

九州大学 工学部 正員 〇松下 博通

〃 〃 〃 徳光 善治

〃 〃 〃 学生員 吉海 達

1. まえがき

変動荷重を受けるコンクリートの疲労寿命を推定するため、まず種々の繰返し応力を受けた後の疲労破壊条件を明らかにする必要がある。コンクリートの疲労破壊条件に関する従来の研究では、一定繰返し応力下の疲労試験結果をもとにして、①繰返し応力による応力-ひずみ曲線の包絡線が静的な応力-ひずみ曲線を越える領域に達した時に疲労破壊する ②繰返し応力による弾性ひずみが静的試験による弾性ひずみを越えると疲労破壊するなどの考えが示されている。しかし、①の条件式は、繰返し応力を受けたコンクリートの残存強度が静的強度より増大する領域が大であることから否定され、②の条件式は弾性ひずみ量のとらえ方が複雑であると同時に繰返し応力の最小応力を無視した考え方であり妥当とはいえない。一方、繰返し応力を受けるコンクリートの破壊はあくまでも内部微細ひびわれの発生伝播の過程であり、このひびわれの発生はコンクリートの変形量として測定され、また発生量は、繰返し応力を受けたコンクリートの方が静的な一様増荷荷重を受けた場合より多い。これらのことから本研究では、コンクリートの疲労破壊条件が、コンクリートの変形に費やされたエネルギー量から推定することができないかに着目して、一定繰返し応力下での疲労試験、応力繰返し後の残存強度試験、二段重複疲労試験を実施し、変形に費やされたエネルギー量を測定して考察を加えてみた。

2. 実験方法と変形エネルギー量について

表-1に示す4種の配合により、 $\phi 25 \times 15 \text{ cm}$ 円柱供試体を作製した。変形エネルギー量は、静的強度試験および残存強度試験の場合には、最大荷重時のひずみ量を正確にとらえにくい、最大荷重時の98%時のひずみ量をもとに算定した。(図-1(a)(b)参照)一定繰返し応力による疲労試験および二段重複疲労試験の場合、疲労破壊時のひずみ量は正確にとらえられないため、図-2に示すように繰返し回数-ひずみ曲線から定常領域(ひずみ速度がほぼ一定)を延長して破壊時ひずみ量を求め、これから変形エネルギー量

表-1 コンクリートの配合

No.	W/C (%)	s/a (%)	Gmax (mm)	単位量 (kg/m ³)			
				W	C	S	G
I	50	42	20	180	360	725	1144
II	63	44	20	180	286	786	1143
III	70	44	20	180	257	796	1159
IV	78	45	20	186	238	814	1138

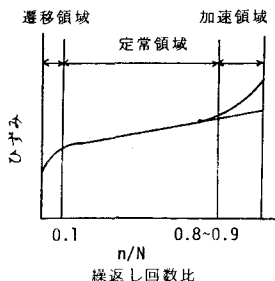


図-2 繰返し回数-ひずみ曲線

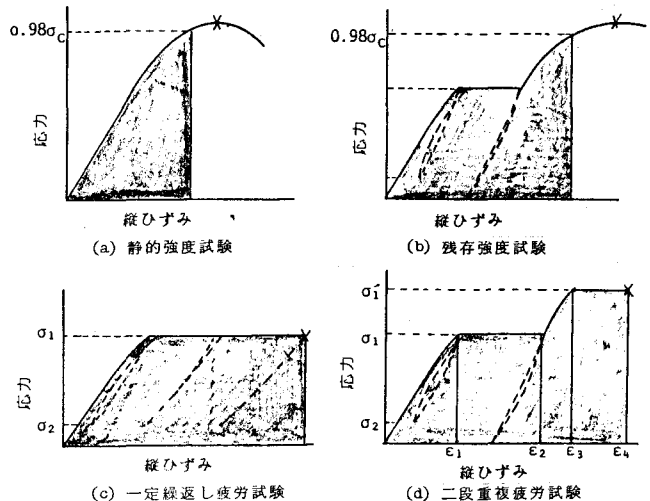


図-1 応力-ひずみ曲線

を算定した。(図-1(c)(d)).

