

V-154

混和剤によるコンクリートの収縮ひびわれ低減に関する2, 3の実験

八戸工業大学 正員○ 庄谷 征美
 " " 杉田 修一
 八戸工業高専 " 菅原 隆

1. はじめに

コンクリートの乾燥収縮ひびわれを防止することは、構造物の美観の保持ばかりでなく、供用寿命を延ばすといった耐久性向上の面からも極めて有効であろうと思われる。この観点から、著者らは有機界面活性剤の一種であり、卓越した収縮低減性能を有するアルキレンオキシド系混和剤のひびわれ防止効果に着目して実験を行い、この種混和剤の有用性について報告している¹⁾²⁾。しかしながら、この種の収縮低減剤の種類や、使用量、使用方法の違い、さらには部材の拘束率などが異なる条件下における効果は必ずしも明らかでなく、今後ひびわれ防止の手段として利用する上で、十分な検討が必要と思われる。以上より、本報告は、主に吹付コンクリート用に用いられている1種を含め計5種類の混和剤(以下低減剤と略記する)を試料として、それらを使用したコンクリートの収縮ひびわれ特性を外部拘束ひびわれ試験により調べ、上記観点からの有用性を比較、検討したものである。

表-1 使用低減剤の物性

種類	成分	外観	比重	粘度	PH	膨張率(メー仕機)	特徴
A	エチレン・酢酸ビニル・塩化ビニル三元共重合体	白色乳濁液	約 1.05 (20℃)	500PS (25℃)	4.5~7	セメント重量の1%	水に分散
B	ポリエーテル系	無色〜淡黄色液状	1.02±0.02 (20℃)	100±200PS (20℃)	7±1	セメント重量の2~6%	水に溶解
C	アルキレンオキシド系	無色透明液状	0.98 (20℃)	160PS (20℃)	6±1 (1%水溶液)	12g/m ²	"
D	アルキレンオキシド系	無色透明液状	1.00 (20℃)	4500PS (20℃)	6 (1%水溶液)	7.5g/m ²	"
E	グリコールエーテル系	淡黄色の液体	1.04			セメント重量の1~3%	水に溶解

2. 実験の概要

(1) 使用材料および配合: セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は陸砂(比重2.57、f.m.2.75)、粗骨材は安山岩系砕石(比重2.71、最大寸法25mm)を使用した。用いた5種類の低減剤の物性等を表-1に示す。これらはいずれも、水に溶解、分散してその表面張力を大幅に低下させる機能を有する。試験に用いたコンクリートの配合は、単位水量 $W=157\text{kg/m}^3$ 、 $W/C=55\%$ 一定としたもので、基本はA-E減水コンクリートでスランプ $8\pm 2\text{cm}$ 、エア $4.5\pm 1\%$ となる様に空気調整剤量を調節している。また、低減剤Aはそれ自体に空気連行性があるため、減水剤だけを使用し、Eではその消泡効果が強いので空気連行せず高性能低減剤によりスランプだけを調整した減水コンクリートとした。

(2) 試験方法: 表-2には、試験条件の組合せを示したが、低減剤種類、使用の方法、膨脹材使用の有無、外部拘束装置の鋼材面積などを変え計22種類の検討数となった。試験項目としては図-1に示す中央 $10\times 10\text{cm}$ 断面直線部30cmの外部拘束装置を用い、拘束鋼材とコンクリートのひずみ、初ひびわれおよび貫通ひびわれ日数、ひびわれ幅などを求め、 $10\times 10\times 40\text{cm}$ 供試体による自由収縮試験も併行して実施した。また、力学的性質の試験も $\phi 10\times 20\text{cm}$ 円柱供試体を用いて所定の材令で実施した。供試体は材令7日まで湿潤養生し試験を開始した。なお低減剤D使用では刷毛塗布による含浸を材令5日で実施している。ひずみ測定はホイットモアひずみ計(検長250mm)、ひびわれ幅の測定はコンタクトゲージと測微鏡を併用して行った。なお、拘束鋼材の計画拘束率は $n=15$ とする $A_s=8.8\text{cm}^2$ で57%、21.7で76%、36.5で85%程度である。

表-2 試験条件の組合せ

無	低 減 剤					膨脹材		拘束鋼材		試験組数			
	種 和		kg/m ³			含浸 cc/m ²		種和			kg/m ³		断面積 cm ²
	2.45	3.75	4.28	7.5	100	300	○	30	8.8	21.7	36.5		
○							○		○	○	○	○	3
○								○		○			1
	A		A				○			○			2
		B		B			○			○			2
		C		C			○			○			2
		D					○		○	○	○	○	3
				D			○			○			1
				D	D		○	○		○	○	○	4
		E					○		○	○	○	○	3
				E			○			○			1

