

V-1 廃 EPS を収縮低減剤として用いたポリマーコンクリートに関する研究

東北工業大学大学院 学生員 ○平野原 彰宏

東北工業大学工学部 正会員 小出 英夫

1. はじめに

廃発泡ポリスチレン(通称:発泡スチロール 以下、「EPS」)は、分別が比較的容易であり、回収ルートも確立されていることから、リサイクルに適した材料といえる。2004 年のリサイクル率はサーマルリサイクルも含め 69.3%¹⁾ となっている。しかし、従来の加熱融解及び溶剤融解によるマテリアルリサイクルでは、高価な設備と多量のエネルギーを必要とするため、マテリアルリサイクル率はここ数年 40%前後にとどまっている。そこで、廃 EPS の有効活用として、廃 EPS のスチレン(以下、「ST」)溶液をポリマーコンクリート用収縮低減剤とする低コスト・省エネルギーのリサイクル方法が開発²⁾ された。本研究では、EPS の ST 溶液を収縮低減剤として液状レジン(不飽和ポリエステル樹脂 以下、「UP」)に添加したポリマーコンクリートについて、その基礎資料を得る目的で曲げ強度の温度依存性試験と耐凍結融解性試験を行い、実用性を評価した。

2. 使用材料

2.1 EPS を用いた収縮低減剤の製造

本研究で用いた収縮低減剤(EPS の ST 溶液)は、写真-1 に示すように、EPS を ST に溶解することによって製造される。EPS の濃度は、既往の研究結果²⁾ から、粘性に起因する作業性を考慮し 30%とした。なお、本研究では、廃 EPS の汚れ具合による実験結果への影響を除外するため、JIS A 9511(発泡プラスチック保温材)に規定するビーズ法ポリスチレンフォーム保温板 3 号の未使用 EPS を使用した。



写真-1 収縮低減剤の製造

2.2 実験に用いたポリマーコンクリート

実験に用いた結合材及びポリマーコンクリートの配合を表-1 に示す。JIS A 1181(レジンコンクリートの試験方法)に準拠し、6×6×24cm 角柱供試体を 21 本作成した。既往の研究結果²⁾ から、UP と収縮低減剤(EPS の 30%ST 溶液)の配合比は、良好な収縮低減効果が示された 65:35 とした。カップリング剤、開始剤、促進剤には、それぞれγ-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、メチルエチルケトンパーオキサイト、ナフテン酸コバルトを使用し、充填材としては重質炭酸カルシウムを用いた。充填材及び各骨材は、含水率が 0.1%以下の状態で使用した。

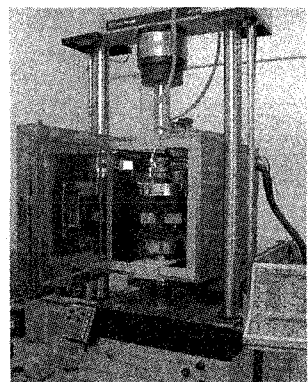


写真-2 曲げ強度試験の様子

3. 曲げ強度の温度依存性

3.1 実験概要

供試体を 3 本ずつ 0℃、10℃、20℃、30℃、50℃、70℃とし、各温度に設定された恒温槽に入れたまま JIS A 1181 に準拠し曲げ強度試験を行った(写真-2)。なお一部の供試体に対しては載荷中、供試体中央部で変位計を用いてたわみを測定(両側面の 2 箇所)した。

3.2 試験結果及び考察

図-1 には、曲げ強度と供試体温度の関係を示す。図中の実線は、各温度における平均値の変化を示し

表-1 結合材およびポリマーコンクリートの配合

結合材の配合				
UP	EPSの30%ST溶液	カップリング剤	開始剤	促進剤
65%	35%	0.5phr	0.8phr	0.8phr
ポリマーコンクリートの配合(%)				
結合材	充填材	細骨材	粗骨材	
10	20	20	50	

たものである。図より、曲げ強度は20～50℃ではほぼ同じとなったが、70℃への温度上昇とともに低下、0℃への温度下降とともに上昇となった。これはEPSのST溶液を収縮低減剤として用いないポリマーコンクリートとほぼ同様の傾向である。また、図-2は、各温度における曲げ強度試験時に得られた荷重とたわみの関係であり、温度上昇とともに静弾性係数が低下(0℃:約12,300MPa、70℃:約9,300MPa)する結果が得られた。

