

膨張コンクリートの膨張特性におよぼすセメント種類の影響

和歌山工業高等専内学校 正会員 ○戸川一夫
同上 正会員 中本純次
同上 真田 順

1. まえがき

本研究は膨張コンクリートの拘束膨張特性におよぼすセメント種類の影響とセメントの化学成分および膨張性水和生成物の生成量との関係から検討したものである。

2. 実験概要

使用セメントは普通、早強、超早強および中庸熟ポルトランドセメント、B種高炉、フライアッシュ、超速硬およびアルミナセメントの計8種類である。細骨材は川砂、粗骨材は最大寸法20mmの硬質砂岩砕石を使用した。膨張材はカルシウムサルホアルミネート系のものを使用した。コンクリートの配合は単位セメント量 $C=340\text{ kg/m}^3$ 、単位膨張材量 $E=60\%$ 、単位水量 $W=180\text{ kg/m}^3$ 、細骨材率 $\beta_a=43\%$ である。長さ変化測定用供試体は図-1に示す $\phi 10 \times 40\text{ cm}$ の円柱供試体である。長さ変化の測定はPC鋼棒に貼付した3線式のワイヤストレンゲージによった。測定基長はコンクリート打込み直後である。供試体は打込み直後より材令1日まで湿布養生し、材令1日で脱型して材令14日まで水中養生($20 \pm 2^\circ\text{C}$)し、その後乾燥養生($20 \pm 2^\circ\text{C}$, $RH=60\%$)した。

3. 実験結果と考察

図-2は種々のセメントを用いた膨張コンクリートの膨張、収縮特性を示す。超速硬セメントを除けば、早強型のセメントを用いた方が、強度遅延型のセメントを用いた場合よりも拘束膨張率は大きくなることが示された。超速硬セ

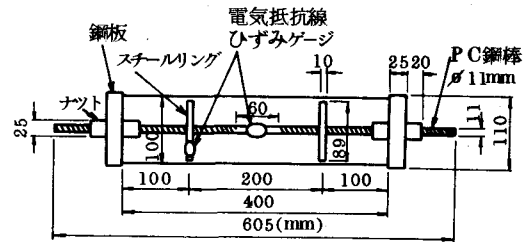


図-1 供試体

メントの場合早強型であるにもかかわらず膨張率は極めて小さくなることがわかった。ここで各種セメントを用いて、コンクリート1m³中に含まれるSO₃量と材令14日の膨張率との関係を整理して図-3に示す。同図から超速硬セメントを除くと、大略SO₃量が多いほど膨張率は大きくなる傾向がある。また、普通セメントにCaSO₄・2H₂Oを単位セメント量に対して1%および3%(SO₃量に換算すると0.46%および1.39%)添加した場合、SO₃量が多くなると膨張率は大きくなることが示された。しかしながら、図

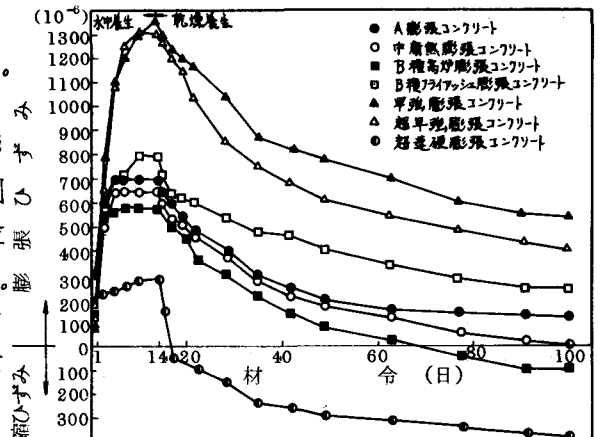


図-2 各種セメントを用いた膨張コンクリートの膨張、収縮特性

Kazuo TOGAWA

Junji NAKAMOTO

Jun SANADA

-3からコンクリート1m³中の

SO₃量が10kg/m³程度とほぼ同じでも基幹セメント種類が異なるれば膨張率は相違することが認められる。表-1のように超速硬セメントを除いて他のセメントについてはX線回折ならびに示差熱分析結果から、エトリンガイトおよびCa(OH)₂の生成量にほとんど差が見られない。したがって、SO₃量をほぼ同じにしても普通セメントよりも早強型のセメントを用いた方が膨張率が大きくなっているの、膨張特性にはセメント硬体の強度発現性状と膨張性水和物の生成量の両方が関係していると考えられる。超速硬セメントの場合、

