

各種セメントを用いたコンクリートの自己収縮および断熱温度上昇量

足利工業大学	学生員	○大澤 友宏
足利工業大学	非会員	河野 学
足利工業大学	正会員	宮澤 伸吾
坂入建設(株)	非会員	佐々木宏行

1. はじめに

マスコンクリートのひび割れは、セメントの水和熱による温度収縮ばかりでなくセメントの水和に伴う自己収縮に起因する場合が少なくない。ここでは、各種セメントを用いたコンクリートの自己収縮および発熱特性についての基礎データを得ることを目的として行った実験結果について報告する。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究で使用した材料を表 - 1 に示す。

2.2 配合

コンクリートの配合を表 - 2 に示す。各種セメントにおいて水セメント比(W/C)を40%とした。

2.3 試験方法

コンクリートの自己収縮ひずみの測定は、100×100×400mmの角柱供試体を使用し、温度20±2においてJCI自己収縮委員会の提案した試験方法¹⁾により行った。

断熱温度上昇量試験では、600×600×600mm(内寸法200×200×200mm)の発泡スチロールを保温型枠として用いた簡易な断熱温度上昇試験(簡易断熱)から断熱温度上昇特性の推定を行った。試験環境温度は20±2とした。簡易断熱の試験結果から式(1)²⁾を用い断熱温度上昇量を推定した。

$$\rho c V \dot{T} - Sh\theta = \rho c V \dot{\theta} \quad (1)$$

ここに、 ρ 、 c ：コンクリートの密度、比熱

h ：保温型枠の熱伝達率

V 、 S ：供試体の体積、表面積

θ ：供試体温度と環境温度の差

T ：断熱状態の温度

(ドットは $\dot{}$)時間微分を表す)

式(1)から断熱状態の温度を算出するには、保温型枠の熱伝達率が必要である。そこで普通セメントを用いたコンクリートでは簡易断熱および断熱温度

表 - 1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント(N)(密度3.16g/cm ³) 高炉セメントB種(BB)(密度3.07g/cm ³) 低熱ポルトランドセメント(L)(3.22g/cm ³)
細骨材	鬼怒川産川砂 密度2.59g/cm ³ 、吸水率2.35%、粗粒率2.70
粗骨材	葛生町産碎石、最大寸法20mm 密度2.64g/cm ³ 、吸水率0.52%、粗粒率6.81
混和剤	リグニン系AE減水剤(Ad)

表 - 2 コンクリートの配合

セメントの種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				Ad (C×%)
			W	C	S	G	
N	40	43.1	170	425	721	970	0.45
BB	40	43.1	170	425	716	964	0.45
L	40	43.1	170	425	723	973	0.45

表 - 3 式(1)に用いた値

パラメータ	値
密度	2450 (kg/m ³)
比熱	1.05 (kJ/kg)
体積	0.008 (m ³)
表面積	0.240 (m ²)

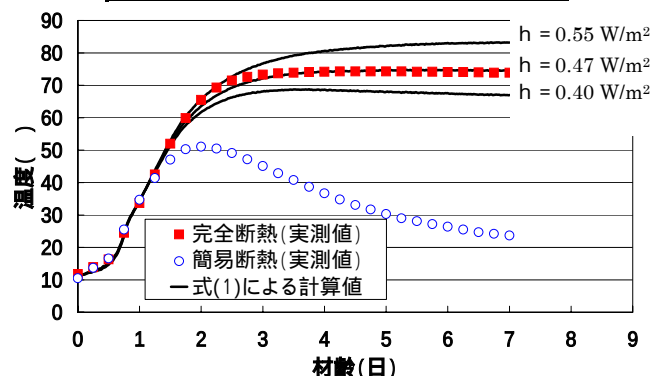


図 - 1 簡易断熱試験における熱伝達率の予測

Keywords：マスコンクリート、自己収縮、断熱温度上昇量

連絡先：〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1 足利工業大学 TEL:0284-62-0605 E-mail:smiyazaw@ashitech.ac.jp

上昇試験装置（空気循環方式、容量 4.75ℓ）による試験を行い、その結果から最も適切な熱伝達率を求め 0.47 (W/m²) とした（図 - 1）。以上のようにして求めた断熱温度上昇量を式（3）³⁾により近似温度上昇速度係数 r および s を算出した。

$$Q(t) = Q_{\infty}(1 - \exp(-rt^s)) \quad (2)$$

ここで、 $Q(t)$ ：材齢 t 日における断熱温度上昇量
 Q_{∞} 、 r 、 s ：実験定数

3. 試験結果および考察

図 - 2 に 3 種類のセメントの自己収縮ひずみの経時変化を示す。普通セメントに比べ低熱セメントを使用した場合、自己収縮が小さくなる傾向が認められた。また低熱セメントは材齢 1 日まで膨張する傾向が認められた。高炉セメント B 種を使用した場合には材齢 3 日以降自己収縮ひずみが大きくなる結果が得られた。

