

セメント中のアルカリ含有量がモルタルのフレッシュ性状に及ぼす影響

東海大学大学院 正会員 ○馬場 勇介 東海大学大学院 学生会員 大野 浩継

東海大学工学部 正会員 笠井 哲郎 中央大学研究開発機構 フェロー会員 田澤 榮一

1. はじめに

著者らの一部は、セメント中のアルカリ含有量を極力低下させることで、伸び能力が大きく、ひび割れ抵抗性の高いセメント系硬化体が得られることを報告しており¹⁾、耐ひび割れ性の向上を指向した超低アルカリ含有量のセメントの実用化を検討している。一方、近年、セメント原料である粘土には、アルカリ含有量の少ない良質なものが減少しており、将来的にセメント中のアルカリ含有量が上昇方向に変動する可能性がある。こうした事実は、今後、アルカリ含有量が大幅に異なるセメントが使用される可能性を示唆するものである。そこで本研究では、セメント中のアルカリ含有量が化学混和剤を使用したモルタルのフレッシュ性状に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

セメントは、表－1 に示す全アルカリ量 (Na₂Oeq) の異なる 4 種類のセメント（記号は、全アルカリ量の大小を意味し、Very Low, Low, Middle, High の頭文字で示している）を用いた。また、表－2 に示すように、同一のセメントキャラクターにおける全アルカリ量のみの違いを評価できるよう、VL および M については K₂SO₄ と Na₂SO₄ を添加し、添加前の K₂O と Na₂O の含有比率が同一となるように全アルカリ量を増大させた。化学混和剤は、表－3 に示す AE 減水剤・減水剤を、細骨材は大井川産陸砂（密度：2.58g/cm³、粗粒率：2.96）を使用した。配合条件は、W/C=50%、S/C=2.5 とし、練混ぜ方法は JIS R 5201 に準じて行った。測定項目は、フロー値（JIS R 5201）および凝結時間（JIS A 1147）とし、また「水和収縮試験方法（改訂版 2002）」²⁾に準じ、モルタルと同一 W/C のセメントペーストの水和収縮率（水和度）も併せて測定した。

3. 実験結果および考察

図－1 に化学混和剤無使用（プレーン：PL）のモルタルのフロー値と Na₂Oeq の関係を示す。H を除いては、全アルカリ量が高いものほどフロー値が大きくなる傾向を示し、最も全アルカリ量の低い VL-0.08 は最小値を示した。図－2 は、S1、S2、R 各々のフロー値のプレーンに対する比率（セメントの分散効果）と、全アルカリ量との関係を示したものである。S1 および R では全アルカリ量とセメントの分散効果には一義的な関係はみられない。一方、S2 は、セメントの種類に依存することなく、全アルカリ量の低いものほどセメントの分散効果が比例的に増大していることが判る。これらのセメント分散効果の違いは、化学混和剤の主成分が異なることに起因しているものと考えられる。一般に、ポリカルボン酸系の分散剤（高性能 AE 減水剤）のセメント分散効果は、セメント中の硫酸アルカリから供給される硫酸イオンの影響を強く受け、硫酸アルカリの量が高いほど低下することが指摘されているが³⁾、リグニンスルホン酸を併用した AE 減水剤 S2 でもこの指摘と同様な傾向が表われた。

表－1 使用セメントの物理的性質

セメントの種類	記号	全アルカリ (%)	比表面積 (cm ² /g)	密度 (g/cm ³)	鉱物組成(%)			
					C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
普通ポルトランドセメント	VL	0.08	4,130	3.08	43	34	10	2
	M	0.47	3,280	3.16	56	16	9	9
ホワイトセメント	L	0.17	3,640	3.05	46	32	12	1
外国産セメント	H	0.90	3,220	3.14	43	29	6	10

