

## 水和熱抑制剤を用いたコンクリートの基礎的性状

(株)フローリック 正会員 高田 良章, 松沢 友弘, 隅田 孝弘, 正会員 田中 恭一  
安藤建設(株) 正会員 川中 政美, 高山 亨, 安部弘康, 立山 創一

### 1. はじめに

マスコンクリートは外部拘束を受けると温度ひび割れが発生しやすいため、一般にはコンクリートの温度上昇量の少ない低発熱性のセメントを用いて温度ひび割れの発生を抑制する対策が講じられている。しかし、地域によっては低発熱性のセメントの入手が困難な場合もある。水和熱抑制剤(以下、TS)は、セメントの水和反応時に発生する水和熱を抑制し、水和速度を緩やかにすることによってコンクリートの温度上昇量を低減する混和剤である。本報は、このTSを用いたコンクリートの基礎的性状を確認するとともに、コンクリート模擬部材を作製し、TSによるコンクリートの温度上昇量の低減効果を実験的に検証した。

### 2. 実験概要

#### 2.1 水和熱抑制剤の一般的性質

表-1にTSの一般的性質を示す。TSは水に難溶であり、セメントのアルカリ環境下で、コンクリート中で長時間かけて徐々に溶解し、セメント粒子表面や生成する水和物に吸着してセメントの水和反応を抑制する。しかし、セメントの液相中への溶解量が常に少ないため、溶解と吸着作用を繰り返しながら、セメントの水和反応の進行を停止させることなく、その水和反応速度を適度に低下させることができる混和剤である。

#### 2.2 使用材料とコンクリート配合

表-2に使用材料を、表-3にコンクリート配合を示す。セメントは土木構造物に多く使用されている高炉セメントB種を用い、セメント量が300kg/m<sup>3</sup>、スランプ8cmのレディーミクストコンクリート(27-8-20BB)を使用した。TSの添加量はセメント質量に対して、無添加の0%、0.55%、0.7%、0.85%および1.0%とした。TSの添加は、TS無添加(27-8-20BB)に、水溶性袋に必要量充填したTSをレディーミ

表-1 水和熱抑制剤の一般的性質

成分	多価アルコールと無機塩を含む多価アルコール脂肪酸エステル
概観	白色粉末状
かさ密度(g/cm <sup>3</sup> )	0.46~0.56
溶解性	水に難溶

表-2 使用材料

材料名		記号	密度(g/cm <sup>3</sup> )	吸水率(%)	実積率(%)
セメント	高炉セメントB種	BB	3.04	-	-
細骨材	神栖産陸砂	S	2.61	1.54	65.3
粗骨材	石岡産碎石	G	2.70	0.52	59.8
混和剤	AE減水剤 高機能タイプ(標準形種)	Ad	1.07	-	-
	水和熱抑制剤	TS	-	-	-

表-3 コンクリートの配合

配合記号	W/C (%)	S/a (%)	単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> )					
			W	BB	S	G	Ad	TS
1 TS-0	54.0	44.3	162	300	801	1045	3.0	0
2 TS-0.55	54.0	44.3	162	300	801	1045	3.0	1.65
3 TS-0.70	54.0	44.3	162	300	801	1045	3.0	2.10
4 TS-0.85	54.0	44.3	162	300	801	1045	3.0	2.55
5 TS-1.00	54.0	44.3	162	300	801	1045	3.0	3.00

クストコンクリート工場のミキサに同時添加した。模擬部材は、マッシュでありながら放熱をある程度期待できる寸法(1.5mの立方体)の試験体を計5体作製した。打設時期は、2010年9月(標準期)に茨城県つくば市の屋外の実験ヤードで行い、同一日に試験体5体を順次打設した。温度計測は、試験体中心部と外気温を熱電対で計測した。

#### 2.3 試験項目

表-4に試験項目を示す。コンクリートはつくば市のレディーミクストコンクリート工場から出荷し、出荷時と荷卸時(荷卸まで約30分)にフレッシュコンクリート試

表-4 試験項目

項目	試験方法
スランプ試験	JIS A 1101による
空気量試験	JIS A 1128による
温度計測	熱電対で計測(試験体中心部, 外気温)
圧縮強度試験	JIS A 1108による(標準、封緘、温度追隨)
静弾性係数試験	JIS A 1149による

キーワード マスコンクリート、水和熱抑制剤、コンクリートの温度上昇量、圧縮強度特性、高炉セメント

連絡先 〒171-0014 東京都豊島区池袋2-52-8 (株)フローリック 技術本部 技術部 TEL 03-5960-6914

験を実施した。圧縮強度の測定は、標準養生と封緘養生は材齢7日、(14日)、28日、56日および91日とし、TSの添加量0%、0.7%および0.85%については、初期強度が3N/mm<sup>2</sup>程度になるまでの間、模擬部材の中心部の温度履歴を水槽で追跡させて養生する温度履歴追跡養生<sup>1)</sup>も実施した。

3. 実験結果及び考察

3.1 フレッシュコンクリートの性状

表-5 にフレッシュコンクリートの試験結果を示す。目標スランプ8cmのTS無添加に対し、TSを添加した出荷時のスランプは、TS自体が減水性を有しているため、見かけのスランプは大きく増大したが、荷卸時のスランプは14~16cmの範囲となった。TS無添加の空気量は、出荷から荷卸で1%程度低下するのに対し、TSを添加した場合は1~1.5%程度空気量が増大する傾向を示した。

