

硫黄・高炉スラグ固化体のクリープ性状に関する研究

京都大学大学院工学研究科 正会員 小野 紘一
 京都大学大学院工学研究科 学生員 大島 義信
 京都大学工学部 学生員 平井 啓

京都大学大学院工学研究科 正会員 杉浦 邦征
 京都大学大学院工学研究科 学生員 佐々木 卓
 日石三菱株式会社 技術開発部 秋山 正成

1. はじめに

SSC (Sulfur Slag Concrete) とは高炉スラグ、フライアッシュを骨材とし、硫黄を固化剤として用いた材料であり、コンクリートに変わりうる新材料として提案されている。高炉スラグ、フライアッシュ、硫黄は産業副産物でありすでに供給過多であることから、SSC は地球環境に優しい材料である。SSC の特徴としては硫黄の自然冷却により固化するので、コンクリートと違い養生期間が不要であること、既往の研究^[1]により高強度コンクリート並みの強度、また部材特性^[2]をもつことなどわかっている。また鉄筋との複合化により、梁部材への適用が可能なこともわかっている。表1にSSCの諸特性を示す。本研究ではSSCの実用化に向けて、SSCにプレストレスを導入する際必要となるクリープ特性を明らかにすることを目的とする。

表1 SSCの諸特性

単位体積重量(g/cm ³)	2.50
含水比(%)	0.1
空隙率(%)	1.0
線膨張係数(μ/°C)	8.1×10^{-6}
初期静弾性係数(kN/mm ²)	41.6
ポアソン比	0.28
圧縮強度(N/mm ²)	93.3
引張強度(N/mm ²)	5.2
曲げ強度(N/mm ²)	10.8

2. 実験概要

100mm×100mm×400mmの角柱供試体の中心に直径32mmのPC鋼棒を通し油圧ジャッキを用いて持続応力を導入する。(図-1) 供試体及びPC鋼棒に2枚ずつひずみゲージを貼り、ひずみを計測する。PC鋼棒のひずみより応力を算出し載荷応力を管理する。計測は20℃の恒温室においておこなう。10体の供試体に載荷をおこない、内3体(No.2,3,7)についてはクリープ回復を調べるため一定期間経過後除荷をおこなう。

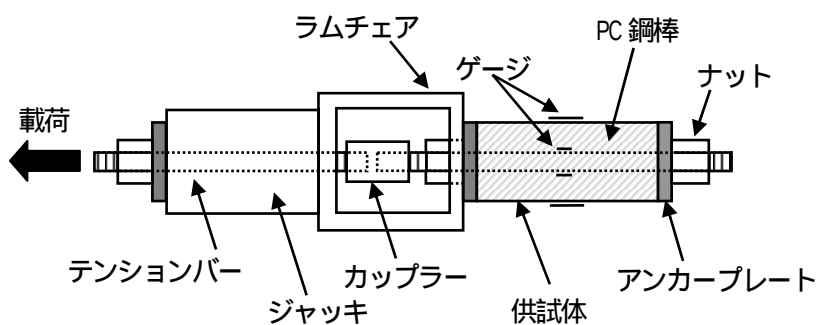


図-1 軸力導入

表2 クリープ係数

供試体ナンバー (載荷応力)	弾性ひずみ (μ)	最終クリープ ひずみ (μ)	クリープ 係数
No.1 (15.6 N/mm ²)	375	138.9	0.37
No.2 (19.3 N/mm ²)	463	181.8	0.39
No.3 (20.1 N/mm ²)	483	122.0	0.25
No.4 (21.3 N/mm ²)	512.5	212.8	0.41
No.5 (27.7 N/mm ²)	667	476.2	0.71
No.6 (29.3 N/mm ²)	704	588.2	0.83
No.7 (39.0 N/mm ²)	938	555.6	0.59
No.10 (50.1 N/mm ²)	1204.5	666.7	0.55

3. 実験結果及び考察

各供試体のひずみの履歴を図1に示し、各供試体に導入された初期応力、弾性ひずみ、Rossの式より算出した最終クリープひずみ、クリープ係数を表2にまとめる。グラフより、持続応力下におけるSSCのクリープひずみ、クリープ回復共にコンクリートの場合と同様に収束していくことがわかる。またコンクリートと比較すると、収束までの時間が短いこと、最終クリープひずみが小さい

