

廃石膏ボードから回収したセルローズファイバー混入コンクリートに関する研究

高知市水道局 正会員 ○片岡裕和
高知高専 正会員 横井克則
和歌山高専 正会員 三岩敬孝
前田道路㈱ 山口貴弘

1. はじめに

産業廃棄物の増大により最終処分場の残余容量がひっ迫化している中、廃棄物の再利用が課題となっている。その中でも、廃石膏ボードは管理型産業廃棄物に指定されており、リサイクル用途の開発が急がれている。その廃石膏ボード分離後の紙から生成されたセルローズファイバーは、すでにアスファルト合材に添加され、耐流動性、耐摩耗性および分散性の向上といった特長を持っている¹⁾。本研究では、このセルローズファイバーをコンクリートに混入したときの強度特性および耐久性について、養生条件を標準養生と気中養生の2種類で検討を行った。

2. 実験方法

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

セメントは、高炉セメント(密度 3.04g/cm³、比表面積 3,950cm²/g)を用いた。セルローズファイバーは、徳島県内で生産されたアスファルト合材添加用セルローズファイバーを用い、セメント量に対して 0.34%を1倍として、無混入、1倍および5倍の量を混入した。セルローズファイバーの特長を表-1に示す。細骨材(密度 2.58g/cm³、吸水率 1.71%)および粗骨材(密度 2.60g/cm³、吸水率 1.36%、最大寸法 20mm)には、高知市春野町産の砂質砂岩砕砂および砕石を用いた。混和剤にはリグニンスホン酸系 AE 減水剤と AE 調整剤を使用した。

本実験の配合を表-2に示す。スランブは 8±2.5cm、空気量は 5±1%、W/C は 55%、s/a は 45%を基本条件とし、セルローズファイバーの混入量のみを変化させた。配合名の S はセルローズファイバー、0・1・5 はその混入量、W と A はそれぞれ標準養生、気中養生を示す。

表-2 コンクリートの配合

表-1 セルローズファイバーの特長			単位量(kg/m ³)											
性状		特長	配合名	スランブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	W	C	S	G	植物 繊維	AE 減水剤	AE 調整剤
外見	灰色白繊維状粉体	・高い保水性 ・均一な品質 ・容易な作業性 ・高い繊維補強性 ・生態学的に安全												
成分	セルローズ粉70%													
	無機系粉末(石膏等)30%													
かさ比重	160～170g/L													
pH	7程度													

2.2 試験方法

コンクリートの練混ぜは、すべての材料投入後、強制二軸練りミキサで合計 2 分 30 秒練り混ぜた。セルローズファイバーは、あらかじめ練混ぜ水に混入してミキサに投入した。養生方法は、成形した供試体を実験室で 24 時間静置した後脱型し、標準養生の供試体は、20±2℃の水槽中で所定材齢まで養生を行い、気中養生の供試体は、20±2℃、湿度 60%の恒温恒湿室で所定材齢まで養生した。

硬化コンクリートの性質としては、圧縮強度試験は JIS A 1108、曲げ強度試験は JIS A 1106、乾燥収縮試験は JIS A 1129-2、凍結融解試験は JIS A 1148、促進中性化試験は JIS A 1153 に従って、所定の材齢においてそれぞれ測定を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度試験

圧縮強度の試験結果を図-1に示す。セルローズファイバーを混入した配合は、養生方法に関わらず無混入の配合より、混入量が増加するほど強度は低下している。しかし、木材セルローズファイバーを用いた文献²⁾によると、圧縮強度は向上すると報告されており、木材セルローズファイバーと、本研究で用いた廃石膏ボードから分離された紙のセルローズファイバーの違いによる影響については、今後検討が必要である。

3.2 曲げ強度試験

曲げ強度の試験結果及び圧縮強度に対する曲げ強度の比を図-2にまとめて示す。曲げ強度は標準養生、気中養生ともに、無混入よりも1倍混入の曲げ強度が大きくなったが、5倍混入は1倍混入よりも低下していた。しかし、曲げ強度比(曲げ強度/圧縮強度)では、標準養生及および気中養生ともに、S0よりもS1が大きく、さらにS5の曲げ強度比が大きくなっている。よって、ファイバーの絡み合いが曲げ強度に影響していると考えられる。

3.3 凍結融解試験

凍結融解試験は、凍結融解30サイクルごとの相対動弾性係数より評価した。各サイクル数の相対動弾性係数の結果を図-3に示す。セルローズファイバー無混入のS0-WとS0-Aは相対動弾性係数が減少しているが、混入した配合は全て、相対動弾性係数が100%程度を維持できた。この理由として、凍結により発生する氷圧をセルローズファイバーが緩和する役割を果たし、内部の劣化が抑制されたためと考えられる。よって、凍結融解が繰り返し作用する場所での使用は有効であると考えられる。

