

吸水性高分子摩擦低減剤に用いる吸水性高分子の熱劣化における膨潤特性（その1）

信州大学工学部 正会員 梅崎健夫, 正会員 河村 隆
 信州大学大学院 学生会員○野崎裕也
 信州大学大学院 成政翔太（現 前田建設工業（株））
 （株）ゴウダ 正会員 服部 晃
 （株）日本触媒 正会員 岡本功一

1. はじめに 土木建設工事において、鋼矢板等の地中埋設体を引き抜く際には、地盤と埋設体との間の付着力や摩擦力が原因となり、埋設体に土塊が付着し排出されることによって地盤変状を引き起こす等の問題が生じている。その対策として、吸水性高分子摩擦低減剤が開発されている¹⁾。吸水性高分子摩擦低減剤は打設後に地盤中の間隙水を吸水して膨潤ゲル化することで摩擦低減層を形成する。この摩擦低減剤は、耐久性を高めた改良吸水性高分子（以下 FRC 粉末と称す）と、それを埋設体に接着させるための接着性高分子を有機溶剤で分散させたものである²⁾。既報では、FRC 粉末は、紙おむつなどに用いられる汎用吸水性高分子に比べて、常温や地盤内温度（15℃程度）において極めて高い長期耐久性を有することを報告している³⁾。

本文では、高い耐久性を有する FRC 粉末を 200℃および 110℃の高温環境下に所定時間放置し、その粉末に対してティーバッグ試験を実施することで、熱劣化における吸水膨潤特性の変化について検討した。

2. 試験の概要 写真-1 および写真-2 に吸水膨潤量を求めるティーバッグ試験の概要を示す。市販のティーバッグは初期質量差率 1.5%以内の製品のみ選択して使用した。まず、ビーカーにティーバッグをセットして純水 100 ml に浸漬させた。そこに用意した FRC 粉末 0.1 g を分散するように投入した。なお、予めティーバッグに粉末を入れた後に浸漬すると、粉末が分散せず塊状になって十分な吸水が生じない。粉末投入から 2 時間経過後、FRC 粉末がある程度膨潤した段階で、ティーバッグが全て水浸するように純水を追加した。そして、粉末投入から 24 時間経過後にティーバッグを引き上げ、余分な水分を除去するために 5 分間の水切り・自然乾燥させて、全体の質量を測定して初期状態における FRC 粉末の最大膨潤倍率 Ra (g/g) を算定した。

一方、FRC 粉末を所定の温度（ $T=200^{\circ}\text{C}$ 、 110°C ）で一定時間高温加熱した後、2 時間程度放置して常温（ 23°C ）に戻した後（高温加熱試料）、電動粉碎機で 30 秒間粉碎し（写真-3）、さらに、ティーバッグで一度ふるい分けを行ってから新しいティーバッグを使用して、上記のティーバッグ試験を実施した。

3. 試験結果および考察 写真-4 および写真-5 に、 $T=200^{\circ}\text{C}$ における高温加熱試料の粉碎前後の状態を示す。高温加熱時間が長くなるほど、変色が進行し褐色が濃くなっていく。これは FRC 粉末が長時間高温に曝されたことで、化学的変化が顕著に生じているためと推察される。

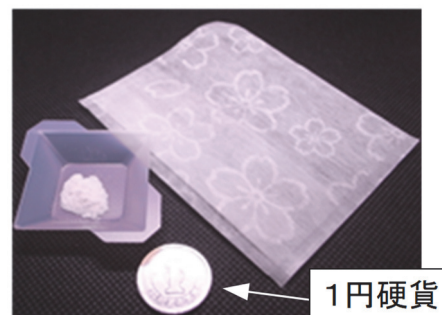


写真-1 FRC 粉末 0.1g と市販のティーバッグ

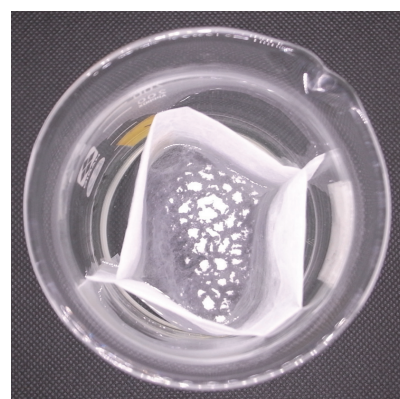


写真-2 ティーバッグ試験の概要

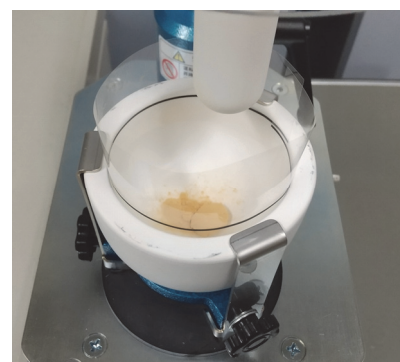
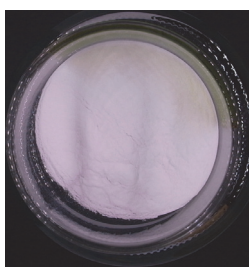


写真-3 電動粉碎機による高温加熱試料の粉碎

図-1 および図-2
に、それぞれ $T=200^{\circ}\text{C}$ および 110°C
の高温環境下に所
定時間静置した場
合の FRC 粉末の最



