

広島工業大学 正員 伊藤秀敏

広島工業大学 正員 藤木洋一

1. まえがき

近年、土木構造物の大型化に伴ない、マスコンクリートの施工が盛んに行なわれるようになった。このため、セメントの水和熱による温度上昇に基づくひびわれの発生が問題となっている。この対策の一つの方法として、発熱の低減に効果のある混合セメントが使用されている。本報告は、高炉スラグとフライアッシュの発熱低減効果に着目し、主として、セメントの一部を高炉スラグおよびフライアッシュでおきかえ、これら混和材を併用したコンクリートの断熱温度上昇試験および圧縮強度試験を行ない、その結果について述べたものである。

2. 試験の概要

(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(比重: 3.15, 比表面積: 3170^{cm²/g}), 高炉スラグは新日鉄化学のエスメント(比重: 2.90, 比表面積: 3680^{cm²/g}), フライアッシュは中国電力新宇部火力発電所産(比重: 2.41, 比表面積: 4340^{cm²/g})を使用した。粗骨材は碎石(比重: 2.72, F.M. 7.21), 細骨材は川砂(比重: 2.64, F.M. 2.89)を用いた。コンクリートの配合条件は、粗骨材最大寸法を40^{mm}, 結合材量を300^{kg/m³}とし、スランプは $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$ に調整した。この場合の水と結合材との比(W/C+B+F)は、56.3~60.9%であり、細骨材率は38~42%である。混練は強制攪拌ミキサで3分間行なった。本試験で採用した結合材の混入比率は表-1の通りである。

表-1 結合材の混入比率

配合名	C (%)	F (%)	B (%)	合計 (%)
A	100	0	0	100
B	95	15	0	100
C	70	30	0	100
D	70	0	30	100
E	55	15	30	100
F	40	30	30	100
G	55	0	45	100
H	40	15	45	100
I	20	30	45	100

注 C: 普通ポルト B: 高炉スラグ F: フライアッシュ

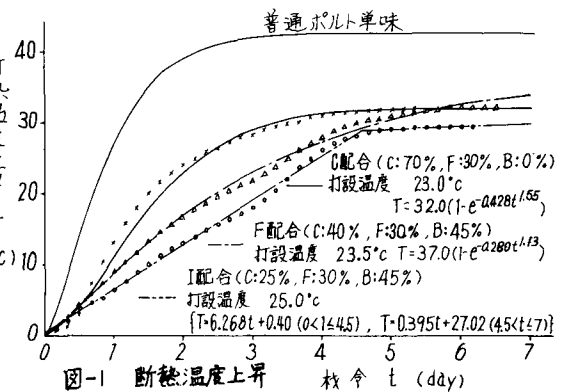


図-1 断熱温度上昇

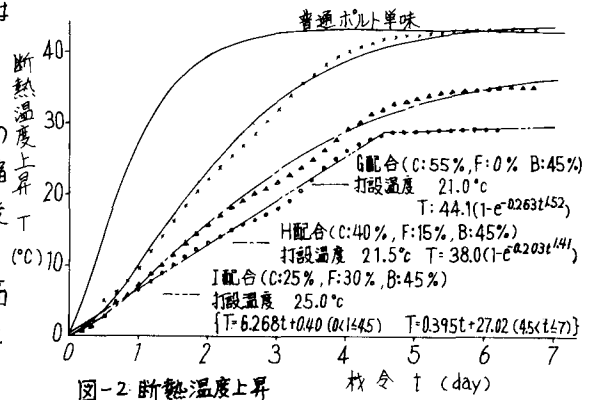


図-2 断熱温度上昇

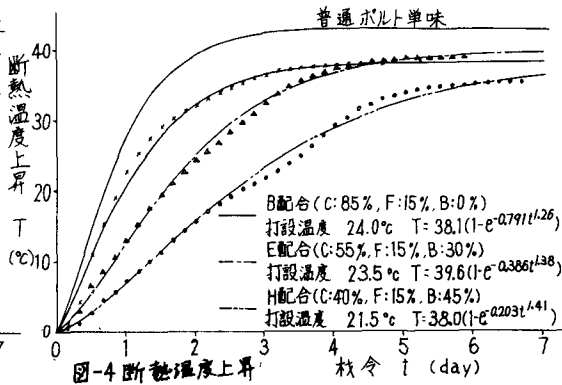
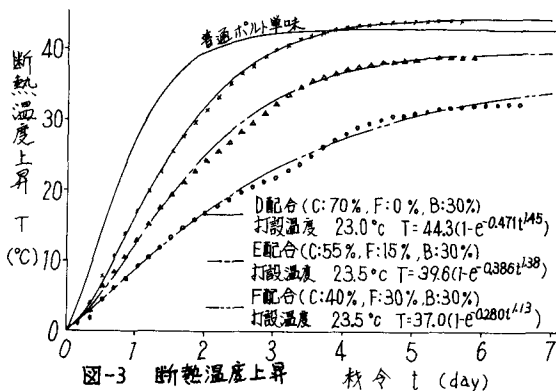
(2). 試験の方法

