

潤滑性付与型セルロースエーテル添加コンクリートに関する基礎的研究

信越化学工業（株）
高知工科大学
高知工科大学

正会員
フェロー会員
非会員

○小西 秀和・山川 勉
大内 雅博
Anuwat Attachaiyawuth

1. はじめに

セルロースエーテル系の水溶性高分子（以下、CE）はその保水性を活かし、古くから左官用モルタル、タイル張付け材などのセメントモルタルに使用されている。コンクリート用途では、ブリーディング低減、材料分離抵抗性付与などを目的として、水中不分離性コンクリート、高流動コンクリートなどの特殊コンクリートに使用されている。普通コンクリートに関しては、CE 添加により、ブリーディングは低減できるが、可塑性（スランプ）が著しく低下してしまうという技術的課題があり、あまり実用化されていない。本検討では、CE を添加しても可塑性の低下を起こさず、ブリーディング低減効果を付与できる普通コンクリート用の CE の検討を行い、摩擦低減効果の観点からメカニズム解析を行った。

2. 実験概要

2.1. 使用材料

表 1 に実験に使用した原材料、表 2 に CE の物性を示す。

表 1 原材料

材料	記号	種類・物性・主成分
セメント	C	普通ポルトランドセメント、 密度：3.16 g/cm ³
細骨材	S1	最大粒径 5 mm, 陸砂 吸水率：2.89 %, 表乾密度：2.57 g/cm ³
	S2	最大粒径 5 mm, 砕砂 吸水率：0.81 %, 表乾密度：2.67 g/cm ³
粗骨材	G	最大粒径 25 mm, 砂利 吸水率：1.52 %, 表乾密度：2.60 g/cm ³
水	W	上水道水
混和剤	WR	AE 減水剤：リグニンスルホン酸系
	SP	高性能 AE 減水剤：ポリカルボン酸系
	AE	AE 剤：陰イオン界面活性剤系
	DF	消泡剤：ポリアルキレングリコール誘導体系
	CE	セルロースエーテル

表 2 CE の物性

CE の種類	重量平均分子量 × 10 ⁴ (g/mol)	化学構造
CE-7	7	ヒドロキシプロピル メチルセルロース
CE-15	15	
CE-30	30	

2.2. 因子と水準

本検討の因子と水準を、表 3 に示す。

表 3 因子と水準

因子	水準
CE 添加量	0 ~ 1.0 kg/m ³
CE 重量平均分子量	7 ~ 30 × 10 ⁴ g/mol

2.3. 実験配合

本検討の配合を、表 4 及び 5 に示す。

表 4 コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	WR/C (%)	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	S1	G
48.9	41.6	0.25	157	321	745	1056

表 5 モルタル配合

W/C (%)	s/m (%)	S/C (%)	SP/C (%)	単位量 (kg/m ³)		
				W	C	S2
45	50	2.06	0.6 ~ 0.8	293	652	1341

s/m；細骨材モルタル比

3. 実験方法

3.1. コンクリート混練

容量 60 リットルの強制二軸練りミキサーを使用し、セメント、細骨材、粗骨材、CE を入れ、空練りを 30 秒間行った。その後、水、WR、必要に応じて AE 又は DF を加え、90 秒間混練し、コンクリートを得た。尚、練り混ぜ量は 40 リットルとした。設定空気量は 4.5±1.5%とし、コンクリートの練り上がり温度は、20±3℃となるように材料温度を調整した。試験項目と試験方法を表 6 に示す。

3.2. モルタル混練

5 リットルのモルタルミキサーを用いて、空練り (C+S2)を 30 秒、W+SP+(DF)を加え、60 秒間練り混ぜを行った。空気量は 4.5%以下となるよう DF を使用し、モルタルの練り上がり温度は、20±3℃となるように材料温度を調整した。また、SP はフローが 260±10mm となるように使用量を調整した。試験項目と試験方法を表 6 に示す。

表 6 試験項目と方法

配合	試験項目	試験方法
コンクリート	スランプ	JIS A 1101
	空気量	JIS A 1128
	ブリーディング	JIS A 1123
モルタル	フロー (0 打)	JIS R 5201
	空気量	JIS A 1128
	V漏斗	モルタル漏斗試験器 (図 1)

キーワード セルロースエーテル、潤滑性、普通コンクリート、スランプ、ブリーディング、可塑性
連絡先 〒942-8601 新潟県上越市頸城区西福島 28 番地 1 信越化学工業（株）合成技術研究所 TEL 025-545-5805

4. 実験結果と考察

4.1. コンクリート試験結果

図2にCE添加量とスランプの関係、図3にCE添加量とブリーディング量との関係を示す。CE添加量 300g/m^3 までの領域では、CE無添加の場合と比較してスランプが低下している。これは、CEが溶解するために練り混ぜ水の一部を吸水し、見掛け上の単位水量減少が影響していると考えられる。CEを増量させることで潤滑性が付与され、単位水量減の効果を打ち消し、スランプが次第に回復している。CE添加量には最適値があり、 $1,000\text{g/m}^3$ 以上の添加では材料粘性が高まり過ぎるため、スランプは低下すると推定される。また、ブリーディング低減メカニズムとしては、直鎖状のCE分子の親水性官能基が、水分子を捕捉することによるものと考えられる。このため、CE添加量及び分子量（直鎖状分子の長さ）が大きくなると、多くの水分子が捕捉され、ブリーディング量が低下すると考えられる。¹⁾

