

V-136

低発熱型高流動コンクリートの諸物性

前田建設工業(株)技術研究所 正会員 山下 淳
 前田建設工業(株)技術研究所 正会員 渡部 正
 前田建設工業(株)技術研究所 正会員 舟橋政司
 前田建設工業(株)技術研究所 正会員 中島良光

1. はじめに

高流動コンクリートは、材料分離抵抗性を高めるため普通コンクリートよりセメント、混和材等の結合材を多く使用するため水和発熱量が大きくなる傾向がある。そのため、マッシブな部材に適用する場合には、温度応力によるひびわれの発生に関する検討が重要になる。特に、高炉セメントB種相当の結合材を用いた二成分系の高流動コンクリートでは、高炉スラグの発熱抑制効果が認められず、また、熱膨張係数も普通コンクリートの1.57倍と大きいいため慎重な検討が必要である[1]。

本研究は、発熱量の小さな高流動コンクリートの開発を目的として、低発熱セメントにフライアッシュを混和した高流動コンクリートと、普通セメントにフライアッシュを混和した二成分系の高流動コンクリート(フライアッシュ二成分系)の断熱温度上昇試験を行って比較検討を行った。

2. 試験概要

試験に用いた配合を表-1に示す。使用した低発熱セメントは、中庸熱セメントに高炉スラグ微粉末とフライアッシュを混和した三成分系の市販セメントである。試験では、この低発熱セメントをベースとしてフライアッシュを混和し、その置き換え率を体積百分率で0、15、30%とした。普通ポルトランドセメントを使用したフライアッシュ二成分系の高流動コンクリートは、フライアッシュの置き換え率を体積百分率で40、50、60%とした。また、単位セメント量が $304\text{kg}/\text{m}^3$ の普通コンクリートについても試験を行った。

高流動コンクリートのスランプフローは、練りませ終了後の30分から90分において $60\pm 5\text{cm}$ を満足するよう配合を選定した。断熱温度上昇試験は、東京理工(株)製の空気循環式の装置を使用して行い、圧縮強度試験は材令3日、7日、28日で行った。

3. 試験結果

3. 1 断熱温度上昇特性

図-1、図-2に断熱温度上昇試験結果を示す。図より、高流動コンクリートの初期材齢での温度上昇速度は、普通コンクリートに比べて極めて遅くなっていることが分かる。これは、高性能AE減水剤の使用による凝結遅延の影響であると考えられる。温度上昇が定常状態に達する材令は、フライアッシュ系二成分の場合には約3日程度であるのに対し、低発熱セメントを使用した場合にはそれより遅くなり7日程度となっている。終局断熱温度上昇量は、フライアッシュ系二成分に比べて低発熱セメントを使用した配合の方が著しく小さくなっている。フライアッシュ二成分系において、普通コンクリート($C=304\text{kg}/\text{m}^3$)と同程度の終局

表-1 コンクリートの配合

記号	結合材の種類	フライ アッシュ 置換率 (Vol%)	細骨材 率 (%)	単位量(kg/m^3)					
				水	セメント	フライ アッシュ	細骨 材	粗骨 材	混和 剤
				W	C	Fa	S	G	
T1	低発熱セメント	0	56.4	162	464	0	914	725	6.89
T2	+	15			394	58			4.97
T3	フライアッシュ	30			325	116			4.85
F1	普通セメント	40	55.1	160	336	161	878	747	9.32
F2	+	50			280	202			8.59
F3	フライアッシュ	60			224	242			8.21
N	普通セメント	--	45.4	164	304	--	810	997	0.76

