

V-34

高炉スラグ微粉末およびシリカフュームを用いたモルタルの発熱特性

北海道開発局 開発土木研究所

正会員 渡辺 宏

北海道開発局 開発土木研究所

正会員 堺 孝司

1. まえがき 著者らは、コンクリートを低発熱・高強度化するために低発熱タイプのセメントに粉末度が大きい高炉スラグ微粉末(以下、スラグと略称)を用いたコンクリートに関する研究を行ってきた[1]。

本研究は、中庸熱ポルトランドセメントおよび低熱ポルトランドセメントにスラグおよびシリカフュームを用いたモルタルの簡易断熱温度上昇試験により、その発熱特性について検討を行ったものである。

2. 実験概要 セメントの鉱物組成を表-1に示す。セメントは、粉末度が $3,210\text{cm}^2/\text{g}$ の中庸熱ポルトランドセメントおよび粉末度が $3,240\text{cm}^2/\text{g}$ の低熱ポルトランドセメントを用いた。スラグは、粉末度が $8,690$ および $16,120\text{cm}^2/\text{g}$ のものを用いた。石膏は二水石膏を用い、 SO_3 で4%添加した。骨材は、苫小牧市樽前産の海砂(比重2.79、吸水率0.91%、FM2.74)と、小樽市見晴産の碎石($G_{\text{max}} 25\text{mm}$ 、比重2.67、吸水率1.86%)を用いた。高性能AE減水剤は芳香族アミノスルホン酸系高分子化合物を主成分とするものを使用した。また、空気量調整のためにAE助剤を用いた。モルタルの練混ぜは、容量20ℓのモルタルミキサーを用い、練り混ぜ時間は全材料投入後低速(自転回転数:160rpm)および高速(自転回転数:216rpm)とも3分とした。モルタルの配合は、目標スランプおよび目標空気量をそれぞれ $8\pm 1\text{cm}$ および 3.5

$\pm 1\%$ とした表-2に示すコンクリートの配合から粗骨材を除いたものとした。モルタルの練り混ぜ温度は 20°C とした。モルタル簡易断熱上昇試験は、図-1に示すように、断熱材で囲った $\phi 22\times 20\text{cm}$ の容器にモルタル入れ、その中心に埋設した白金測温抵抗体・精密温度計(精度: 0.01°C)を用いて行った。

3. 実験結果および考察 図-2に、モルタルの簡易断熱温度上昇試験結果を示す。シリカフュームの置換率が10%の場合、スラグ粉末度が大きくなると温度上昇量は大きくなり、低熱ポルトランドセメントを用いた場合の方が中庸熱ポルトランドセメントを用いた場合よりも小さくなった。シリカフュームを用いない場合の温度上昇量は、シリカフューム置換率が10%の場合よりも遅れて大きくなったが、最大温度上昇量は両者ともほぼ同じものとなった。これは、シリカフュームのポゾランとしての効果がスラグより早く現われることを意味する。

温度上昇量を微分して求めた温度上昇速度の経時変化を図-3に示す。シリカフューム置換率が10%の場合、中庸熱ポルトランドセメントを用いた場合の温度上昇速度のピークまでの時間は粉末度の大きいスラグを用いた方が早くなり、ピーク高さも大きくなった。低熱ポルトランドセメントを用いた場合の温度上昇速度のピークまでの時間

表-1 セメントの鉱物組成

セメントの種類	鉱物組成(%)			
	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF
中庸熱ポルト	43	34	5	11
低熱ポルト	28	51	3	11

表-2 コンクリートの配合

配合記号	セメントの種類	スラグ粉末度(cm^2/g)	スラグ置換率(%)	シリカフューム置換率(%)	SP添加率(%)	単位量(kg/m^3)					
						水W	結合材B	細骨材S	粗骨材G	SP(kg)	AE(mℓ)
M80	中庸熱	8,690	50	10	2.2	108	360	812	1171	7.92	43.2
M8		16,120				108	360	809	1166	7.92	36.0
M16	低熱	8,690			2.8	109	363	806	1163	10.16	72.6
L8		16,120				109	363	806	1166	7.99	36.3
L16					2.8	108	360	809	1166	10.08	72.0

水結合材比:30%, 石膏添加率:4%, 1) 高性能AE減水剤, 2) AE助剤

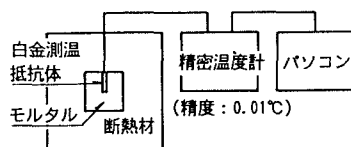


図-1 モルタル簡易断熱試験装置

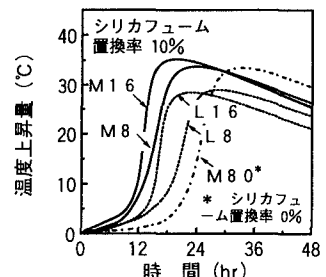


図-2 温度上昇特性

は、中庸熱
ポルトラン
ドセメント
を用いた場
合よりも遅
くなり、ピーク高さは、
スラグ粉末
度が8,690c

m²/gの場合では両セメントともほぼ同じであ
ったが、スラグ粉末度が16,120cm²/gの場合
では低熱ポルトランドセメントの方が小さく
なった。スラグ粉末度が8,690cm²/gの場合、
シリカフュームを用いない場合の温度上昇速
度のピークまでの時間は、シリカフューム置
換率が10%の場合よりも大きく遅れたが、ピーク高はシリカフュームを用いない場合とほ
ぼ同じとなった。温度上昇速度の平均ピーク
時間および平均ピーク高さをそれぞれ整
理すると図-4および図-5に示すようになる。

