

1. まえがき

ポリマー含浸コンクリート(以下、PIC)は、硬化コンクリートあるいはモルタルにメタクリル酸メチル(MMA)やスチレンなどの低粘度モノマーを含浸した後、放射線重合あるいは適当な触媒を用いた熱重合によって、コンクリートあるいはモルタルとポリマーとが複合一体化したものである。このPICは、不透水性でかつ耐水性、耐摩耗性および力学的強度が普通コンクリートに比べ著しく向上した材料である。

このPICのすぐれた性質を生かし、構造部材として使用する場合、その疲労特性についても充分に把握して、合理的な設計方法を確立する必要があると考えられる。現在、PICの疲労に関する研究は少なく、またポリマーの含浸率によっても、その疲労性状に差異が生じることも考えられるなど不明な点も多い。そこで、本実験では完全含浸した高強度のPICを製作し、圧縮疲労試験を実施して、その疲労性状について検討した。

2. 実験概要

1). 材料および配合

コンクリート材料には、普通ポルトランドセメント
鬼怒川産の細・粗骨材および高性能減水剤を使用した。
またポリマー材料には、モノマーにスチレン、架橋剤

にトリメチルプロパントリメタアクリレート(TMPTMA)、カップリング
剤にγ-メタアクリルオキシプロピルトリメトキシシラン(Silane)および触
媒に2,2-アジビスイソブチロニトリル(AIBN)を使用した。それぞれの配
合を表-1および2に示す。

表-1 コンクリートの配合

Q max mm	スランプ cm	空気量 %	W/C %	S/a %	単位量 kg/m ³				
					水	セメント	細骨材	粗骨材	混和材
15	6.8	2	29	45	146	500	773	989	6

比重:セメント3.16・細及び粗骨材2.63

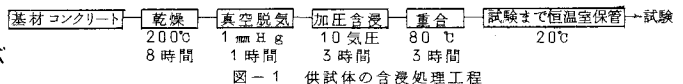
表-2 ポリマー材料の配合(重量比)

スチレン	TMPTMA	Silane	AIBN
90	10	1	1

2). 供試体の製作

供試体はφ75×15cm のものを使用し、2バ
ッチ計40本製作した。高強度PICとしての

疲労性状を検討するため、クローズドフォームシステムを使用して基材コンクリートを製作した。すなわち成形
後、180℃・6時間の高温密閉養生をおこない、自然冷却後、含浸処理を実施した。処理工程を図-1に示す。



3). 実験方法

まず、バッチごとに5本ずつ所定の載荷速度で圧縮強度試験をおこない、それぞれの圧縮強度の平均値を求めた。次に疲労試験は、それぞれのバッチごとに応力比に対応する荷重をくり返し載荷した。最大応力 S_{max} は60、70、75および80%と変化させ、最小応力 S_{min} は12%に固定した。載荷速度は全て300r.p.m、パルセーター型疲労試験機(最大100ton)を使用した。また、疲労試験時の縦圧縮ひずみおよび横引張ひずみをビングラフを用いて測定した。くり返し載荷回数は最高500万回で打ち切り、破壊しなかった供試体については、圧縮試験を行ない、その強度を求めた。

3. 実験結果および考察

1). 圧縮強度試験結果およびポリマー含浸率

バッチ間の圧縮強度、弾性係数およびポリマー含
浸率の平均値と標準偏差を表-3に示す。同表から
圧縮強度および弾性係数のバラツキがきわめて小
さいことがわかる。また、ポリマー含浸率に比較し、

表-3 圧縮強度試験結果及びポリマー含浸率

バ ッ チ	圧縮強度 (kg/cm ²)		弾性係数×10 ⁵ (kg/cm ²)		ポアソン比	ポリマー含浸率	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	平均値	標準偏差
1	1937	61.1	5.0×10 ⁵	0.015×10 ⁵	0.21	4.49	0.07
2	2086	76.0	5.1×10 ⁵	0.004×10 ⁵	0.21	4.53	0.26

