

硫黄・高炉スラグ固化体の疲労特性に関する実験的研究

京都大学大学院工学研究科 正会員 ○大島 義信
 京都大学大学院工学研究科 学生員 福井 英人
 京都大学大学院工学研究科 正会員 小野 紘一
 新日本石油株式会社 開発部 秋山 正成

1. 目的

近年、廃棄物投棄の問題から産業廃棄物のリサイクルがコンクリート工学の分野においても注目されている。そこで、産業副産物である硫黄を結合材として被結合材に高炉スラグとフライアッシュを用いた硫黄・高炉スラグ固化体（SSC と呼ぶ）に注目する⁽¹⁾。SSC は短時間の内に高強度を発現し、化学環境下における高い耐久性能を持つ建設材料として実用化が期待されている⁽²⁾。本研究は SSC の材料単体としての疲労特性の把握および、はり部材における疲労性状の評価を目的として実施した。

2. 実験概要

本実験で使用した SSC の配合比を表1に示す。

表1 配合比

圧縮疲労試験

φ50×100mm 円柱供試体を用いて圧縮疲労試験を行った。上限応力比をパラメーターとして 80, 70, 60% を各 5 体、55% を 3 体実施した、下限応力比は一律 5% とした。繰り返し载荷における上限・下限荷重は静的圧縮試験結果(圧縮強度 75.1N/mm²)を用いて決定し、载荷速度は 3Hz とした。

曲げ疲労試験

鉄筋補強 SSC はり供試体を用いて曲げ疲労試験を行った。供試体を図1に示す（曲げ破壊型：設計曲げ耐力 4.62×10^4 kNmm, 鉄筋比 2.2%）。供試体シリーズは上限応力比 $S_{max}=80, 60, 40\%$ の 3 ケースとし、それぞれにつき 2 体、合計 6 体の試験を行った。载荷速度は 1 Hz, 下限応力比 S_{min} は一律 10% とした。静的曲げ試験結果より得られた終局曲げモーメントを 5.25×10^4 kNmm から繰り返し载荷における上限荷重を決定した。

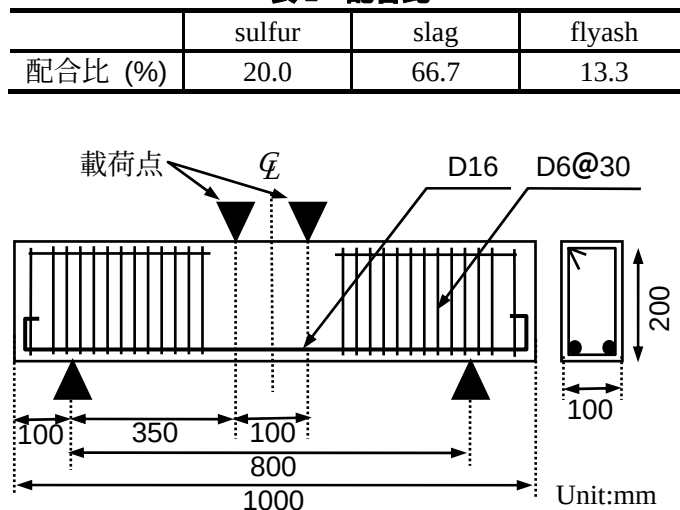


図1 SSC はり供試体図

3. 実験結果および考察

圧縮疲労試験

繰り返し载荷による疲労の進行が確認された。疲労の進行に伴う応力 - ひずみ曲線の履歴を図2に示す。これは繰り返し回数の増加に伴い、残留ひずみの増加と弾性係数の低下が見られ、コンクリートに類似した履歴となっている⁽²⁾。このことから SSC における疲労破壊はコンクリートと同様の過程を経るものと考えられる。また、各供試体から得られた疲労寿命が対数正規分布すると仮定して上限応力比毎に平均疲労寿命を算出し、最小二乗法を用いて対数近似曲線を導出した結果を図3に示す。

硫黄，高炉スラグ，フライアッシュ，疲労，

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 Tel.075-753-4791・Fax.075-753-3345

