

廃 EPS インゴット破砕材を用いたコンクリートの乾燥収縮特性

東海大学大学院 学生員 ○上宮 晃一

東海大学工学部 正会員 笠井 哲郎

東海大学大学院 学生員 福島 誠司

1. まえがき

我が国における発泡スチロール（Expanded-Polystyrene, 以下 EPS と称す）の国内流通量は、2003 年実績で 17.3 万トン（生産量は 19.3 万トン）であり、その内約 6.8 万トン（39.3%）が回収され再資源化（マテリアルリサイクル）されている。著者らは既に、この廃 EPS の中間処理材であるインゴット破砕材を、軽量骨材として用い、単位容積質量が $1.76 \sim 1.83 \text{ t/m}^3$ で、圧縮強度が $15 \sim 33 \text{ N/mm}^2$ 程度の軽量骨材コンクリートが製造できることを報告している。インゴット破砕材は、普通骨材よりヤング係数が一桁小さいため、インゴット破砕材を粗骨材として用いたコンクリートの乾燥収縮は普通骨材を用いたコンクリートより大きくなる。そこで本研究では、このコンクリートの乾燥収縮をモルタルおよび粗骨材の二相複合材料と考えて、既往の複合則による計算値と実測値の比較を行い、粗骨材のヤング係数が乾燥収縮に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

コンクリートの使用材料および配合を、表-1, 2 に示す。単位水量 165 kg/m^3 を一定とし、粗骨材に普通骨材(CA)および廃 EPS インゴット粗骨材(EPS)を用いた配合とした。

AE 減水剤の添加量は、各配合で空気量がほぼ同程度となるよう決定した。また各配合は粗骨材容積比が同一となるようにした。コンクリート

供試体の作成は、容量 100l のパン型強制練りミキサを

使用し全材料を投入後、1 分間練混ぜて行い、その後、強度試験用供試体($\Phi 100 \times 200 \text{ mm}$)および乾燥収縮用供試体($100 \times 100 \times 400 \text{ mm}$)を作成した。また、モルタル供試体の作成は、上記のコンクリート練混ぜ後、ウェットスク

リーニングにより強度試験用供試体($\Phi 50 \times 100 \text{ mm}$)および乾燥収縮用供試体($100 \times 100 \times 400 \text{ mm}$)を作成した。強度試験用供試体の養生条件は、打込みから 24 時間後に脱型し、6 日間および 27 日間水中(20°C)養生した。強度試験は JIS A 1108 に準じて行った。結果を表-3 に記す。また、粗骨材の強度試験も合わせて行い、粗骨材の強度試験の供試体は粗骨材を直方体($10 \times 10 \times 20 \text{ mm}$)に成形し、載荷面を研磨したものを使用した。各乾燥収縮試験用供試体の養生条件は、打込みから 24 時間後に脱型し、6 日間水中 (20°C) 養生後、気中(室温 20°C , 湿度 60%)養生した。乾燥収縮試験は、JIS A 1129 に準じて行った。以下、CA を用いたコンクリート供試体を CA(50)とし、それぞれのコンクリートより作成したモルタルを、Mb(50)と記す。また EPS を用いたコンクリートを EPS(50)と記す。

3. 結果および考察

図-1 は、普通骨材コンクリートおよび EPS 骨材コンクリートの乾燥収縮の試験結果を示したものである。先に

表-1 使用材料

使用材料	記号	種類	物性
セメント	—	普通ポルトランドセメント	密度= 3.16 g/cm^3 , 比表面積= $3280 \text{ cm}^2/\text{g}$
細骨材	—	大井川産陸砂	密度= 2.60 g/cm^3 , 吸水率= 2.3% , 粗粒率= 2.72%
粗骨材	CA	青梅産恒湿砂岩碎石	密度= 2.65 g/cm^3 , 吸水率= 0.60% , 実績率= 60.8%
	EPS	廃EPSインゴット粗骨材	密度= 0.79 g/cm^3 , 吸水率= 15.7% , 実績率= 50.1%
混和材	AER	AE減水剤	リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン酸エーテルの複合体
	AE	AE剤	変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤

表-2 コンクリートの配合

記号		Gmax	W/C	s/a	air	単位量 (kg/m^3)					
コンクリート	粗骨材	(mm)	(%)	(%)	(%)	W	C	S	G	AER	AE
CA (50)	CA	20	50	44.6	4.5	165	330	794	1007	0.182	0.036
EPS (50)	EPS								300	0.077	

表-3 各圧縮強度試験結果

	強度(kN)		ヤング係数(kN/mm^2)		ポアソン比	
CA	79.4		61.8		0.24	
EPS	40.0		2.06		0.36	
材齢	7日	28日	7日	28日	7日	28日
CA(50)	42.9	49.9	30.5	29.7	0.43	0.73
EPS(50)	14.4	17.9	7.10	7.80	0.55	0.62
Mb(50)	58.1	66.5	24.6	25.8	0.20	0.20

キーワード：廃 EPS, 乾燥収縮, 複合則, Hobbs モデル

連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117・TEL: 0463-58-1211・FAX: 0463-50-2045

述べたように、EPS 骨材コンクリートの方が、同一材齢で 1.4 倍程度乾燥収縮量が大きくなっている。これは、表-2 に示すように普通骨材に比べ EPS 骨材の圧縮弾性係数が、大幅（1/30 程度）に小さいことが起因しているものと考えられる。そこで、コンクリートをモルタルと粗骨材の二相複合材料と仮定して、粗骨材のヤング係数がコンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響について以下のような検討を行った。

