

[171] セルロースエーテル添加コンクリートについての一実験

正会員 ○早川 和良 (信越化学工業有機合成事業部)

正会員 十代田知三 (芝浦工業大学工学部)

1. はじめに

セルロースエーテルは従来の混和剤にはない優れたブリージング防止効果や高い粘稠性などの特徴を生かして水中コンクリート用の分離低減剤や逆打ちコンクリート用のブリージング防止剤として近年広く用いられている。¹⁾

本報告は、セルロースエーテルの材料分離防止効果に着目し、骨材とセメントペーストとの付着性や、コンクリートの品質の均一性に及ぼすセルロースエーテルの効果について実験的検討を行なったものである。

2. 実験の概要

本実験は次の三つのシリーズから成る。シリーズⅠでは、モルタルの強度に及ぼすセルロースエーテルの影響を調べた。養生条件、試験条件、材令を変えてセメント空隙比と圧縮強度の関係をみた。シリーズⅡでは、モデルコンクリートで母材モルタルとモデル骨材(モルタル製)の間の付着強度、破壊挙動に及ぼすセルロースエーテルの影響を調べた。シリーズⅢでは、コンクリートの配合でコンクリートの上下方向の非均質性や異方性に及ぼすセルロースエーテルの影響を調べた。

・シリーズⅠ

使用材料は表-1、配合は表-2に示す。S/C(絶対容積比)=2、W/C=45%とした。養生試験条件は水中養生一湿試験(W→W)、水中養生一乾試験(3日間、20℃、60~65% R.H. で乾燥、W→D)、気中養生一乾試験(D→D)、気中養生一湿試験(3日間水中に浸漬、D→W)の四つの条件で行なった。供試体寸法は4×4×16cmとした。

・シリーズⅡ

モデル骨材、母材モルタルの配合、成型方法、養生条件、強度は表-3に示す。供試体の寸法、打設方向と強度試験時の載荷位置などは図-1に示す。ブリージングによる骨材下面の欠陥の差を調べるため図に示すように母材モルタルの打設方向に対しモデル骨材の配置を二通りの方向にした。

表-1 使用材料

セメント		モデル骨材	白色セメント
		母材モルタル	普通ポルトランドセメント
細骨材	産地	木更津産	
	表乾比重	2.60	
	粗粒率	2.73	
セルロースエーテル		S社	
消泡剤		ノニオン界面活性剤(S社)	

表-2 モルタルの配合

記号	セルロースエーテルの添加量(c×%)	消泡剤の添加量(c×%)	W/C (%)	S/C (絶対容積比)	絶対容積配合(l/m³)			フレッシュモルタルの物性		
					W	C	S	フロー(mm)	空気量(%)	ブリージング量(cc/m)
N	0	0	45	2	315	221	443	204	2.4	13
M2	0.2	0	45	2	270	192	380	180	16.5	0
M4	0.4	0	45	2	253	178	355	152	22.0	0
M2d	0.2	0.05	45	2	312	219	438	184	3.9	0
M4d	0.4	0.1	45	2	306	215	430	162	5.2	0

表-3 モデル骨材、母材モルタルの配合、養生条件、強度

モデル骨材

骨材	W/C (%)	S/C (絶対容積比)	強度(kgf/cm²)		成型養生方法
			割裂引張強度	圧縮強度	
A	35	1.1	37.8	595	パイプレーターにて成型 20℃気中24hr. 90℃水中24hr. 20℃水中14日
B	45	3	25.9	359	

母材モルタル

記号	セルロースエーテルの添加量(c×%)	消泡剤の添加量(c×%)	W/C (%)	S/C (絶対容積比)	単位容積重量(kg/l)	強度(kgf/cm²)		成型養生方法
						引張強度	圧縮強度	
N-43	0	0	43	2	2.23	32.3	497	二層に分け突棒で突いて成型 20℃気中24hr. 20℃水中27日
M2d-43	0.2	0.05	43	2	2.15	30.5	441	
M2d-39	0.2	0.05	39	2	2.16	23.1	487	
M4d-39	0.4	0.1	39	2	2.16	40.7	543	

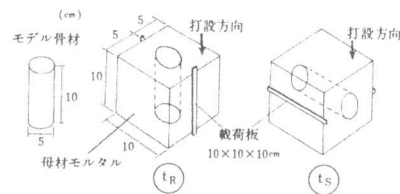


図-1 割裂試験における供試体寸法、打設方向と荷重位置との関係および引張強度の表示 (シリーズⅡ)

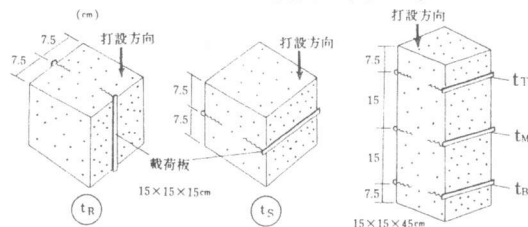


図-2 割裂試験における供試体寸法、打設方向と荷重位置との関係および引張強度の表示 (シリーズⅢ)

