

発泡スチロール廃材を骨材とした超軽量モルタルの基礎的研究

山口大学大学院 学生会員 ○玉滝浩司
 山口大学工学部 正会員 松尾栄治
 山口大学工学部 正会員 浜田純夫

1. はじめに

魚箱や食品トレーなどに多く用いられている発泡スチロール（Expanded Polystyrene, 以下 EPS と称す）は我々の生活に欠かせない物となっている。しかし EPS のリサイクルは全体の 40% 程度にとどまっており、残りの 60% は焼却処理されているのが現状である。また EPS は密度が約 0.02 と極めて小さく、静電気も発生することにより保管が不便であるため、遠赤外線により約 1/40 に減容処理している。本研究ではこの処理が施されている EPS 廃材を骨材とした超軽量モルタルの強度性状について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究で使用した EPS 廃材の物性は密度が 0.53g/cm^3 、実積率が 60.2%、粗粒率が 3.95 であり、超軽量細骨材として使用することを想定した。なお、セメントには早強ポルトランドセメントを使用した。

2.2 実験方法

配合を表-1 に示す。W/C を 30, 35, 50, 60% と変化させ、各々について EPS 混入率(=Va)を体積比で 0~60% と変化させた。供試体寸法は、 $40\times 40\times 160\text{mm}$ とし、締固めは振動台およびハンドバイブレータで行った。翌日脱型し標準養生 ($20\pm 2^\circ\text{C}$) を行い材齢 7 日で強度試験(JIS A 1108)を行った。

3. 実験結果と考察

3.1 EPS 混入率とモルタル密度の関係

図-2 に EPS 混入率とモルタル密度の関係を示す。EPS 混入率の増加に伴って密度は直線的に減少した。Va=60% 程度でモルタルの密度は約 1.0g/cm^3 となる。

3.2 軽量化と強度性状

図-3, 4 に EPS 混入率と圧縮、曲げ強度の関係を示す。この結果から EPS 混入率の増加に伴い圧縮、曲げ強度ともに低下する傾向にあることがわかる。

3.3 従来の EPS 廃材との比較

図-5 にモルタルの密度と圧縮強度の関係を示す。図中では減容処理を施していない既往の研究と比較して示す。この結果から同密度での強度発現は、減容処理を施した EPS 廃材を使用したモル

表-1 配合表

W/C	Va	単位量(kg/m^3)			理論密度
	%	C	W	EPS	g/cm^3
30	0	1620	486	0	2.11
	20	1296	389	106	1.79
	30	1134	340	159	1.63
	40	972	292	212	1.48
	50	810	243	265	1.32
	60	648	194	318	1.16
35	0	1498	524	0	2.02
	20	1199	420	106	1.72
	30	1049	367	159	1.57
	40	899	315	212	1.43
	50	749	262	265	1.28
	60	599	210	318	1.13
50	0	1223	612	0	1.83
	20	979	489	106	1.57
	30	856	428	159	1.44
	40	734	367	212	1.31
	50	612	306	265	1.18
	60	489	245	318	1.05
60	0	1090	654	0	1.74
	20	872	523	106	1.50
	30	763	458	159	1.38
	40	654	392	212	1.26
	50	545	327	265	1.14
	60	436	262	318	1.02

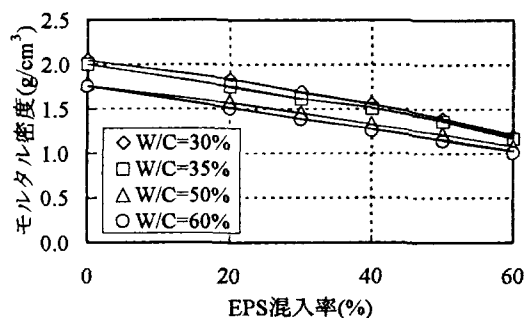


図-2 EPS 混入率とモルタル密度の関係

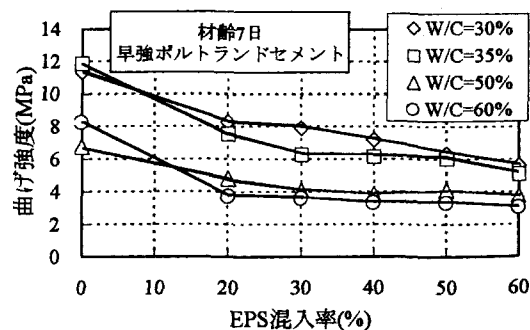


図-3 EPS 混入率と曲げ強度の関係

タルの方が大きいことがわかる。これはEPS 廃材のヤング係数に起因するものと考えられ、初期微細ひび割れの発生が従来よりも遅くなることによると推察される。

3.4 EPS 骨材の有効混入率の推定

強度試験結果を Bache の式 (1) に代入し、見かけの EPS 廃材強度を推定した。実際に EPS 廃材の強度が変化するわけではないので、見かけの強度が大きいことが、配合的に EPS 強度を有効に発揮できる有利な条件であると判断した。また、Bache の式とは一般に、マトリックス強度より骨材強度の方が弱い場合に、その骨材強度とモルタルの強度からコンクリート全体の強度を推定するものである。

$$\sigma_{\text{mor}} = \sigma_{\text{EPS}}^{\alpha} \times \sigma_p^{1-\alpha} \quad \dots (1)$$