表－2 使用セメントの全アルカリ量

記号		全アルカリ (%)	セメント中の全アルカリ (%)		試薬の添加量 (%)	
		Na ₂ Oeq	K ₂ O	Na ₂ O	K ₂ SO ₄	Na ₂ SO ₄
VL	VL-0.08	0.08	0.06	0.04	-	-
	VL-0.47	0.47			0.541	0.447
L	L-0.17	0.17	0.10	0.10	-	-
M	M-0.47	0.47	0.33	0.25	-	-
	M-0.90	0.90			0.570	0.535
H	H-0.90	0.90	1.18	0.12	-	-

表－3 使用化学混和剤の種類およびその使用量

区分		記号	主成分	使用量
AE減水剤	標準形	S1	リグニンスルホン酸化合物とポリオールとの複合体	250ml / C100kg
		S2	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	C×1.0%
減水剤	遅延形(超遅延)	R	変性リグニンスルホン酸化合物とオキシカルボン酸化合物の複合体	C×0.6%

キーワード アルカリ，化学混和剤，モルタル，フロー値，水和度，凝結時間

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117 東海大学 工学部土木工学科 TEL 0463-58-1211

図-3 は PL のセメントペーストの水和度の経時変化を示したものである。同一材齢における水和度は、鉱物組成や比表面積の影響を受け、VL と L の値が高い傾向にあった。一方、同一のセメントキャラクター条件下では、全アルカリ量が高いものほど初期材齢の水和度が高い傾向にあった。図-4 は、材齢 3 時間における S1, S2, R 各々の水和度のプレーンに対する比率と、全アルカリ量との関係を示したものである。何れの化学混和剤でも、M の水和は PL に比較して

促進され、VL は抑制される傾向にあった。また、全アルカリ量の高い場合ほど水和は促進されることが認められた。

図-5 は PL の凝結時間を示したものである。セメントペーストの水和度と同様に、VL と L の凝結時間が早く、H は遅い傾向にあることが判る。図-6 は各化学混和剤を用いた場合の始発時間のプレーンとの差と、全アルカリ量との関係を示したものである。VL と M の比較では、セメントの種類によってその遅延傾向は異なり、また、使用した化学混和剤の種類によっても異なる性状を示した。しかし、何れのセメントも、S1, S2, R の順に遅延傾向を示し、さらに遅延性を示す化学混和剤ほど、図中の線の勾配が正の傾きの方向に変化した。すなわちこれは、遅延形の化学混和剤の場合、セメント中の全アルカリ量の増加によって、より強い遅延性を示すことを示唆するものである。

4. まとめ

化学混和剤の種類（主成分）によって、モルタルの流動性および水和度・凝結時間に及ぼすセメント中のアルカリの影響度合いが大きく異なることが明らかとなった。

謝辞

セメントをご提供頂いた太平洋セメント株式会社の関係各位に深甚の謝意を表します。

参考文献

- 1) 泉英司, 皆川哲也, 笠井哲郎, 田澤栄一: セメントのアルカリ含有量が硬化体の収縮ひび割れ性状に及ぼす影響, セメント・コンクリート論文集, No.57, pp.335-341, 2003 2) 日本コンクリート工学協会: コンクリートの自己収縮研究委員会報告書, pp.45-47, 2002 3) 加藤弘義 他: ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を添加したセメントペーストの流動性に及ぼす硫酸イオンの影響, セメント・コンクリート論文集, No.52, pp.144-151, 1998

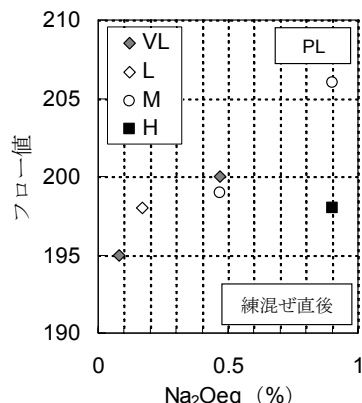


図-1 フロー値と Na_2Oeq の関係(PL)

