

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

土木構造物の大型化により、セメントの水和熱によるコンクリートの温度上昇が主因となるひびわれの発生が問題となっている。特に、鉄筋コンクリート構造ではこの種のひびわれは、重大な欠陥となり、耐久性を低下させる原因となる。コンクリートの温度上昇に基づくひびわれの発生は、コンクリートの内外部の拘束によって生ずるものであるから、内部コンクリートの温度を低減させれば防止できるものと考えられる。そこで、セメント量をできるだけ少なくし、不足分をフライアッシュおよび高炉スラグに置きかえ、これら混和材を単独もしくは併用して混入したコンクリートの発熱特性あるいは圧縮強度試験を行ない、その結果を報告するものである。

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 cm^2/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 cm^2/g ）を，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 cm^2/g ）を使用した。粗骨材は碎石（比重：2.71，FM：7.43）を，細骨材は太田川産の川砂（比重：2.56，FM：2.92）である。

コンクリートの配合条件は、粗骨材の最大寸法を40mm，単位結合材量を300 kg とし，スランプは8 $\pm$ 2 cm に調整した。水と結合材との比は55.3～58.0％であり，細骨材率は45％である。混練は傾胴型ミキサーで全材料投入後3分間行なった。表-1に結合材の混入比率を示す。

表-1 混和材の混入比率

配合名	C (%)	F (%)	B (%)	合計 (%)
A	100	0	0	100
B	85	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	25	30	45	100
K	25	30	45	100
L	40	0	60	100
M	25	15	60	100
N	10	30	60	100
O	25	0	75	100
P	10	15	75	100
Q	55	45	0	100
R	25	45	30	100
S	10	45	45	100
T	45	60	0	100
U	10	60	30	100

C:セメント F:フライアッシュ B:高炉スラグ

(2). 試験方法 断熱温度上昇試験は、水循環式の装置で行ない、温度上昇の測定は供試体温度がほぼ定常値になるまでとした。圧縮強度試験用供試体は中15×30 cm のモールドで成形し、20 $\pm$ 2 $^{\circ}\text{C}$ の水中で所定の材令（7日，28日，91日）まで養生した。なお材令91日の供試体ではASTM C 469-65に準じてワイヤーストレインゲージ法で、静的弾性係数およびポアソン比を測定した。

3. 試験結果

(1). 断熱温度上昇試験結果 断熱温度上昇試験は表-1に示す組み合わせで行ない、断熱上昇温度の推定式は、実験値との適合性から $T = K(1 - e^{-at})$ で整理した。ここで、T：断熱上昇温度（ $^{\circ}\text{C}$ ），t：材令（日）
K, a：実験定数である。断熱温度上昇に関して次のような結果を得た。すなわち、普通ポルトランドセメン

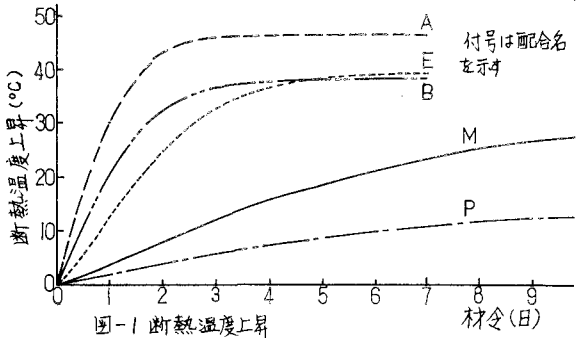


図-1 断熱温度上昇

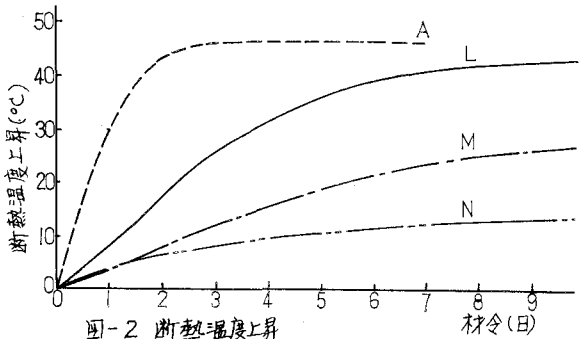


図-2 断熱温度上昇

ト単味の場合に比較して、フライアッシュのみ混入すると、初期材令および終極時における温度は共に低減するが、この混入率が45~60%になるとかなり長期にわたって温度上昇が継続する。高炉スラッグのみ混入したものもフライアッシュの場合と類似の傾向が認められるが、終極温度はこれに比較して、わずかながら高めであった。これら混和材を併用すると、さらに終極温度は低下するが、長期間(25日程度)にわたって、わずかながらであるが温度上昇傾向を示した。材令と断熱温度上昇との関係の1例を図-1, 2に示す。