3. 試験結果と考察

静的強度試験における変形エネルギーの測定結果は、配合Ⅰについて $581 \pm 118 (\times 10^{-3} \text{kg/cm}^2)$ 、配合Ⅱについて $442 \pm 74 (\times 10^{-3} \text{kg/cm}^2)$ 、配合Ⅲについて $282 \pm 47 (\times 10^{-3} \text{kg/cm}^2)$ であった。この結果より、変形エネルギーはコンクリートの強度に依存し、強度が大きいほど破壊までの変形エネルギー量も大となっている。次に残存強度試験時の応力-ひずみ曲線の測定結果の一例を図-3に示す。その他の応力-ひずみ曲線の測定結果は紙面の都合上割愛する。応力-ひずみ曲線の変遷の測定結果から、図-1に示す方法により変形エネルギー量を測定した。一定繰返し疲労試験結果から変形エネルギー量の小さい順に確率紙にプロットして図-4に示す。この時、配合Ⅲの試験結果は、繰返し応力比を最大最小とも変化させた結果であるが、応力比に対する依存性がないため同一グループとしてプロットしたものである。変形エネルギー量は $450 \sim 750 (\times 10^{-3} \text{kg/cm}^2)$ で正規分布し、配合にはあまり影響されていないが、少くとも静的強度試験時よりも大きな値を示しており、繰返し荷重下により静的荷重下より多数のひびわれが発生することを示している。次に二段重複疲労試験での結果(図-5)では、変形エネルギー量の測定結果には一定繰返し応力下の結果よりばらつきが大きいものの平均値としては大差なく、変形エネルギー量一定の条件が疲労破壊条件になりうる可能性を示唆している。残存強度試験での結果(図-6)においても同様に、変形エネルギー量に差は認められない。以上の結果より、繰返し荷重を受けるコンクリートの破壊までの変形エネルギー量は、大きくばらつくものの正規分布し、その値がある一定値に達したときに疲労破壊するとする考え方はある程度妥当なものと考えられ、今後、変動荷重下の疲労寿命推定の一方法となりうると考える。

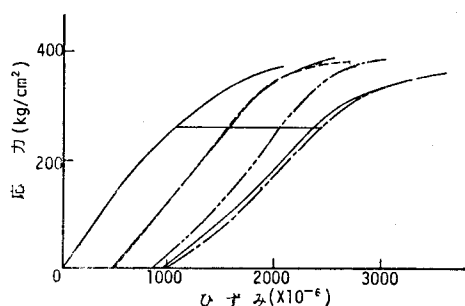


図-3 残存強度試験時の応力ひずみ曲線
(W/C=63%前繰返し10~70%, 10⁵回)

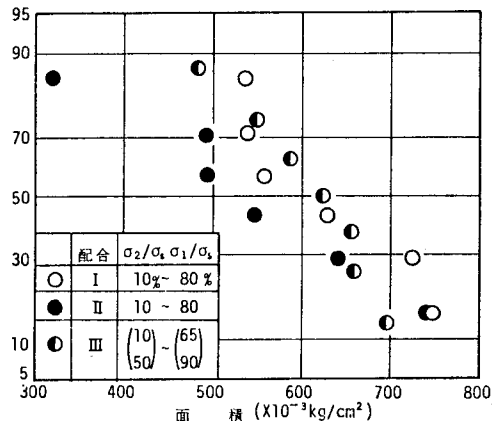


図-4 一定繰返し疲労試験面積分布

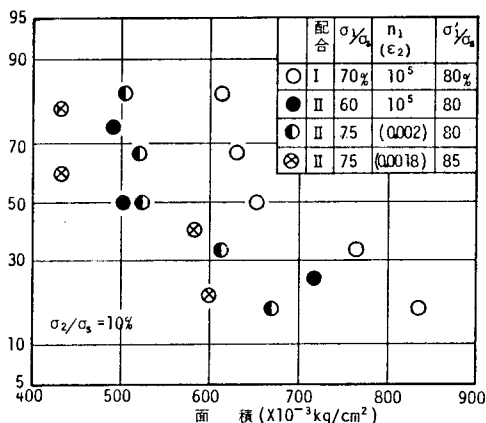


図-5 二段重複疲労試験面積分布

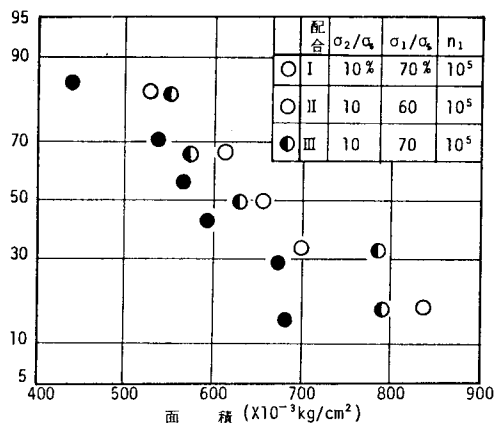


図-6 残存強度試験面積分布