

異なる養生温度条件下における高炉セメントコンクリートの自己収縮ひずみ特性

大成建設 土木技術研究所 正会員 ○臼井 達哉
大成建設 土木技術研究所 正会員 宮原 茂禎
大成建設 土木技術研究所 フェロー会員 丸屋 剛
大成建設 土木本部 正会員 大友 健

1. はじめに

従来、比表面積の大きい高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートほど、自己収縮は大きくなると考えられていた。しかし、最近では、同じ高炉セメントコンクリートでも自己収縮の大小が異なるという事例の報告や一般の高炉セメント B 種を用いたコンクリートにおいても、自己収縮が大きく、特に高温履歴を受けた場合にその傾向が顕著になるという報告¹⁾もある。そこで、本研究では、高炉セメントコンクリートを対象とし、コンクリート温度が自己収縮特性に与える影響を把握するために実験的検討を行った。実験には、銘柄の異なる 2 種類の高炉スラグ微粉末を添加したコンクリートを使用し、養生温度を 20℃、40℃、60℃一定条件および温度履歴を与えた自己収縮ひずみを測定した。普通セメントコンクリートとの比較に加えて、高炉スラグ微粉末の種類の影響についても考察した。

2. 実験概要

2. 1 使用材料とコンクリートの配合

セメントは普通ポルトランドセメントを用いた。高炉スラグ微粉末の物性を表-1、図-1 に示す。高炉スラグ微粉末 A、B は、ブレン比表面積はほぼ同一であるが、粒度分布は異なるものである。細骨材は君津産山砂、粗骨材は青梅産碎石を使用した。混和剤は、AE 減水剤標準形 (I 種) を使用し AE 剤によって空気量を調整した。コンクリートの配合は、普通ポルトランドセメントのみを用いた N 配合、高炉スラグ微粉末 A または B を内割で 40% 置換した B(A)、B(B) 配合とし、水結合材比 55%，スランブ 15±2.5cm、空気量 4.5±1.5% と設定した(表-2)。

2. 2 試験方法と養生条件

自己収縮ひずみは、JCI:超流動コンクリート委員会報告書に準拠し、埋込みひずみ計を中心部に設置した 100×100×400mm の供試体を各配合 2 体作成し、測定を行った。コンクリートの硬化原点は、凝結終結時間と同一の有効材齢とし、実測の熱膨張係数²⁾を用いて温度によるひずみの補正を行った。

養生条件は、封かん養生とし、コンクリート温度が自己収縮ひずみ特性に与える影響を把握するために、養生温度は、20℃、40℃、60℃の一定およびマスブロック試験体(450×450×450mm)における中心部のコンクリート温度履歴²⁾(図-2、以下マス養生温度履歴と称する)を与えた 4 ケースとした。養生温度 20℃は、コンクリートの練上り温度を 20℃とし、20℃一定環境下にて養生した。養生温度 40℃は、コンクリートの練上り温度を 35℃とし、40℃一定環境下にて養生した。養生温度 60℃は、コンクリートの練上り温度を 35℃とし、供試体作成後、5 時間後にコンクリート温度が 60℃なるようにコンクリートの温度を上昇させた。その後、60℃一定環境下にて養生を行った。マス養生温度履歴は、コンクリートの練上がり温度を 20℃とし、供試体作成後、マス養生温度履歴を与えた。

