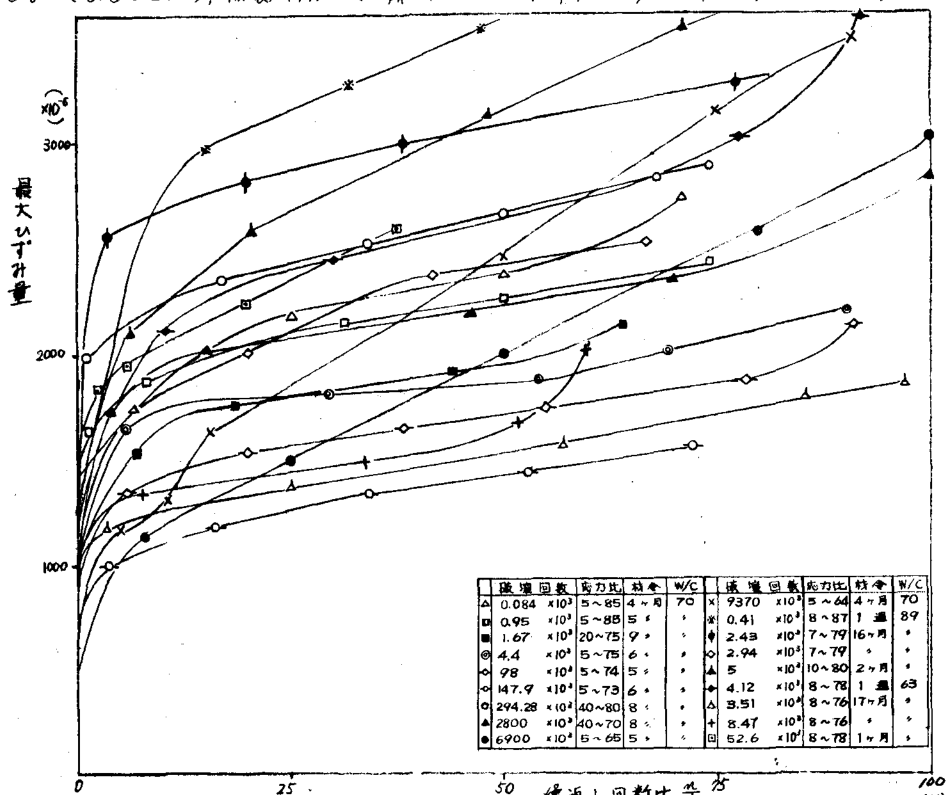
九州大学　工学部　正員　松下博通
〃　　〃　　学生員　○近田孝夫

1. まえがき

繰返し荷重を受けるコンクリートの応力－ひずみ曲線の変遷については既に報告したように、荷重繰返し回数とともにヒステリシスは次第に減少し、一直線で近似できるようになるが、その後も過大な荷重を繰返すと曲線は下に凸となり、次第にヒステリシスを増大し破壊に至る。本報告は、このように疲労破壊に至るコンクリートの変形性状が、どのような変化をするかを考察したものである。

2. 繰返し回数とひずみ量の関係について

繰返し荷重の最大荷重時におけるひずみ量の変化を図－1に示す。図中の横軸は、破壊繰返し回数 N_f に対する繰返し回数 n の比で示している。ひずみ量の変化は、初期にその増加量が大きく、その後ほぼ直線で示され、破壊近くになり再び急激な増加をみせて破壊する。この傾向は、江崎氏らによるクリープ破壊の傾向と同様であり、それぞれ遷移領域、定常領域、加速領域に分けられることになる。この増大したひずみは、各回における荷重によるひずみであるか、あるいは累積した残留ひずみであるかを検討するため、弾性ひずみと残留ひずみの関係を求めたのが図－2である。これより、小さいひずみ量の場合には弾性ひずみによる変形が卓越するが、ひずみ量が大きくなると残留ひずみ量の増加が著しく卓越している。コンクリートの破壊が内部ひびわれの進行によるものであることから、破壊が除荷しても閉じないような内部クラックの進行により起るものと考えられよう。



	破壊回数		応力比	材令	W/C		破壊回数		応力比	材令	W/C
△	0.084	$\times10^3$	5～85	4ヶ月	70	×	9370	$\times10^3$	5～64	4ヶ月	70
◫	0.95	$\times10^3$	5～88	5 〃	〃	※	0.41	$\times10^3$	8～87	1 週	89
■	1.67	$\times10^3$	20～75	9 〃	〃	♦	2.43	$\times10^4$	7～79	16ヶ月	〃
◎	4.4	$\times10^2$	5～75	6 〃	〃	◇	2.94	$\times10^3$	7～79	〃	〃
◇	98	$\times10^2$	5～74	5 〃	〃	▲	5	$\times10^4$	10～80	2ヶ月	〃
◇	147.9	$\times10^2$	5～73	6 〃	〃	◆	4.12	$\times10^3$	8～78	1 週	63
○	294.28	$\times10^2$	40～80	8 〃	〃	△	3.51	$\times10^4$	8～76	17ヶ月	〃
▲	2800	$\times10^3$	40～70	8 〃	〃	＋	8.47	$\times10^3$	8～76	〃	〃
●	6900	$\times10^2$	5～65	5 〃	〃	回	52.6	$\times10^3$	8～78	1ヶ月	〃