計 22

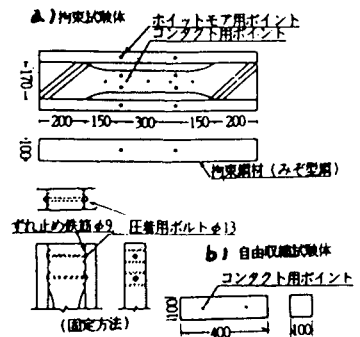


図-1 使用装置の概要

3. 実験結果

各低減剤の水希釈濃度と表面張力の関係をTolly装置を用いて求めた結果、表面張力は同一濃度で $A < E \leq D < B < C$ の順にあり、濃度の増加につれ指数関数的に減少するが 7.5 kg/m^3 （濃度約4.8%）の使用に換算するとDおよびEでは水の約6割程度にまで低下している（図-2）。乾燥収縮は、低減剤A 4.3 kg/m^3 使用の場合を除いて、ほぼ表面張力の傾向と一致している。A使用で異なる傾向を示すのは、界面活性による微気泡の導入により、ポーチ特性などの内部構造に変化を生じたためと考えられる（図-3）。外部拘束ひびわれ試験の結果、低減剤の使用量と貫通ひびわれ発生日数の間にはほぼ負の直線関係がみられ、同一混和量では低減剤Eが最もひびわれ遅延に効果的であるが、標準使用量ではA、Cを除く他の低減剤間に実質的な差は無く、ほぼ同じ効果を発揮すると考えてよいと思われる。低減剤A、Cでは乾燥収縮の低減効果が少ないことやAではポリマーの効果発現の程度などが関係していると思われる。Dを所定量塗布含浸させた場合、膨脹コンクリートへの含浸は相当に有効であるが、常用コンクリートへの含浸は 300 cc/m^2 で約 $2 \sim 3 \text{ kg/m}^3$ の混和に等しく効果面にやや欠けるようである（図-4、5）。拘束装置の鋼材面積を変え拘束率を変化させても低減剤のひびわれ低減効果は保持され、拘束ひずみ量も同様の傾向が伺える（図-6）。ひびわれ発生後、ひび割れ幅は材令とともに増加するが、貫通ひびわれ1ヶ月後のひび割れ幅は、低減剤の使用により 0.1 mm 程度と未使用の場合の $1/3$ 以下になり効果的である。これは乾燥収縮の低減作用によるものといえるが、今後内部鉄筋を有する場合の検討が必要になる（図-7）。収縮応力は低減剤の混和によりその立ち上りが緩慢となる傾向にあり、最大収縮応力到達後数日で貫通ひびわれが観察された。これはコンクリートの相対する2面をひびわれが完全に貫く日数と定義したための遅れと考えられる。最大応力時のクリープ係数を概算すると、低減剤コンクリートでは1.1前後とAEコンクリートの約1.3と大差が無い結果となった。この事は別の実験より確認した低減剤によるクリープ能の減少にも拘らず、乾燥収縮の大幅な低減とクリープの早い進行の相乗作用により、クリープによる応力緩和が効果的に行われていることを意味している（図-8）。

4. まとめ

本研究では5種類の低減剤の効果を検討したが、代表的な3種類はほぼ同様のひびわれ低減効果を有することを確認した。

参考文献

- 1) 庄谷, 杉田, 菅原: セメント技術年報39, 1985.
- 2) M. Shoya & S. Sugita, Proc. of Beijing Int. Sympo. on Cement & Concrete, Vol.2, 1986

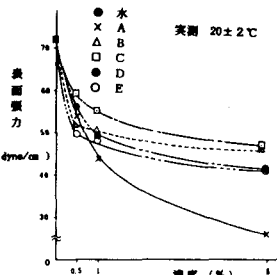


図-2 表面張力～低減剤濃度

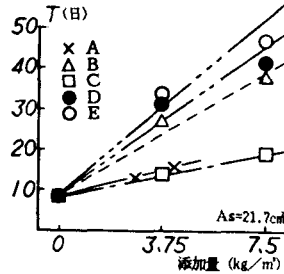


図-4 貫通ひびわれ日数～低減剤添加量

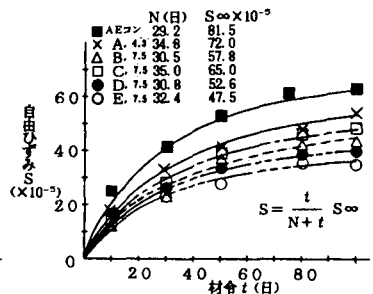


図-3 自由収縮量に対する低減剤の影響

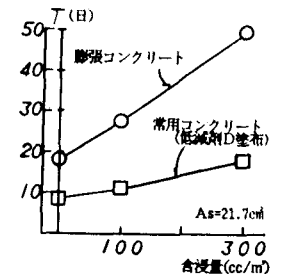


図-5 貫通ひびわれ日数～低減剤含浸量

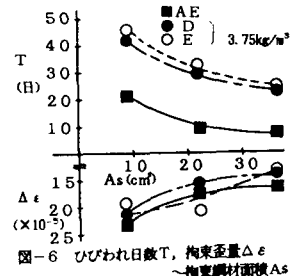


図-6 ひびわれ日数T, 拘束量 $\Delta \epsilon$ ～拘束鋼材面積As

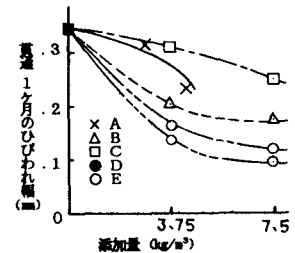


図-7 ひびわれ幅～添加量

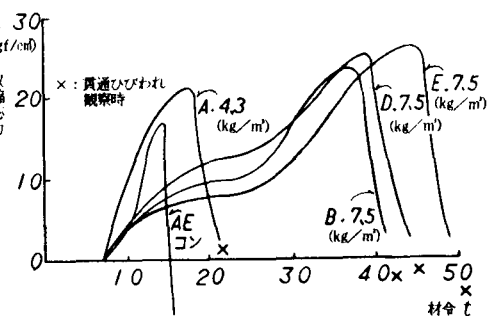


図-8 収縮応力～材令