・シリーズⅢ

使用材料は表-4、配合は表-5に示す。15cm立方供試体を用いて打設方向およびこれに直角方向の引張強度を求め、主としてブリージングによる粗骨材下面の欠陥の程度を調べた(図-2)。また15×15×45cmの柱状供試体を用いて高さ方向各部における打設方向の引張強度を求め品質の上下差を調べた。

表-5 コンクリートの配合

シリーズ	G_{max} (mm)	S/a (%)	W/C (%)	ベースコンクリートの配合 (kg/m ³)				混和剤の添加量、フレッシュコンクリートの物性								
								ベースコンクリート B			流動化コンクリート F			セルロースエーテル添加コンクリート M		
				W	C	S	G	空気量 (%)	スランプ (cm)		添加量 (C×%)	空気量 (%)	スランプ (cm)	添加量 (C×%)	空気量 (%)	スランプ (cm)
KP-I	40	40	50	165	330	720	1145	2.8	2.0		2.5	1.7	15.5	0.2	7.4	5.0
KP-II	40	29.8	46	168	365	548	1290	0.8	4.0		2.5	0.9	13.8	0.2	7.5	9.0
KP-III	25	35.8	50	176	352	627	1195	1.9	6.0		0.5	1.9	16.5	0.2	7.4	9.5
KP-N	25	32	45	179	396	548	1235	1.4	10.0		1.0	0.8	20.5	0.2	6.8	10.0

