

九州大学 正良 松下 博通

1. 目的: 繰返し圧縮応力を受けるコンクリートの応力-ひずみ曲線の変化から、エネルギー量の変化を求める。これから、繰返し応力を受けるコンクリートの疲労破壊過程および破壊条件を調べるとともに、疲労限の存在の可能性について言及しようとするものである。

2. 実験概要: 疲労試験中、任意回数繰返し後に疲労試験機と試体の間に除いた状態にし、応力0から最大応力 σ_1 までの加力曲線と減力曲線とを求め、ABC曲線と求める。次に、応力と平均応力 $\sigma_m = \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_2)$ にせし、最小応力 σ_2 と最大応力 σ_1 とを同一加力曲線と減力曲線A'B'C'を求める。(図-1)。このとき、ABDAの面積を W_L とすれば、 W_L は、応力繰返し後の応力0~ σ_1 で試体に加えられるひずみエネルギー量であり、また W_L は、面積ABCAで示されるエネルギー W_L と面積CBDCで示される回復エネルギーに変換され、このうち W_L は、試体内部でのひびわれ発生やひびわれ部の粘性摩擦による熱エネルギーに消費されるものと考えられる。したがって、 W_L は、応力繰返し後のコンクリート中のひびわれ量と表わすと考えられる。次に、応力 $\sigma_2 \sim \sigma_1$ 間でのヒステリシスループの面積A'B'C'は、 $\bar{A}C = 0$ と考え、1回の応力繰返しによる損失エネルギー W_L と考えられる。これらのエネルギー量の変化を調べ、図-2に示すようなひずみ変化曲線の各領域のエネルギー量を求め、疲労破壊過程を考察する。

3. 結果: W_L の変化(図-3)より、一定繰返し応力下の W_L はほぼ一定と見なすことができた。応力-ひずみ曲線は図-4のように上へ凸から下へ凸に凸になると、 W_L は下へ凸に凸になるように変化するという。

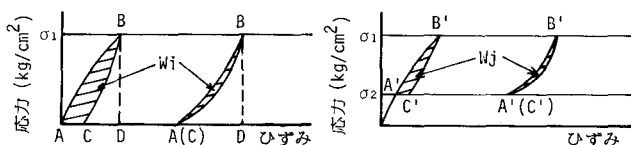
(a) 応力0~ σ_1 間(b) 応力 $\sigma_2 \sim \sigma_1$ 間

図-1 応力-ひずみ曲線

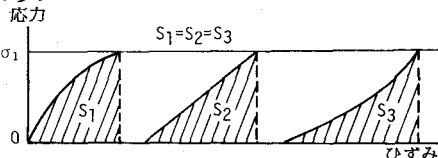


図-4 応力-ひずみ曲線の形状変化

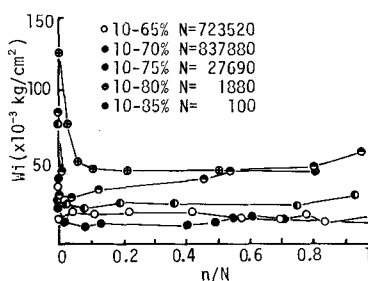
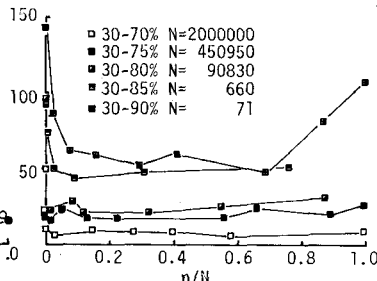
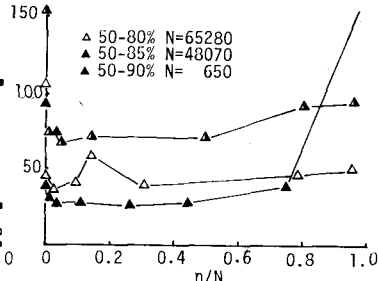
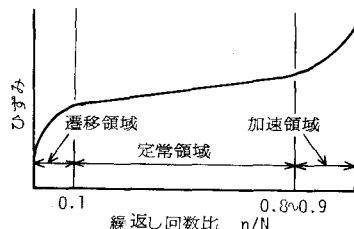
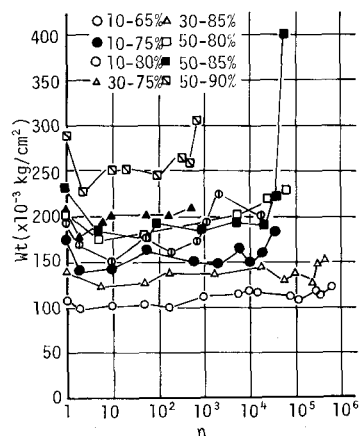
(a) $S_2 = 10\%$ の場合(b) $S_2 = 30\%$ の場合(c) $S_2 = 50\%$ の場合図-5 損失エネルギー W_L の変化曲線

図-2 ひずみ量の変化曲線

図-3 W_L の変化曲線

W_L の変化 (図-5) より、定常領域では W_L は一定値 W_{L0} とおしこれに図-6 のように S_1 の大きさに従って定まる。また W_{L0}/W_E はほぼ 0.2 程度と定まる。 W_j の変化 (図-8) より、その傾向は W_L と同様であるが、定常領域の W_j は一定値 W_{j0} で、 S_2 と S_1 の大きさに依存し、 S_2 一定では、 W_{j0} と S_1 は図-9 のように直線関係にある。今、 $W_{j0}=0$ とすれば、仮設体の損失エネルギー量が、

