

Ⅶ-249

発泡スチロール減容材の土木材料への適用性

(株) 建設企画コンサルタント 正員 白子 博明 広田 治
 発泡スチロール再資源化協会 大滝 恒雄
 (財) クリーンジャパンセンター 江端 博
 EPS開発機構 阿部 正

1. まえがき

発泡スチロールは、その優れた緩衝性、断熱性、超軽量性から魚箱、家電OA機器の緩衝材、保冷箱、土木建設材料として広く利用されている。しかしながら、使用後には容積がかさむため、その処理に苦慮するところであった。廃棄された発泡スチロールは、現在熱によって減容され型枠内で板状に定型化された材料(以下、インゴットと呼ぶ)、あるいはインゴットを粉砕機によって粒状化した材料(以下、リサイクル材と呼ぶ)についてその利用方法の拡大を模索している。

本報告では、リサイクル材料について、土木材料としての適用性について基礎的な実験を行うことで検証した。

2. 試料および実験方法

試料：実験に用いた試料は、東京都中央卸売市場築地市場で減容処理されたインゴットおよびリサイクル材である。築地市場は日本一の大規模市場であり、1日当たり10トン以上の発泡スチロール空き箱が発生している。このため、場内には2箇所に減容処理施設を設置し、全てが減容処理されている。減容の方法は、摩擦熱によるものとボイラー熱によるもの、溶剤によるものがあるが今回は、熱による減容材料を実験に用いた。

実験項目および方法；

摩擦熱減容リサイクル材および熱溶融減容リサイクル材について表一に示す実験を実施した。実験方法は同表に示しているが、このうちJISは日本道路公団試験要領を意味している。

(1) 一次元水浸沈下特性

リサイクル材を直径15cmの突き固め用モールドに詰め4.5kgfテンマーで締固め直径15cm、高さ17cmの供試体を作成した。作成した供試体に荷重Pを載荷し30分間沈下量を測定した。その後、供試体上面まで水浸し水浸後の沈下量を30分間、水位を供試体下面まで下げた状態で沈下量を30分間測定した。この水位の上げ下げを5回繰り返し、沈下量の経時変化を測定した。なお、締固めエネルギーは0.1EC、0.5EC、1.0EC(1.0EC=25.3kgf/cm²)、載荷荷重は0.5、1.0、2.0 kgf/cm²のそれぞれ3ケースとした。

(2) 三軸圧縮試験

①摩擦熱減容リサイクル材；直径30cm、高さ60cmの供試体を利用して三軸圧縮試験(圧密排水せん断)を実施した。せん断時のひずみ速度は0.5%/min、締固めエネルギーは1.0ECとし、載荷重段階は $\sigma=0.5, 1.0, 2.0$ kgf/cm²とした。また、せん断時供試体は、空気乾燥状態及び水浸状態の2ケースとした。

②熱溶融減容リサイクル材；直径15cm、高さ30cmの供試体を利用して三軸圧縮試験(圧密排水せん断)を実施した。せん断速度は0.5%/min、締固めエネルギーは0.5EC、1.0EC、2.0ECとし、荷重段階は $\sigma=0.5, 1.0, 2.0$ kgf/cm²とした。また、せん断時供試体は、空気乾燥状態及び水浸状態の2ケースとした。なお、リサイクル材の炉乾燥は温度60℃で3日間とした。

3. 実験結果と考察

図一は粒度試験結果から、リサイクル材の粒径加積曲線を示す。力学試験は図一の粒度分布の試料によって実施した。

①軽量性について；摩擦熱減容および熱溶融減容リサイクル材の積比重はそれぞれ、 $G_b=0.83, G_b=1.00$ であり水の重さと同等あるいは水よりも軽い材料である。

②耐久性について；耐久性に関する実験は、破砕率、スレーキング、乾湿繰り返し吸水率である。これらの実験結果は、表一のとおりである。なお同表には、一般的な舗装材料についても参考のため示している。構造物の裏込め材料としての耐久

keyword 発泡スチロール、圧縮特性、強度特性、リサイクル

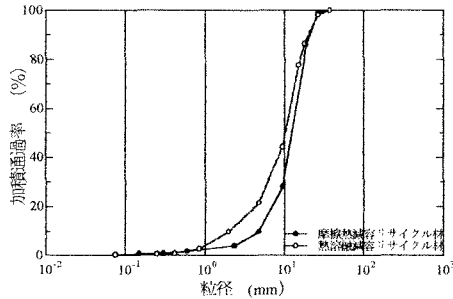
〒169-0075 新宿区高田馬場3-23-1 YSKビル (株)建設企画コンサルタント 土質技術部 Tel 03-5337-4064 Fax 5337-4094

性に関する規準（日本道路公団）は、スレーキング率＜50％である。リサイクル材のスレーキング率は1％にも達しておらず、さらに破碎率、吸水率ともに極わずかであることから、耐久性に関しては極めて良質な材料であることが確認された。