強度が高いのはクローズドフォームシステムで製作したために基材コンクリートの組織がより緻密になったことが原因と考えられる。

ところで、それぞれのバッチの圧縮強度の平均値を検定したところバッチ間に有意差が認められたので、疲労試験はそれぞれのバッチごとに実施した。

2). P-N線図

疲労試験結果のP-N線図を図-2に示す。ここで、P：疲労寿命、N：破壊回数。同図から、PICも普通コンクリート同様に対数正規分布するようである。S=80%の傾き及びバラツキが他に比べ大きいようであるが、供試体本数を多くすれば対数正規分布に近づくものと考えられる。同図の右側の座標Kは、P=50%を0としたときのP(%)に対応する実長を示したものである。その座標を用いた応力比ごとの回帰式および相関係数を同図に併記する。なお、500万回打切りデータは、浜田の方法²⁾に基づいて処理し、S=60%については500万回ではほとんど疲労破壊しないことが予想されたので試験を途中で切った。

3). S-N線図

最小応力比12%の場合のS-N線図を普通コンクリートと比較して図-3に示す。このときのPICのS-N関係は、図-2において応力比70,75および80%でのP=50%(K=0)に対応する値の一次回帰より求めた。また、普通コンクリートについては、次式³⁾

$$\log N = 17.5(100 - S_{max}) / (100 - S_{min})$$

から、 $S_{min}=12\%$ として求めた。同図から、1000万回疲労寿命は、PICが普通コンクリートより3%ほど高くなっているが、S-N関係は普通コンクリートとほぼ同じような傾向を示している。

4). 疲労破壊性状

疲労試験時、PICは普通コンクリートのようなひずみの顕著な増加は認められず、縦圧縮ひずみが $2800 \sim 3200 \times 10^{-6}$ 、横引張りひずみが $580 \sim 650 \times 10^{-6}$ であるにもかかわらず、破壊に至るまでの圧縮ひずみの増加分は多くても 200×10^{-6} であった。非破壊供試体について試験終了後圧縮試験をおこない、応力-ひずみ曲線を求めてみたが、図-4に示すとおり、圧縮強度試験供試体のそれと比較してもほとんど差が見られなかった。また、試験時高応力域では、表層からコンクリートの薄片が剝離し跳ね出す現象や供試体の表面温度が 20°C 前後上昇する現象が見られたが、これはくり返しひずみ幅が大きいことによる原因と考えられる。しかし、疲労強度には影響を及ぼさないようである。

4. まとめ

PICの圧縮疲労性状について検討した結果、PICは高強度ではあるが応力比で考える限り、普通コンクリートと同様の取り扱いができるものと考えられる。

参考文献 1) 星野：ポリマー浸透コンクリートの圧縮疲労試験，大建設技術研究所報第8号 2) 浜田，成国：疲労試験における金打切りデータの処理に関する研究，土木学会論文集189号，1974年5月 3) 松下，徳光：生存確率を考慮したコンクリートの圧縮疲労強度に関する研究，土木学会論文集284号，1979年4月

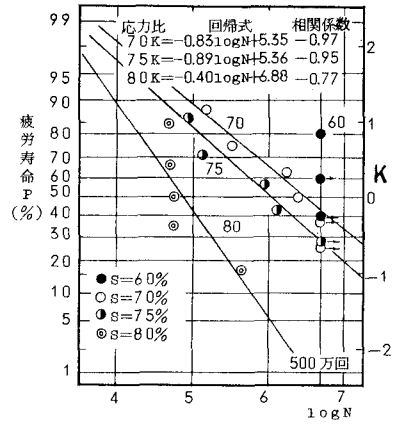


図-2 P-N線図

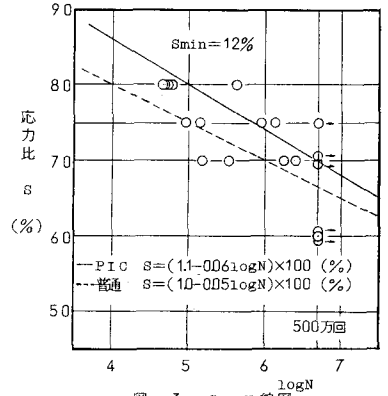


図-3 S-N線図

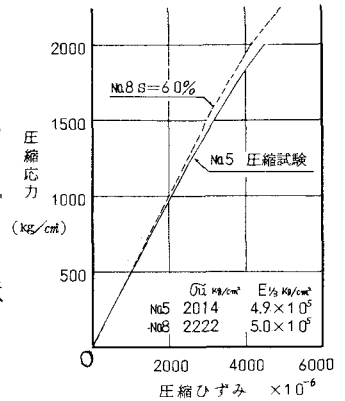


図-4 応力ひずみ関係