

1. 目的

圧縮載荷下におけるコンクリートのひびわれ挙動については、すでに数多く報告されており、付着ひびわれやモルタルひびわれのような微細ひびわれの進展がコンクリートの変形特異点と密接に関連していることが明らかにされている¹⁾。引張載荷下では、載荷条件が異なることから、圧縮載荷とは異なるひびわれ挙動を示すと考えられる。本研究は、顕微鏡を用いてコンクリート内部を直接観察することによって、純引張静的および繰返し載荷下における普通コンクリートの微細ひびわれの進展状況を明らかにすることを目的としている。

2. 実験概要

純引張載荷には、フリクショングリップにより加力する方法を採用した。供試体は、 $10 \times 10 \times 30$ cm 角柱供試体中央部に30%の絞りを施したものである。使用したセメントは普通ポルトランドセメントである。粗骨材は最大寸法20 mmの碎石(比重2.63, F.M. 6.60)であり、細骨材は川砂(比重2.57, F.M. 2.82)である。細粗骨材の粒度はともに土木学会の定める粒度の標準範囲内にある。水、セメント、細骨材および粗骨材の単位量は、それぞれ189, 350, 838および929 kg/m^3 である。

ひびわれ観察は、純引張静的および繰返し載荷を受けたコンクリートについて実施した。静的試験では、材令8週の純引張強度(31.2 kg/cm^2)の100, 90, 70, 50, 30および0%の6種の応力比に載荷し、ひびわれ観察用試験片を作製した。繰返し載荷試験では、上限応力比を材令8週の純引張強度の85, 80, 75および70%の4種とし、下限応力比を総て8%とした。繰返し回数は、表1に示す値を上限とし、この回数で破壊しない場合は試験をこの回数で中止した。載荷速度は4 Hzとし、荷重波形は正弦波である。試験中の乾燥による影響を防ぐために、各供試体にパラフィンワックスを塗布した。

所定の載荷を行った供試体から、ひびわれ観察用試験片($4 \times 4 \times 1$ cm)1個を打撿方向に直角で載荷方向に平行な面よりダイヤモンドブレードソーを用いて切り出した。この試験片を温度21℃、湿度約85%の雰囲気中に約20時間静置した後、赤インクを用

表1 繰返し載荷試験における繰返し回数の上限値

上限応力比%	85	80	75	70
繰返し回数	2,200	35,000	575,000	2,000,000

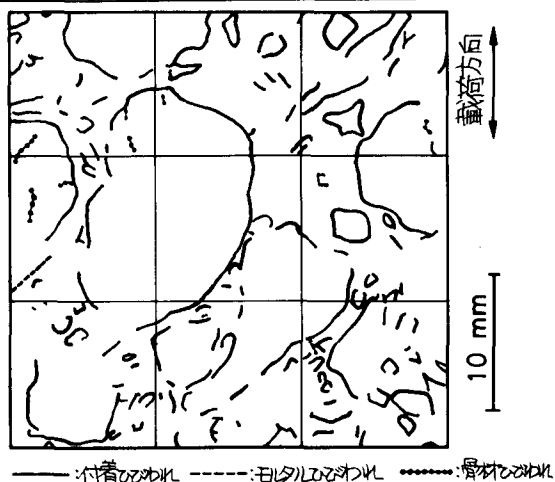


図-1 ひびわれ図(繰返し載荷試験, 上限応力比70%, 200万回で非破壊)

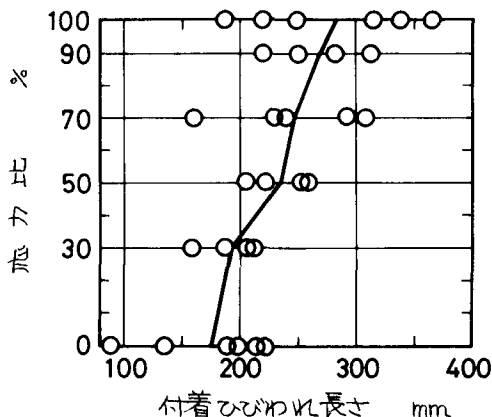


図-2 静的載荷下における付着ひびわれの長さ

いて染色した。染色した試験片は、#100、#180、#400および#800のカーボランダムを用いて研磨した。微細ひびわれの観察には、双眼実体顕微鏡（倍率15倍）を用いた。観察結果は3.8倍に引き伸ばした写真上に直接記入し、この写真より図-1に示すようなひびわれ図を作製し、ひびわれ長さを測定した。ひびわれ観察は静的試験では29個、繰返し載荷試験では23個の試験片について実施し、観察面積は総て $3.2 \times 3.2 \text{ cm}$ (10 cm^2)とした。