断熱温度上昇試験は、水循環式を用い、上昇温度の測定は供試体温度がほぼ一定になるまでとした。圧縮強度試験は $\phi 15 \times 30\text{cm}$ の供試体で、20^{°C}で湿潤養生後、所定の材令(7日, 28日, 91日)で実施した。また、断熱温度上昇試験終了後の供試体より、径約10^{cm}, 高さ約20^{cm}のコアを2本採取し、材令7日で圧縮試験を行なった。

3. 試験結果および考察

(1). 断熱温度上昇

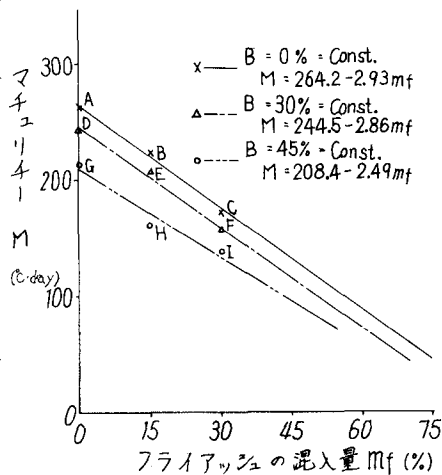
断熱温度上昇試験は、表-2に示す組み合わせによって実施した。断熱温度上昇式は本試験値との適合性からダムコンクリートによく用いられている $T = K(1 - e^{-at})$ 式で整理した。図-1, 2, 3, 4は本試験で



使用した混和材を併用した場合の温度上昇曲線を示したものである。結合材比および温度上昇推定式は図中に示す。ただし、I配合 (C:25%, F:30%, B:45%) では材令4日ないし5日で温度上昇は緩慢となり、また、この材令までの温度上昇は一次直線的挙動を呈するため、前記の温度上昇式を適用できなかった。よって、この配合の温度上昇は一次回帰式で整理した。これらの図から、高炉スラグとフライアッシュを併用することにより、初期材令また本試験材令の領域における終極温度共に低減させる効果が現れた。特に、I配合における終極温度は大略27°Cであり、普通ポルトランドセメント単味の場合に比較して、大幅に低減せしめる効果があった。

(2)、マチュリティー

図-5は材令7日までの総発熱量をマチュリティー (°C・day) とし、マチュリティーとフライアッシュ混入量との関係を図示したものである。この推定式は、供試体個数が少ないため、一次回帰式で表わした。フライアッシュの混入量増に伴ないマチュリティーは著く減少する傾向が認められた。I配合におけるマチュリティーは、普通ポルトランドセメント単味の場合に比して約 1/2 となった。



(3)、コンクリート圧縮強度

本試験で採用した配合における圧縮強度の一例を表-2に示す。多量に混和材を混入することにより、材令7日ではこれら混和材特有の性質より、普通ポルトランドセメント単味の場合に比較して、低い強度を示すが、材令28日では一部を除して、ほぼ同等の強度が得られ、材令91日では、それを上廻ることが判明した。また、断熱温度上昇用供試体から採取したコア (材令7日) の圧縮強度は、同配合、同材令の供試体強度より多少小さな値が得られた。

4. むすび

高炉スラグとフライアッシュを、併用して、多量に混入することにより、初期材令および本試験材令の領域における終極温度を大幅に低減させる効果があり、圧縮強度に関しても満足していると考えられる。本試験では、コンクリートの発熱特性、圧縮強度に関して調べたものであるから、その他の特性に関して論ずることはできないが、一つの指標を示したものである。今後、高炉スラグの潜在水硬性、フライアッシュのポゾラン反応等を活用して、混入可能な範囲で多量に混入したコンクリートの発熱特性に関して検討する予定である。この研究を行なうに当たり、協力していただいた中国電力のみならず、本学卒業生の甲田展文君、水田浩二君に感謝する次第です。

表-2 圧縮強度

配合名	混入率 (%)			圧縮強度 (kgf/cm ²)		
	C	F	B	材令7日	材令28日	材令91日
A	100	0	0	198	284	327
B	85	15	0	169	279	363
C	70	30	0	144	243	352
D	70	0	30	135	270	310
E	55	15	30	109	285	376
F	40	30	30	90	257	341
G	55	0	45	123	285	329
H	40	15	45	104	285	392
I	25	30	45	71	225	330