

室蘭工業大学工学部 正会員 菅田 紀之
 室蘭工業大学工学部 正会員 尾崎 認
 専修大学北海道短期大学 正会員 細川 潮
 室蘭工業大学大学院 Darwin M. Rosales

1. まえがき

コンクリートは静的強度以下の荷重であっても、繰返し载荷を受けると破壊にいたる。このような現象を疲労あるいは疲労破壊とよぶが、コンクリートが水で飽和しているときあるいは水中にあるときの圧縮疲労強度が、大気中の気乾のときのものに比べて著しく低下することが、幾つかの研究によって明らかにされている¹⁾。また水中においても、混和材の使用の有無および練混ぜ方法などによって、その疲労性状の異なることが明らかにされている²⁾。

そこで本研究では、真空処理コンクリートについて水中で圧縮疲労試験を行い、その寿命分布をもとめ、体積歪、ヒステリシスループの面積を水中および空気中における気乾状態での普通コンクリートの圧縮疲労試験結果と比較し検討を行っている。

2. 実験概要

実験に用いたコンクリートはレデーミクストコンクリートで、セメントには普通ポルトランドセメントを、細骨材には陸砂を、粗骨材には碎石を用い、混和剤にはAE減水剤を使用している。配合を表-1に示す。

表-1 コンクリートの配合

配合材の 最大寸法 (mm)	水セメン ト比 (%)	細骨 材率 (%)	単位量 (kg/m ³)			
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
20	46.5	41.5	148	307	763	1194

コンクリートを屋外の地面上に厚さ28cmで面積9.50m²(3.80m×2.50m)の床版として打設し、真空処理は面積4.75m²(3.80m×1.25m)の部分について、図-1に示すようにフレッシュコンクリートの表面をフィルタークロスとサクシヨンマットでおおい、そのサクシヨンマットよりでているホースを水分離槽に接続し、真空ポンプにより減圧することにより行った。真空処理により水セメント比が減少し空隙が減少することにより、骨材界面での付着強度が増加し、水密性が向上することが期待できる。

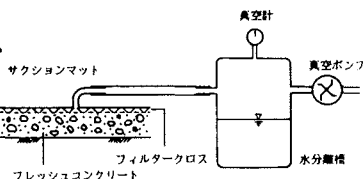


図-1 真空処理システム

養生はコンクリート床版の表面が乾燥しないように、表面に水を張ることによって行った。供試体にはダイヤモンドコアカッターおよびダイヤモンドカッターによってφ10×20cmに整形したものを用いた。整形後も供試体によって養生条件が変わらないように注意した。

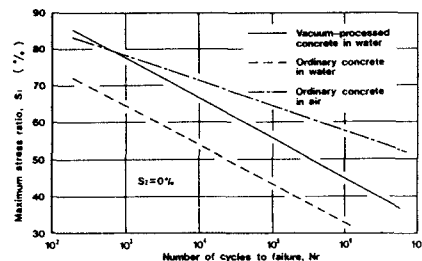


図-2 各種コンクリートのS-N線図

疲労試験は、繰返し荷重を 5～8Hzの正弦荷重とし、上限応力比 S_1 を50%、60%、70%の3段階に設定し、下限応力比 S_2 は5%に固定して試験を行った。繰返し荷重は供試体が破壊するまで連続して载荷し、破壊までの繰返し回数を測定した。歪の測定にはシグナルコンディショナー、A/D変換機およびパソコンを用いた。

表-2 S-N線図の回帰式 ($S_2 = 0\%$)

回帰式	200万回疲労強度 (%)
真空処理コンクリート (水中) $S_1 = 110.0 - 10.9 \log N$	4.1
普通コンクリート (水中) $S_1 = 95.8 - 10.5 \log N$	3.0
普通コンクリート (大気中) $S_1 = 98.4 - 6.8 \log N$	5.6

疲労試験は、繰返し荷重を 5～8Hzの正弦荷重とし、上限応力比 S_1 を50%、60%、70%の3段階に設定し、下限応力比 S_2 は5%に固定して試験を行った。繰返し荷重は供試体が破壊するまで連続して载荷し、破壊までの繰返し回数を測定した。歪の測定にはシグナルコンディショナー、A/D変換機およびパソコンを用いた。

3. 結果と考察

真空処理は49分、単位水量は149kg/m³から107kg/m³に、水セメント比は48.5%から34.8%に減少した。疲労試験に先立ち行った材令114日での静的基準強度試験の結果は、平均すると416kgf/cm²である。

図-2は、疲労寿命分布が対数正規分布に適合すると仮定し、各応力段階での生存確率50%の疲労寿命を求め、修正グッドマン線図により下限応力比を0%に修正し、普通コンクリートと比較を行ったS-N線図である。回帰式は表-2のようになる。水中での真空処理コンクリートの200万回疲労強度は、普通コンク

