

二・三成分系コンクリートの断熱温度上昇

㈱経営管理センター 土木技術部 正員 ○中重 善行
 中国電力㈱ 技術研究センター 正員 及川 隆仁
 広島工業大学 工学部 正員 伊藤 秀敏 藤木 洋一

1. まえがき

本報告は、セメントをフライアッシュおよび高炉スラグ微粉末で置き換えた二・三成分系のセメントを用いたコンクリートについて、練り上がり温度を3通りに変化させ、断熱温度上昇試験を行い、成分系ならびに練り上がり温度の相違が、断熱温度上昇式の諸定数に及ぼす影響について検討したものである。

2. 試験の概要

(1) 使用材料 セメントは、普通ポルトランドセメント(小野田セメント)を、混和材はフライアッシュ(中国電力㈱新小野田発電所産)および高炉スラグ微粉末(新日鉄化学産)を使用した。これらの化学成分を表1に示す。

表1 結合材の化学成分

	比重	比表面積 (cm^2/g)	ig-loss	化 学 成 分 (%)						
				SiO_2	Al_2O_3	FeO_3	CaO	MgO	SO_3	
セメント	3.16	3,170	0.6	22.0	5.2	3.2	65.1	1.4	1.9	
高炉スラグ	2.90	3,780	-	33.1	15.6	0.9	42.4	6.2	-	
フライアッシュ	2.33	4,340	-	61.3	25.7	2.1	2.8	0.4	0.4	

粗骨材は、碎石(比重:2.70, 吸水率:0.75, FM:7.43)を、細骨材は、海砂(比重:2.56, 吸水率:1.65, FM:2.92)を使用した。

(2) コンクリートの配合および練り混ぜ

コンクリートの配合条件は、骨材最大寸法20mm, 単位セメント量300kg/m³, スランプおよび空気量はそれぞれ8±2cm, 4±1%とした。練り混ぜは、傾胴型ミキサーで、全材料投入後2分間行った。配合の1部を表2に示す。

表2 結合材の比率及び実験定数

打込温度 (℃)	結合材(%)			Q_{∞} (℃)	r	s
	セメント	高炉スラグ	フライアッシュ			
30	100	0	0	43.54	1.5020	1.3696
	55	45	0	46.05	0.5483	1.3361
	40	60	0	47.05	0.5925	1.2801
	85	0	15	40.44	1.0618	1.2070
	70	0	30	36.84	0.6413	1.2258
	55	30	15	38.64	0.3253	1.2657
	40	45	15	40.84	0.5007	1.2105
	25	60	15	38.14	0.4305	1.3582
	100	0	0	42.84	1.0315	1.5275
20	55	45	0	43.44	0.2579	1.6502
	40	60	0	43.14	0.1637	1.5542
	85	0	15	37.94	0.7966	1.2986
	70	0	30	44.14	0.4820	1.2755
	55	30	15	38.84	0.3929	1.3971
	40	45	15	35.34	0.2106	1.4153
	25	60	15	29.13	0.1120	1.4195
	100	0	0	46.25	0.5260	1.6206
	55	45	0	47.55	0.0894	1.7196
15	40	60	0	44.04	0.2890	1.7196
	85	0	15	35.64	0.4860	1.2837
	70	0	30	40.04	0.2554	1.2728
	55	30	15	34.63	0.2778	1.4874
	40	45	15	33.33	0.1654	1.5664

(3) 断熱温度上昇試験 この試験は、水循環式の装置で行った。なお、コンクリート供試体は、 $\phi 360 \times 470$ mmのブリキ製の円筒型容器にコンクリートを打設したものであり、断熱温度上昇量の測定期間は、10日とした。

3. 試験結果および考察

(1) 近似式との適合性 断熱温度上昇の測定値は、鈴木ら¹⁾が推奨する以下の(1)式を用いた。

$Q = Q_{\infty} (1 - \exp(-r t^s))$ --- (1) 近似式との差異は、試験開始後10時間の領域で4℃程度であったが、図1に示すように、高精度で近似している。

