

乾燥収縮に及ぼす骨材および混和材料の影響

山口大学大学院 学生会員 ○浦山智臣 山口大学大学院 正会員 川崎秀明
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

乾燥収縮については、従来から多くの研究が為されているが、近年においても乾燥収縮に起因するクラックがたびたび問題となるなど、その対策は現在でも大きな課題である。そうした中、筆者らは、EPS（発泡スチロール Expanded Polystyrene）骨材の軽さと水密性に着目し、樋門樋管用軽量モルタルゲートの主材料への適用を研究中であるが、EPS モルタルの乾燥収縮量は大きいことから、その量を抑えるために混和材料（混和材または混和剤）を変えて乾燥自由収縮ひずみに関する長さ変化量を数種類のケースについて計測した。

新材料であり諸特性の未知の部分も多い EPS モルタルであるが、本論文では、EPS モルタルの各種配合のうち乾燥収縮低減に最も効果のあった膨張材と収縮低減剤を併用したケースを軸に、同様の併用を海砂を使用した普通モルタルと普通コンクリートにおいても行い、長さ変化量を比較するとともに、普通モルタルにおける各種混和材料の収縮低減効果を比較検討した。

2. 実験方法

試験ケースは、表-1 のように EPS モルタルに膨張材と収縮低減剤を併用したもの（配合①）、普通モルタルのベース配合（配合②）、膨張材を添加した配合（配合③）、収縮低減剤を添加した配合（配合④）、膨張材と収縮低減剤を併用した配合（配合⑤）、普通コンクリートにおいて膨張材と収縮低減剤を併用した配合（配合⑥）とした。

以下に各実験条件を示す。

- ① 材料： 普通ポルトランドセメント（密度：3.15 g/cm³），EPS 細骨材（密度：0.53g/cm³，実積率：64.8%，粗粒率：3.02，吸水率：0%，最大寸法：4mm），海砂（表乾密度：2.56g/cm³，粗粒率：2.96），碎石（母岩は硬質砂岩，表乾密度：2.72g/cm³），膨張材（石灰系，密度：3.16 g/cm³），収縮低減剤（グリコールエーテル系，密度：0.97 g/cm³）
- ② 供試体寸法： 10×10×40cm，中心部に埋込み型ひずみゲージを配置
- ③ 環境条件： 脱型後 20℃の水中養生→材齢 28 日から恒温恒湿室（20℃，50%）で自由乾燥→乾燥材齢 182 日まで測定。
- ④ 設置条件： 角柱供試体の下面にローラーを設置して下面の拘束を除去し，1 週間ごとに上下面の 90°回転と，設置場所のローテーションを行った。なお，本稿で称する乾燥収縮には，材齢 28 日以降のわずかな自己収縮も含まれている。

3. 実験結果

試験結果の一覧を表-2 に，乾燥ひずみの経時変化を図-1 に，逸散水量の経時変化を図-2 に示す。以下に各物性ごとの結果を示す。

表-1 配合表

配合 No.	W/C (%)	単用量 (kg/m ³)						
		W	C	細骨材		粗骨材	AE 減水剤	膨張材
				EPS	海砂			
①	35	248	750	265	—	—	15	20
②	35	248	750	—	1280	—	15	—
③	35	248	750	—	1280	—	15	20
④	35	248	750	—	1280	—	15	—
⑤	35	248	750	—	1280	—	15	20
⑥	55	179	326	—	858	947	6.5	20

EPS 骨材：発泡スチロールを遠赤外線減容処理したもの



写真-1 供試体と測定状況

キーワード：EPS モルタル，乾燥収縮，膨張材，収縮低減剤

連絡先：〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1 山口大学大学院理工学研究科 TEL:0836-85-9698

表-2 試験結果一覧

配合 No.	乾燥開始時（材齢28日）							乾燥材齢91日		備考
	密度 (g/cm ³)	強度（N/mm ² ）						逸散水量 (g)	ひずみ ※膨張を正 (×10 ⁻⁶)	
		円柱φ10×20 (cm)			角柱4×4×16 (cm)					
		圧縮 (円柱)	割裂引張	弾性係数	圧縮 (角柱)	曲げ	2面せん断			
①	1.36	14.2	1.64	6075	23.2	4.13	6.48	102	-1292	EPSモルタル (膨張材＋収縮低減剤)
②	2.21	45.2	3.83	32945	72.1	7.89	16.6	83	-841	普通モルタル (ベース配合)
③	2.22	54.4	3.64	35117	77.8	8.23	16.1	73	-719	普通モルタル (膨張材)
④	2.25	52.3	2.40	33832	72.8	8.07	15.6	80	-565	普通モルタル (収縮低減剤)
⑤	2.26	56.3	3.43	35612	75.4	8.58	16.0	71	-490	普通モルタル (膨張材＋収縮低減剤)
⑥	2.42	38.3	2.87	41066	—	—	—	121	-326	普通コンクリート (膨張材＋収縮低減剤)

