

EPS モルタルを母材とした EPS 粗骨材の特性とコンクリートへの適用

山口大学大学院 学生会員 ○黒田道治
山口大学大学院 正会員 松尾栄治
山口大学大学院 正会員 高海克彦

1. はじめに

発泡スチロール (=EPS) 廃材の有効利用を目的として、筆者等はこれまでに軽量モルタル用の細骨材としての適用性について検討してきた。本研究ではEPS モルタルの将来的な再リサイクルを想定し、これを破碎して EPS 粗骨材を試作した。その物性を明らかにするとともに、軽量コンクリートとした場合の強度特性を実験的に求めた。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材は遠赤外線減容処理を施した EPS 細骨材（密度：0.53g/cm³，実積率：64.8%，粗粒率：3.95，吸水率はほぼ 0%）を使用した。粗骨材は次のような手順で作製した EPS 粗骨材を使用した。すなわち、諸物性が既知である表-1 に示す配合¹⁾の EPS モルタルに標準養生を施し、材齢 28 日以上において圧縮試験機等により 20mm 以下まで破碎した。さらにその中から 5mm 以下のものを除去した。なお、表-1 中の V_{EPS} とはモルタルに占める EPS 細骨材の体積比である。

この EPS 粗骨材の物性試験として、各種密度、吸水率、単位体積重量、実積率、安定性試験による質量減少率、ふるい分け試験などを行った。

次に EPS コンクリートの配合設計を行うにあたり、このコンクリートを EPS モルタルと EPS 粗骨材の二層材料として考える方が合理的であるとの判断から、まず EPS モルタルのフレッシュ性状について定量化を行った。その結果を海砂を用いた普通モルタルと比較し、ワーカビリティ評価の整合性をとることを試みた。

フレッシュ性状の評価にはフロー試験を行い、ワーカビリティを「コンクリートに作用する外力（せん断力）に対する変形性能」と捉え、その関係を最もよく表現すると考えられる 0 回フローから 5 回フローまでの変化量 δ （回数とはフローテーブル落下回数のこと）を対象とした。例えば、配合とスランプ値が既知のコンクリートのモルタル部分に対してフロー試験を実施して変化量 δ を求め、この δ を再現できる EPS モルタルの配合を選択することで、所定のワーカビリティが得られると考えられる。配合は EPS モルタルおよび海砂モルタルの両者に対して、水セメント比を 30～60%，モルタルに占める細骨材の体積比 V（EPS 細骨材の場合は V_{EPS}，海砂の場合は V_{SS}）を 0～60% と変化させた。

3. EPS 粗骨材の物性試験結果

EPS 粗骨材の物性試験結果の一覧を表-2 に、粒度曲線を

表-1 母材となる EPS モルタルの配合表

W/C (%)	V _{EPS} (%)	単位量 (kg/m ³)			密度 (g/cm ³)
		W	OPC	EPS	
30	40	292	973	212	1.48

表-2 EPS 粗骨材の材料実験結果

試験項目	結果
表乾密度 (g/cm ³)	1.61
絶乾密度 (g/cm ³)	1.35
吸水率 (%)	19.0
単位体積重量 (kg/l)	0.83
実積率 (%)	61.5
粗粒率	6.78
安定性試験	
質量減少率 (%)	3.9

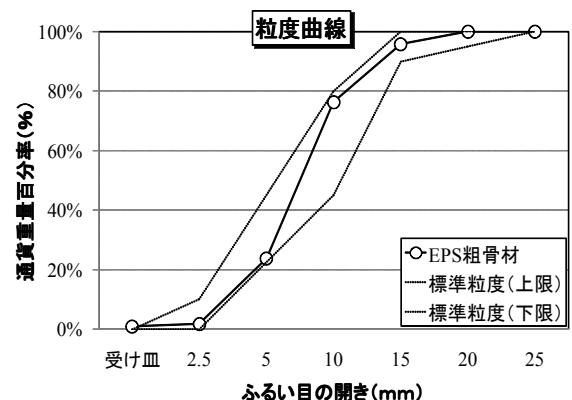


図-1 EPS 粗骨材の粒度分布

図-1 に示す。吸水率が 19.0%と極めて大きく、何らかの対策が必要であることが明らかとなった。例えば、破碎材齢の延長、コーティング材の添加などが考えられる。なお、表乾密度と絶乾密度のほぼ中間値が母材モルタルの理論密度となっている。安定性試験は良好な結果となっており、粗骨材表面に剥き出しとなった EPS 粒子も気象作用に対して安定していることが明らかとなった。粒度曲線も標準粒度に収まった。

4. EPS コンクリートの試験結果

図-2 に配合毎の変化量 δ を示す。なお、目視観察により材料分離が明らかなものについてはデータとして採用していない。この図より、細骨材種類の影響よりも配合条件の影響が大きいことがわかる。水セメント比と細骨材体積比を同じとした両モルタルによる δ の差を図-3 に示す。 V_{EPS} の値によって、 δ の差が大きくなる水セメント比が異なる傾向が確認できるものの、その差は $\pm 10\text{mm}$ 以内と極めて小さく、この図からも細骨材種類が δ に及ぼす影響が小さいことがわかった。

