

(V-74) エコセメントペーストの初期性状に関する研究

東海大学 学生員 皆川 哲也 東海大学大学院 岩野 慎平
東海大学 見儀 美玲 東海大学工学部 正会員 笠井 哲郎

1. はじめに

近年の環境負荷低減への意識の高まりから、都市ゴミ焼却灰を主原料とするエコセメントが製造されている。エコセメントは、ポルトランドセメントと同様に C_3S 、 C_2S 、 C_3A および C_4AF の鉱物から製造されているが主原料に Al_2O_3 、 Fe_2O_3 等が多く含まれているため、 C_3A および C_4AF が多い組成比率であること、および比表面積が普通セメントより大きく早強セメントに近い値である等の特徴を有している。これら間隙相および比表面積の相違は、フレッシュコンクリートの各種性状やセメントの初期硬化過程における水和収縮などに影響を及ぼすものと考えられる。

そこで本研究では、エコセメントペーストおよびモルタルの初期性状を明らかにすることを目的として、ブリーディング、モルタルフローの経時変化、水和収縮及びこれらの性状に及ぼす高性能減水剤添加の影響に関し、普通セメントおよび早強セメントの場合と比較しながら実験的検討を行った。

2. 実験概要

セメントには、エコセメント（以下、EC）、普通ポルトランドセメント（以下、OC）及び早強ポルトランドセメント（以下、HC）を使用した。なお、HCの使用に際しては、比表面積の影響を抽出するために SO_3 含有量が EC と同一となるように二水石膏を添加した。使用したセメントの物理的性質、その他の使用材料および各試験のセメントペーストとモルタルの配合条件は表1に示す。

セメントペーストのブリーディング試験は、土木学会基準「プレバックドコンクリートの注入モルタルのブリーディング率および膨張率試験方法」に準拠した。練混ぜ方法は、シングルミキシング（以下、SM）およびダブルミキシング（以下、DM）で行った¹⁾。水和収縮試験は、JCI 自己収縮委員会の報告書の方法に準拠して行った。モルタルのフロー試験は、旧セメントの強さ試験に準拠して行った。フロー値の経時変化の測定では、測定時間を練混ぜ直後の測定から 15、30、60、90、120 分経過後とし、各時間の測定直前に 30 秒間で練混ぜて行った。

3. 実験結果および考察

3.1 ブリーディング特性

図1は $W/C=60\%$ のセメントペーストについて、DMにおける W_i/C と最大ブリーディング率の関係を示したものである。ECはSMの場合、OCに比べブリーディング率が小さく、DMの最適 $W_i/C (=24\%)$ で練混ぜる事で更にブリーディング率が小さくなっている。また、ECとHCはブリーディングが最大となる $W_i/C=9\%$ の場合を除いて、ほぼ同様な値となった。図2は、最適 W_i/C のDMおよびSMで製造したセメントペーストの W/C と最大ブリーディング率を示したものである。ECはHCと同様にOCに比べ高 W/C においてもDM効果が大きく現れている。図3は前図の結果から各 W/C に置けるブリーディング終了後の実質 W/C (配合時

表1 使用材料および配合条件

使用材料	セメント	普通型エコセメント	密度=3.18g/cm ³ 比表面積=4380cm ² /g
		普通ポルトランドセメント	密度=3.16g/cm ³ 比表面積=3280cm ² /g
		早強ポルトランドセメント	密度=3.14g/cm ³ 比表面積=4490cm ² /g
	混和剤	高性能AE減水剤 (SP1)	マイティ2000WHZ(ポリカルボン酸系)
		高性能減水剤 (SP2)	マイティ150(ナフタリン系)
配合条件	細骨材	大井川産細砂	密度=2.60g/cm ³ 吸水率=1.82%
	ブリーディング試験	W/C=40, 50, 60, 80, 100%	
		W _i /C=0, 9, 16, 24, 32, 60%	SP=0~1.5(C×wt%)
	水和収	W/C=40%	
		SP1=0, 0.1, 0.2(C×wt%)	SP2=0, 0.5, 1(C×wt%)
モルタルフロー試験	W/C=40%	S/C=1.5	
	SP1=0, 0.5, 1(C×wt%)	SP2=0, 1, 2(C×wt%)	

