

(V-21) 石灰石微粉末を用いた高流動コンクリートの水和発熱特性に関する考察

五洋建設(株) 技術研究所 正会員 藤原 敏弘

五洋建設(株) 技術研究所 正会員 井戸 勇二

1. まえがき

高流動コンクリートは多量の粉体を用いるために水和発熱量が大きくなり、温度応力によって生じるひび割れが問題となる場合が多い。そこで、水和発熱の低減効果が期待できる石灰石微粉末を混和材として使用することが注目されている。本報告では石灰石微粉末の添加量および粉末度の違いが高流動コンクリートの水和発熱特性および圧縮強度発現特性に与える影響を把握することを目的とし、石灰石微粉末添加量と粉末度が異なる石灰石微粉末を添加した高流動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実施した。

2. 使用材料および試験器具

使用した材料の一覧を表-1 に、石灰石微粉末の化学組成を表-2 に示す。なお、試料の練混ぜは容量 50 リットルのパンミル型ミキサーを使用し、断熱温度上昇量の測定は空気循環式の試験器を用いた。

3. 配合

試験に用いた高流動コンクリートの配合を表-3 に示す。また、表-4 に示すフレッシュ性状を満たすために要した各配合の混和剤添加量は表-3 に示す値となった。高性能 AE 減水剤添加量は石灰石微粉末添加量の増加に伴って減少し、石灰石微粉末の粉末度の増加に伴って増加した。なお、コンクリートの打設温度は、全て 20℃である。

4. 試験結果および考察

4.1 断熱温度上昇試験

各配合の断熱温度上昇量と材齢の関係を図-1 に示す。図-1 中に示される断熱温度上昇曲線を、式(1)¹⁾で近似した結果を表-5 に示す。

$$Q = Q_{\infty}[1 - \exp\{-\alpha(t - t_0)\}] \quad \cdots(1)$$

ここで、 Q_{∞} は終局断熱温度上昇量、 α は発熱速度係数、 t_0 は遅延時間である。

表-5 では単位セメント量が減少すると発熱速度係数が小さくなる傾向が見られ、終局断熱温度上昇量も低下した。また、初期発熱の遅延が見られるのは高性能 AE 減水剤の使用による影響と考えられ、高性能 AE 減水剤添加量が増加するのに伴って遅延時間も増加した。石灰石微粉末添加量が異なる配合 No.1、No.2、No.4、No.6 の終局断熱温度上昇量と単位セメント量の関係を図-2 に示す。図中の直線は試験結果を直線回帰したものであるが、石灰石微粉末混入率にかかわらず、相関係数は 0.98 となった。また、今回の試験結果は、土木学会の標準示方書に基づく単位セメント量による算定値よ

表-1 使用材料

名称	記号	種類	備考
水	W	上水	比重1.00
セメント	C	普通 ポルトランドセメント	比重3.16 粉末度3260cm ² /g
混和材	Ls	石灰石微粉末	比重2.71
細骨材	S	山砂：砕砂 =50:50	山砂：表乾比重2.57, 吸水率1.31 砕砂：表乾比重2.62, 吸水率1.98
粗骨材	G	砕石	表乾比重2.69, 吸水率0.84
混和剤	SP	高性能 AE減水剤	比重1.05 アリカールン酸エーテル系

表-2 化学組成

強熱減量(%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
42.6	0.0	0.0	0.1	46.6	0.7	0.2

表-3 配合

配合 No.	石灰石微粉末		水粉体比 W/P(%)	s/m (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					SP	AE剤
	混入率 (%)	粉末度 (cm ² /g)				W	C	Ls	S	G		
1	0		30	45	49.6	175	584	0			1.70	0.05
2	20	4700				172	460	115			1.25	0.03
3	35	3500									1.15	
4	35	4700				170	369	199	765	806	1.20	0.002
5	35	8900									1.25	
6	50	4700				168	280	280			1.05	

表-4 規定値

試験項目	規格値
スランプフロー	65±5cm
V65ロート流下時間	20秒以下
U1充填高さ	300mm以上
空気量	4.5±1.0%

表-5 熱物性の近似値

配合No.	Q _∞ (℃)	α	t ₀ (日)
1	63	2.76	0.553
2	56	2.74	0.495
3	49	2.71	0.428
4	47	1.86	0.374
5	48	2.36	0.492
6	39	1.51	0.343