3. 実験結果および考察

(1) シリーズⅠ

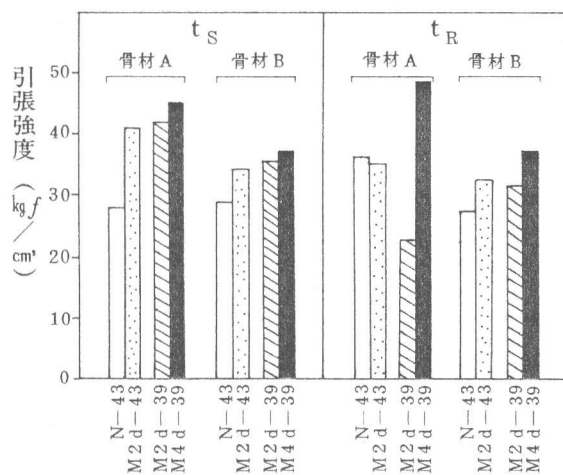
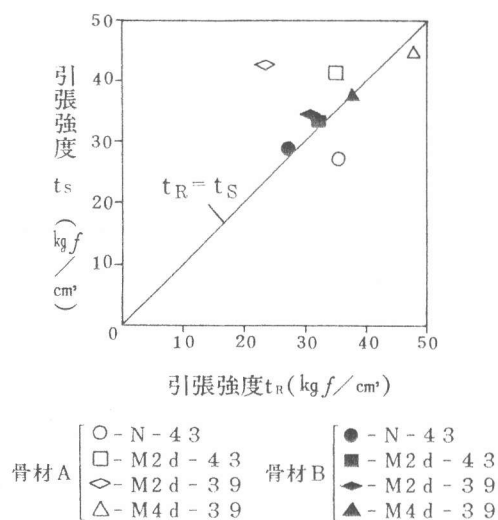
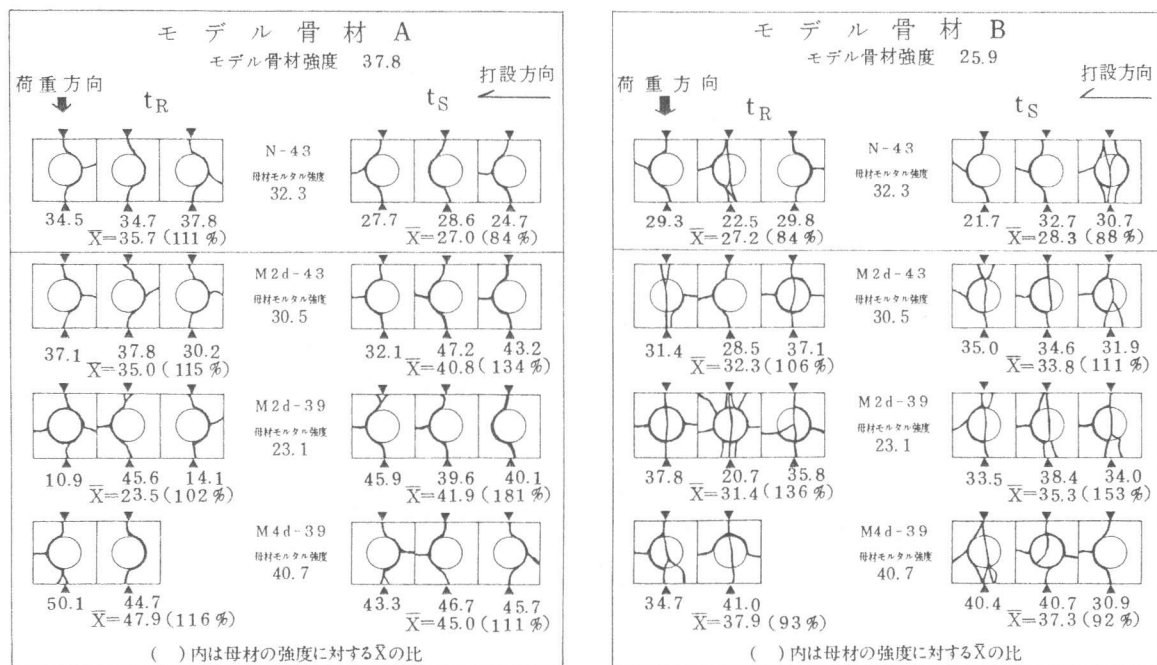
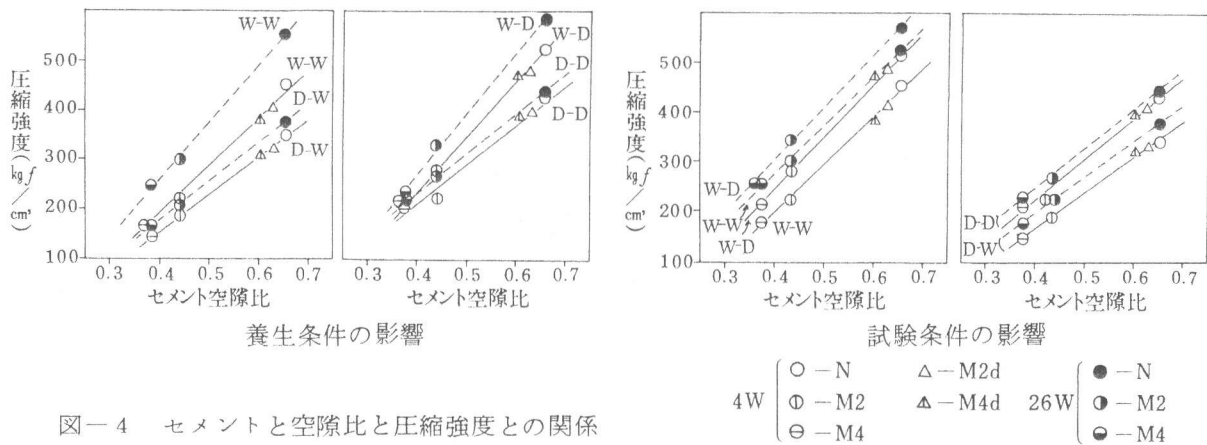
$C/(W+A)$ (C :セメントの絶対容積 l/m^3 , W :水の絶対容積 l/m^3 , A :空気容積 l/m^3)の式より求めたセメント空隙比と材令4週、26週の圧縮強度との関係を図-4に示す。セルロースエーテルは空気連行性が大きく、消泡剤を用いない場合低い強度しか示さないが、消泡剤を添加すれば強度低下を抑える事ができる。いずれの養生条件、試験条件、材令においても、セメント空隙比と圧縮強度の両者に良い相関がみられる。これは、モルタルの場合セルロースエーテルおよび消泡剤(ノニオン系)は強度に悪影響がない事を示唆している。

(2) シリーズⅡ

モデル骨材を用いたコンクリートの割裂引張試験の破壊状態を図-5に示す。強度が高いモデル骨材Aの場合、すべて骨材-モルタルのボンド破壊と母材モルタル破壊であり骨材破壊は見られない。異方性についてみると、プレーンでは $t_R > t_S$ であるのに対し、セルロースエーテル添加では $t_R \leq t_S$ である(図-6)。またボンド破壊の個所は添加量の多いM4dで骨材上面の破壊も起っている。この事はプレーンではブリージングにより骨材下面の欠陥が生じ付着性が低下するのに対し、セルロースエーテル添加ではブリージングがなく骨材との付着性が向上するものと思われる。一方、強度が低いモデル骨材Bの場合、骨材破壊が多く見られる。プレーンに比べセルロースエーテル添加の方が骨材破壊が生ずる比率が高い事や強度も高い事が注目され、セルロースエーテルの付着改善効果が示唆されている。骨材AのM2d-39の t_R の値が低いのは、3個のうち2個の値が異常に低いため今後の実験で確認する予定である。

