

室蘭工業大学 正 員 菅田 紀之
室蘭工業大学 正 員 尾崎 誠

1. はじめに

湿潤状態のコンクリート疲労強度が、気乾状態のコンクリートと比較して著しく低下することが報告¹⁾されて以来、著者等は湿潤状態における疲労強度の改善および疲労強度低下の原因の究明を目的として、各種研究を行っている^{2), 3)}。しかしながら、未だその低下の原因が解明されていないのが現状である。

本研究では、媒質の表面張力が大きいほどモルタルの曲げ強度が低下するという報告⁴⁾に注目し、疲労強度低下に及ぼす媒質の表面張力の影響を検討するために、メタノール含浸状態、飽水状態、乾燥状態のコンクリートの圧縮疲労試験を行った。

表-1 コンクリートの配合

2. 実験の概要

2.1 コンクリートの配合および使用材料

コンクリートの配合

水結合材比 W/(C+B) (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						スランブ (cm)	スランブ フロー (cm)	空気量 (%)
		水 W	セメント C	高炉スラグ B	細骨材 S	粗骨材 G	減水剤 SP			
30	46	165	274	274	822	896	4	26.0	59	1.9

およびフレッシュコンクリートの性質を表-1に示す。本実験に用いたコンクリートは、高炉スラグ微粉末を用いた高強度コンクリートである。使用材料は、セメントとして普通ポルトランドセメント、混和材料として高炉スラグ微粉末（ブレン値：8000 cm²/g）、細骨材として陸砂（粗粒率：2.73）、粗骨材として碎石（最大寸法：15 mm）、混和剤として高性能減水剤（ポリカルボン酸系）である。供試体は直径7.5 cmで高さ15 cmの円柱であり、材令1日において型枠から脱型し標準養生を行った。疲労試験に用いた供試体は、3ヶ月間標準養生したものである。乾燥状態の供試体は、標準養生後、大気中において乾燥させたもの、メタノール含浸状態の供試体は、標準養生後、大気中および乾燥機（温度70℃）において乾燥させメタノール水溶液（70%水溶液）を含浸させたものである。

2.2 疲労試験方法

疲労試験は、電気油圧サーボ式の疲労試験機を用いて行った。飽水状態およびメタノール含浸状態の疲労試験は、アクリル槽内に供試体を設置し、水中およびメタノール水溶液中で行った。荷重荷重形式は載荷速度5 Hzの正弦波とした。静的基準強度に対する上限応力比 S_1 は、乾燥状態では70%の一段階、飽水状態では50, 60%の二段階、メタノール含浸状態では50%の一段階に設定し、下限応力比 S_2 は6%に設定した。なお、試験期間中における歪の変化を計測するために供試体側面に歪ゲージを供試体軸方向に2枚、直角方向に2枚貼り付けている。

2.3 メタノール含浸方法

含浸に用いたメタノールは、危険性を考慮し70%水溶液とした。表-2にメタノール水溶液と水の各物性値を示す。メタノールの含浸は、供試体を鋼製密封容器内で約760 mmHgの負圧で二時間脱気し、メタノール水溶液を注入し、窒素ガスで約5 kgf/cm²の圧力を一時間作用させて行った。

表-2 媒質の各物性値

	メタノール 水 溶 液	水
表面張力 (dyne/cm)	28.8	72.8
密度 (g/cm ³)	0.87	1.0
粘度 (10 ⁻³ Pa·s)	1.23	1.0

3. 実験結果

3.1 静的強度

疲労試験開始時における乾燥状態、飽水状態、メタノール含浸状態の静的圧縮強度は、それぞれ84.9, 78.3, 72.9 MPaであり、文献4)とは異なる傾向となった。文献4)は曲げ強度に関する結果であるのに対し、本結果は圧縮強度であり、破壊形態が異なることにより強度に対する表面張力の影響のしかたが相異したためと考えられる。

3.2 疲労強度

各上限応力比ごとの疲労寿命分布が対数正規分布に従うものと仮定し、供試体の疲労寿命と生存確率の関係を求め、生存確率50%の各上限応力比に対する疲労寿命より、コンクリート標準示方書設計編に従ったS-N回帰直線を求めると図-1ようになる。また、表-3に200万回疲労強度を示す。飽水状態の200万回疲労強度は38%であり、

乾燥状態より20 %低くなっている。また、メタノール含浸状態では32 %であり、さらに6 %低くなっている。静的強度と同様にメタノール含浸状態において強度が低くなる結果が得られた。これは、疲労強度低下に及ぼす影響は、媒質の表面張力よりも含浸液体のくさび作用等の他の原因が大きいことを示しているものと考えられる。