ここで

$$\begin{cases} \sigma_{\text{mor}} : \text{モルタルの圧縮強度(MPa)} \\ \sigma_{\text{EPS}} : \text{みかけのEPS骨材強度(MPa)} \\ \sigma_p : \text{ペーストの強度(MPa)} \\ \alpha : \text{混入率} \end{cases}$$

EPS 混入率と見かけの EPS 骨材強度の関係を図-6 に示す。この結果から、W/C を小さく、すなわちマトリックス強度を大きくすることでEPSの見かけの強度は総じて大きくなった。また、マトリックス強度ごとに見かけのEPS強度が最大値となるEPS混入率が存在し、それを最適混入率と考えると、マトリックス強度を高めると最適混入率が小さくなることがわかった。本研究の範囲内では W/C を 30%、EPS 混入率を 40%とすることで最も高い見かけのEPS骨材強度が得られた。

4. 結論

- (1) 圧縮強度はEPS混入率の増加に伴い曲線的に低下する。
- (2) EPS に遠赤外線減容処理を施すことは強度的に有効である。
- (3) EPS 混入率は30～50%の間に設定することが適当である。

【参考文献】

1) 松尾, 松下, 牧角: 超軽量コンクリートの配合に関する研究, セメント・コンクリート論文集 No.50, 1996, pp.364-366

【謝辞】

本研究は、西日本発泡スチロールリサイクル㈱から提供していただいたEPS廃材を使用して行った。ここに記して謝意を表す次第である。

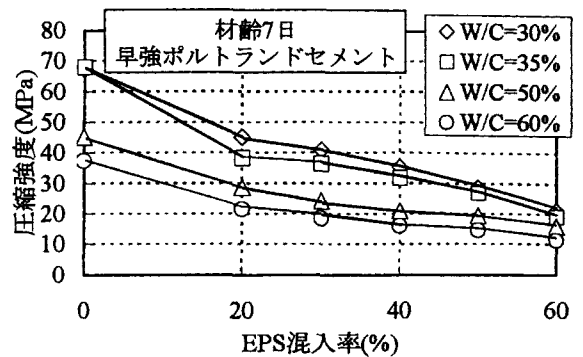


図-4 EPS 混入率と圧縮強度の関係

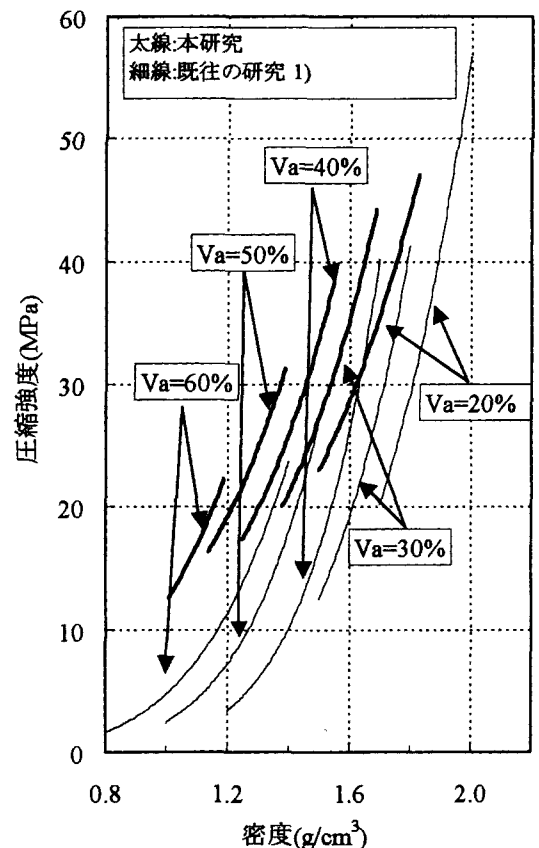


図-5 モルタル密度と圧縮強度の関係

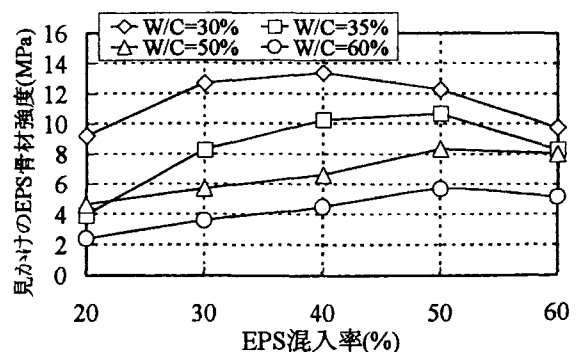


図-6 混入率と見かけの骨材強度の関係