

室蘭工業大学 学生員 鈴木 崇
室蘭工業大学 正 員 尾崎 詔

1. まえがき

一般に、水中におけるコンクリートの疲労強度は、大気中に比較して著しく低下することが明らかにされている。近年の海洋開発に伴ない、コンクリート系構造物の海洋構造物への利用が盛んである。そのため、水中におけるコンクリートの疲労強度低下の原因を究明し、改善策を考えることが急務である。著者らは前回の報告⁽¹⁾で、水中におけるコンクリートの疲労強度が低下する原因として、骨材界面の付着の低下が大きく影響していることを示した。そこで、今回は、水中におけるコンクリートの疲労に関して、骨材界面の付着低下を改善すべく、各種コンクリートを用いて改善効果を検討した。本研究で用いた各種コンクリートは、空ゲキ充てん効果のあるシリカヒューム混入コンクリート、練り混ぜ方法により骨材界面の付着を高めるSECコンクリート⁽²⁾、海洋構造物としてしばしば用いられ耐久性が大きい高炉セメントコンクリートの3種類である。

2. 実験概要

疲労試験に用いた各種コンクリートの配合を表-1に示す。各配合において、高炉セメントコンクリートでは、高炉セメントB種を用いた。また、シリカヒューム混入コンクリートでは、高炉セメントB種を用い、混和材としてフエロシリコンダスト (SiO₂ が90%、球形非結晶質、比重が2.2、粒径は0.1~0.5μmが54%)を用いて単位セメント量を10%置換えた。SECコンクリートでは、普通ポルトランドセメントを用いた。

表-1 各種コンクリートの配合

	粗骨材 最大寸法 (mm)	スランパ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	混和材 置換率 (%)
高炉セメント コンクリート	20	7.0	4.7	5.0	4.2	—
シリカヒューム混 入コンクリート	20	14.5	3.7	5.5	4.2	10
SEC コンクリート	20	8.0	5.0	5.0	4.5	—

高炉セメントコンクリートとシリカヒューム混入コンクリートの練り混ぜ方法は、JIS-A-1138に従って、SECコンクリートの練り混ぜ方法は、文献⁽²⁾に準じて行なった。φ10×20cmの円柱型わくに打設された各

供試体を24時間後に脱型して水中養生を3ヶ月間行なった。ただし、高炉セメントコンクリートについては、長期材令における強度の発現を考慮して、養生期間を1年6ヶ月間とした。

疲労試験を開始するにあたって決定した基準強度は、高炉セメントコンクリートが5/2kg/cm²、シリカヒューム混入コンクリートが5/0kg/cm²、SECコンクリートが47/kg/cm²である。水中におけるコンクリートの疲労試験は、供試体を周囲をプラスチックで底盤を鋼で製作した容器に水を満して行なった。この際、疲労試験における繰返し荷重の形式は正弦波荷重、载荷速度は6Hzを原則とし、下限応力比を3%と一定にした。なお、繰返し荷重は、供試体が破壊するか、繰返し回数が200万回に達するまで連続して加えられた。また、水中におけるコンクリートの疲労に伴う水酸化カルシウムの溶出量を測定するために、容器内の水のPHを測定した。

3. 結果と考察

図-1~3のS-N曲線は、P-N線図の生存確率50%の各応力比における疲労破壊回数と応力比の関係を最小二乗法によって回帰している。図-1より、水中の圧縮疲労における高炉セメントコンクリートの200万回疲労強度は静的強度の33%(S₂=0%)であった。普通コンクリートの200万回疲労強度が31%⁽⁵⁾であることを考えると、ほぼ同じであり改善効果はないと言える。また、図-2より水中の圧縮疲労におけるシリカヒューム混入コンクリートの200万回疲労強度は39%(S₂=0%)であった。これは、普通コンクリートの200万回疲労強度に比較して1.26倍ほど大きくなっている。図-3より、水中の圧縮疲労におけるSECコンクリートの200万回疲労強度は43%(S₂=0%)であった。これは、普通コンクリートと比較して1.39倍である。普通コンクリ

ートの信頼区間を90%にとることで、水中における疲労強度低下の改善に対して有意である。

ところで、通常、水中におけるコンクリートの疲労に伴ない、水そう内の水が濁ってくるのが観察される。森ら⁽³⁾は、疲労に伴う水中への噴出物が、水酸化カルシウムであることを確認している。そして、藤田ら⁽⁴⁾は、コンクリート供試体内の水酸化カルシウムは、骨材周辺に存在し強度的に弱点部になると指摘している。そこで、本研究において水中における各種コンクリートの圧縮疲労に伴うPHを測定することで、水酸化カルシウムの溶出量の変化と疲労強度について検討を加えた。図-4の高炉セメントコンクリートにおけるPHの変化と普通コンクリートのPHの変化⁽⁵⁾を比較すれば、ほぼ同じ傾向である。