表-4 使用材料

セメント		普通ポルトランドセメント	
細骨材	産地	木更津産	
	表乾比重	2.60	
	粗粒率	2.73	
粗骨材	産地	大井川産	厚木産
	G_{max}	40mm	25mm
	表乾比重	2.65	2.65
	粗粒率	7.36	6.81
流動化剤		ナフタリンスルホン酸塩系縮合物 (P社)	
セルロースエーテル		S社	



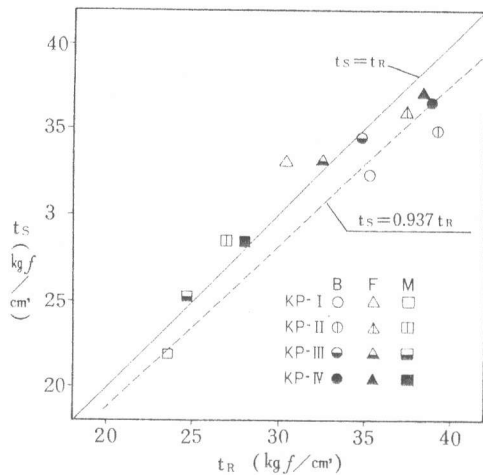


図-8 $t_s - t_R$ の関係

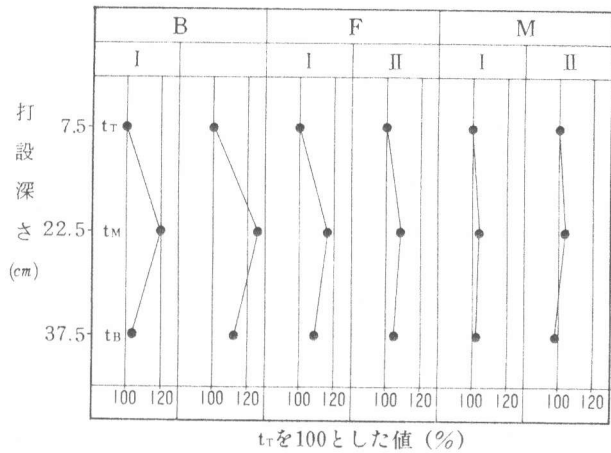


図-9 上下方向の品質の均一性

(3) シリーズⅢ

$t_s - t_R$ の関係を図-8に示す。図中の $t_s = 0.937 t_R$ の関係式²⁾は100個近いデータに基づいた式である。ベースコンクリート(B)、流動化コンクリート(F)が $t_R > t_s$ の傾向にあるのに対しセルロースエーテル添加コンクリート(M)は $t_R \leq t_s$ である。この事はセルロースエーテルを添加するとブリージングを抑え骨材下面の欠陥が少なくなる事を示唆している。またセルロースエーテルの添加のコンクリートの付着破断面を観察すると粗骨材がセメントペーストで包まれて破壊しており、付着性の良い事を表わしている。上下方向の品質の均一性についてみると、ベースコンクリートでは $t_M > t_B > t_T$ になっている。これは比較的粗骨材量の多い硬練りコンクリートであったため成型時に粗骨材がアーチングを起こし、モルタル分と分離し、また下部の充填が十分でなかったためと思われる。流動化コンクリートは、流動化剤の減摩効果によるものか、ベースコンクリートほど上下差はないが $t_M > t_B > t_T$ の傾向はみられる。一方セルロースエーテル添加では $t_T \approx t_M \approx t_B$ で上下の品質の差がほとんどない。セルロースエーテルの添加により分離が低減されて均質化したと思われる。

4. まとめ

本実験の範囲内で、次のような結果が得られた。

- (1) いずれの養生一試験条件、材令26週においてもモルタルの強度に及ぼすセルロースエーテルまたは消泡剤添加の顕著な影響はみられなかった。
- (2) セルロースエーテルの添加はブリージングの低減により骨材下面の欠陥による付着性の低下を改善する。
- (3) セルロースエーテルの添加は材料分離の低減により硬化後の品質の上下差を少なくする。
- (4) ブリージング低減効果のほかにセメントマトリックスと骨材との付着性を向上させる効果が示唆された。

〔謝 辞〕

本研究にあたり、実験に協力いただいた芝浦工業大学工学研究所・西田宏氏ならびに建築工学科卒業研究生の諸君に感謝致します。

〔参考文献〕

- 1) たとえば
 - ・芳賀孝成、十河茂幸、三浦律彦、玉田信二：分離低減剤を用いた水中コンクリートに関する研究 第6回コンクリート工学年次講演会論文集 1984
 - ・中里吉明、本橋賢一、大野俊夫：水溶性高分子の混和によりブリージングを抑制したコンクリートの性質、第6回コンクリート工学年次講演会論文集 1984
- 2) 十代田知三：コンクリートの品質指標、セメントコンクリート、No.330、昭和49年