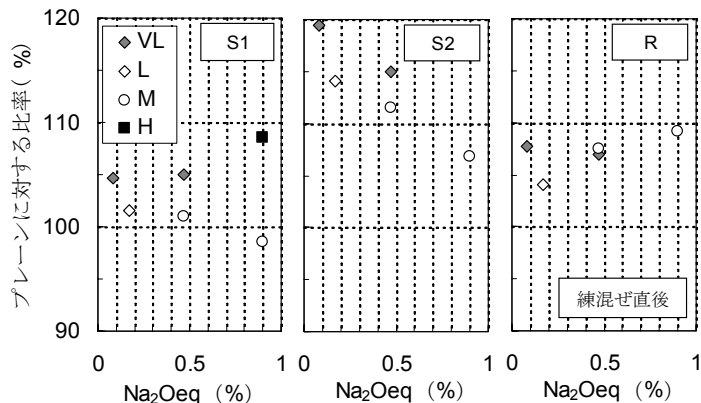


図-2 S1・S2・R 各々のフロー値のプレーンに対する比率と Na_2Oeq との関係

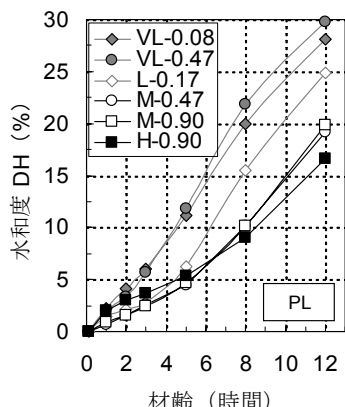


図-3 水和度の経時変化(PL)

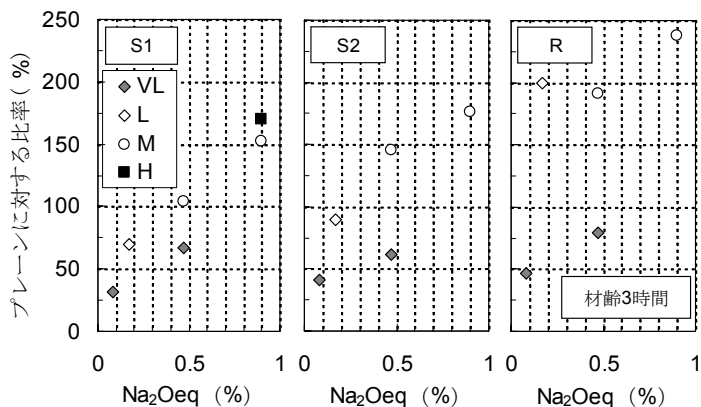


図-4 S1・S2・R 各々の水和度のプレーンに対する比率と Na_2Oeq との関係 (材齢 3 時間)

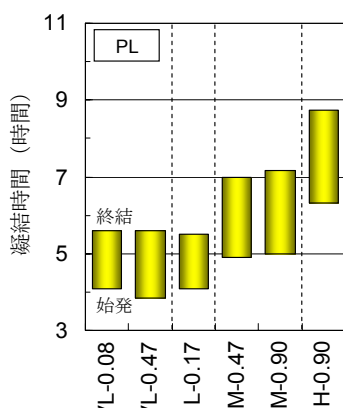


図-5 凝結時間(PL)

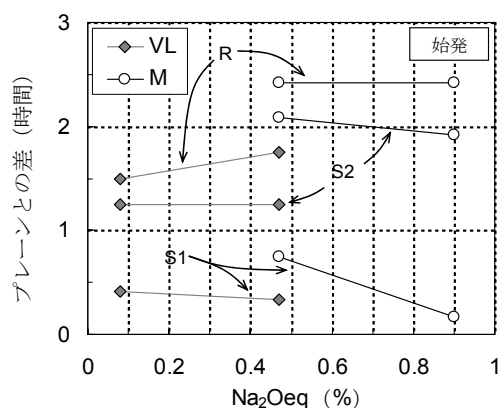


図-6 S1・S2・R 各々の始発時間のプレーンとの差と Na_2Oeq との関係