3.3 体積歪の変化

図-2~4は、繰返し载荷に伴う供試体の体積歪の変化を示している。乾燥状態では、体積歪が負の値（圧縮）から正の値（膨張）へ緩やかに移行し歪が増大し破壊に至っている。それに対して飽水状態およびメタノール含浸状態では負の値から正の値に急激に変化するとともに急増し破壊に至っている。また、両者の歪の変化に差はほとんど見られないようである。体積歪の負から正への変化をコンクリートのひび割れの増加に伴う体積膨張と考えると、乾燥状態では、破壊につながるひび割れ発生後、徐々にひび割れが進行し最終的に破壊に至っているものと考えられる。また、飽水状態およびメタノール含浸状態では、破壊につながるひび割れが発生すると、ひび割れが急激に進行し破壊に至っているものと考えられる。

4. ま と め

- 1) メタノール含浸状態の200万回圧縮疲労強度は、飽水状態の強度よりも小さく静的強度の32 %である。
- 2) 媒質による圧縮疲労強度の低下の原因は、表面張力よりも他に よるところが大きい。
- 3) 乾燥状態の疲労においてはコンクリート内部に発生したひび割れが徐々に進行し破壊に至る。
- 4) 飽水状態およびメタノール含浸状態ではひび割れが破壊直前に急増し破壊に至る。

参 考 文 献

- 1) 松下博通: 水中におけるコンクリートの圧縮疲労強度に関する研究、土木学会論文報告集、第296号、pp.87~95、1980。
- 2) 尾崎 諒・菅田紀之・渡辺洋一: シリカフェームを用いたコンクリートの水中疲労について、コンクリート工学年次論文報告集、第9巻、第1号、pp.75~80、1987。
- 3) 菅田紀之・尾崎 諒・細川 潮・D. M. Rosales : 真空処理コンクリートの水中疲労強度、コンクリート工学年次論文報告集、第11巻、第1号、pp.293~298、1989。
- 4) 堀 素夫: 表面エネルギーから見たセメント硬化体の強さ、窯業協会誌、Vol.70、No.7、pp.54~59、1962。

	200万回疲労強度
乾燥状態	58 %
飽水状態	38 %
メタノール含浸	32 %

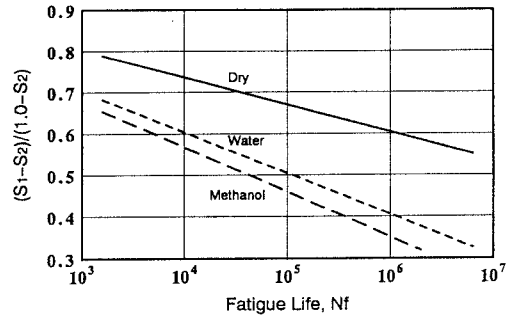


図-1 S-N線図

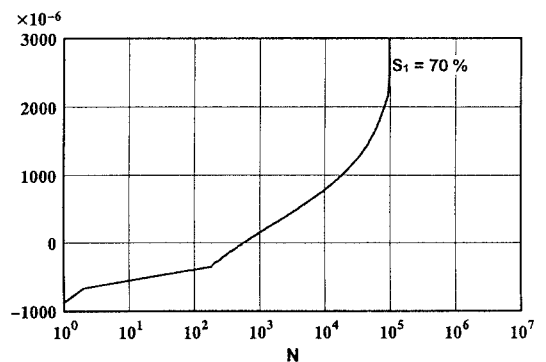


図-2 乾燥状態の疲労による体積歪の変化

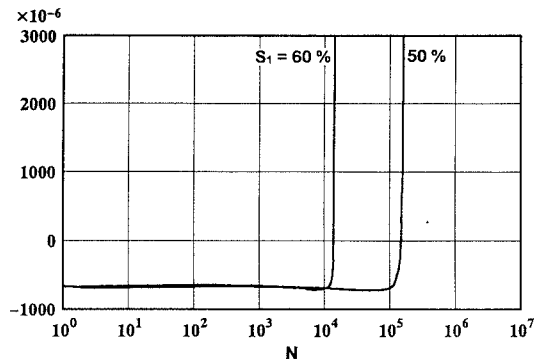


図-3 飽水状態の疲労による体積歪の変化

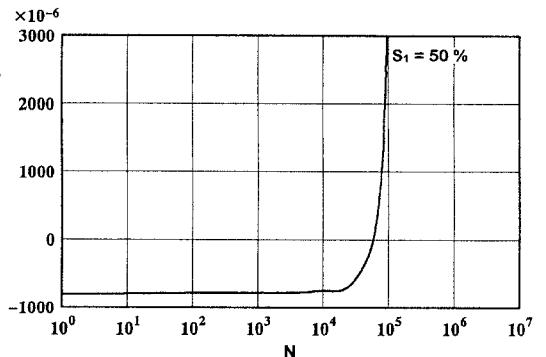


図-4 メタノール含浸状態の疲労による体積歪の変化