

V-161 マイクロコンクリートの疲労強度

鹿島建設株式会社 正員 ○ 薦 田 敏 郎
日本大学 正員 川 口 昌 宏
日本大学 正員 柳 沼 善 明

1. まえがき

本研究では、模型用コンクリートとして使用されているマイクロコンクリートの圧縮、引張、ならびにせん断による静的および疲労強度に関して基礎的な実験を行ない、実際に使用されているコンクリートなどの特性と比較し、マイクロコンクリートによる模型疲労実験に対する適用性について検討する。

2. 実験概要

供試体は、圧縮ならびに引張実験では $\phi 5 \times 10$ cmの円柱を、せん断実験では $4 \times 4 \times 16$ cmの角柱を用いた。配合は表-1に示した2種類とした。使用骨材は、最大粒径が2.5mmのものである。実験は円柱供試体が28日間、角柱供試体が2ヶ月間の水中養生の後、7日間空中乾燥を施してから行なった。実験は一軸圧縮実験、ならびに割製実験を適用した。一方、せん断実験については交番载荷と片振り载荷の状態が得られる様に二面せん断実験を適用した。圧縮実験ではひずみゲージを貼付してひずみを計測し、せん断実験では非接触変位計を用いて供試体の変位量を計測した。

3. 実験結果および考察

供試体の破壊性状

静的実験結果を表-2に示す。静的実験、疲労実験共に供試体はそのほとんどがぜい性的に破壊した。ぜい性的に破壊しなかった供試体のほとんどは、せん断実験のものであった。

原因として 1. 供試体内部に形成されるアーチ作用

2. 亀裂発生後の応力再配分

などが考えられ、二面せん断持具の特性の影響と思われる。

载荷に伴う供試体の変位性状

普通コンクリートでは、破壊に近づく程供試体の応力とひずみの関係はS字の軌跡をたどるが、マイクロコンクリートはその様な関係にならず、図-1の様に破壊回数の近傍まではほぼ直線といえる。また供試体の変形に対しては、普通コンクリートと同様に载荷に伴い、遷移領域、定状領域、加速領域の3段階に区分する事が出来る。

 $p \sim N$ 線図

マイクロコンクリートの実験結果をこの対数正規確率紙にプロットし回帰式を求め、図-2・3にそれらを描く。これらの図より、マイクロコンクリートの疲労寿命も、一般の普通コン

表-1 配合設計

供試体	S/C (%)	W/C (%)	W (%)	C (%)	S (%)	砂の粒度
Case A	250	65	15.7	24.1	60.2	未調整
Case B	250	75	17.7	23.5	58.8	

表-2 静的実験結果

静的実験	平均破壊荷重 (配合) (kgf)	平均強度 (kgf/cm ²)	母標準偏差 (kgf/cm ²)
圧縮	6038 (Case A) 5625 (Case B)	307.5 286.5	36.39 26.10
引張	1879 (Case A) 1550 (Case A)	23.92 19.73	1.881 2.383
せん断	1676 (Case A) 1922 (Case A) 1815 (Case A)	51.66 59.16 56.03	5.783 8.595 3.640

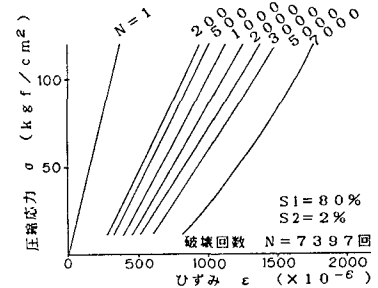
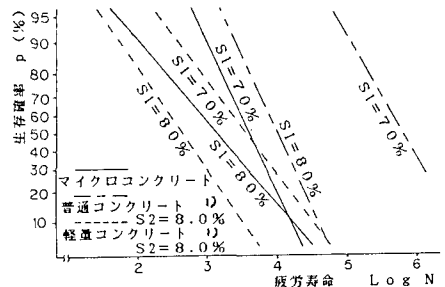
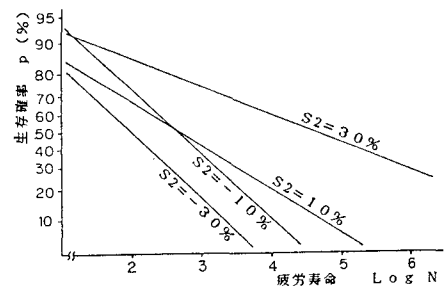


図-1 载荷に伴う応力～ひずみ関係の変化


図-2 圧縮疲労時の $p \sim N$ 線図 ($S_2 = S_1 / 10$)

図-3 せん断疲労時の $p \sim N$ 線図 ($S_1 = 90\%$)