4.2. モルタル試験結果

モルタルの潤滑性評価には、「自己充填コンクリート中の粗骨材・モルタル粒子間相互作用の簡易評価方法」²⁾に従い、評価を行った。この試験では、モルタルの漏斗流下速度比 (R_m) と模擬粗骨材として直径 10mm のガラスビーズを混入したモルタルの漏斗流下速度比 (R_{mb}) の比により、コンクリート変形時のモルタル相の変形性の低下度合 ($1-R_{mb}/R_m$) を定量化した。尚、 R_m 及び R_{mb} は、漏斗試験での流下時間から、下式 (1) により算出した。

$$R_m, R_{mb} = 10/\text{漏斗流下時間 (sec)} \quad (1)$$

R_m に対する R_{mb} の比が高い、つまり $1-R_{mb}/R_m$ の値が小さい方が、潤滑性に優れると評価できる。漏斗試験による結果を図4に示す。CE-15よりもやや高分子量のCE-30の方が潤滑性付与に効果がある結果であり、 100g/m^3 の添加で潤滑性が最大となった。モルタル配合では単位水量が多く、CEが溶解するのに十分な水が系内に存在し、また、単位セメント量も多いため、コンクリート試験で確認された潤滑性（スランプ）低下の現象は起こらなかったと考えられる。

5. 結論

- 1) CEの使用量が 300g/m^3 以下の場合、スランプの低下が起こるが、添加量を増やすことで材料に潤滑性を付与することができ、スランプはCE無添加と比較して同等若しくはそれ以上となった。
- 2) ブリーディング低減効果はCE添加量及び分子量に依存する結果となった。
- 3) 模擬粗骨材を用いたモルタル漏斗試験から、潤滑性付与効果には、CEの最適添加量があることが明らかとなった。

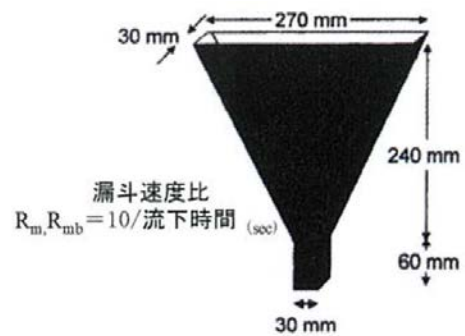


図1 モルタル漏斗試験器

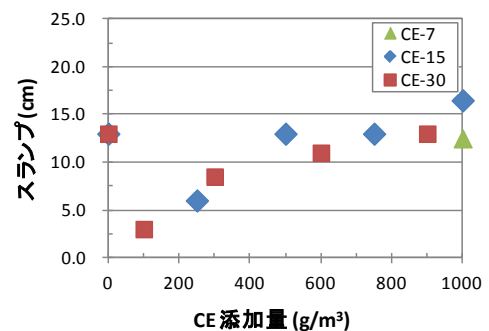


図2 CE添加量とスランプの関係

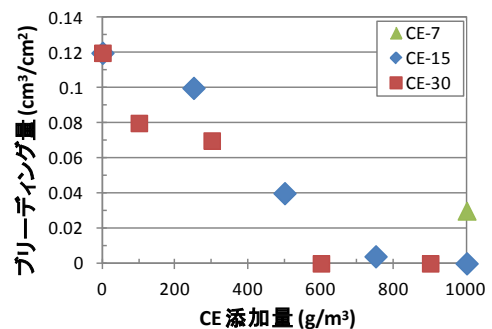


図3 CE添加量とブリーディング量の関係

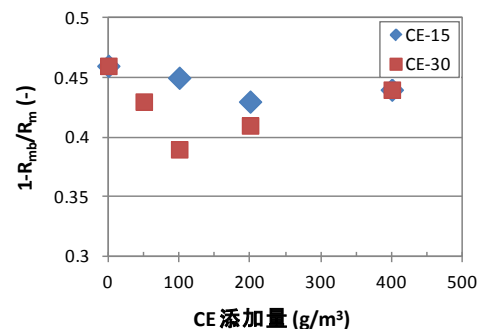


図4 CE添加量と $1-R_{mb}/R_m$ の関係

6. 参考文献

- 1) 小西秀和ほか：低分子量セルロースエーテルの普通コンクリートへの適用に関する基礎的研究，日本建築学会大会学術講演梗概集（九州），2016年8月，pp.255-256
- 2) 大内雅博ほか：自己充填コンクリート中の粗骨材・モルタル粒子間相互作用の簡易評価方法，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.21, No.2, pp.451-456, 1999