

天然繊維を用いた内部養生によるセメント系材料の自己収縮低減効果

岐阜大学工学部 正会員 ○小澤 満津雄 非会員 大橋 一樹 正会員 森本 博昭
株式会社テザック 非会員 山本 基由

1. 研究背景と目的

社会資本の耐久性の観点から、コンクリートの高強度化が進められている。水セメント比を小さくすることで、セメント系材料の高強度化は可能となるが、水セメント比を小さくすることにより自己収縮が大きくなるという報告がなされている。自己収縮ひずみが大きくなると収縮ひび割れの危険性が生じ、耐久性の観点から問題となる。これまでに低水セメント比のセメント系材料において自己収縮の抑制方法が提案されている。すなわち、膨張材や収縮低減剤の添加、及び軽量骨材を使用した内部養生方法¹⁾²⁾がある。しかし、天然繊維を用いた内部養生方法の関する検討は少ないのが現状である³⁾。そこで本研究では、セメント系材料の収縮低減方法として天然繊維を用いた内部養生に着目し、繊維の添加量と収縮低減効果について検討を行った。

2. 実験概要

実験対象はセメントペーストとした。表-1 に配合を示す。水セメント比は 25%とした。セメントの種類は普通ポルトランドセメント(密度: 3.15g/cm^3)を使用した。繊維添加時の流動性の低下を考慮し、高性能 AE 減水剤をセメント質量比で 2%を添加した。使用する天然繊維は Jute 繊維(麻)とした。図-1 に Jute 繊維の概形写真と SEM 写真を示す。図より Jute 繊維は中空構造を有し、高い吸水性能を期待できる。Jute 繊維は繊維長さ 6mm を使用した。密度は 1.3g/cm^3 である。繊維添加量は、0,0.5,1.0,2.0vol%とした。繊維混入 0%を Control 供試体と定義した。Jute 繊維は、打設前に練り混ぜ水の入った容器に挿入し、24hr.吸水させた。練り混ぜでは、セメントと Jute 繊維の入った水を投入し、1min.予備攪拌を行い、その後 3min.攪拌を行った。各配合の流動性を確認するために、フロー試験を実施した。JIS R 5201 で使用するフローコーンにセメントペーストを投入した。フローコーンを抜いて、1min.後のフロー値を計測

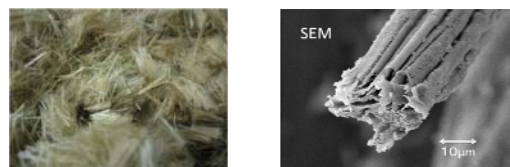


図-1 Jute 繊維写真・SEM 写真

表-1 配合

Jute 繊維 添加量 (%vol)	(%)	単位量 (g/L)			(g/L)
	W/C	C	W	SP	Jute
0	25	1762	405	35	0
0.5					6.5
1.0					13
2.0					26

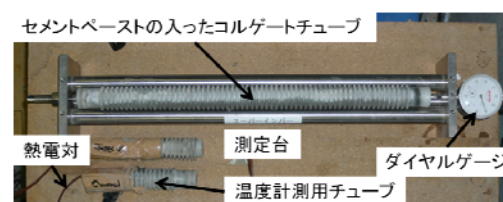


図-2 自己収縮ひずみ計測装置

した。計測には自己収縮ひずみ計測装置⁴⁾を用いた。図-2 に計測装置の概要を示す。図より、伸縮性を有するコルゲートチューブ($\Phi 20 \times 415\text{mm}$)にセメントペーストを注入した供試体を作製した。供試体を計測台に静置し、供試体軸方向の長さ変化をダイヤルゲージで計測した。供試体の内部温度も計測した。計測装置は温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の試験室に静置した。計測間隔は 5min. とし、材齢 7 日まで長さ変化と内部温度の計測を行った。セメントペーストの温度上昇に伴う熱膨張ひずみは熱膨張係数 $10 \mu / ^\circ\text{C}$ として、計測値から補正した。自己収縮ひずみの初期値は、供試体内部の温度上昇開始点とした。これは、繊維を混入することにより、セメントペーストの貫入抵抗試験による凝結時間を推定することが困難であったためである。

キーワード：自己収縮，内部養生，Jute 繊維，自己収縮ひずみ計測装置，セメントペースト

連絡先：〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部 社会基盤工学科 TEL：058-293-2459

