

Ⅲ-183 発泡材を混入した軽量材料の開発

佐藤工業(株) 正会員 稲田 広文
大浦 修三
花田 行和

1. はじめに

近年、発泡スチロール（EPS）ブロックを用いた材料が軽量性・施工性・自立性・耐水性に富む土木材料として注目されている。この発泡スチロールを用いたEPS工法は軟弱地盤の荷重軽減対策として施工事例も増えつつあるが、ブロック状であるため適用箇所の制限を受けているのが現状である。また、モルタルに気泡を混入した発泡モルタルは性能を高めた地盤改良材に利用すべく研究開発されているが、流動性はあるが材料分離や消泡などの問題が発生している。

本研究では、このような問題点をおぎなう新しい地盤改良材として、発泡ビーズ（以下EPSビーズと呼ぶ）の特性を生かしたセメントの混合物について検討した。

今回は研究の第一段階として、材料分離や流動性などの問題を解決するため、混和剤を加えた配合試験を行って物性を確認した。

その結果、現場での適用性があると思われる配合をつかんだので以下に報告する。

2. 目標とする材料

本材料は、EPSビーズとセメントを混合したもので、単位容積重量が $0.3 \sim 1.0 \text{ t/m}^3$ の範囲にあり、ポンプなどにより圧送可能な流動性を有するものをめざした。

3. 試験方法

(1) 配合材料

- ①セメント : 普通ポルトランドセメント
- ②EPSビーズ : 発泡ポリエチレンの球状のもの（ビーズの平均粒径は5mm、単位容積重量は 0.023 t/m^3 ）
- ③混和剤A : 材料の流動化を図るもの
- ④混和剤B : EPSビーズとセメントとの接着を良くするもの

(2) 混合方法

表-1に示す因子と水準に従い、配合試験を行った。混合方法は、あらかじめ所定の水セメント比（W/C）で練ったセメントミルクにEPSビーズと混和剤Bとを加え5分間混合した。次に、混和剤Aを所定量添加し5分間の混合を行った。混合はオムニミキサー（容量5ℓ、回転数0～480rpm）を使用した。

(3) 試験項目

- ①混合状態および材料分離状況 : 材料の混合状態は、混練り後、目視により観察を行った。また、養生中の材料分離を確認するために、供試体（ $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ ）を製作し、養生後の供試体を縦に割り、EPSビーズの分離状況の調査を行った。
- ②材料の流動性 : 材料のコンシステンシーを評価する試験として、フローテーブル試験を行った。
- ③単位容積重量および圧縮強度 : 供試体（ $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ ）を製作し、水中養生を7日間行った後、単位容積重量および一軸圧縮強度を測定した。

表-1 試験の因子と水準

因 子		水 準
セメントミルクのW/C	%	30, 35, 40, 45
EPSビーズの量	倍	2, 4, 6, 8
混和剤Aの量	比	4, 8
混和剤Bの量	%	一 定

注）・EPSビーズ、混和剤Aの量はセメントの容積比で表す
・混和剤Bの量はセメント量の1%とする

4. 試験結果

(1) 混合状態および材料分離

各配合における材料分離状況を表-2に示す。

W/C=30%のセメントミルクを使用した材料は、混練の際にセメントの粒が分離し、材料の均一性が損なわれる。これは、流動性が悪いためにミルクとビーズの粒子間にエアがかみ込むためと考えられる。

W/C=45%の材料は、養生の際にミルク分が沈降し材料分離を起こす。ビーズ量を多くすると、沈降は少なくなるものの、材料の均一性が損なわれる。

W/C=35~40%の材料は、ビーズ量が少ないとミルク分が沈降する。

しかし、ビーズ量を多くすると、沈降も起こさず材料分離が見られなくなる。

このように、EPSビーズを混練した材料は、水セメント比により材料分離状態が異なり、W/C=35~40%の範囲に最適な配合が存在すると思われる。また、EPSビーズ量が多いと、ビーズが噛み合っ分分離が抑えられるものと考えられる。

(2) 材料の流動性

図-1に示すように、フロー値とビーズ量との関係はビーズ量が多くなるとフロー値が小さくなり流動性が低下する。これは、セメントミルクの絶対量が不足し、ビーズ間の噛み合わせが大きくなったためであり、図-2に見られるように流動剤が多くなると改善されている。

(3) 単位容積重量と圧縮強度

単位容積重量、圧縮強度とビーズ量との関係を図-2, 3に示す。ビーズ量が多くなると単位容積重量が小さくなり、圧縮強度が低下する。この傾向は材料の水セメント比が小さいほど顕著に現れている。

次に、W/C=35%の場合の応力-ひずみの関係を図-4に示す。この材料の特徴は破壊時に応力の急激な低下が見られず、タフネスが大きいことを示している。破壊荷重に対し、EPSビーズが部分的な破壊を起こしながら荷重を吸収し、直ぐには全体の崩壊に至らないものと考えられる。

表-2 材料分離状況

EPSビーズの量(倍)	2		4		6		8	
混和剤Aの量(比)	4	8	4	8	4	8	4	8
W/C(%)								
30	△	△	△	○	○	○	△	○
	分離	分離	分離	分離	分離	分離	分離	分離
35	×	×	×	×	×	×	×	×
	沈降	沈降	沈降	沈降	沈降	沈降	沈降	沈降
40	×	△	△	○	○	○	△	○
	沈降	沈降	沈降	沈降	沈降	沈降	沈降	沈降
45	×	△	△	△	○	○	△	△
	沈降	沈降	沈降	沈降	沈降	沈降	沈降	沈降

注) 評価判定 ○: 良好, ○: やや悪い
△: 悪い, ×: 非常に悪い

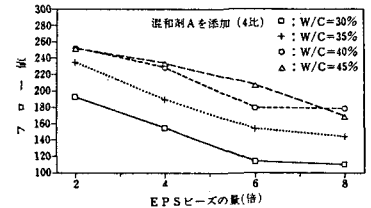


図-1 フロー値とEPSビーズ量

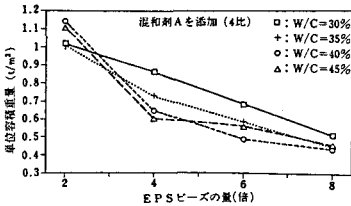


図-2 単位容積重量とEPSビーズ量

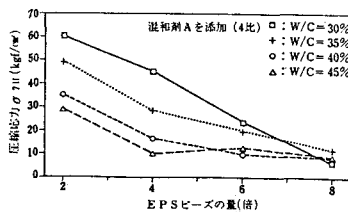


図-3 圧縮強度とEPSビーズ量

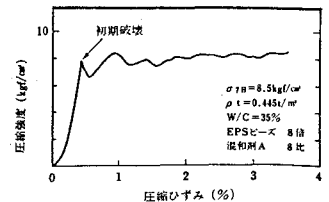


図-4 応力-ひずみ曲線

5. まとめ

今回行った配合試験の結果から、EPSビーズとセメントを混合した材料には、最適な配合が存在し、配合比率を変えることで所定の単位容積重量、圧縮強度や流動性を調整することが可能である。また、この材料は従来のモルタル等の場合と異なり、破壊荷重が持続しても直ぐには破壊に至らず、タフネスが大きいいため、地盤改良材として十分使用可能なものと考えられる。

今後、曲げ・引張り・透水試験等を行いより詳しい物性を明らかにし、軟弱地盤改良のための施工試験を行って実用化をめざしたい。