簡易断熱による試験結果から推定した断熱温度上昇量および式（2）による近似値を図 - 3 に示す。表 - 4 に各配合による終局温度上昇量 Q_{∞} および温度上昇速度係数 r および s を求めた結果を示した。各種セメントにおける断熱温度上昇量を同水セメント比で比較すると普通セメントが最も高くなり続いて高炉 B 種となり低熱が最も低くなる結果が得られた。

圧縮強度試験の結果を図 - 4 に示す。材齢 7 日では普通セメントに比べ他のセメントは弱く、低熱は半分程度であるが、材齢 28 日ではいずれのセメントにおいても普通セメントとほぼ同程度の圧縮強度を有している。

4. まとめ

高炉セメント B 種は、普通セメントに比べて断熱温度上昇量は低いが自己収縮は大きくなっている。マスコンクリートは高炉セメント B 種が多く使用されていることから、今後自己収縮が小さいセメントに改良することが望まれる。

【参考文献】1) (社) 日本コンクリート工学協会、自己収縮委員会報告書、pp.51～54、2002 2) 葛西康幸、河野広隆、渡辺博志：簡易な断熱試験による高強度コンクリートの断熱温度上昇特性の推定に関する検討、土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集、V-584、pp.1167～1168、2002 3) 鈴木康範、原田修輔、前川宏一、辻幸和：新試験装置によるコンクリートの断熱温度上昇量の定量化、土木学会論文集、第 396 号 / V-9、pp.109～117、1988

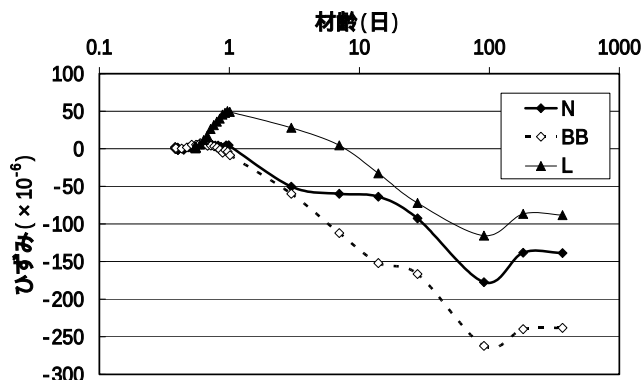


図 - 2 自己収縮試験結果

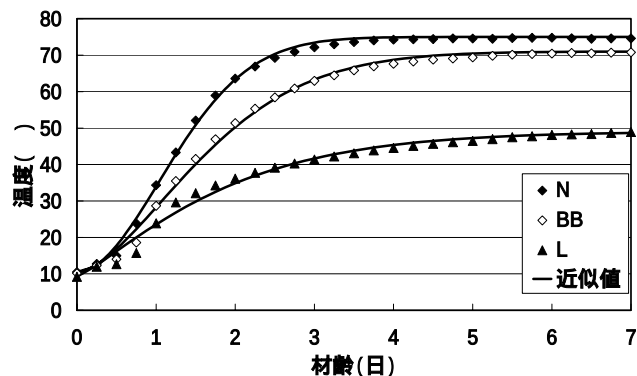


図 - 3 断熱温度上昇量試験結果

表 - 4 Q_{∞} 、 r および s の推定結果

セメントの種類	Q_{∞}	r	s
N	64.5	0.451	1.92
BB	60.8	0.352	1.61
L	39.8	0.447	1.21

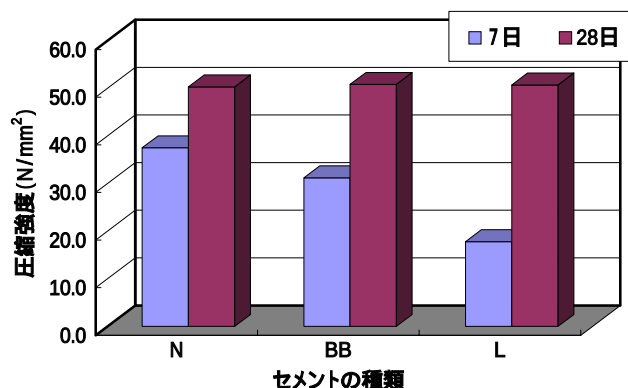


図 - 4 圧縮強度試験結果