3. 結果および考察

静的試験における付着ひびわれ長さ、モルタルひびわれ長さおよび骨材ひびわれ長さと応力比の関係を図-2および図-3に示す。ここでいうひびわれ長さとは、 10 cm^2 中に観察された各ひびわれの長さを合計したものである。図より、付着ひびわれは無載荷時より存在することがわかる。付着ひびわれ長さは、かなりのばらつきを示すが、応力比の増加とともに直線的に増加する傾向を示す。モルタルひびわれおよび骨材ひびわれの長さは、付着ひびわれ長さに対して極めて小さい値であり、応力比の大小によって影響されないようである。純引張静的載荷下におけるこのようなひびわれ挙動は、付着ひびわれが応力比50%で増加を開始し、モルタルひびわれが応力比70%で急激に増加し始めるという圧縮載荷下におけるひびわれ挙動¹⁾と大きく異なっている。

繰返し載荷試験における付着ひびわれ長さ、モルタルひびわれ長さおよび骨材ひびわれ長さと上限応力比の関係を図-4および図-5に示す。付着ひびわれ長さは、かなりのばらつきを示すが、上限応力比が小さくとも繰返し回数が大きいとき大きい値となる。上限応力比85%では、静的試験の応力比90%における付着ひびわれ長さと大差ないが、上限応力比70%では静的試験の応力比70%に比べて1.5倍程度の付着ひびわれ長さとなる。ひびわれ部分の染色状況より判断して、繰返し載荷下においては静的載荷下におけるより、付着ひびわれの幅が大きい場合が多いようである。図-5より、モルタルひびわれ長さは、上限応力比や繰返し回数に關係なく極めて小さい値になることがわかる。骨材ひびわれは、静的載荷の場合に比べて大きい値となる。純引張載荷下では、静的および繰返しのいずれの載荷条件下においても、モルタルひびわれが極めて少ないことが特徴的であるといえる。

最後に、実験に際してご助力頂いた赤井利竹、菊池雅史、大浦結志および中島雅彦の各氏に謝意を表する。

文献) S.P.Shah and S.Chandra: J.ACI, Sept., 1968.

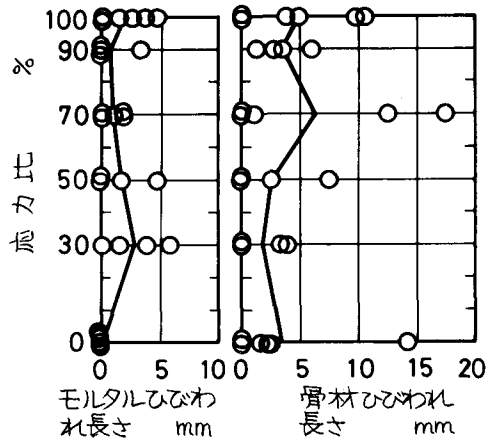


図-3 静的載荷下におけるモルタルおよび骨材ひびわれ長さ

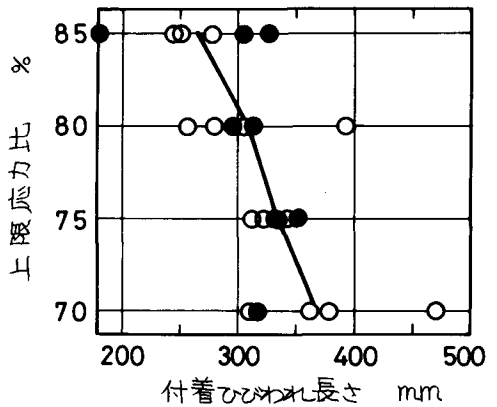


図-4 繰返し載荷下における付着ひびわれの長さ (●:破壊した供試体)

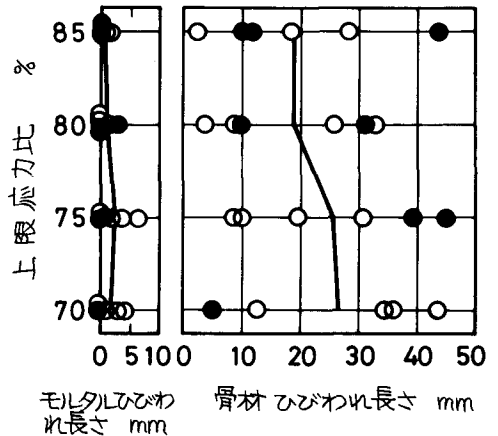


図-5 繰返し載荷下におけるモルタルおよび骨材ひびわれ長さ (●:破壊した供試体)