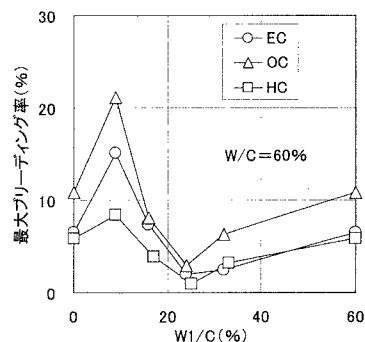


図1 W_i/C と最大ブリーディング率の関係

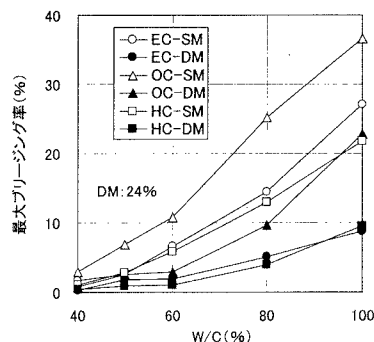


図2 W/C と最大ブリーディング率の関係

キーワード：エコセメント、ブリーディング、水和収縮、モルタルフロー、ダブルミキシング

連絡先：神奈川県平塚市北金目 1117 東海大学工学部土木工学科

の W/C からブリーディングを差し引いて算出した W/C : 沈降体の W/C)を示したものである。OC の場合 SM、DM とともに配合時の W/C が 80%以上では、沈降体の W/C がほぼ一定となり、SM では、約 60%DM では約 70%を示している。この値はセメントペーストと内部に保有できる最大の水量を示すもので、SM より DM の方が保水性が高いことが分かる。一方、EC と HC の DM の場合、配合時の W/C を 100%としても沈降体の W/C が一定とならず、OC の場合より高い保水性を示している。このことより、EC 及び HC は、OC より高 W/C 領域でも分離抵抗性が高く、また高 W/C の場合でも DM 効果が顕著に現れる事が分かる。

3.2 水和収縮特性

図 4 は、EC と OC の水和収縮率の比を示したものである。水和初期（10 時間程度まで）において、EC の方が 2～5 倍程度水和収縮率が大きく、材齢 28 日においても 1.1 倍程度水和収縮率が大きくなっている。これは EC の C₃A と石膏の含有量が多いため、他のセメント鉱物の反応に比べ初期の反応速度が速いエトリンガイトの生成反応が OC より多いこと、および比表面積が大きいことに起因しているものと考えられる。図 5 は、水和収縮率に及ぼす SP 添加の影響を示したものである。EC では SP の添加により水和収縮率は大きくなるが、OC では逆に小さくなる傾向を示している。また DM の場合、SM に比べ SP 添加の影響が小さくなっている。

3.3 モルタルフローの経時変化

図 6 は、各モルタルの練混ぜ直後におけるフロー値と各経過時間におけるそれとの差を示したものである。プレーンモルタルでは、両セメントの場合とも測定範囲内ではフロー値の低下はほとんど見られない。SP2 を添加したモルタルでは、EC、OC の場合ともフロー値の低下がみられるが、OC の場合その低下は著しく大きくなっている。一方、SP1 を添加したモルタルでは、OC の場合フロー値の低下が顕著に見られるのに対し、EC の場合測定範囲ではフロー値の低下が見られない。これらの結果より、SP1（ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤）を使用することで、EC のモルタルフロー値の経時変化著しく小さくできることが分かる。

4. まとめ

エコセメントペースト・モルタルの初期性状に関する実験的検討結果から、普通セメントを使用した場合に比べ、以下の特性を有することが明らかとなった。

- (1)水和収縮は、水和初期から大きく材齢 28 日で 1.1 倍程度大きい。これは、水和初期におけるエトリンガイトの生成量が多いこと、および比表面積が大きいことに起因しているものと考えられる。
- (2)EC ペーストのブリーディングは小さく、DM によるブリーディング低減効果も大きい。またこれらの効果は、高 W/C の場合ほど顕著に現れ、エコセメントを用いることにより保水性の高いセメントペーストを製造できる。
- (3)ポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤の使用により、EC モルタルのフロー値の経時変化が著しく小さくなる。これはエコセメントとポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤との組合せにより、スランプロスの小さいコンクリートの製造が可能であることを示すものである。

謝辞: 本研究で使用したセメントは、太平洋セメント(株)より提供されたものであり、関係部署の方々に感謝いたします。

＜参考文献＞ 1)田澤栄一・笠井哲郎：フレッシュセメントペーストのダブルミキシング効果，土木学会論文集，第 396 号/V-9，pp.135-132，1988。

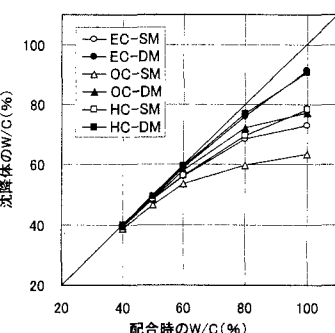


図3 配合時のW/Cと沈降体のW/Cの関係

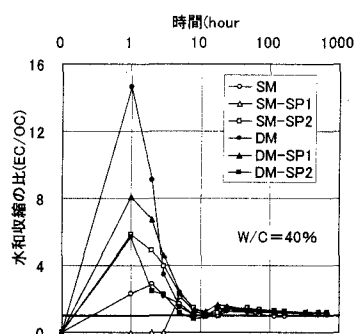


図4 水和収縮率の比(EC/OC)

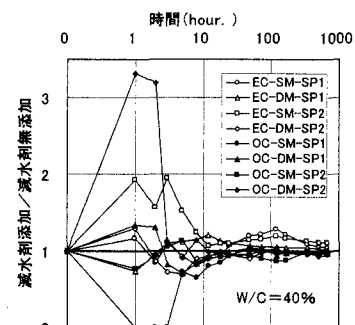


図5 SP添加と水和収縮率の関係

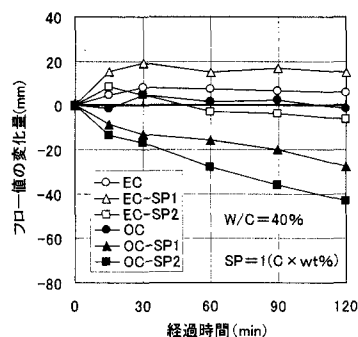


図6 モルタルフローの経時変化