③縮固め、CBR特性：リサイクル材は、一般の礫材料に比べ軽量であることから縮固め試験の最大乾燥密度は1/2～1/3程度であり、細粒分（シルト、粘土等）を含まないことあるいは吸水しにくい材料であることから、最適含水比も一般の礫材料の1/5～1/6程度である。CBR値については一般の礫材料と比べると若干小さめの値であるが、日本道路公団の裏込め材規準のCBR＞10は満足している。

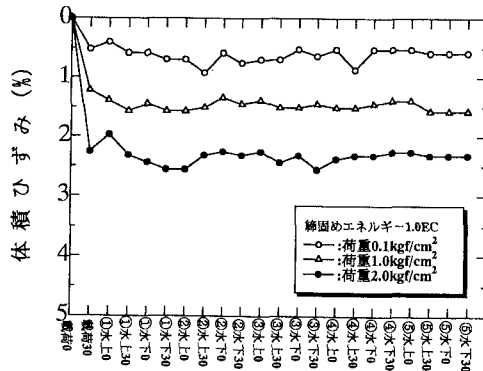
表一 廃発泡スチロールリサイクル材及びインゴットの試験結果

		摩擦熱減容材	熱減容材	JH 等規準値
リサイクル材の試験結果				
積比重及び吸水率	積比重	0.83	1.00	3%以下（コンクリート骨材）
	吸水率(%)	3.38	3.60	
破碎率(%)		0.57	0.78	50%以上は土砂化し易い
スレーキング率(%)		0.24	0.10	50%以下（土部路床）
乾湿繰り返し吸水率(%/回)		0.87	0.057	
粒度（0.075mm通過重量百分率）(%)		0.4	0.3	
縮固め	最大乾燥密度 $\rho_{d, \max}$ (t/m ³)	0.565	0.705	
	最適含水比 w_{opt} (%)	2.73	2.75	
CBR(%)		13.30	31.03	CBR/10（裏込め材A）

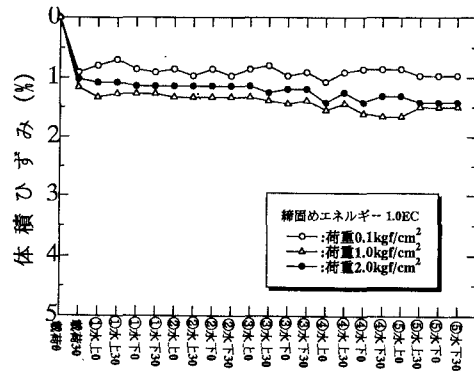


図一 リサイクル材の粒度分布

④水浸沈下特性：図一2は縮固めエネルギー1.0ECについて水位上下の繰り返しによる体積ひずみの変化量を示した。図より、摩擦熱減容材、熱溶融減容材ともに第一回目の水浸前の載荷段階で体積ひずみは増加するものの、以降の繰り返し水浸によって体積ひずみはほとんど増加する傾向が認められない。この傾向は0.1EC、0.5EC同様である。



摩擦熱減容リサイクル材



熱溶融減容リサイクル材

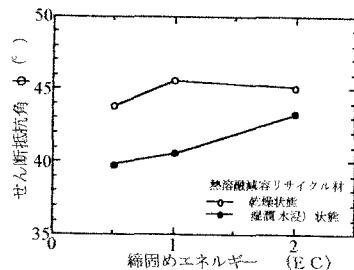
図一2 水位上下繰り返し回数と沈下量（体積ひずみ）の関係

* 体積ひずみ＝沈下量／供試体高さ

⑤強度特性：図一3は熱溶融減容材について実施した、縮固めエネルギーの増加によるせん断抵抗角の変化を示したものである。図より、縮固めエネルギーが増加するとせん断抵抗角も増加する傾向が見られる。また、湿潤（水浸）状態におけるせん断抵抗角は、乾燥状態のせん断抵抗角より小さな値を示している。熱溶融減容材を湿潤（水浸）状態となる可能性がある箇所に盛土材として利用する場合、安定検討に利用する強度定数は乾燥状態に比べて小さくなることを考慮する必要がある。図中に摩擦熱減容材についても示したが、摩擦熱減容材については、この乾燥、湿潤（水浸）によるせん断抵抗角の違いは認められない。

4. まとめ

発泡スチロールリサイクル材の物理、力学的特性を把握し土木材料への適用性について検討した。リサイクル材はこれまで土木材料として利用されてきた砕石（40^φ）と形状が類似であるため取り扱いが容易である。さらに、材料としての耐久性、圧縮性、強度特性ともに砕石と同等かそれ以上の材料であるため、軽量性を生かすことで有効に活用できるものと考えられる。



図一3 縮固めエネルギーとせん断抵抗角