

石灰石微粉末を混入した高流動コンクリートの強度及び発熱特性

福島高専 学生員 ○安齋 勝
 福島高専 学生員 斉藤 慶一郎
 福島高専 正会員 緑川 猛彦

1. はじめに

流動性と材料分離抵抗性を合せ持ち、充填性に優れた高流動コンクリートの適用が進められている。それにとともに、高流動コンクリートの発熱量の低減や圧縮強度の抑制を目的として、石灰石微粉末を使用する事例が増加している。現在までに石灰石微粉末を混和材として用いた高流動コンクリートの発熱特性や圧縮強度に関しての研究が多数報告されている¹⁾が、フレッシュ性状を統一した条件下での報告は少ないと見受けられる。

本研究は、フレッシュ性状を等しくした粉体系および併用系高流動コンクリートのセメントの一部を石灰石微粉末で置換し、発熱特性および圧縮強度に及ぼす石灰石微粉末や増粘剤の影響を検討したものである。

2. 実験概要

高流動コンクリートに用いた材料は、中庸熟ポルトランドセメント（密度3.22、比表面積3330cm²/g）、石灰石微粉末（密度2.70、比表面積4774cm²/g）、細骨材（川砂、比重2.57、吸水率1.8%、F.M.2.48）、粗骨材（碎石、比重2.75、吸水率0.5%、F.M.7.26、G_{max}=20mm）である。混和剤はポリカルボン酸系高性能減水剤および増粘剤（ウェランガム）を用いた。配合は、s/a=40%、G/Glim=50%とした。

コンクリートの練り混ぜは、二軸強制練りミキサーを使用し、各材料を一括投入後練混ぜ2分間、ミキサー内静置5分間、再度練混ぜ30秒後排出とした。その後、スランプフロー試験（65±5cm）、V漏斗試験（10±3秒）およびキッチンペーパーによる材料分離試験（3.0g以下）を実施し、規定のコンクリートができるまで水粉体比および高性能減水剤添加量を調整し繰返し行った。完成したコンクリートの配合を表-1に示す。

コンクリート完成後、40cm×40cm×40cmの発泡スチロール製型枠内にコンクリートを打設し、発熱温度上昇試験を行った。また、同じコンクリートについて28日水中養生後圧縮強度試験を行った。

3. 実験結果および考察

図-1に粉体系高流動コンクリートの発熱温度の結果を示す。セメント単味であるMPC10は最も発熱量が大きく、ピーク時の温度が約100℃に達した。一方、石灰石微粉末混合率が2:8であるMPC02は、セメント量が少ないため最高温度は約35℃に留まった。また、各配合でのピーク温度はほぼ比例関係にあることが分かった。

図-2に併用系高流動コンクリートの発熱温度の結果を示す。粉体系と同様に、セメント量の多いWPC10はピーク時の温度が最も高く約85℃となり、石灰石微粉末置換率が2:8であるWPC02は、セメント量が少ないためピーク時の温度が約27℃と最も低くなった。また、WPC00はセメントを全く使用せず、石灰石微粉末だけを使用したものであるが、温度は上昇せず室温のまま一定であった。ピークに達するまでに要した時間は、

表-1 コンクリートの配合およびフレッシュ性状

名 称	混合比	w/p (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)						フロー値	V漏斗	K.P.	
				W	C	LS	S	G	SP(%)	WG(%)	(cm)	(sec)	付着量(g)
MPC10	10:0	90.0	47.6	195.4	696.6	0	706.5	777.6	1.40	-	62.5	9.0	2.5
MPC08	8:2	92.8		198.4	549.2	115.5			1.00	-	64.0	8.4	3.0
MPC06	6:4	90.0		195.3	418.0	234.4			0.85	-	60.5	8.0	3.1
MPC04	4:6	80.0		183.3	294.1	371.1			1.00	-	69.5	11.2	2.7
MPC02	2:8	81.0		157.4	146.3	492.1			0.85	-	68.0	8.6	2.9
WPC10	10:0	98.0		204.0	668.5	0			1.90	0.05	67.5	11.3	2.2
WPC08	8:2	93.0		198.7	548.7	115.4			1.40	0.05	67.5	13.1	3.0
WPC06	6:4	90.0		195.3	418.0	234.4			1.20	0.05	67.5	13.4	2.4
WPC04	4:6	87.0		191.8	283.1	357.2			1.20	0.05	67.5	12.3	2.7
WPC02	2:8	85.0		189.4	143.1	484.4			1.00	0.05	66.0	10.7	2.7
WPC00	0:10	83.0		187.0	0	608.4			0.90	0.05	64.3	9.7	1.5

