

九州大学工学部 正 員 松下博通
九州大学工学部 学生員 ○白川孝一

1. まえがき

空中におけるコンクリートの疲労性状については、過去いくつかの報告例があり、疲労寿命分布あるいは変形性状について多くの提案がなされている。筆者らは、水中におけるコンクリートの圧縮疲労試験を実施し、水中疲労寿命は空中と同様に対数正規分布をなすこと、水中における疲労寿命のばらつきは空中におけるばらつきよりも小さくなること、水中疲労寿命は空中よりも著しく小さくなり、片振り繰返し応力を受ける場合の200万回疲労強度は、水中圧縮強度の40%程度となること等を報告してきた。水中におけるコンクリートの疲労変形性状も、空中とは異なった傾向を示すことが考えられ、水中疲労破壊の内部機構を示唆する性質があらわれることが期待される。以下、水中におけるコンクリートの疲労変形性状の実験結果を報告していく。

2. 実験方法

測定には $w/c = 70\%$ のコンクリートで打設された $\phi 55 \times 15\text{cm}$ の円柱供試体を材料5ヶ月で使用した。供試体は打設後、室温 $21 \pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度 95% 以上の標準養生室で湿空養生し、実験開始10日前には水浸しておいた。水中における載荷は、側面がアクリル板、底面が銅板の容器に水を満たしこの中でおこなった。繰返し荷重は300 rpmの正弦変化荷重であり、繰返し応力の大きさは、コンクリートの水中静的圧縮強度と繰返し応力レベルで定めた。最小応力レベルは10, 30, 50%の3種で、最大応力レベルは55~85%で変化させた。コンクリートのひずみは、供試体側面に水中ボンドを塗布し、その上に貼布したワイヤーストレインゲージを十分にコーティングして防水し、任意回数時にストレインメーターで測定した。また、繰返し載荷中は、オシログラフによって最大ひずみを連続的に測定した。

3. 実験結果

〔応力-ひずみ曲線〕 応力-ひずみ曲線の1例として、10~65%の繰返し応力を載荷し、繰返し回数420回で破壊した供試体の応力と軸ひずみの測定結果を図-1に示す。コンクリートのひずみは、 $N=1$ で上に凸の曲線を描き、 $N=2$ から500程度までは両者はほぼ直線関係となり、その後繰返し回数が増加するにつれて、徐々に下に凸の曲線となり破壊に至ることが図-1より読みとれる。他の測定結果も同じような経過で変遷している。

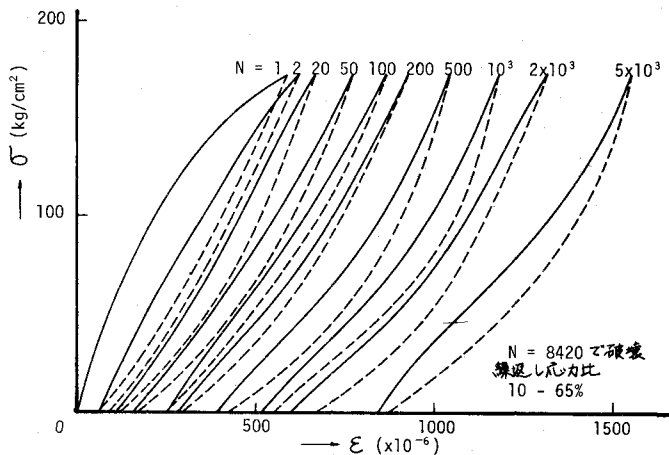


図-1 応力-ひずみ曲線

〔荷重繰返しとひずみ量〕 最大繰返し応力時の総ひずみは、繰返し数が増大するにつれて次のような傾向となる。まず、疲労寿命の10%程度の初期繰返しによつて、ひずみ量は急激に増大（遷移領域）、続いてほぼ直線と近似できるような定率的なひずみ増加となる（定常領域）。疲労寿命の90%程度の繰返し回数付近から再びひずみが急激に増大して破壊に至っている（加速領域）。この傾向を同次元で把握するために、横軸に繰返し回数比（繰返し回数/疲労寿命； N/N ）をとり、縦軸に総ひずみ量をとって両者の関係をプロットしたグラフを図-2に示す。また、残留ひずみ量についても総ひずみ量と全く同様の傾向がみられる。よって総ひずみ量の増加は、

主として残留ひずみの増加に起因しているものと思われる。図-2に示した総ひずみ量、あるいは残留ひずみの定常領域における直線の傾き、すなわちひずみ速度($\dot{\epsilon}$)と疲労寿命(N)とを両対数紙上にプロットすると、図-3に示すように、傾き-1をもつ直線関係となる。つまり $\dot{\epsilon} \times N = \text{const.}$ という式が成立する。これは定常領域のひずみ増加量は、応力比に関係なくどの供試体でも同一とみなすことを意味している。