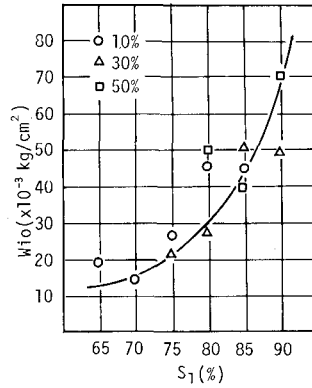


図-6. S_1 と定常領域の W_j の大きさ W_{j0} の関係

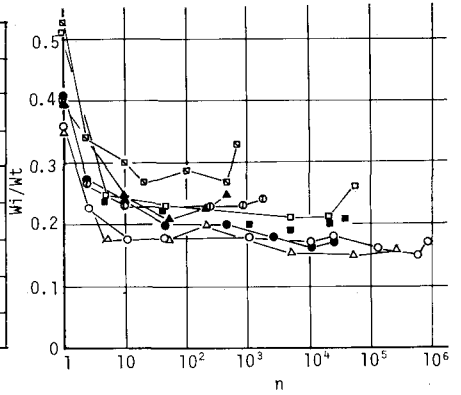
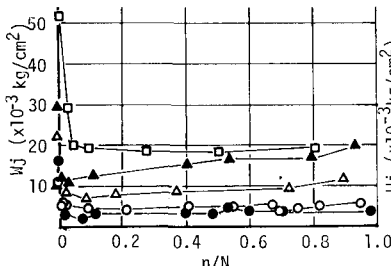


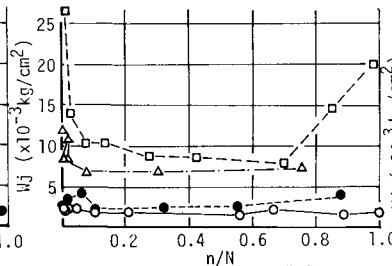
図-7. 損失エネルギー W_L の W_L に対する比の変化曲線

疲労破壊しはいと考へられるが、このとき S_1 の大きさは $S_2=10\%, 30\%, 50\%$ でそれぞれ 62%, 71%, 77% となり、疲労限の存在が考へられる。次に $N=1$ から疲労破壊までの W_j の和 ΣW_j の大きさを求める。図-10 に示すように、寿命の長いものほど W_j が大きくなり、両者の間には、図-11 のように両対数直線で直線関係が認められる。このことは、熱エネルギーに変換される量がかなり大であることと示すものである。また、破壊条件と求めたため、図-10 に示したように、応力-ひずみ曲線の変遷の包絡線 ABCDA の面積は、損失エネルギーのうち、変形増大に消費されたエネルギー量と示すものであるが、 $500-800 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ とほぼ一定値を示しており、破壊条件として変形に消費されたエネルギー量一定説が妥当であることも予想される。

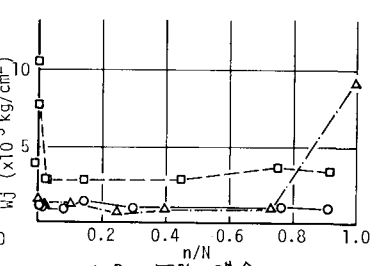
本実験は、九大卒業生、白川淳一君、宮崎文彦君に多大の助けをうけたことと致し、ここに厚くお礼申し上げる。



(a) $S_2=10\%$ の場合



(b) $S_2=30\%$ の場合



(c) $S_2=50\%$ の場合

図-8 損失エネルギー W_j の変化曲線 (記号は図-5 と同様)

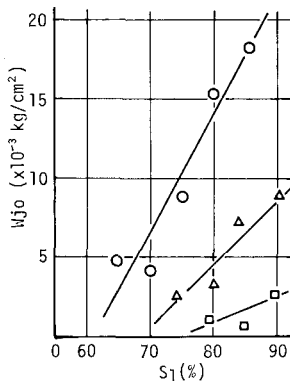


図-9 S_1 と定常領域の W_j の大きさ W_{j0} の関係

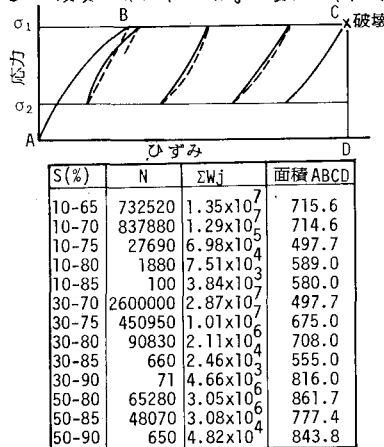


図-10 面積 ABCDA と ΣW_j

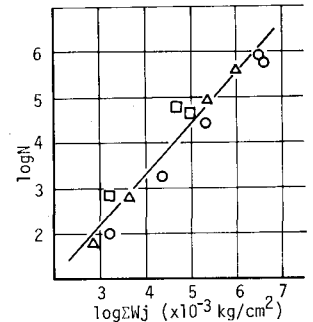


図-11 ΣW_j と疲労寿命 N の関係