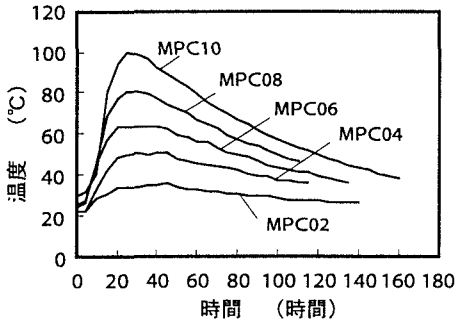


図-1 粉体系高流動コンクリートの発熱温度

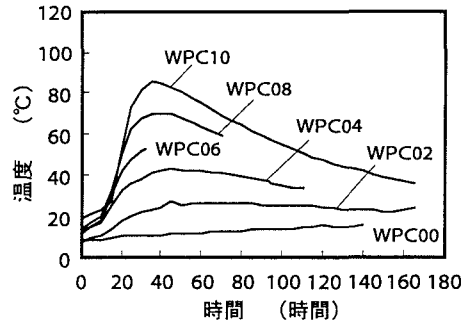


図-2 併用系高流動コンクリートの発熱温度

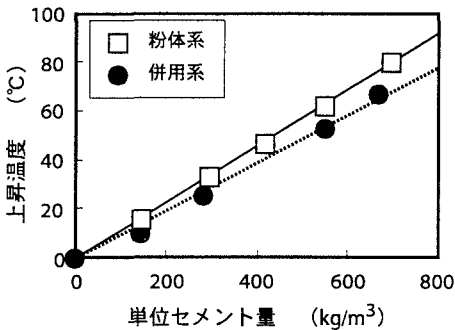


図-3 セメント量と上昇温度の関係

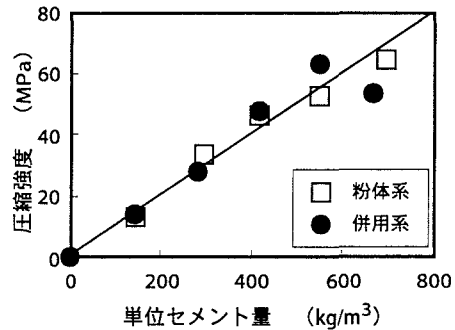


図-4 セメント量と圧縮強度の関係

ピーク温度が高いコンクリートが最も少なくなる傾向を示したが、全体的には併用系高流動コンクリートの場合、温度上昇速度が小さい傾向を示した。

コンクリートのピーク温度から室温を差し引いた上昇温度と単位セメント量との関係を図-3に示す。本実験においてはコンクリートのフレッシュ性状を統一したため、水粉体比や減水剤添加率などかなり変動しているが、粉体系および併用系とも温度上昇量はセメント量に比例することが明らかになった。また、併用系の場合粉体系に比較して若干温度上昇量が低くなる傾向を示した。

図-4に単位セメント量と圧縮強度の関係を示す。コンクリートの圧縮強度は、粉体系および併用系とも単位セメント量に比例して増加する傾向を示している。若干の石灰石微粉末の混入は練混ぜ効率上げるため、圧縮強度が大きくなるとの報告もある²⁾が、本実験の場合この現象は見られなかった。また、圧縮強度に関しては粉体系、併用系の違いはほとんど見られなかった。

4. まとめ

石灰石微粉末の混入が高流動コンクリートの発熱温度や圧縮強度に及ぼす影響を検討するため、広範囲の混入率における実験を行った。本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 発熱温度上昇量は、セメント量0%から100%の間において、単位セメント量と比例関係にある。また、併用系高流動コンクリートの場合粉体系に比較して若干発熱温度上昇量が小さくなる傾向を示した。
- (2) 高流動コンクリートの圧縮強度は、コンクリートのタイプに関わらず、セメント量0%から100%の間において、単位セメント量と比例関係にある。

【参考文献】

- 1) 植松 敬治、岸 利治：セメントの水和発熱過程に及ぼす石灰石微粉末の影響、土木学会第52回年次学術講演会講演概要集、pp.180-181、1997
- 2) 青木 茂他：各種鉱物質微粉末を用いた低発熱超高強度連壁コンクリートに関する基礎研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.15、No.1、1993