上述の関係が成立するということは、図-2において最小応力比が同じ供試体ではひずみが互いにほぼ平行な曲線を描いて増加していることから明らかである。また、最大応力比が同じ供試体では、初期応力による最大応力時のひずみはほとんど同じとなるから、応力繰返しに伴って、図-2上では最小応力比に関係なく重なり合うように変化することが考えられる。ところが、実際の測定結果をみると総ひずみ量の変化は相互に平行にはなっているが大きな差がある。特に、最小応力比10%のひずみは30%、50%にくらべて小さくなっている。また、後者のひずみは初期応力繰返しによる増加が著しい。この結果から、初期応力繰返しにおけるひずみの変化には、最小応力比あるいは応力振幅の影響が強く出てくることがわかる。

【繰返し回数と弾性係数の低下】 図-1に示したような応力-ひずみ曲線より各繰返し回数で、最大応力時の割線弾性係数を算出して、 $N=2$ の割線弾性係数に対する比をプロットしたのが図-4である。繰返し回数が多くなるにつれて、弾性係数は小さくなり、最終的には50%前後にまで低下している。弾性係数の低下は、総ひずみ量の変化の傾向に似ており、初期の応力繰返しと破壊近くの繰返し回数で急激に低下し、中間的部分では低下は小さい。

参考文献1) 松下、藤原「コンクリートの水け度劣劣」、西部支那講義概要集、5/51
2) 松下、近田「繰返し荷重を7けるコンクリートの変形特性」、西部支那講義概要集、5/49

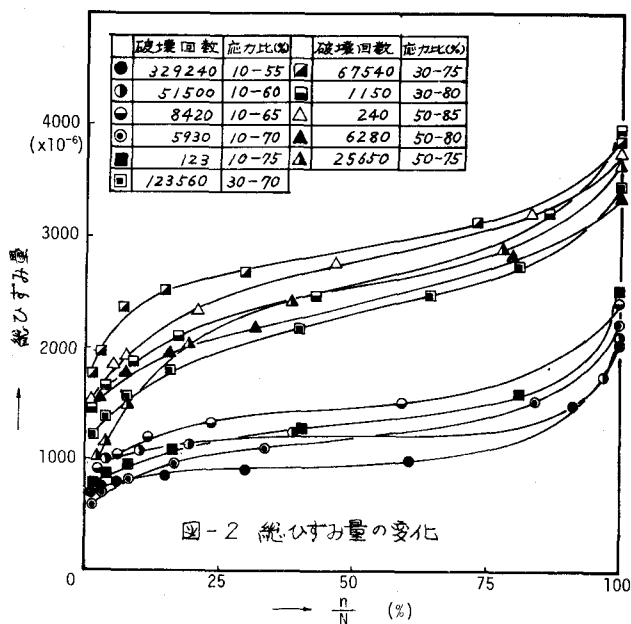


図-2 総ひずみ量の変化

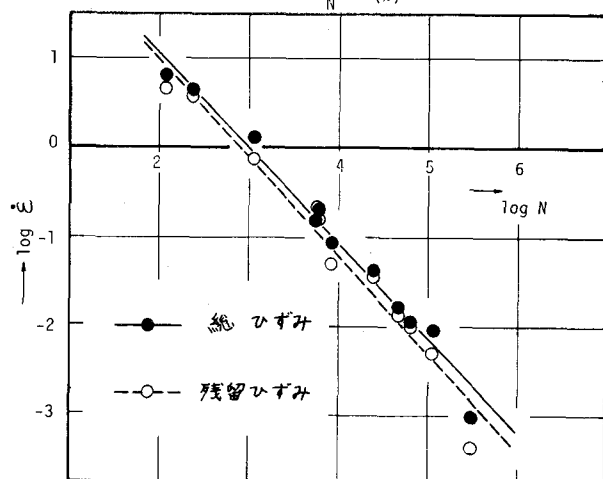


図-3 ひずみ速度と疲労寿命の関係

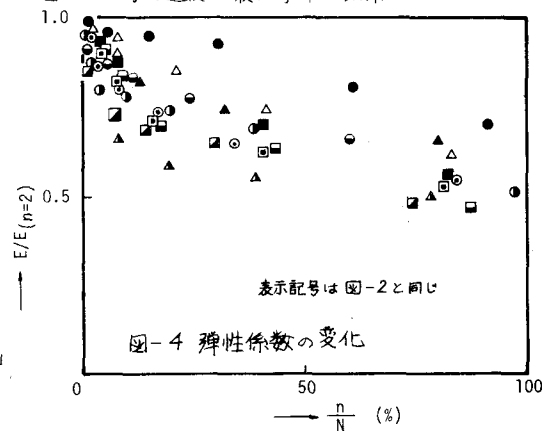


図-4 弾性係数の変化