硫黄スラグ固化体、クリープ、持続応力

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 京都大学工学部地球工学科 複合構造デザイン研究室 ・fax 075-753-4791

ことといった特徴が挙げられる。

クリープ係数もいずれも 1.0 以下となっており材齢28日のコンクリートの数値1.5と比べ小さい値をとる。No.8, No.9 の供試体については载荷中に圧縮破壊を起こし, No.10 の供試体は载荷 14 日後にクリープ破壊を起こした。

No.8, No.9 における圧縮破壊時の応力は 40N/mm^2 , 45N/mm^2 であり, 圧縮強度の 90N/mm^2 に比べ 1/2 以下である。この理由としては以下の3点が考えられる。まず第1に打設時の温度の不均一性による残留熱応力の可能性である。供試体製造時に型枠やシースは140℃近くに加熱されているが, 打設面

のみ外気温（約 20℃）にさらされているため, 温度変化により供試体端部に引張応力が導入され, ポテンシャルクラックが生じたと可能性がある。第2に, 供試体端部に鋼棒ゲージのリード線を通す溝があり, 荷重をかけた際に応力集中を生じ, 破壊にいたったという供試体形状の問題。第3に, 端部が鋼板により拘束されているため, 供試体中央部の肉厚の薄い部分に最大引張応力が生じ, 割裂破壊にいたったという試験法の問題である。今後以上の問題について詳細に検討していく予定である。

4. まとめ

本実験により得られた知見を以下に示す。

- ・ SSC のクリープひずみ, クリープ回復はコンクリート同様収束する。
 - ・ コンクリートに比べクリープが早く収束する, またクリープ係数も小さいことから SSC はプレストレス部材としての使用が期待できる。
 - ・ プレストレスは 30N/mm^2 以下にとどめるのが望ましい。
- 以上の結果をふまえ, 今後の課題として下記の項目があげられる。
- ・ 水和反応でないので繰り返し载荷に対して, 強い材料であると考えられる。そのため疲労特性など, さらなる材料特性の把握, コンクリートと異なり固化反応により強度が発現するので, 温度による挙動を把握することが必要である。
 - ・ 実用化に際してはプラントなど, SSC を効率的に大量生産するための設備をつくることが望ましい。

【謝辞】 本研究は, 日石三菱株式会社のご協力の下に行われた。ここに記して感謝の意を表する。

【参考文献】

- [1] 小野紘一ら: 硫黄・高炉スラグ固化体の力学的性状に関する実験的研究, 第55回年次学術講演会概要集, 土木学会, V-176, 2000, 9。
- [2] 小野紘一ら: 硫黄・高炉スラグ固化体はりの曲げせん断性状に関する研究, 第56回年次学術講演会概要集, 土木学会, V-219, 2001, 10。
- [3] 日本コンクリート工学協会: コンクリート便覧(第二版), 技報堂出版, pp865-870, 1996。

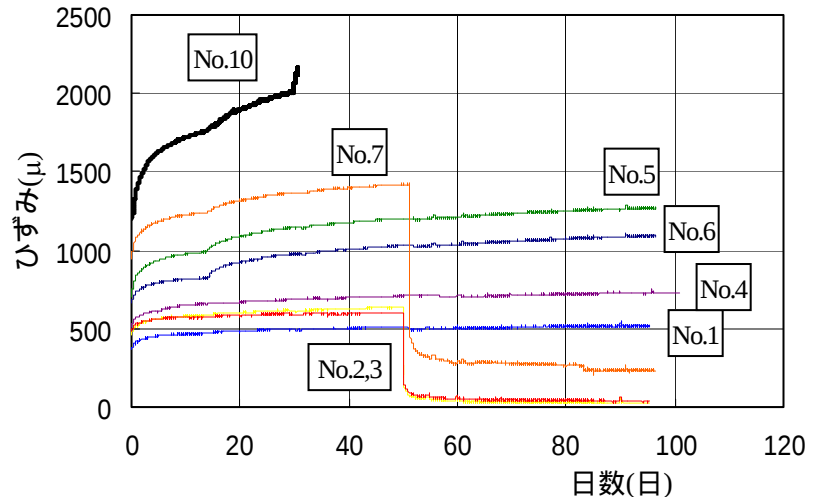


図-2 ひずみの履歴



写真-1 圧縮破壊の様子(No.9)