リートの水中での値30%に比べると41%と改善されているが、大気中での値56%と比べるとまだ小さい。

図-3は真空処理コンクリートの体積歪の変化を示したものである。一定の収縮歪を保っていたものが破壊直前に急激に膨張し破壊することを、グラフの急激な立ち上がりが見している。図-4および5は普通コンクリートの水中と大気中での結果である。大気中では体積歪が収縮側から徐々に膨張側に移行し破壊しているのに対して、水中では収縮側から急激に膨張側に変わり破壊している。真空処理コンクリートにおいて、疲労寿命が伸びたにもかかわらず、破壊直前に急激に膨張する水中疲労特有の挙動は普通コンクリートの水中と同じである。これは骨材界面における付着の改善や水密性の向上により、ひび割れの発生が抑制されて疲労強度が伸びても、急激な破壊につながるひび割れの拡大が水の作用によって起るためであると思われる。

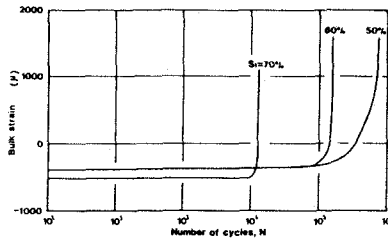


図-3 真空処理コンクリートの体積歪

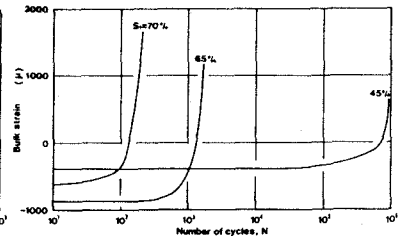


図-4 水中での普通コンクリートの体積歪

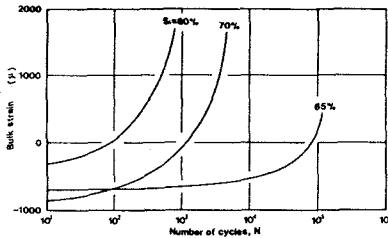


図-5 大気中での普通コンクリートの体積歪

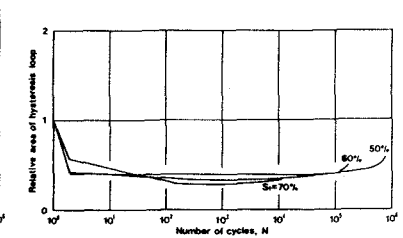


図-6 真空処理コンクリートのヒステリシスループの面積

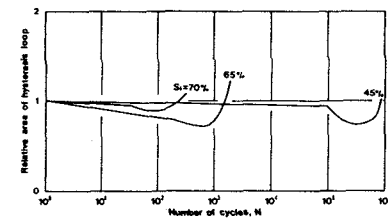


図-7 水中での普通コンクリートのヒステリシスループの面積

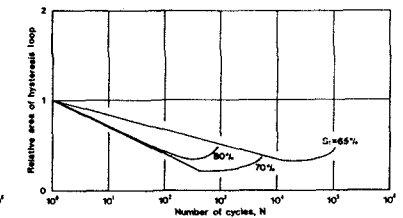


図-8 大気中での普通コンクリートのヒステリシスループの面積

図-6は真空処理コンクリートの圧縮歪のヒステリシスループの面積を、初回の面積に対する比で示したものである。2回目の繰返しから0.3~0.5に減少し一定の値を保ち、破壊直前に増加している。図-7および8は普通コンクリートの水中と大気中での結果である。水中では面積の減少はあまり見られず、破壊直前に初回の面積よりも大きくなっている。大気中では0.2~0.4程度まで減少し一定の値を保ち破壊前に増加している。真空処理コンクリートのヒステリシスループの面積は、普通コンクリートの大気中のものと似た挙動を示している。これは骨材界面の強化による改善効果のためであると思われる。

4. まとめ

修正グッドマン線図により完全片振りに換算した、普通コンクリートの200万回疲労強度は、大気中で静的強度の56%あったのに対し、水中で30%に低下したが、真空処理コンクリートでは静的強度の41%に改善された。

真空処理による骨材界面での付着の改善と水密性の向上による疲労強度の改善効果が、歪およびヒステリシスループの挙動から知ることができる。しかし水中疲労特有の破壊直前でのひび割れの拡大は抑えることができず、水の作用は大きなものであることがわかる。

参考文献

- 1) 尾崎 詔、志村政雄：水中におけるコンクリートの圧縮疲労強度、土木学会第35回年次学術講演会講演概要集、pp. 293~294、1980。
- 3) 尾崎 詔、菅田紀之、渡辺洋一：シリカフュ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。