キーワード 養生温度、自己収縮ひずみ、高炉セメントコンクリート、温度依存性

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設 技術センター TEL 045-814-7228

表-1 密度とブレン比表面積

高炉スラグ微粉末	密度 [g/cm ³]	ブレン比表面積 [cm ² /g]
A	2.88	4088
B	2.92	4015

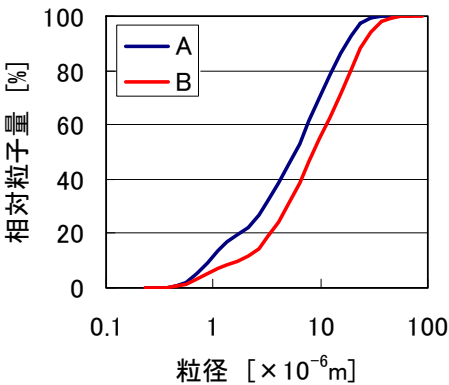


図-1 高炉スラグ微粉末の粒度分布

表-2 コンクリートの配合

配合	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	OPC	BFS	S	G	AE
N	55.0	47.5	166	302	—	870	961	3.02
B(A)		47.5	164	179	119	869	961	2.98
B(B)		47.5	164	179	119	870	962	2.98

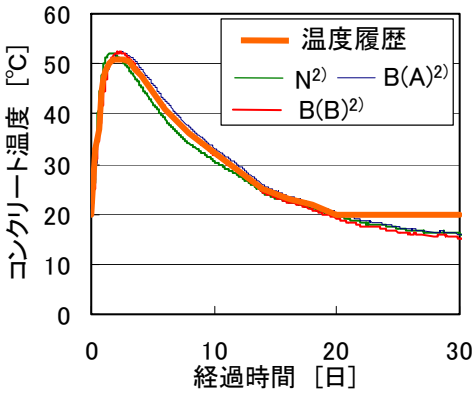


図-2 コンクリートの温度履歴

3. 実験結果

3. 1 マス養生温度履歴下の自己収縮ひずみ

マス養生温度履歴下の自己収縮ひずみの測定結果を図-3に示す。同一の材料を用いてマスブロック試験体により測定した自己収縮ひずみ²⁾をあわせて示す。測定結果から、各配合とも、温度履歴下の自己収縮ひずみは、マスブロック試験体による測定結果を良好に再現できていることがわかる。これは、マスコンクリート内部は、収縮に関して封かん状態相当であること示している。封かん養生下において、任意の温度履歴を与えることにより、マスコンクリート内部の自己収縮ひずみを小型供試体により測定できることが確認された。

3. 2 異なる一定温度条件下の自己収縮ひずみ特性

図-4に20, 40, 60℃養生における自己収縮ひずみを示す。普通セメントコンクリートの20, 40, 60℃養生における自己収縮ひずみは、有効材齢10日時点で、約 $50 \sim 70 \times 10^{-6}$ と養生温度による差が小さく、その後のひずみの経時変化を比較しても同じ変化傾向といえる。また、マス養生温度履歴下の自己収縮ひずみと比較しても大きな差はないことがわかる。つまり、普通セメントコンクリートの自己収縮ひずみは温度依存性が低く、有効材齢による材齢の補正により、自己収縮ひずみを表すことができると考えられる。

次に、高炉セメントコンクリートでは、B(A), B(B)ともに20℃養生と比較し、40℃, 60℃養生の方が、有効材齢12日程度までの自己収縮の進行が速く、収縮ひずみ量も増大している。これは、高炉セメントコンクリートの自己収縮特性は、普通セメントコンクリートと比較し、温度依存性が高いことを示している。続いて、高炉スラグ微粉末の種類の影響に着目する。20℃養生では、B(A), B(B)の自己収縮ひずみは、同等であるが、40℃, 60℃養生では、高炉スラグ微粉末の粒度が細かいB(A)の方が、自己収縮ひずみ量が増大している。マスコンクリート構造物中における自己収縮ひずみを評価する場合、標準である20℃養生における自己収縮ひずみの測定のみでは、コンクリートの収縮量の大小を評価することは難しく、高温条件下における自己収縮ひずみを測定することが必要であることが明らかになった。

4. まとめ

高炉セメントコンクリートの自己収縮ひずみは、温度依存性が高く、高温条件下では、収縮速度および収縮量が大きくなる傾向があることが明らかになった。今後、これらの自己収縮のメカニズムや高炉スラグ微粉末の物性を考慮した自己収縮ひずみの定式化について検討する予定である。