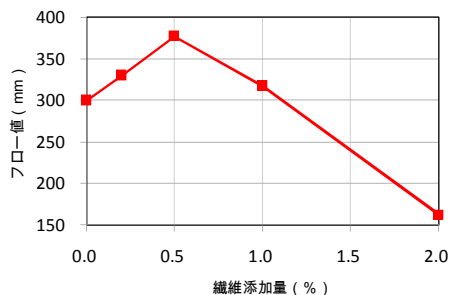


図-3 繊維混入率とフロー値の関係

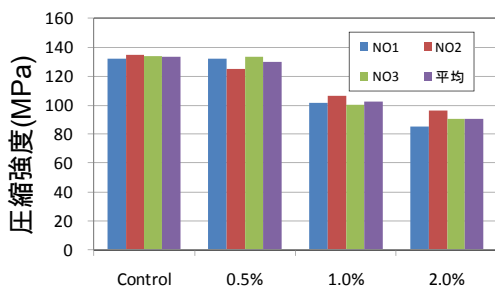


図-4 繊維混入率と圧縮強度の関係

3. 実験結果および考察

図-3 に繊維混入率とフロー値との関係を示す。図より、繊維なし(Control)では、フロー値が 300mm を示した。繊維混入率が 0.5%までは、フロー値(380mm)は増加した。繊維混入率が 0.5%以上となると、フロー値は低下し、1.0%で 320mm となった。2.0%では 163mm となり、材料分離の傾向を示した。材齢 28 日における圧縮強度を図-4 に示す。図より、繊維の添加量とともに強度は低下傾向を示した。繊維を 0.5%vol 添加時は大きな強度低下は見られなかった。1.0%添加時の圧縮強度は Control の 77%となった。また 2.0%vol 添加時の圧縮強度は Control の 68%となった。図-5 に Control 供試体の内部温度と供試体の打設直後からの長さ変化率の経時変化を併せて示す。図より、長さ変化率は、打設直後の計測開始から、収縮ひずみが増加していることがわかる。一方、供試体内部温度は、材齢 0.6 日程度から温度の上昇が見られ、材齢 1.1 日で最高温度が 24.5℃となった。図-6 に材齢 7 日までの自己収縮ひずみ計測結果を示す。図より、材齢 7 日における自己収縮ひずみは Control が 2200 μ 、0.5%vol 添加供試体で 1900 μ 、1.0%vol 添加供試体で 1500 μ 、2.0%vol 添加供試体で 1800 μ であった。繊維添加量が 1.0%vol の供試体は、Control 供試体と比較して、700 μ の収縮低減効果が確認できた。一方、繊維添加量が 0.5%と 2.0%は、Control よりも収縮低減効果は若干確認できたが、1.0%vol よりも収縮低減効果は小さい結果となった。この点につ

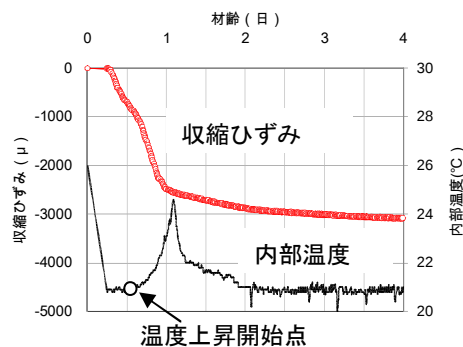


図-5 長さ変化と内部温度

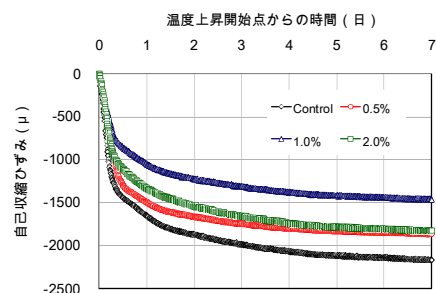


図-6 繊維混入率と自己収縮ひずみの関係

いては、Jute 繊維に保持されている内部養生水の供給の程度や、フレッシュ性状が関係していると考えられるが、今後の検討課題としたい。以上のように、Jute 繊維を混入することによる収縮低減効果と強度特性およびフレッシュ性状を確認した。今後、コンクリートに適用し、繊維混入効果を検討していく予定である。

3. まとめ

本研究の範囲内で得られた結論を以下に示す。

- 1) Jute 繊維を混入したセメントペーストのフロー値は、0.5%vol までは大きくなるが、それ以降は低下する傾向を示した。
- 2) 繊維を 0.5%vol 添加時は大きな強度低下は見られなかった。1.0%添加時の圧縮強度は Control の 77%となった。また 2.0%vol 添加時の圧縮強度は Control の 68%となった。
- 3) Jute 繊維を添加する事で、材齢 7 日目において最大 700 μ の自己収縮ひずみ低減効果を確認した。添加量は 1%vol の時に収縮低減率が最大となった。

参考文献

- 1) D.Cusson et al: Internal curing of high-performance concrete with pre-soaked fine lightweight aggregate for prevention of autogenous shrinkage cracking, Cement and Concrete Research 38, pp.757-765, 2008
- 2) M.Suzuki et al.; Use of porous ceramic waste aggregates for internal curing of high-performance concrete, Cement and Concrete Research 39, 2009, pp.373-381, 2009
- 3) S.Kawashima et al: Early-age autogenous and drying shrinkage behavior of cellulose fiber-reinforced cementitious materials, Cement & Concrete Composites, 33, pp.201-208, 2011
- 4) O.M.Jensen : Autogenous Phenomena in Cement-based Materials, Dr. thesis, 2005