4. 凍結融解試験

4.1 実験概要

当該ポリマーコンクリートは製造時には内部に水分がほとんど存在しないが、供用期間内において徐々に水は浸透するため、凍結融解作用による表面劣化及び内部劣化の状況を確認する必要がある。そこで、供試体を試験開始前に十分に水中に浸した後、JIS A 1148(コンクリートの凍結融解試験方法)のA法に準拠し、凍結融解試験を行った。また、凍結融解試験後の供試体に対して曲げ・圧縮強度試験を行い、凍結融解作用未経験の場合の強度との比較を行った。

4.2 試験結果及び考察

図-3、図-4には、3本の供試体の凍結融解試験から得られた相対動弾性係数と質量減少率の変化をそれぞれ示す。図より、300サイクル終了時の結果において、相対動弾性係数、質量減少とともに大きな劣化は認められず、十分に耐凍結融解性を有していることがわかる。写真-3には、300サイクル終了時の供試体打設側面の一例を示す。若干の空隙が見られ、美観上の劣化は生じているが、材料特性への影響を及ぼすような変化ではないことがわかる。なお、凍結融解試験後の20℃条件下での、曲げ及び圧縮強度は、それぞれ19.2MPa、115.3MPa(凍結融解試験前の曲げ及び圧縮強度は20.3MPa、113.4MPa)であった。この結果からも、凍結融解作用による強度の低下はなく、十分に実用性を有していることがわかる。

5. まとめ

当該ポリマーコンクリートは、曲げ強度の温度依存性試験において、70℃においても18MPa以上の強度を有し、また、凍結融解試験の結果からも、通常のポリマーコンクリート同様に優れた耐凍結融解性を有していることがわかった。以上のことから、当該ポリマーコンクリートは十分に実用可能な材料と判断できる。

なお、本研究は、「経済産業省委託事業 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業」により実施しました。

参考文献

- 1) 発泡スチロール再資源化協会：ジェブスインフォメーション2005
- 2) 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「発泡ポリスチレン溶液を結合材とした高耐久複合建材の開発」成果報告書、2004.3

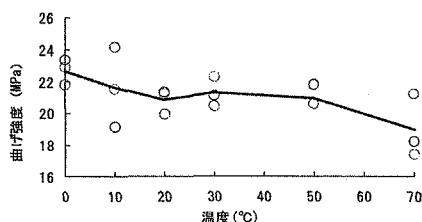


図-1 曲げ強度と供試体の温度の関係

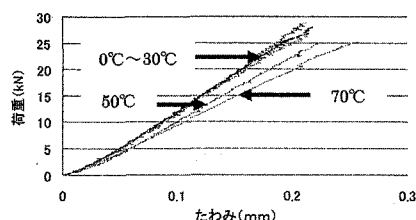


図-2 荷重とたわみの関係

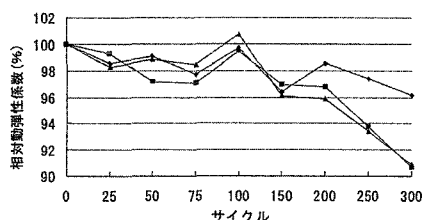


図-3 相対動弾性係数とサイクル数

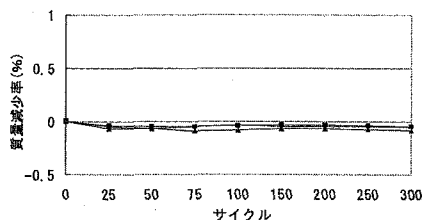


図-4 質量減少率とサイクル数

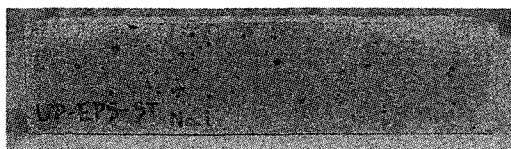


写真-3 300サイクル終了時の供試体打設側面