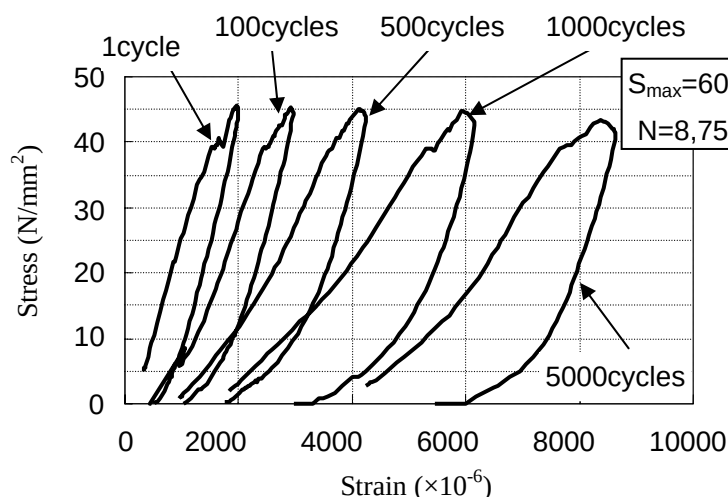


図2 応力ひずみ曲線の履歴

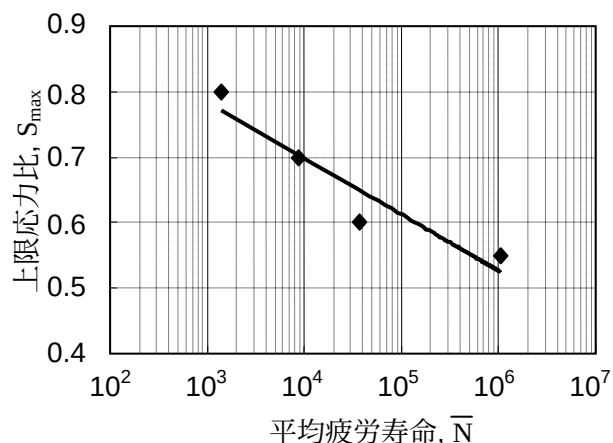


図3 S-N 曲線

図3に示したS-N曲線におけるS-N線式を式1に示す。式1からSSCの200万回疲労強度50.1%が得られた。同程度の強度を持つコンクリートの200万回疲労強度が約60%であるのに対してやや低い強度となっている⁽³⁾。

$$S = -8.607 \log \bar{N} + 104.298$$

(式1)

曲げ疲労試験

上限応力比 $S_{max}=80$ 、60%のケースに関しては主鉄筋の疲労による破壊に至った。40%の繰り返し荷重に対しては200万サイクル以上の疲労寿命が得られた。また、200万回載荷後の供試体を曲げ強度試験に供したところ残存耐力は151kNが得られ、無損傷はり供試体の終局耐力とほぼ同じ値であり、疲労による劣化の影響は見られなかった。

4. 結論

以上が本研究で得られた知見であり、SSCは高強度コンクリートに類似した特殊な建設材料として利用が期待できる。SSCの特性を活かした適用先として、施工時間の短縮が要求される高速道路ジョイント部、海水に対する耐久性の高さから港湾関係の工事などが考えられる。今後の課題としては、水中での疲労特性の把握や温度上昇に伴う強度低下を加味した設計手法の確立などが挙げられる。

参考文献

- (1) 猪狩倅将：硫黄固化（サルフィックス）技術の実用化に向けて，環境管理，Vol.31，No.7，pp.74-78，1995.
- (2) 福井英人，小野紘一，杉浦邦征，秋山正成：硫黄・高炉スラグ固化体の基礎物性に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.23，No.2，pp.913-918，2001.
- (3) 吉川弘道，大井祥之，丸本 智：繰り返し圧縮荷重を受けるコンクリートの強度劣化と鉄筋コンクリート部材の信頼性解析，土木学会論文集，No.520/V-28，pp.55-65，1995.8.
- (4) 林 宏信，児島孝之，高木宣章：高強度コンクリートの圧縮疲労特性に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.21，No.3，pp.265-270，1999.

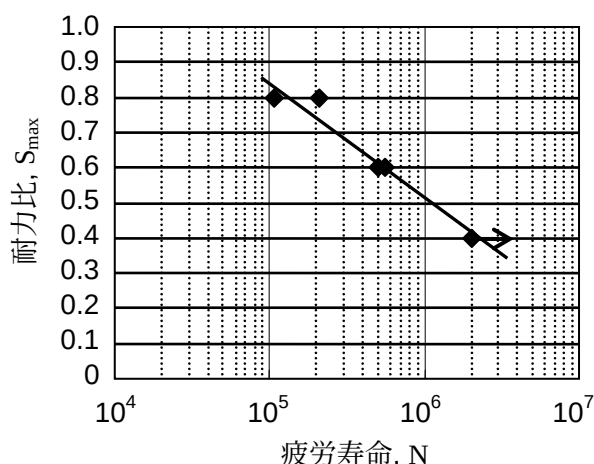


図4 SSCはり供試体におけるS-N曲線