このことは高炉セメントコンクリートと普通コンクリートの疲労強度がほぼ同じだったことを裏付けている。図-5のシリカヒューム混入コンクリートにおけるPHの変化は、高炉セメントコンクリートに比較してPHの値が小さくなっている。これは、骨材界面で水酸化カルシウムとフェロシリコンダストが反応して、不溶解物をつくり空ゲキを充てんしているためと考えられる。図-6のSECコンクリートにおけるPHの変化は、高炉セメントコンクリートとほぼ同じ傾向である。このことは、SECコンクリートの疲労強度が改善されたのは、骨材界面が造殻により改善され、骨材界面からのひび割れ進展が遅れるためと考えられる。

4. あとがき

水中の圧縮疲労における200万回疲労強度は、それぞれ、高炉セメントコンクリートが33%、シリカヒューム混入コンクリートが39%、SECコンクリートが43%であった。

これより、高炉セメントコンクリートは、普通コンクリートと同じように水中で疲労強度が低下する。この水中での疲労強度低下に対してSECコンクリートが有効である。また、シリカヒューム混入コンクリートも、フェロシリコンダストの置換率を20~30%にすることで、水中の疲労強度低下の改善に対して有効であろう。

最後に、本研究を行なうにあたり、
本学卒業生の田中幹男君と長浦悟君
に労をわずらわした。ここに付記して謝意を表する。

(参考文献)

- 1) . 鈴木、尾崎、志村：「大気中および水中におけるコンクリート、モルタル、ペーストの引張疲労」 第39回年次学術講演集 昭59年
- 2) . 山本、黒羽、丸島、石井、早川：「SECコンクリートの基礎理論と物性」 大成建設技術研究所報 第14号
- 3) . 森、金子：「コンクリートの圧縮強度と疲労強度との相関性に関する研究」 セメント技術年報 昭51年
- 4) . 藤田、佐伯、高田、奈良：「コンクリートのひび割れ性状について」 セメント技術年報 昭52年
- 5) . 鈴木、尾崎：「コンクリートの圧縮疲労についての一考察」 北海道支部論文報告集 昭59年

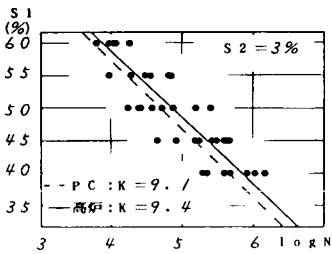


図-1 高炉セメントコンクリートのS-N曲線

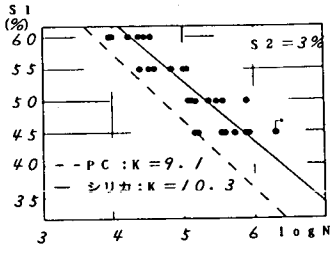


図-2 シリカヒューム混入コンクリートのS-N曲線

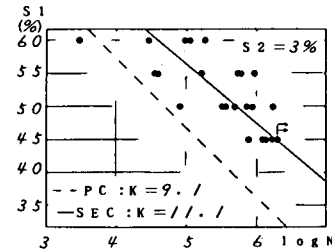


図-3 SECコンクリートのS-N曲線

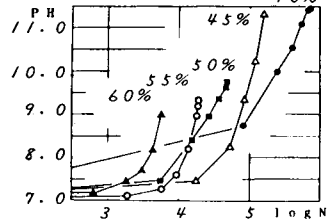


図-4 高炉セメントコンクリートのPHの変化

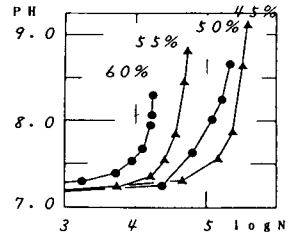


図-5 シリカヒューム混入コンクリートのPHの変化

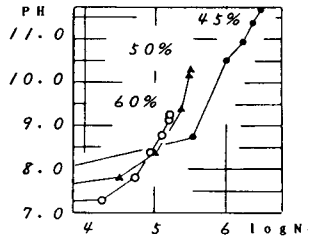


図-6 SECコンクリートのPHの変化