大膨潤倍率 R_a (g/g) (a) $t=0\text{h}$ (初期状態)
の変化を示す。いず

れの温度に対しても R_a は経過時間とと
もにほぼ直線的に減少する。 $T=200^{\circ}\text{C}$
の場合、初期状態の最大膨潤倍率は $R_a=157\text{ g/g}$ に対して、72 時間加熱した場
合には $R_a=133\text{ g/g}$ であり、割合にする
と約 15%の減少している。また、 $T=$
 110°C で加熱した場合には、1200 時間後
には最大膨潤倍率が 14 g/g 減少し、割合
にすると約 9.5%減少している。(ただ

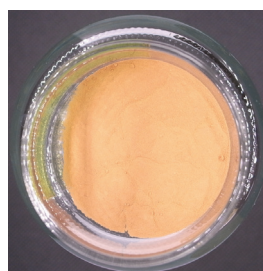
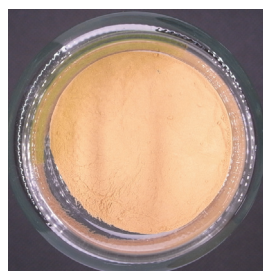
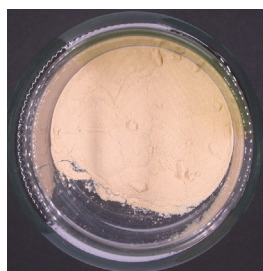
し、この場合には、粉碎した粉末の微粒分のふるい
分けを行っておらず、微粒分の漏出により初期状態
の最大膨潤倍率は $R_a=147\text{ g/g}$ である。) 高温加熱の
効果は温度が高いほど大きい。

4. まとめ 得られた主な知見は以下の通りであ
る。①FRC 粉末は高温環境下に長時間静置すると劣
化し、温度が高いほど劣化度合いも大きくなる。②
FRC の粉末を $T=200^{\circ}\text{C}$ に 72 時間静置すると最大膨
潤倍率 R_a は約 15%減少し、 $T=110^{\circ}\text{C}$ では 1200 時間
で約 9.5%減少する。③FRC 粉末を $T=200^{\circ}\text{C}$ で長時
間静置すると、白色から褐色に変色するが、このよ
うな状態でも最大膨潤倍率は 130 g/g 以上であり、
FRC 粉末は膨潤特性に対しては極めて高い耐久性を
有する。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 21K04251 (研究代表
者：信州大学 梅崎健夫) の助成を受けたものです。

【参考文献】 1) 土木用摩擦低減剤フリクションカッ
ター, (株) 日本触媒, 2012. 2) 岡本功一, 梅崎健
夫, 服部晃：地中埋設体の付着力および周面摩擦力
を低減する吸水性高分子材料の開発, 土木学会論文
集 C (地圏工学), vol.67, No.4, pp. 407-421, 2011.
3) 梅崎健夫, 河村隆, 駒村弘子, 外谷憲之, 服部晃,
岡本功一：吸水性高分子のゼリー強度と耐久性, 第
53 回地盤工学研究発表会, pp.1521-1522, 2018.

写真-4 $T=200^{\circ}\text{C}$ による高温加熱試料の状態



(b1) $t=24\text{h}$

(c1) $t=51\text{h}$

(d1) $t=72\text{h}$

写真-5 高温加熱試料 ($T=200^{\circ}\text{C}$) の粉碎後の状態

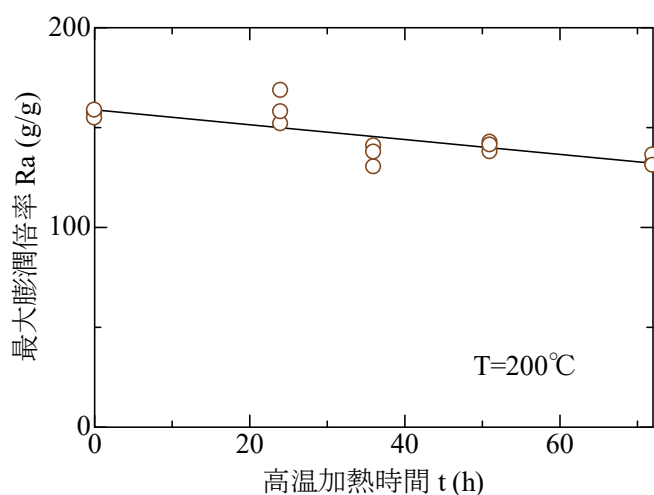


図-1 最大膨潤倍率の経時変化 ($T=200^{\circ}\text{C}$)

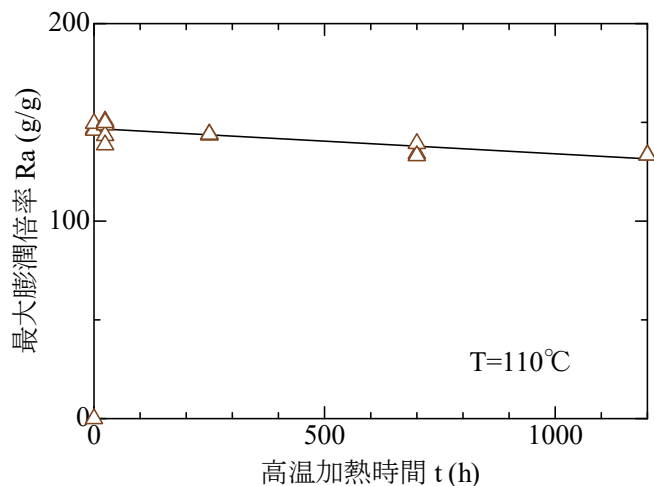


図-2 最大膨潤倍率の経時変化 ($T=110^{\circ}\text{C}$)