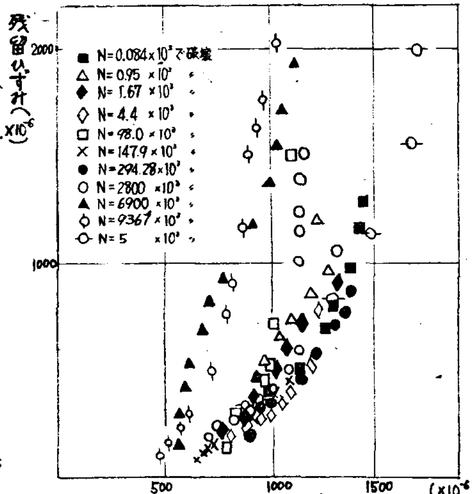
図－1

3、弾性係数の変化について

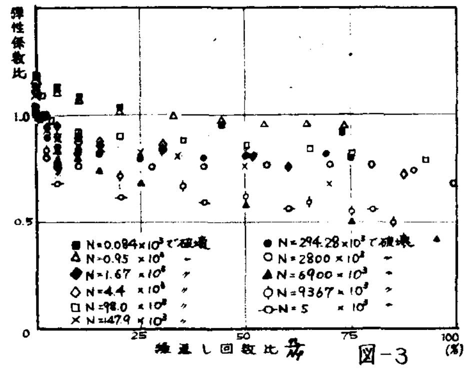
コンクリートの静弾性係数の低下の傾向を図－3に示す。低下率には若干の相異がみられるが，低下の傾向はほとんど同様の傾向であり，これはひずみ量の変化の傾向と一致する。また，図－3は，N=1における弾性係数を規準としているが今，N=2における弾性係数を規準にして弾性係数比を求めると，その低下率には大きな差が認められず，$E_n/E_{N=2}$ が 0.5～0.75 より急激な低下をきたして破壊に至るようだ。

4．疲労寿命 N_f とひずみ性状の関係について

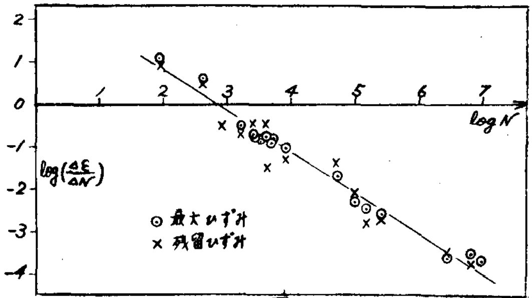
ひずみ量の変化が疲労寿命とどのような関係があるかを考察した結果，図－1に示されたひずみ量の変化のうち，定常領域における直線部分の勾配と疲労寿命の関係を求めたものが図－4である。これより，ひずみ速度が求まれば疲労寿命が推定されることがわかる。また，残留ひずみの変化と疲労寿命の関係もほぼ同一の直線で示されることから，定常領域におけるひずみ量の増大は，ほとんど残留ひずみ量の増大によるものと考えられうる。



図－2



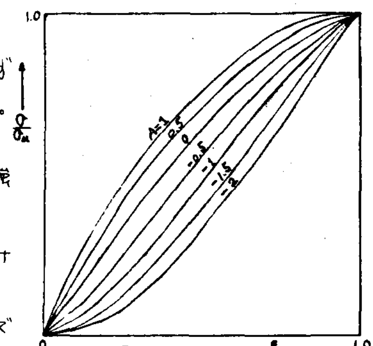
図－3



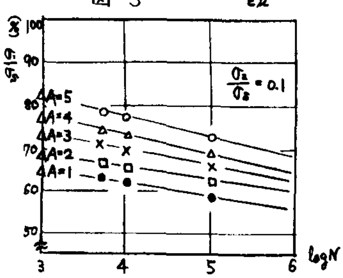
図－4

5、荷重繰返し後の応力－ひずみ曲線の数式化

繰返し荷重を受けて破壊に至らないコンクリートの残存強度は、静的強度よりわずかに増加することはすでに報告したが，繰返し回数とともに，応力－ひずみ曲線は変化する。したがって，荷重繰返し後の応力－ひずみ曲線を，残存強度 σ_u，破壊ひずみ ε_u（残留ひずみを除く）を用いて，三次式で数値的に近似した。 $\sigma/\sigma_u = A(\varepsilon/\varepsilon_u)^3 + B(\varepsilon/\varepsilon_u)^2 + C\,\varepsilon/\varepsilon_u + D$ で境界条件より $\frac{\sigma}{\sigma_u} = A\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_u}\right)^3 - (2A+1)\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_u}\right)^2 + (A+2)\frac{\varepsilon}{\varepsilon_u}$ となる。このAの値を変化させると，応力－ひずみ曲線は図－5のように，下に凸の曲線も近似可能である。今，処女供試体のAの値が，荷重繰返し後にどのように変化するかを調べた。その結果，荷重繰返し後のAの値は，処女供試体のAの値と比較して ΔA だけ変化したとすれば，ΔA と繰返し回数Nの間の関係として図－6に示すような関係が得られた。これより，処女供試体の応力－ひずみ曲線から，荷重繰返し後の応力－ひずみ曲線が推定されよう。本実験は大大卒業生，近藤暢男君，森下正幸君に負う所が多い。



図－5



図－6