キーワード：石灰石微粉末、高流動コンクリート、断熱温度上昇試験、圧縮強度試験

連絡先：〒329-2746 栃木県那須郡西那須野町四区町 1534-1 TEL0287-39-2111 FAX0287-39-2132

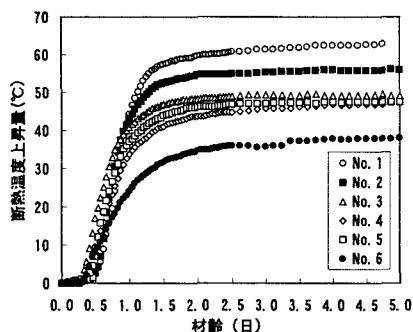


図-1 断熱温度上昇曲線

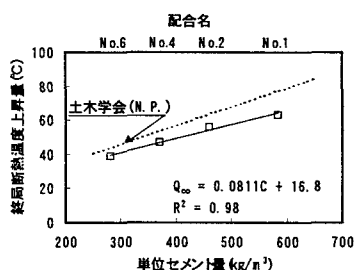


図-2 終局断熱温度上昇量と単位セメント量の関係

り、同一の単位セメント量に対する終局断熱温度上昇量は小さくなった。

石灰石微粉末の粉末度が異なる配合 No.3、No.4、No.5 から得た終局断熱温度上昇量の各配合間における差は最大 2℃であり、石灰石微粉末の粉末度が終局断熱温度上昇量に与える影

響は少ないといえる。また、発熱速度係数および遅延時間は配合 No.2 で若干小さい値となったが、断熱温度上昇曲線の形状がほぼ同様であることから石灰石微粉末の粉末度の相違による影響は小さいと思われる。

4.2 圧縮強度試験

石灰石微粉末の添加量が異なる配合 No.1、No.2、No.4、No.6 の圧縮強度試験結果を図-3 に示す。圧縮強度は石灰石微粉末添加量が増加するのに伴って減少した。

石灰石微粉末の粉末度が異なる配合 No.3、No.4、No.5 の圧縮強度試験結果を図-4 に示す。配合 No.4 の圧縮強度値が他の配合と比較して大きくなったが、石灰石微粉末の粉末度の相違が圧縮強度に与える影響は小さいと思われる。

各試料の材齢 7 日の圧縮強度に対する材齢 28 日の圧縮強度を比較した圧縮強度増加比 (σ_{28}/σ_7) を図-5 に示す。最大 0.07 程度のばらつきが見られるが、石灰石微粉末混入の配合 No.1 と比較してその他の試料の圧縮強度増加比はほとんど差がない結果となった。

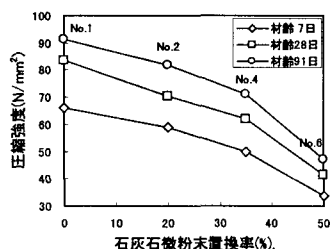


図-3 添加量と圧縮強度の関係

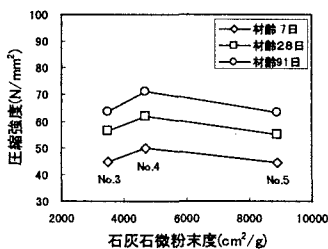


図-4 粉末度と圧縮強度の関係

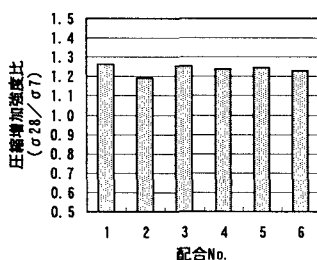


図-5 圧縮強度増加比

5. あとがき

添加量または粉末度が異なる石灰石微粉末を用いた高流動コンクリートの断熱温度上昇量および圧縮強度の測定結果より、以下の所見を得た。

- (1) 終局断熱温度上昇量は単位セメント量の増加とともに直線的に増加し、石灰石微粉末の添加量が終局断熱温度上昇量に与える影響はほとんど見られない。
- (2) 石灰石微粉末の粉末度の相違が高流動コンクリートの発熱速度および終局断熱温度上昇量に与える影響は小さい。
- (3) 石灰石微粉末の添加量および粉末度の相違が高流動コンクリートの圧縮強度に与える影響は小さい。

【参考文献】

- 1) (社) 日本コンクリート工学協会、マスコンクリートの温度応力研究委員会、pp.4～5、1985