SO₃量は普通セメントと比べて6.6倍程度含まれているが、膨張率は小さくなった。他のセメントと比べて異なる点はAl₂O₃量が多いことである。表-1よりAl₂O₃量が多く、SO₃量が多い場合にはCa(OH)₂の生成量が少なくなることがわかる。

このことが膨張率を小さくしたことになったと考えられる。高炉セメントの場合はAl₂O₃が多いがSO₃は少なく、エトリンガイトおよびCa(OH)₂の生成量は普通セメント等とほぼ同じである。図-4はアルミナセメントおよび高炉セメントベースの膨張コンクリートにSO₃を加えたときの膨張特性を示している。SO₃量を増すと膨張率は低下することが示されたと言える。以上のことから、Al₂O₃の少ないセメントではSO₃の多いことが膨張率を大きくし、Al₂O₃、SO₃がともに多いと膨張率は小さくなると言える。

表-1 X線回折、熱分析結果

供試体種類	測定時の養生条件	測定日 材令(日)	X線回折ピーク強度(mm)		熱分析脱水量(%) エトリンガイト
			エトリンガイト 2θ=9.1°	Ca(OH) ₂ 2θ=18.1°	
普通ポルトランドセメント (A膨張コンクリート) 水(14)-乾	一水乾	1	35	スケールオーバー	2.0
		10	35	スケールオーバー	4.3
		100	22	スケールオーバー	5.0
B種高炉セメント 水(14)-乾	一水乾	1	60	スケールオーバー	2.6
		10	58	スケールオーバー	4.6
		100	54	スケールオーバー	4.6
B種フライアッシュセメント 水(14)-乾	一水乾	1	58	スケールオーバー	3.9
		10	55	スケールオーバー	4.1
		100	40	スケールオーバー	4.9
中庸熱セメント 水(14)-乾	一水乾	1	58	スケールオーバー	2.4
		10	52	スケールオーバー	5.1
		100	34	スケールオーバー	4.6
早強セメント 水(14)-乾	一水乾	1	50	スケールオーバー	2.8
		10	50	スケールオーバー	4.7
		100	45	スケールオーバー	4.1
超早強セメント 水(14)-乾	一水乾	1	57	スケールオーバー	2.7
		10	54	スケールオーバー	5.0
		100	45	95	4.6
超速硬セメント 水(14)-乾	一水乾	1	133	25	11.9
		10	122	37	10.0
		100	72	38	7.5
アセリグ ニート	材令14日 水中養生	CaSO ₄ 0%	14	0	0
		2H ₂ O 10%	14	0	0
		添加量 25%	14	10	0
			14	50	5.5
B種高炉 セメント	材令14日 水中養生	CaSO ₄ 0%	14	55	5.6
		2H ₂ O 10%	14	55	5.6
		添加量 25%	14	40	3.9

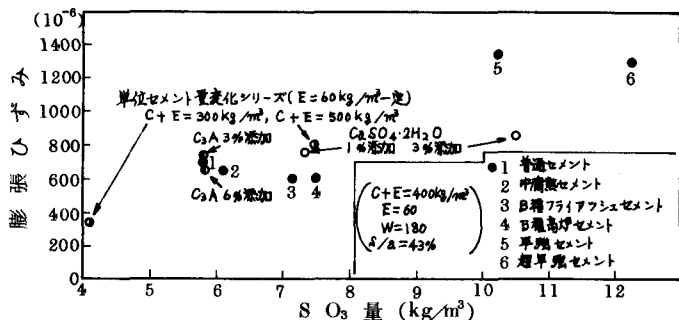


図-3 種々のセメントを用いた場合のコンクリート1m³中のSO₃量と膨張率との関係ならびにC₃Aの添加と膨張率との関係

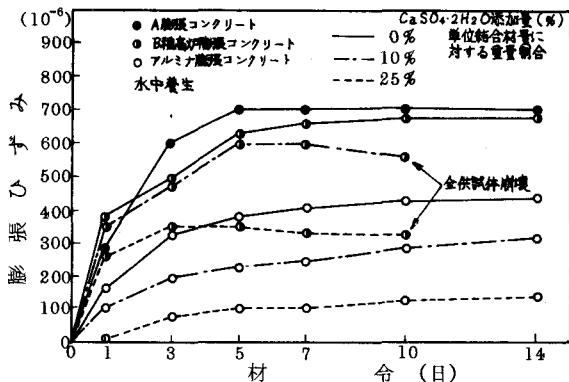


図-4 アルミナセメントならびにB種高炉セメント膨張コンクリートにCaSO₄・2H₂Oを添加した場合の膨張特性