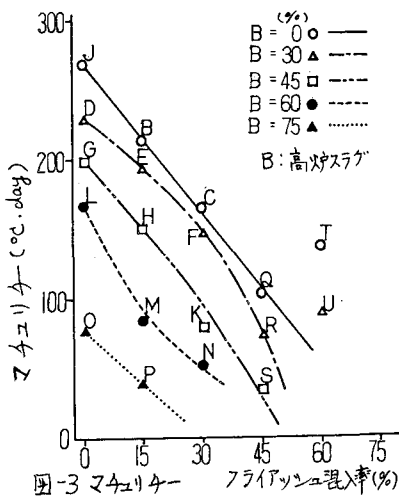


図-3 マチュリター

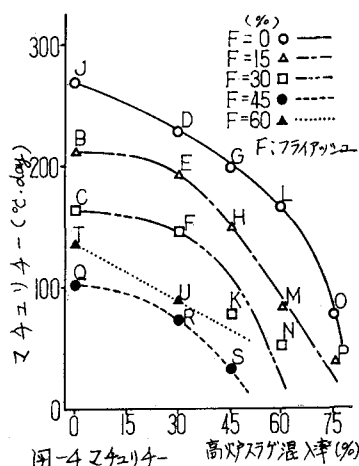


図-4 マチュリター

(2). マチュリター 図-3, 4は混和材混入率とマチュリターとの関係を示す。マチュリターは材令7日までの総発熱量($^{\circ}\text{C}\cdot\text{day}$)とした。フライアッシュ混入率を増加させることにより、マチュリターは大幅に低減し、それぞれの高炉スラッグ混入率の場合に対して、フライアッシュを30%混入すると、高炉スラッグ混入率の大きさによって、異なるが25~70%程度低減した。高炉スラッグ混入率を増加させることによるマチュリターの低減効果は、フライアッシュの場合ほど顕著ではないが、図-4に示すように、30%以上混入すると現われた。したがって、ガムの様なマスコンクリートでは総発熱量で評価されるため、この種の混和材を併用して少量に混入することが発熱特性に關しては有利と云えよう。

(3). 圧縮強度 初期材令(7日, 28日)では、これら混和材の量が少なければ強度発現には良好な結果を示したが、材令91日では図-5に示すように、フライアッシュを少量に混入したものを除き、普通ポルトランドセメント単味のものと遜色のない値が得られた。フライアッシュを30%以上混入すると、図-6に見られるように、著しい強度低下を示した。このことから、フライアッシュを少量に混入することは、圧縮強度に關しては問題があるものと考えられる。静的弾性係数は圧縮強度の大きさによって異なるが $30\sim 38\times 10^4\text{kg/cm}^2$ であり、ポアソン比は0.18~0.27の値を得た。

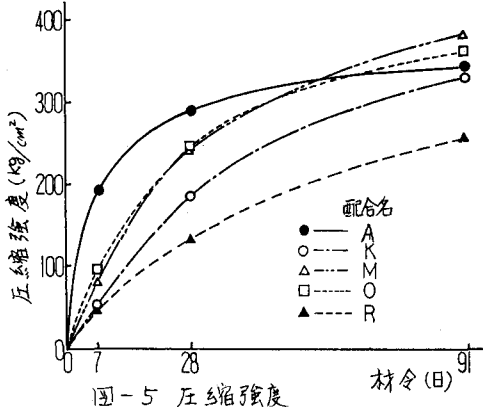


図-5 圧縮強度

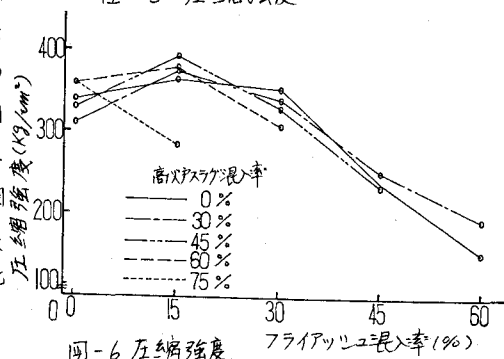


図-6 圧縮強度

4. おわりに

フライアッシュおよび高炉スラッグを併用して少量に混入することにより、コンクリートの温度上昇を大幅に低減させることが可能であり、圧縮強度に關しても、フライアッシュを少量に混入したものを除き、材令91日では普通ポルトランドセメント単味のものと遜色のない値が得られたので、マスコンクリートに対しては有効な手段と考えられる。今後、これら混和材を少量に混入したコンクリートの諸性状について検討する予定である。

この研究に当り、協力していただいた中国電力のみなさま、ならびに本学卒業生の出崎君、中村君、南東君に感謝状を呈じます。