図-6は、低熱ポルトランドセメントと
粉末度が8,690cm²/gのスラグを用いた
場合と、中庸熱ポルトランドセメントと
粉末度が16,120cm²/gのスラグを用いた
場合の温度上昇速度の変化を拡大して示
したものである。後者の場合、温度上昇
速度は分単位で著しく変化しており、激
しい水和反応が起きていることがわかる。

これらの結果から、粉末度が大きいスラグ
を用いることにより初期の水和の開始時間を
早めるとともに、激しい水和により発熱を大
きくすること、およびスラグの一部をシリカ
フュームに置換することにより初期の水和を
促進させるが水和による発熱は置換しない場
合とほぼ同じであることがわかった。また、
精密温度計を用いた簡易温度上昇試験は、モ
ルタルの発熱特性を調べる上で有効である
と思われる。

【参考文献】

1) 渡辺宏・堺孝司：高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの断熱条件下における強度発現性、土木学会第49回年次学術講演会V、pp.386-387、1994.9

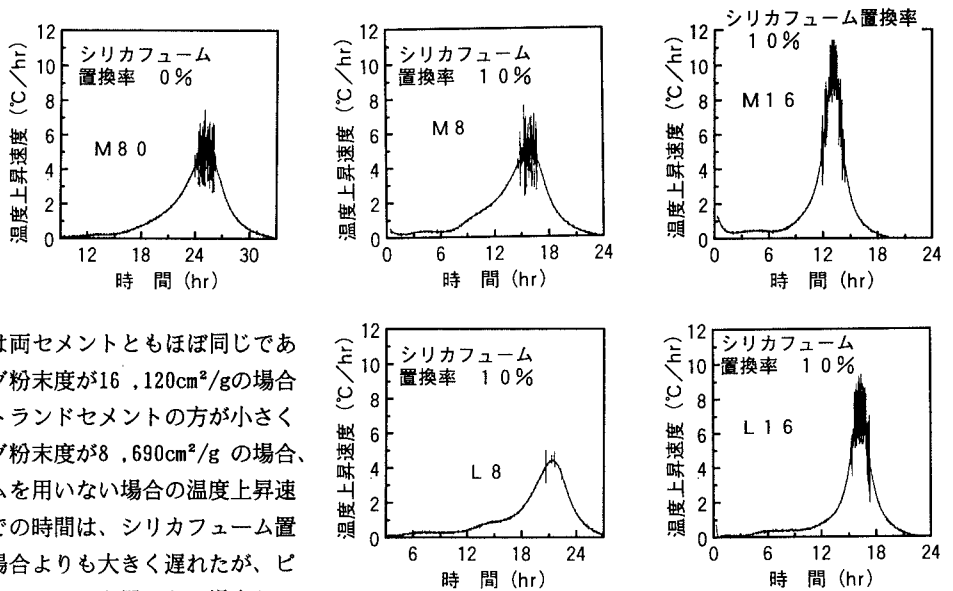


図-3 温度上昇速度

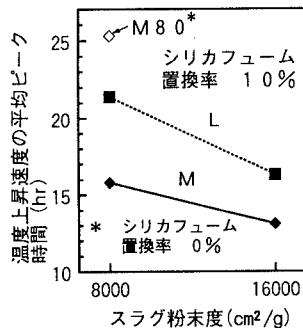


図-4 温度上昇速度の平均ピーク時間

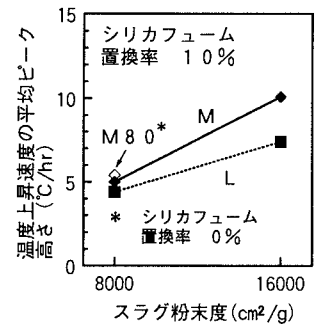


図-5 温度上昇速度の平均ピーク高さ

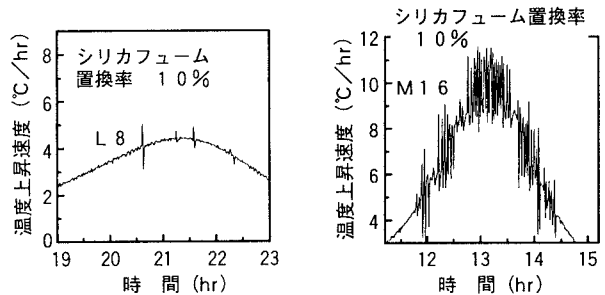


図-6 温度上昇速度（拡大図）