参考文献

- 1) 二戸信和ほか: 高炉セメントの特性を活かす《低発熱・収縮抑制型高炉セメントを用いたコンクリートの性能と実施工》, セメントコンクリート, No.722, pp.10-16, 2007.4
- 2) 臼井達哉ほか: マス養生温度履歴下における高炉セメントコンクリートの自己収縮ひずみと硬化物性, 土木学会第64回年次学術講演会, V-298, pp.593-594, 2009.9

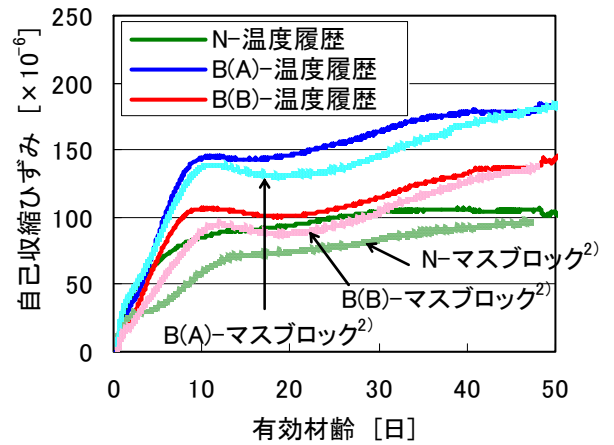


図-3 マス養生温度履歴下のコンクリートの自己収縮ひずみ

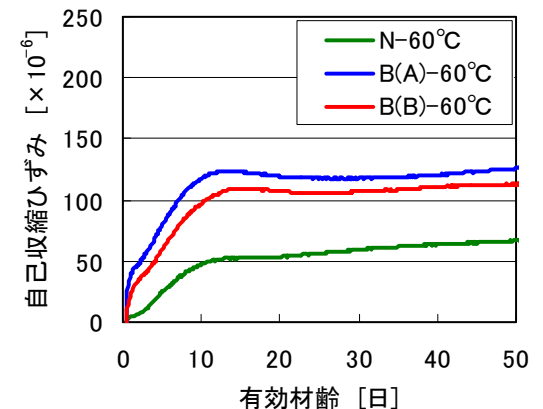
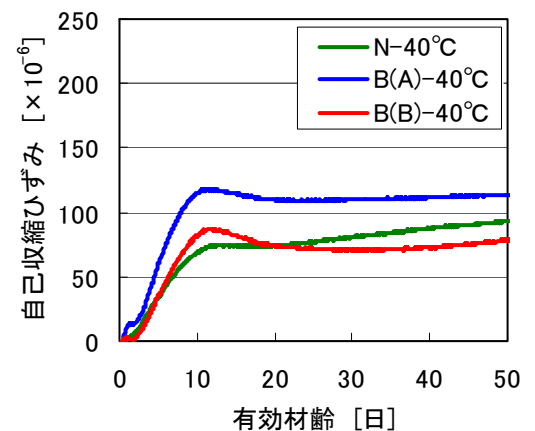
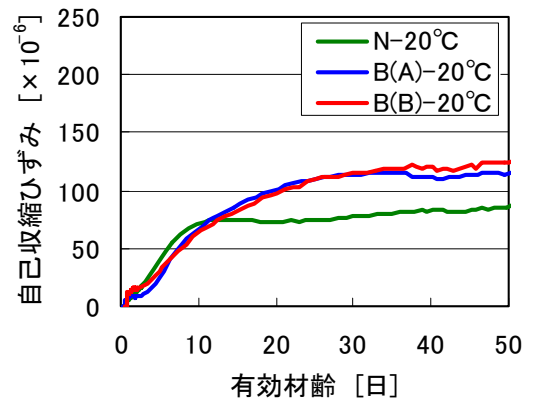


図-4 異なる一定温度条件下の自己収縮ひずみ