

## 高炉セメントの自己収縮および断熱温度上昇量に関する実験的検討

足利工業大学 学生員 大澤 友宏  
 足利工業大学 正会員 宮澤 伸吾  
 (株)デイ・シイ 廣島 明男  
 (株)デイ・シイ 鯉淵 清

### 1. はじめに

マスコンクリートに高炉セメント B 種を用いた場合に自己収縮が大きくなり、これがひび割れの発生に影響を及ぼすと考えられる事例が報告されている。そこで本研究では、高炉スラグの置換率、比表面積および SO<sub>3</sub> 量が高炉セメント B 種の自己収縮および断熱温度上昇量に及ぼす影響について実験により検討した。

### 2. 使用材料および配合

本研究で使用した材料を表 1 に示す。比表面積の異なる 3 種類の高炉スラグおよび無水石膏を市販の普通ポルトランドセメントに混合し、7 種類の高炉セメント B 種を試作した。高炉スラグの置換率、比表面積および SO<sub>3</sub> 量を高炉セメント B 種の JIS 規格の範囲内で変化させた。ここで BF 置換率は 40、50 および 60%、BF 比表面積は 2880cm<sup>2</sup>/g、3870 cm<sup>2</sup>/g、4650 cm<sup>2</sup>/g、CaSO<sub>4</sub> 添加率は SO<sub>3</sub> 量に換算し 1、2 および 4 % とした。なお、BF2880 は BF1400 および BF3900 を混合することにより作製した。また、比較用として市販の普通ポルトランドセメント (N)、高炉セメント B 種 (BB) および低熱ポルトランドセメント (L) を使用した。本研究で用いたコンクリートの配合を表 2 に示す。

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 <sup>3</sup> ) 高炉セメントB種(BB)(密度3.07g/cm <sup>3</sup> ) 低熱ポルトランドセメント(L)(3.22g/cm <sup>3</sup> )
高炉スラグ粉末	BF1400 (比表面積1390cm <sup>2</sup> /g、密度2.97g/cm <sup>3</sup> ) BF3900 (比表面積3870cm <sup>2</sup> /g、密度2.92g/cm <sup>3</sup> ) BF4700 (比表面積4650cm <sup>2</sup> /g、密度2.92g/cm <sup>3</sup> )
石膏	無水石膏(密度2.91g/cm <sup>3</sup> )
細骨材	鬼怒川産川砂 密度2.59g/cm <sup>3</sup> 、吸水率2.35%、粗粒率2.70
粗骨材	葛生町産砕石、最大寸法20mm 密度2.64g/cm <sup>3</sup> 、吸水率0.52%、粗粒率6.81
混和剤	リゲニン系AE減水剤(Ad)

表 2 コンクリートの配合

	W/B (%)	BF/B (%)	SO <sub>3</sub> (%)	BF比表面積(cm <sup>2</sup> /g)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						
						W	C	BF	CaSO <sub>4</sub>	S	G	Ad (B×%)
N	40	0	0	----	43.1	170	425	0	0	721	970	0.45
BB	40	0	0	----	43.1	170	425	0	0	716	964	0.45
L	40	0	0	----	43.1	170	425	0	0	723	973	0.45
試作BB	40	50	1	2880	43.1	170	213	213	0	715	962	0.45
試作BB	40	50	2	2880	43.1	170	205	213	7.5	715	962	0.45
試作BB	40	40	4	2880	43.1	170	234	170	21.0	715	963	0.45
試作BB	40	50	4	2880	43.1	170	190	213	22.4	714	961	0.45
試作BB	40	60	4	2880	43.1	170	146	255	23.9	713	960	0.45
試作BB	40	50	4	3900	43.1	170	190	213	22.4	714	961	0.45
試作BB	40	50	4	4700	43.1	170	190	213	22.4	714	961	0.45

### 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<sup>1)</sup>により行った。

断熱温度上昇量試験では、供試体寸法を 200 × 200 × 200mm とし、厚さ 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<sup>2)</sup>。

### 4. 試験結果および考察

#### 4.1 自己収縮ひずみの測定結果

コンクリートの自己収縮ひずみの測定結果を図 1、図 2、図 3 に示す。市販セメントのみで比較すると N に比べ市販 BB は自己収縮ひずみが大きくなる傾向が見られ、L の場合は小さくなる傾向が見られた。図 1 より BF 比表面積が小さくなるほど自己収縮ひずみが小さくなる傾向が見られた。図 2 より BF 置換率が高くなるにつれて自己収縮ひずみが小さくなっている。また、凝結始発～材齢 3 日までは BF 置換率が高いほど膨張

Keywords：高炉セメント、比表面積、置換率、無水石膏、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