表-5 フレッシュコンクリートの試験結果

	TS 添加率 (C x %)	出荷時			荷卸時		
		スランプ (cm)	空気量 (%)	温度 ( )	スランプ (cm)	空気量 (%)	温度 ( )
1	0	12.0	4.8	22.0	10.5	3.9	22.0
2	0.55	21.0	3.5	22.0	14.0	4.4	22.0
3	0.70	20.5	3.8	22.0	15.0	4.6	22.0
4	0.85	22.0	3.2	21.0	16.0	4.8	22.0
5	1.00	22.5	3.4	21.0	14.5	4.9	21.5

3.2 模擬部材の中心温度

表-6 および図-1 に模擬部材の中心部の温度履歴を示す。TSの添加量が増加するに伴い、温度上昇が開始するまでの時間は長くなるが、温度上昇の傾きは緩やかになる。模擬部材中心の最高温度は、TSの添加量の増加に伴い低くなる。例えば、TS無添加と比較してTS:0.7%で約4℃、TS:0.85%で約10℃低下する結果を示した。

表-6 模擬部材の中心温度

TS 添加率 (C x %)	最高温度 到達日数	初期温度 ( )	最高温度 ( )	最高温度 上昇量 ( )	温度低下量 ( )
1	0	1.53	23.6	55.3	-
2	0.55	2.23	23.5	54.2	0.9
3	0.70	3.22	23.3	51.0	4.0
4	0.85	6.89	23.2	44.8	10.1
5	1.00	11.08	22.8	43.3	11.2

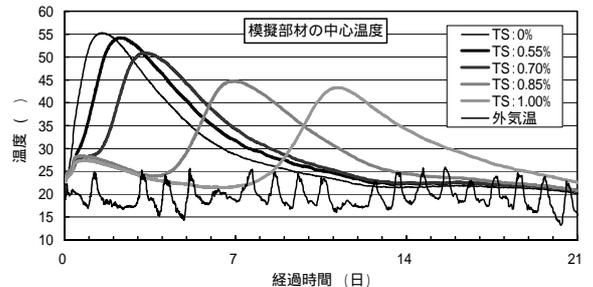


図-1 模擬部材中心部の温度履歴

3.3 圧縮強度特性

図-2 および図-3 に圧縮強度試験結果を示す。TS:1%を除けば、材齢7日以降は、無添加と比較して同程度以上の強度が得られることが確認された。図-4 に模擬部材の温度追跡養生した初期強度を示す。TSを添加した方が同一温度における初期強度が若干高い傾向を示した。図-5 に静弾性係数と圧縮強度の結果を示す。TSを添加した方が若干低い傾向を示した。

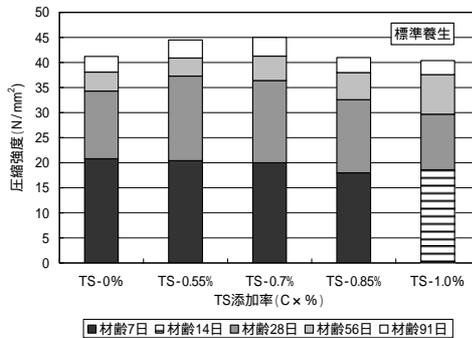


図-2 圧縮強度試験結果 (標準養生)

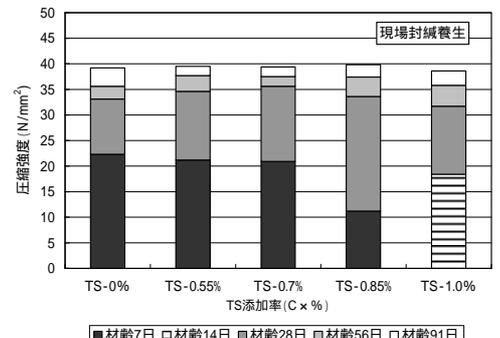


図-3 圧縮強度試験結果 (封緘養生)

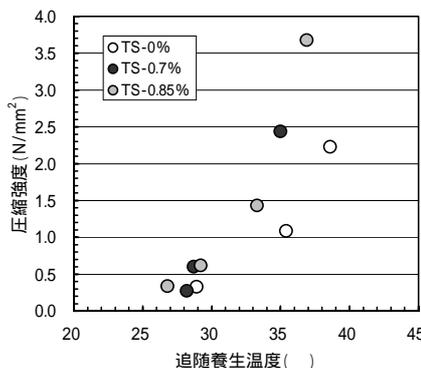


図-4 温度追跡養生した初期強度

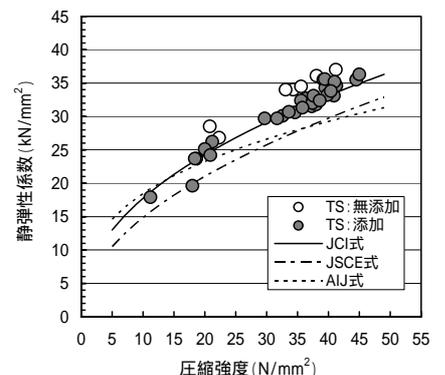


図-5 圧縮強度と静弾性係数

4. まとめ

水和熱抑制剤の添加により、模擬部材中心部の最高温度は、最大で約10℃低減された。また、若材齢時は強度発現が遅延するが、材齢7日以降は、無添加と比較して同程度以上の強度が得られることが確認された。

参考文献

1) 日本建築学会：建築工事仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事 2009, pp. 133