EPS コンクリートの配合は、水セメント比を 45%と一定にし、 V_{EPS} を 35, 45, 55%と変化させたモルタルを作製し、ワーカビリティが低下しないことを前提に EPS 粗骨材を最大まで混入した。その混入量から配合を逆算した結果を表-3 に示す。作製した供試体は 28 日間の標準養生の後、強度試験に供した。

強度試験結果を表-3 に示す。また、密度と圧縮強度の関係を図-4 に示す。 V_{EPS} が大きくなることにより、各種強度の低下がみられた。ただし圧縮強度について、目標強度を 18N/mm^2 とした場合、近似直線により密度 1.64g/cm^3 までの軽量化が見込まれる。

5. まとめ

- ①コンクリートの目標強度を 18N/mm^2 とした場合、密度 1.64g/cm^3 程度までの軽量化が見込まれる。
- ②細骨材種類がワーカビリティに及ぼす影響は小さい。
- ③EPS 粗骨材は吸水率が大きいため、留意を要する。

【参考文献】

1) 松尾, 玉滝, 保井: 発泡スチロール廃材を細骨材代替とした超軽量モルタルの材料分離性状および強度特性, 土木学会論文集 E, Vol.63, No.3, pp.358-367, 2007.7.

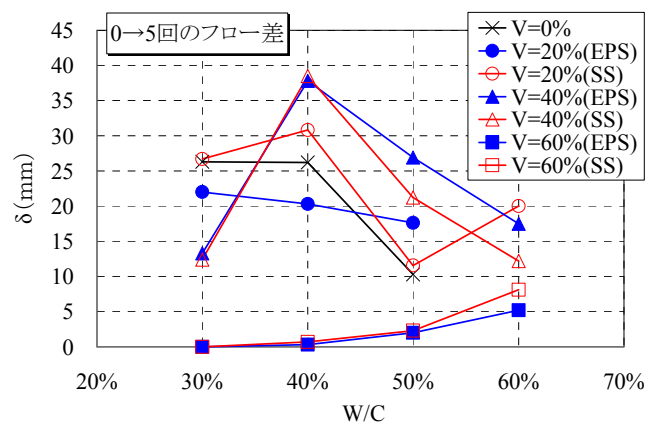


図-2 配合条件と δ の関係

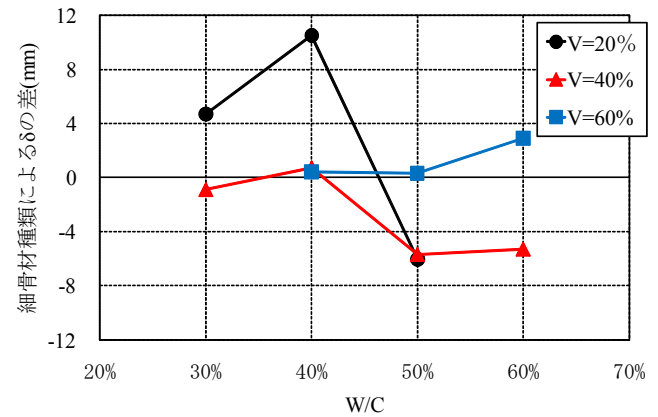


図-3 配合条件と δ の差の関係

表-3 EPS コンクリートの配合表

配合名	W/C (%)	V_{EPS} (%)	a/s (%)	単位量 (kg/m ³)				理論密度 (g/cm ³)
				W	OPC	EPS	G _{EPS}	
配合1	45	35	80.2	253	562	118	543	1.48
配合2	45	45	75.9	208	463	148	572	1.39
配合3	45	55	72.1	207	460	220	349	1.24

表-4 各種強度結果

配合名	実測密度 (g/cm ³)	強度 (N/mm ²)		
		圧縮	引張	曲げ
配合1	1.54	16.3	2.00	3.32
配合2	1.44	14.4	1.48	3.49
配合3	1.29	11.8	1.52	2.70

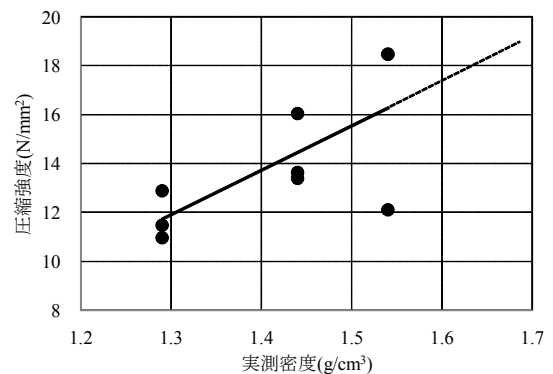


図-4 実測密度と圧縮強度の関係