—使用材料—

セメント：普通ポルトランドセメント、比重3.15
 低発熱セメント(小野田テイネツスーパー)、
 比重2.73

フライアッシュ：比表面積 $4010\text{cm}^2/\text{g}$ 、比重2.27

粗骨材： $G_{\text{max}}=20\text{mm}$ 、硬質砂岩系砕石、比重2.71

細骨材：川砂、比重2.60

混和剤：T1、T2、T3とF1、F2、F3ではそれぞれ銘柄が異なる

ポリカルボン酸系の高性能AE減水剤、NはAE減水剤

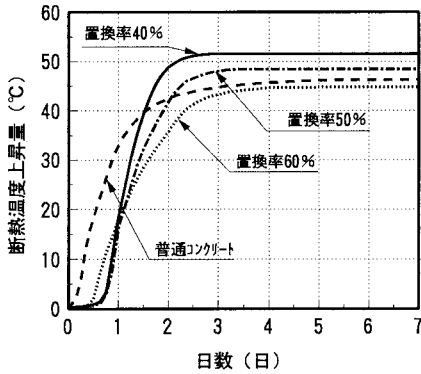


図-1 フライアッシュ系二成分の断熱温度上昇

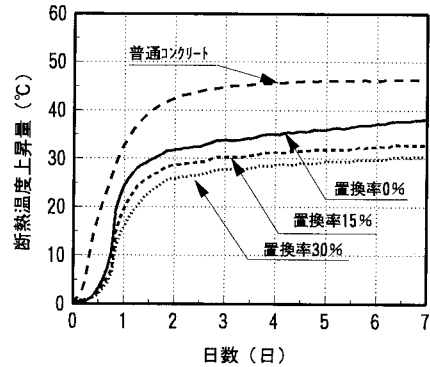


図-2 低発熱セメントを用いた配合の断熱温度上昇

断熱温度上昇量となるのはフライアッシュの置き換え率を最も多くした60%の配合であった。一方、低発熱セメントを用いた配合では、いずれの場合も普通コンクリートより温度上昇量が23～36%小さくなっており著しい発熱抑制効果が認められた。

図-3は、フライアッシュの置き換え率と終局断熱温度上昇量の関係を示したものである。このように、低発熱セメントを用いた配合、フライアッシュ二成分系の配合とも、フライアッシュの置き換え率を大きくするにしたがって終局断熱温度上昇量が小さくなる傾向が認められ、その减小割合はフライアッシュ二成分系の方が大きい結果を示した。

3.2 圧縮強度の発現性状

図-4に材令と圧縮強度の関係を示す。いずれの配合においてもフライアッシュの置き換え率を大きくすると圧縮強度は小さくなる傾向が認められる。材令3日における圧縮強度は、低発熱セメントにフライアッシュを0、15、30%混和した場合にはそれぞれ266、227、164kgf/cm²、普通セメントにフライアッシュを40、50、60%混和した場合にはそれぞれ329、237、187kgf/cm²であり、前者の方が断熱温度上昇量が著しく小さいにもかかわらず、それほど大きな圧縮強度の違いは認められなかった。したがって、低発熱セメントを使用した場合であっても、強度発現が大幅に遅延するような傾向はないといえる。

4. あとがき

本研究の結果、普通セメントにフライアッシュを混和した高流動コンクリートであっても、フライアッシュの置き換え率を適切に選定することにより、普通コンクリートと同程度の終局断熱温度上昇量とすることができると分かった。また、低発熱セメントを使用することによりさらに終局断熱温度上昇量を小さくすることができ、マシブなコンクリート構造物へ適した高流動コンクリートの配合を得ることができた。

《参考文献》

- [1] 山下、渡部、舟橋、中島：高流動コンクリートの発熱特性に関する研究、超流動コンクリートに関するシンポジウム論文集、日本コンクリート工学協会、1994.5.17

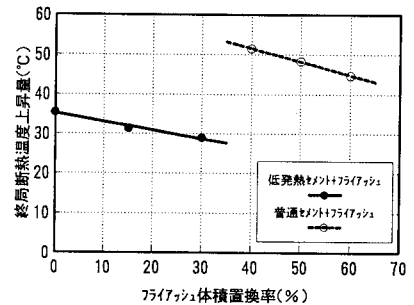


図-3 フライアッシュの置き換え率と終局断熱温度上昇量の関係

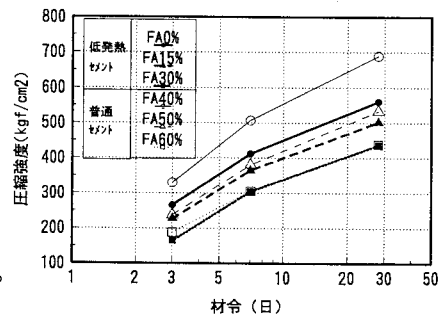


図-4 圧縮強度の発現性状