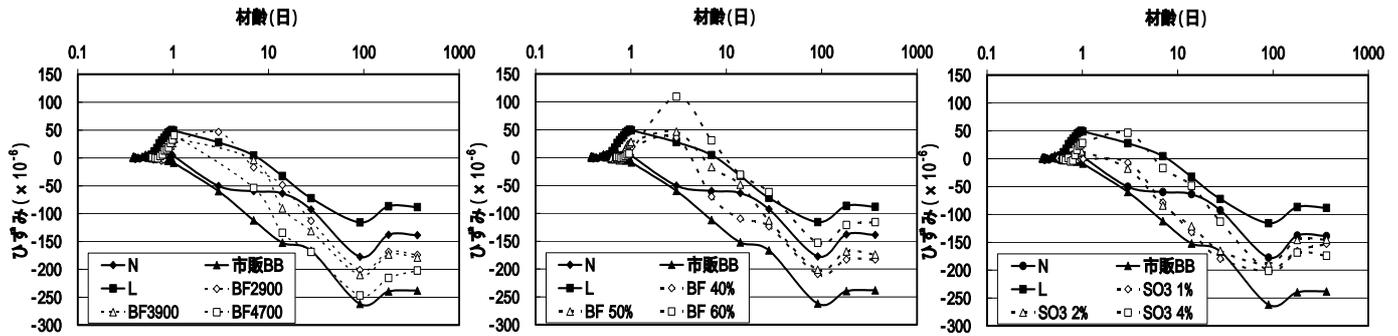


図1 BF 比表面積が自己収縮ひずみに及ぼす影響 (BF 置換率 50%、SO<sub>3</sub> 4%)      図2 BF 置換率が自己収縮ひずみに及ぼす影響 (BF 比表面積 2900cm<sup>2</sup>/g、SO<sub>3</sub> 4%)      図3 SO<sub>3</sub> 量が自己収縮ひずみに及ぼす影響 (BF 比表面積 2900cm<sup>2</sup>/g、BF 置換率 50%)

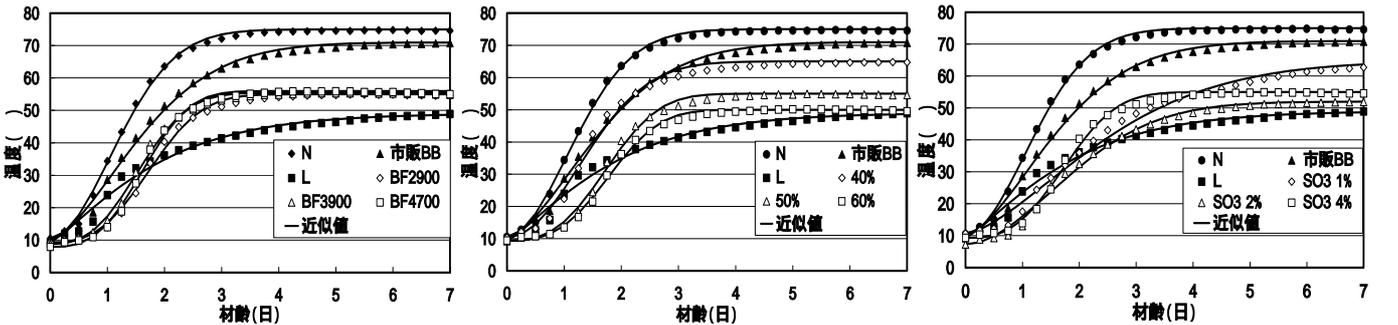


図4 BF 比表面積が断熱温度上昇量に及ぼす影響 (BF 置換率 50%、SO<sub>3</sub> 4%)      図5 BF 置換率が断熱温度上昇量に及ぼす影響 (BF 比表面積 2900cm<sup>2</sup>/g、SO<sub>3</sub> 4%)      図6 SO<sub>3</sub> 量が断熱温度上昇量に及ぼす影響 (BF 比表面積 2900cm<sup>2</sup>/g、BF 置換率 50%)

を示し、材齢3日から収縮している。図3よりSO<sub>3</sub>量が増えるほど自己収縮が小さくなることわかる。SO<sub>3</sub>4%の場合は材齢3日まで膨張を示しており、材齢28日程度までは収縮を低減できる。

#### 4.2 断熱温度上昇量試験結果

コンクリートの断熱温度上昇量試験の結果を図4、図5、図6に示す（近似値は鈴木式<sup>3)</sup>による）。市販セメントのみで比較するとNが最も温度上昇量大きい。市販BBはNに比べ若干温度を抑えることができる。また、LはN、市販BBに比べ大幅に温度上昇を抑えられる。図4よりBF比表面積が断熱温度上昇量に与える影響は少ないといえる。図5よりBF置換率が高くなるほど断熱温度上昇量が低く抑えられる傾向が見られた。BF置換率50%および60%の場合は、市販セメントおよびBF置換率40%に比べ温度上昇が遅い傾向が見られる。また、BF置換率60%においては終局断熱温度上昇量がLとほぼ同程度となった。図6よりSO<sub>3</sub>量が断熱温度上昇量に及ぼす影響については明確な傾向は見られなかった。以上のことから、高炉スラグ置換率を高くすることで温度上昇量を低減できるということがわかった。

#### 5. まとめ

高炉セメントB種の自己収縮および温度上昇量を低減するという観点からは、JIS規格上限の範囲内で、SO<sub>3</sub>量を増やすことと低比表面積の高炉スラグ微粉末を高置換率で混入することが望ましい。今後、強度発現や耐久性について検討する予定である。

#### 【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