(1) 強度 (表-2)

EPS モルタルは骨材強度が低いため供試体の強度も低い。コンクリートの強度が低いのは水セメント比がモルタルよりも大きいことが主な原因である。

(2) 長さ変化量 (図-1, 図-2)

EPS モルタル (配合①) が最も収縮ひずみが大きく、普通コンクリートに膨張材と収縮低減剤を併用した配合⑥が最も小さくなった。EPS モルタル (配合①) と普通モルタル (配合⑤)、普通コンクリート (配合⑥) を比較すると、配合①は配合⑤の 2.6 倍、配合⑥の 4.0 倍の収縮量となった。このことから乾燥収縮には骨材の強さとモルタル中に占める骨材の割合が大きく影響するものと考えられる。

また、普通モルタルの配合のみに注目するとベース配合である配合②、膨張材を使用した配合③、収縮低減剤を使用した配合④、膨張材と収縮低減剤を併用した配合⑤の順に収縮量は小さくなった。ベース配合②と比較すると、配合③～⑤の収縮低減効果は配合③が 15%、配合④が 33%、配合⑤が 42%となった。

水分逸散量は、モルタル 5 ケースにおいて上記と同様の傾向が得られた。

(3) 短期材齢と長期材齢のひずみの関係 (図-3)

材齢の経過に伴い 91 日ひずみへの寄与率 R^2 が大きくなり、材齢 28 日においては $R^2=98\%$ となった。すなわち、EPS モルタルの長期材齢のひずみは材齢 28 日のひずみから高い精度で推定が可能である。

4. まとめ

(1) EPS モルタルは海砂を使用した普通モルタル、普通コンクリートと比較し、収縮量が大きく、乾燥収縮には骨材の強さなどが影響すると考えられる。

(2) 普通モルタルにおいて膨張材および収縮低減剤を使用することで収縮量を低減し、これらを併用することでさらに収縮量を低減できる。材料の単独効果としては、収縮量低減には収縮低減剤がより有効であり、水分逸散量低減については膨張材がより有効であったが、これらのメカニズムの解明については今後の課題である。

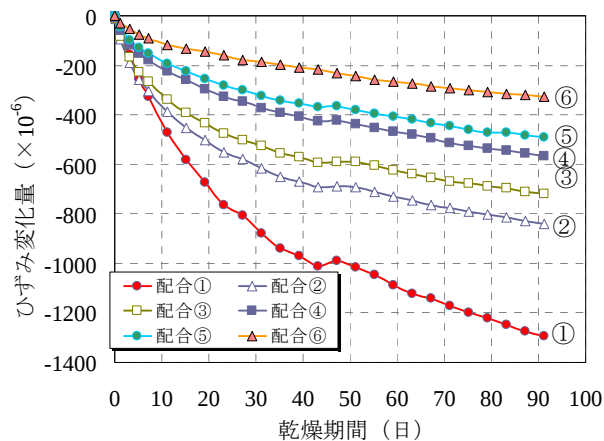


図-1 乾燥ひずみの経時変化

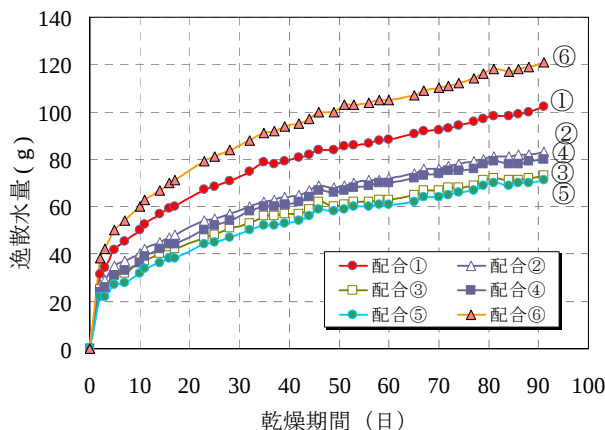


図-2 逸散水量の経時変化

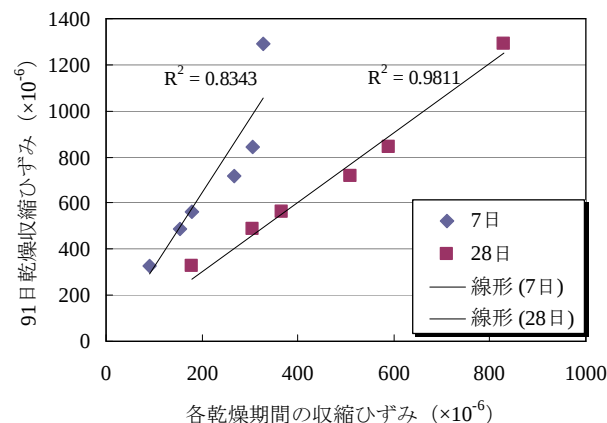


図-3 各材齢のひずみと 91 日ひずみの関係