コンクリートを二相材料として、簡単なモデル化をし、コンクリートの諸物性を予測しようとする研究は古くから行なわれており、代表的なものとして乾燥収縮を扱った Hobbs のモデルがある。ここでは、モルタルの乾燥収縮の実測値から Hobbs モデルの適用性を普通骨材コンクリート、EPS コンクリートについて検討した。さらに直列モデル、並列モデルについても合わせて比較検討した。直列モデル(式(1))、並列モデル(式(2))および Hobbs モデル(式(3))は次式に示す通りである。

$$\varepsilon_c / \varepsilon_m = 1 - V_a \quad (1)$$

$$\varepsilon_c / \varepsilon_m = (1 - V_a) / [(E_a / E_m - 1) V_a + 1] \quad (2)$$

$$\varepsilon_c / \varepsilon_m = \frac{(1 - V_a)(K_a / K_m + 1)}{1 + K_a / K_m + V_a(K_a / K_m - 1)} \quad (3)$$

ここに、

ε_c : コンクリートの乾燥収縮ひずみ

ε_m : モルタルの乾燥収縮ひずみ

V_a : 粗骨材の容積比(=0.38)

E_a : 粗骨材のヤング係数(表-3)

E_m : モルタルのヤング係数(表-3)

K_a : 粗骨材の体積弾性係数(=E/3(1-2ν))

K_m : モルタルの体積弾性係数(=E/3(1-2ν))

ν : 粗骨材,モルタルのポアソン比

図-2, 3 は普通骨材コンクリートおよび EPS 骨材コンクリートに上記予測式を適用した結果を示したものである。図より、Hobbs 式の値は、普通骨材コンクリートおよび EPS 骨材コンクリートの実測値とほぼ一致している。

4. まとめ

これまで、モルタルと比べヤング係数が大きい骨材を用いたコンクリートの乾燥収縮の予測値に Hobbs が適用されてきたが、モルタルより大幅にヤング係数が小さい粗骨材(EPS 骨材)を用いたコンクリートについても同様に適用できることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 笠井哲郎ほか：廃 EPS 熱減容インゴット破砕材を粗骨材として用いた軽量コンクリートの諸物性，コンクリート工学年次論文集，Vol.25，No.1，pp.1391-1396，2003

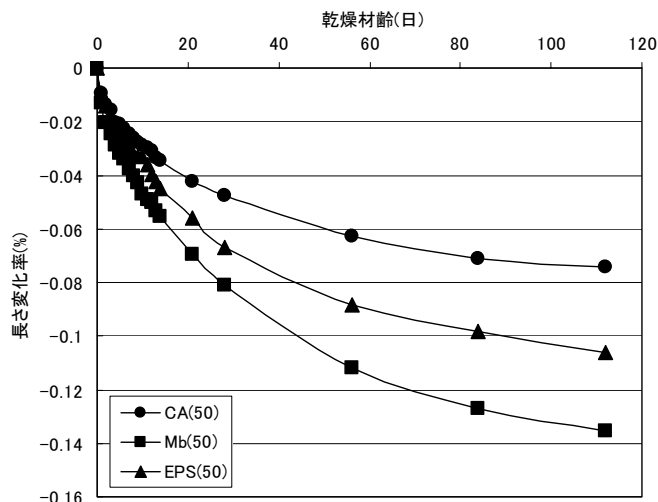


図-1 各コンクリートの乾燥収縮の比較

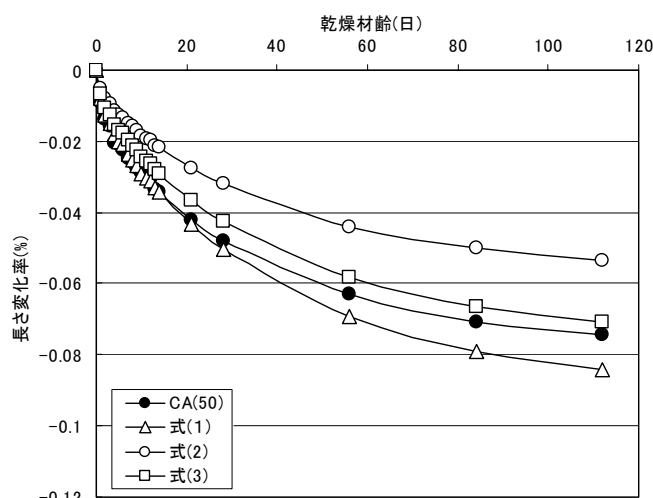


図-2 普通骨材コンクリートの乾燥収縮の予測

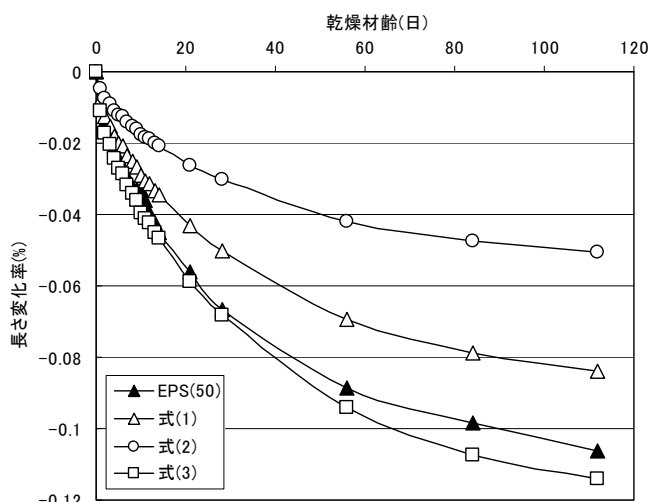


図-3 EPS 骨材コンクリートの乾燥収縮の予測