クリートと同様な対数正規分布に近い分布形態を示す事が分かった。また、図-2よりマイクロコンクリートは、普通コンクリートと軽量コンクリートとの中間的な性質を持つものと思われる。さらに、疲労寿命は上限応力比（以下 S_1 という）に影響されるという事が分かる。せん断疲労での $p \sim N$ 線図からは疲労寿命が下限応力比（以下 S_2 という）にも影響される。

$S_1 \sim N$ 線図

$p \sim N$ 線図で $p = 50\%$ での疲労寿命を、その载荷レベルでの疲労寿命の代表値 N とし、 $S_1 \sim N$ の関係を各 S_2 毎に描いたものが図-4である。これより、疲労寿命は S_2 が一定の場合 S_1 が小さくなる程、また S_1 が一定の場合 S_2 が大きくなる程長くなる。つまり、疲労寿命は S_1 と S_2 の関数として表現出来る。

$S_1 \sim S_2 \sim N$ 関係式

S_1 と S_2 を関数として疲労寿命を表わす式としては、表-3に示された式が妥当とされている。この式のマイクロコンクリートに対する係数 K を求めた。これより、マイクロコンクリートの $S_1 \sim S_2 \sim N$ 式も普通コンクリートなどと同様の式で表現出来る。

耐久線図

図-5は、せん断疲労実験の耐久線図を表-3の式をもとに描いたものである。本図から、交番と片振りの遷移領域で不連続な部分が有り交番载荷は疲労寿命を低下させる一要因であると推察出来る。ただ、持具の性能による誤差は、さらに検討を加える必要が有る。

疲労振幅強度の特性値

応力振幅 $f_r (= f_1 - f_2)$ は、構造物に作用する活荷重に相当する。この f_r は疲労設計に用いる場合には、静的な強度の特性を含み、しかも疲労強度の特性をも含まなければならない。表-4には、普通コンクリートに適用されている式をマイクロコンクリートにもあてはめて示している。

4. 結論

本研究では、比較的小さな供試体を用いて疲労実験を試みた。そのため、結果が大きく分散した。しかし、マイクロコンクリートは疲労実験にも適用出来る事が分かった。また、普通コンクリートや軽量コンクリートとの相似率については、表-3・4の結果などから、ある程度までは推定出来るものと思われる。しかし、実際の構造物に対して模型実験の結果を適用するためには、相似則を確立しなければならない。この相似則の確立については今後の研究課題である。

5. 参考文献

- 1) 阪田憲次ら：統計的処理によるコンクリートの疲労寿命に関する研究，土木学会論文報告集，198，1972
- 2) 松下博通ら：割裂試験法によるコンクリートの引張疲労強度に関する研究，セメント技術年報，35，1981
- 3) コンクリート構造の限界状態設計法指針（案）：コンクリート・ライブラリー No.52，土木学会，1983

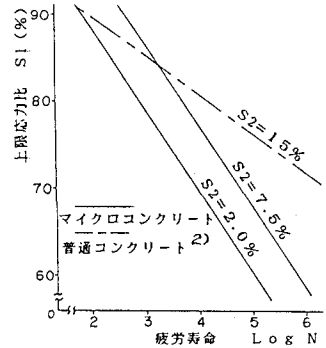


図-4 引張疲労時の $S_1 \sim N$ 線図 ($S_2 = \text{const}$)

表-3 $S_1 \sim S_2 \sim N$ 関係式

コンクリートの種類		$\text{Log } N = K \frac{100 - S_1}{100 - S_2}$
		K
マイクロコンクリート	圧縮	16.37
	引張	15.36
	せん断片振り	25.14
	せん断交番	19.44
普通コンクリート	圧縮 ¹⁾	18.43
	引張 ²⁾	18.25
軽量コンクリート	圧縮 ¹⁾	11.26

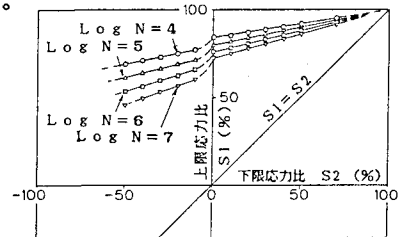


図-5 せん断による交番および片振り疲労の耐久線図

表-4 疲労振幅強度の特性値

コンクリートの種類		電動係数 c_v (%)	$f_r k = A (f_k - f_2) \left(1 - \frac{\text{Log } N}{K}\right)$	
			A	K
マイクロコンクリート	圧縮	10	1.00	19.1
	引張		1.00	16.1
普通 ³⁾ コンクリート	圧縮	5	0.85	17.0
	引張		1.00	17.0
軽量 ³⁾ コンクリート	圧縮		0.85	10.0
	引張		1.00	10.0