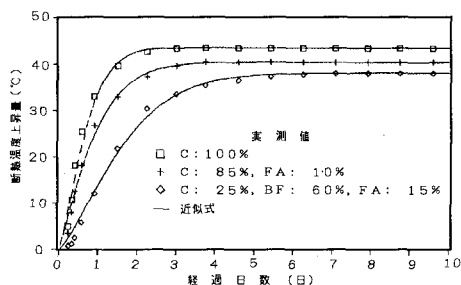


図1 断熱温度上昇量の測定値と近似式

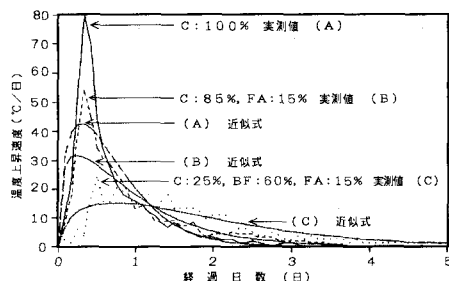


図2 温度上昇速度

(2) 発熱速度 発熱速度は、断熱温度上昇試験による測定値を中心差分(2時間間隔)により求め、図2に示した。発熱速度曲線における最大のピーク値は、セメント単味の場合が最も大きく、純セメント量あるいはセメントの成分系によって異なる。

二成分系の場合は、セメント単味と比べて、最大のピーク値は小さくなり、発生する時間は若干遅くなった。本試験で用いた混和材の量および品質の相違による明確な差異は認められず、むしろ、純セメント量による影響と考えられる。

(3) 終局温度 表2より、三成分系コンクリートの終局温度は、混和材置換率を大きくすると、著しく低減する傾向にあった。したがって、高炉スラグ微粉末で置換することにより、コンクリートの終局温度に限れば、この置換率増によって、若干大きくなるが、高炉スラグとフライアッシュとを用いた三成分系コンクリートにすることで、終局温度を低減させる効果が期待できるものと考えられる。

(4) 実験定数 図3～6は、コンクリート練り上がり温度を絶対温度で表し、その逆数と実験定数との関係を示したものである。これらの図より、二・三成分系共にアーレニウス則が成立するものと考えられる。また、練り上がり温度の逆数が小さくなるほど r の値は小さくなり、 s の値は大きくなる。この傾向は、セメント単味の場合が最も顕著であり、二成分系では混和材の種類と置換率に応じて r および s の値は変化した。

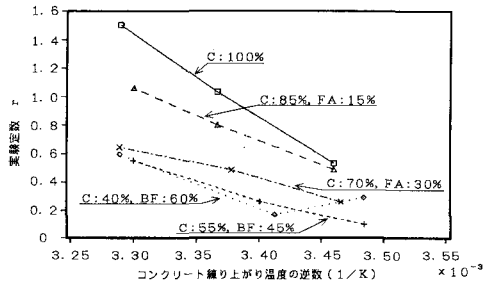


図3 コンクリート練り上がり温度の逆数と実験定数との関係

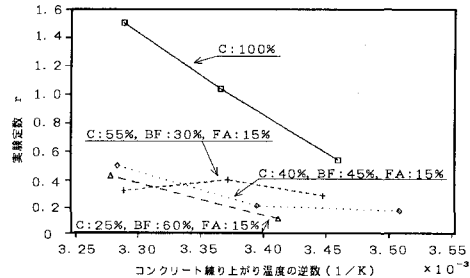


図4 コンクリートの練り上がり温度と実験定数との関係

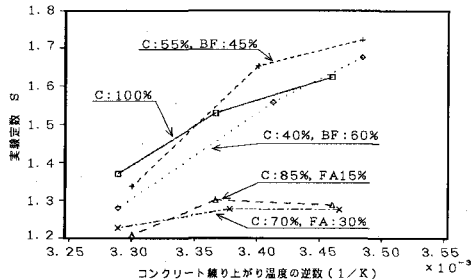


図5 コンクリート練り上がり温度の逆数と実験定数との関係

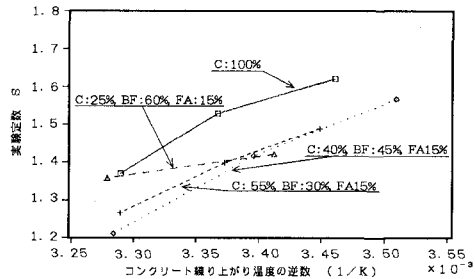


図6 コンクリート練り上がり温度の逆数と実験定数との関係

4. 結論

- (1) コンクリート練り上がり温度が高くなると、セメント単味の場合、終局温度は低くなるが、二・三成分系コンクリートの場合、高くなった。
- (2) 二・三成分系コンクリートの発熱速度は、セメント単味と比べて、最大のピーク値は小さくなり、発生する時間は遅くなる。
- (3) 実験定数 r および s の値は、コンクリート練り上がり温度(K)の逆数に相関があるが、混和材の種類よりも、むしろ、純セメント量によって定まるものと考えられる。

[参考文献]

- 1) 鈴木ら; 新試験装置によるコンクリートの断熱温度上昇量の定量化, 土木学会論文集386号V9, pp109～117, 1988.8