

V-205

2・3成分系コンクリートの断熱温度上昇と初期強度発現性

(株)経営管理センター 正会員 中重 善行
 広島工業大学 正会員 伊藤 秀敏
 広島工業大学 正会員 藤木 洋一
 中国電力(株) 正会員 及川 隆仁

1. まえがき

本報告は、高炉スラグ微粉末およびフライアッシュを用いた、2・3成分系コンクリートについて、練り上がり温度を3通りに変化させて、断熱温度上昇試験を行い、得られた測定値と、提案されている近似式¹⁾とを対比し、また、2・3成分系コンクリートの初期強度について、断熱温度上昇に関する近似式と同様な概念に基づく強度発現式と、測定値とを比較し、若干の検討を加えたものである。

2. 実験概要

(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、以下Cとする。)を、混和材は、高

炉スラグ微粉末(新日鉄化学産、以下BFとする。)およびフライアッシュ(中国電力(株)新小野田発電所産、以下FAとする。)を使用した。これらの物性を表1に示す。粗骨材は、碎石(最大寸法:20mm,比重:2.70,吸水率:0.75%,FM:7.43)を、細骨材は、除塩海砂(比重:2.56,吸水率:1.65%,FM:2.92)を使用した。混和剤は、減水剤(ポゾリスNo.70)およびAE調整剤(ポゾリスNo.303A)を使用した。

(2) 配合設計 コンクリートの配合条件は、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。また、BFおよびFAの混入率を、表2に示す。

(3) 試験方法 断熱温度上昇試験は、水循環式の装置で行った。なお、供試体は、φ300×470mm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、断熱温度上昇量の測定期間は、10日とした。圧縮強度試験は、供試体作成後、12,18,24,48,72時間で行った。

3. 試験結果および考察

(1) 断熱温度上昇: 断熱温度上昇量の測定値を、鈴木ら¹⁾が推奨する近似式(1)と比較したものの例が図1である。

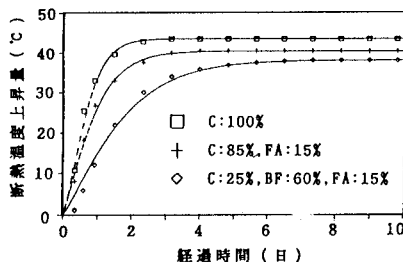


図1. 断熱温度上昇量の測定値と近似式

表1. 結合材の化学成分

種別	比重	比表面積 (cm ² /g)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
C	3.16	3170	0.6	22.0	5.2	3.2	65.1	1.4
BF	2.90	3780	33.1	15.6	0.9	42.4	6.2	
FA	2.33	4340	61.3	25.7	2.1	2.8	0.4	0.4

表2. 結合材の比率および実験定数

練り上がり温度	結合材 (%)	Q _∞ (°C)	r	s
30°C	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	0.4964	1.2156
	100 0 0	42.84	1.0315	1.5275
20°C	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°C	40 60 0	44.04	0.2890	1.6724
	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

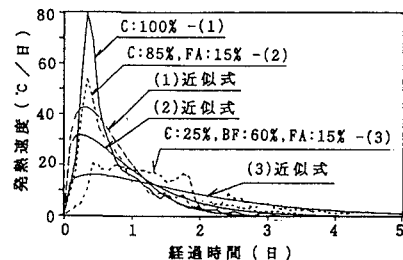


図2. 発熱速度

$$Q = Q_0 (1 - \exp(-r t^n)) \quad \dots (1)$$

この図より、測定値と近似式との差異は、試験開始後10時間の領域で4℃程度であったが、高精度で近似している。

(2) 発熱速度: 断熱温度上昇量の測定値を中心差分(2時間間隔)により求めた発熱速度を図2に示す。この図より、発熱速度曲線の最大のピーク値は、セメント単味の場合が最も大きく、2・3成分系は、セメント単味と比べて、最大のピーク値は小さくなり、この発生する時間も、若干遅くなった。この事は、本試験で使用した混和材の品質の相違よりもむしろ純セメント量によるものと考えられる。

(3) 実験定数: 図3および図4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、実験定数 r および s とこの絶対温度の逆数との間に、化学反応速度に基づくアレーニウス則が成立しており、絶対温度の逆数の値が大きくなれば、 r の値は小さくなり、逆に、 s の値は大きくなった。

(4) 初期強度発現性: 初期強度発現性を表す式として、次の(2)式を用いた。

$$F = F_0 (1 - \exp(-A(t - t_1)^n)) \quad \dots (2)$$

ここで、

F_0 : 材齢28日の圧縮強度を1.05倍したもの

A, t_1, n : 実験定数

この(2)式と測定値とを比較したものの例を、図5に示す。この図より、どの配合においても、初期強度発現性を表す(2)式は、測定値の傾向をとらえていることがわかる。図6は、材齢3日における圧縮強度を示したものである。この図より、FA混入率増に伴って、著しく強度が低下するが、BFを混入するとこの傾向は、軽減されている。また、両者の混入量が多量になるほど、強度低下は著しい。

4. あとがき

以上の試験の結果、次のようなことが判明した。

- (1) 2・3成分系コンクリートの断熱温度上昇は、提案されている近似式と高精度で近似した。
- (2) 発熱速度は、混和材混入の量によって、発生するピーク値およびこれが発生する時が遅延した。
- (3) 材齢28日強度を用いた近似式により、この種のコンクリートの初期強度発現状況のある程度推定することができた。

[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、第386号/V-9, pp. 109~117, 1988. 8
- 2) 仕入ら、コンクリートの初期強度におよぼす温度条件(20~90℃)の影響、建築学会論文報告集第320号 PP. 1~11 昭和57年10月

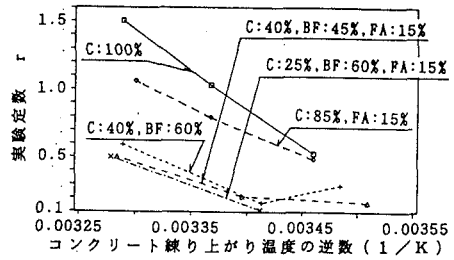


図3. コンクリート練り上がり温度の逆数と実験定数との関係

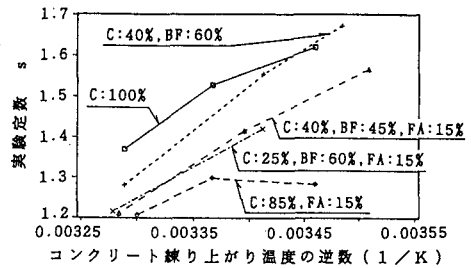


図4. コンクリート練り上がり温度の逆数と実験定数との関係

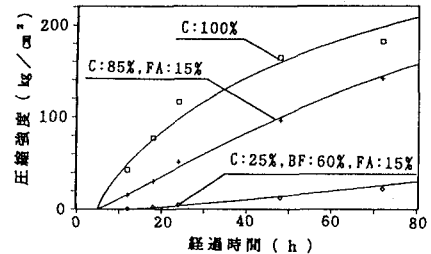


図5. 圧縮強度

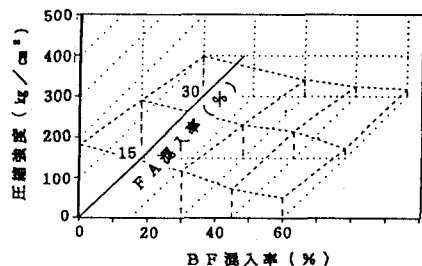


図6. 圧縮強度とBFおよびFA混入率との関係