3.4 乾燥収縮試験

乾燥収縮による長さ変化率の結果を図-4に示す。気中養生した試験体が、初期の段階から乾燥収縮が小さくなっている。理由として、気中養生中は水の供給がないため、セルローズファイバーの保水性能により保持されていた水分がセメントの水和反応などによって失われ、すでに乾燥収縮の測定開始時には、自己収縮が大きく進行していたためと考えられる。さらに、標準養生、気中養生ともに、セルローズファイバーの混入量が多いほど、長さ変化率は大きくなる傾向が見られた。これもセルローズファイバーの保水性能が影響し、間隙水の蒸発が継続したことによると考えられる。しかし、土木学会の示方書によると材齢182日における長さ変化率は 1000μ 以下が上限値であり、条件は満たしている。

3.5 促進中性化試験

中性化深さを図-5に示す。標準養生及び気中養生の試験体において、セルローズファイバーの混入量が多いほど、中性化深さが大きくなる傾向にある。理由として、コンクリート中のセルローズファイバーを通じて、大気中の炭酸ガスを多く吸収したことによると考えられる。

4. まとめ

(1)セルローズファイバーを混入したコンクリートは、曲げ強度比および耐凍害性について効果的である。

(2)セルローズファイバーの混入量が多いほど、圧縮強度は小さく、乾燥収縮および中性化深さは大きくなった。

謝辞：セルローズファイバーをご提供いただきました、(株)オオタ様に厚くお礼申し上げます。

参考文献：1) 株式会社オオタ:<http://www2.tcn.ne.jp/~kkoota/kankyoku-main.html> 2) 桜井 宏、岡田包儀他：木材セルロースファイバーコンクリートの検討、第62回セメント技術大会講演要旨、pp.154-155、2008

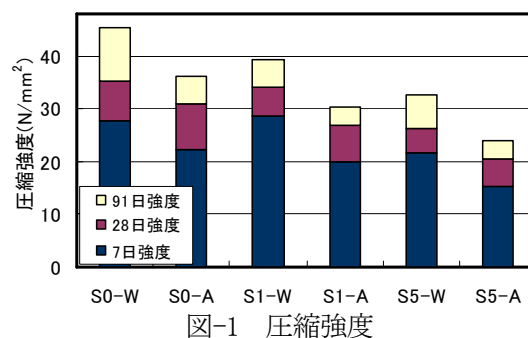


図-1 圧縮強度

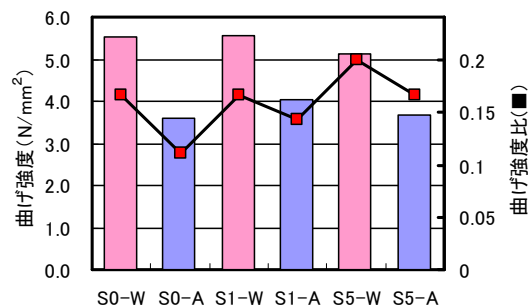


図-2 曲げ強度

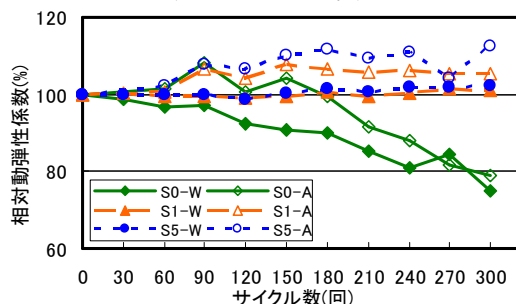


図-3 相対動弾性係数

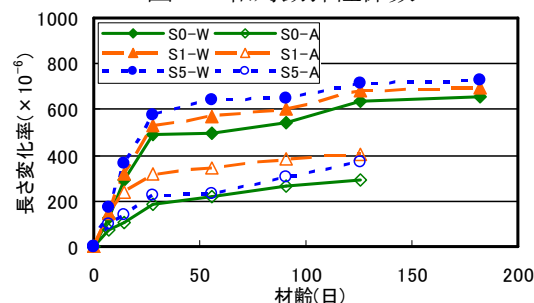


図-4 長さ変化率

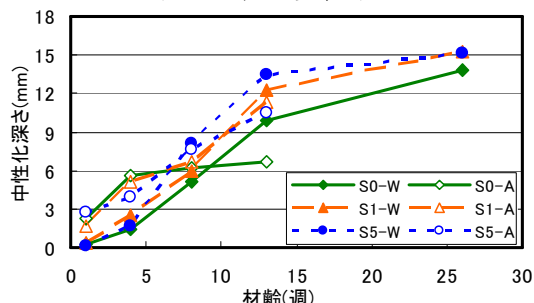


図-5 中性化深さ