

膨張材配合コンクリートの膨張性能におよぼす養生条件の影響に関する研究

東海大学大学院 学生会員 ○杉野 晃汰  
東海大学 正会員 伊達 重之

1. はじめに

高炉スラグ微粉末添加コンクリートは初期の自己収縮に問題があると言われている。その対策として膨張材を添加するケースがある。一般的に養生条件やセメントの種類により膨張材の性能発現が変化することが知られている<sup>2)</sup>。しかし、膨張材の性能発現に及ぼす蒸気養生の影響についての体系的な知見はあまりなく、製品工場では経験則のみで養生条件を変えて行っていることが現状である。そこで、本研究では2種類のセメントと2種類の膨張材を使用し、膨張材を用いたプレキャストコンクリートを模擬した供試体に及ぼす前置き時間の影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び配合条件

使用材料を表-1に示す。本研究では実際のプレキャストコンクリートを想定した普通コンクリート(以下、N)、高炉スラグ配合コンクリート(以下、BB)の圧縮強度、拘束膨張率に及ぼす養生条件の影響について検討した。配合を表-2に示す。各配合のフレッシュ性状時のスランプはN、BB配合ともに18.0±2.5cmとし空気量は4.5±1.5%とした。また、膨張材は国内で主に使用されている2種類を使用し、添加量は石灰系膨張材(以下、CAO)、エトリンガイト系膨張材(以下、ET)ともに30kg/m<sup>3</sup>とした。

2.2 蒸気養生条件

昇温を20°C/hで行い、最高温度は55°Cで3.0h保持した。その後、降温は10°C/hで行い練上りから24時間後の脱型までは20°C、60%RHで気中養生を行った。なお前置き時間は各配合0.5h、1.5h、2.5hの3水準とした。

2.3 試験項目

圧縮強度を確認するためにJIS A 1108に準拠して行った。型枠はφ100×200mmの円柱型枠を使用し、供試体を作製し材齢は1日、14日の2水準とした。

拘束膨張率はJIS A 6202 拘束膨張率B法に準拠し、型枠には100×100×385mmを用いて行った。拘束膨張率試験で使用した拘束器具を図-1に示す。鉄筋に貼り付けたひずみゲージを精度良く測定するため、拘束器具の拘束棒中央位置(上下2箇所)に貼り付け測定を行った。拘束膨張率試験は練上りの30分後から測定を開始し、材齢1日までを10分間隔、2日から14日までを1時間間隔で測定した。

表-1 使用材料

Material	Type		Density (g/cm <sup>3</sup> )
Cement	N	Ordinary Portland cement	3.16
Slag	BFS	Blast furnace slag fine powder (4000blaine)	2.89
Expansive agent	CAO	Lime based expansive agent	3.19
	ET	Ettringite type expansive agent	2.93
Fine aggregate	S	River sand (absorption rate 1.46%)	2.69
Coarse aggregate	G <sub>1</sub>	Crushed stone 2013 (absorption rate 1.60%)	2.58
	G <sub>2</sub>	Crushed stone 1305 (absorption rate 2.19%)	2.55
Superplasticizer	Ad	High range water reducing superplasticizer	-

表-2 配合条件

No.	W/B (%)	s/a (%)	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )							
			W	C	BFS	CAO	ET	S	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>
N-無	40.0	46.0	160	400	0	0	0	859	493	468
N-CAO				370	0	30	0	859		
N-ET				370	0	0	30	858		
BB-無				200	200	0	0	851	489	465
BB-CAO				185	185	30	0	852		
BB-ET				185	185	0	30	851		

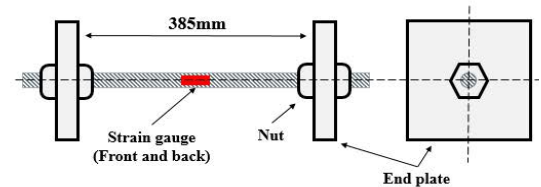


図-1 拘束膨張率試験の拘束器具の模式図

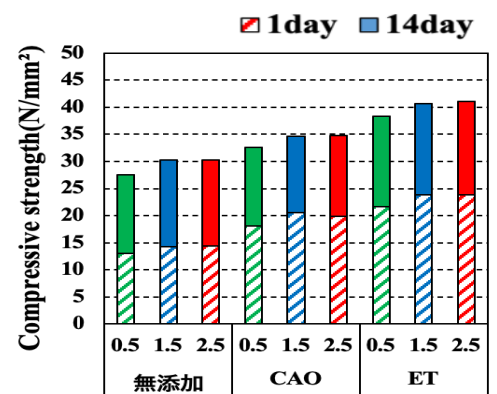


図-2 圧縮強度に及ぼす前置き時間の影響 (N)

キーワード プレキャストコンクリート, 膨張材, 前置き時間, 養生温度, 拘束膨張率

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目4-1-1 東海大学 TEL: 0463-58-1211 E-mail: sksoft86.tokai@gmail.com

### 3. 試験結果及び考察

圧縮強度と前置き時間の関係を図-2, 図-3 示す. 材齢 1 日の結果と同様に N, BB どちらの配合でも CAO, ET 配合の供試体ともに 1.5h, 2.5h は 0.5h より高い圧縮強度を示した. また膨張材添加の有無で比較した場合, ET を添加した供試体が最も高い強度を示した.

膨張量と前置き時間の関係を図-4, 図-5, 図-6 に示す. 前置き時間に関わらず ET を添加した供試体は無添加, CAO を添加した供試体に比べ膨張量に差がないことが確認された. 前置き時間が長い程, 膨張率が高くなることが経験的に知られている. また, BFS を配合したセメントを使用した場合, ET を添加した供試体は強度増進に成分を使用されて膨張量が低下することも知られている<sup>3)</sup>. しかし, 本研究の範囲において前置き時間を設けることによる膨張量が低下は確認されず, 圧縮強度が増進することが確認された. よって, 一般的にプレキャストコンクリート製造時に設けられる前置き時間を選定することで膨張量を落とさずにプレキャストコンクリートの製造が可能であると考えられる.

### 4. まとめ

本研究では蒸気養生を施すようなプレキャストコンクリートを想定した場合において, 膨張材を添加したコンクリートと, 養生条件のうち前置き時間の関係を確認した. その結果膨張材の添加による圧縮強度の増進が確認された. また, ET を添加した膨張量が低下しないことも確認された. よって膨張材の種類にもよるが前置き時間の有無による膨張量への悪影響は無いと考えられる.

#### 参考文献

- 1) 大塚浩司: 蒸気養生コンクリートの耐久性に及ぼす表面微細ひび割れの影響, 土木学会論文集, Vol.38, No.585, pp.97-111, 1998
- 2) 戸川一夫他: 膨張コンクリートの拘束膨張特性に及ぼす温度の影響, 土木学会論文集, Vol.1962, No.321, pp.177-187, 1982
- 3) 安達丈ほか: 高炉スラグ微粉末および高炉セメントの水和反応に及ぼす刺激材としての各種膨張材の効果, セメント・コンクリート論文集, Vol.74, No1, pp.51-58, 2020

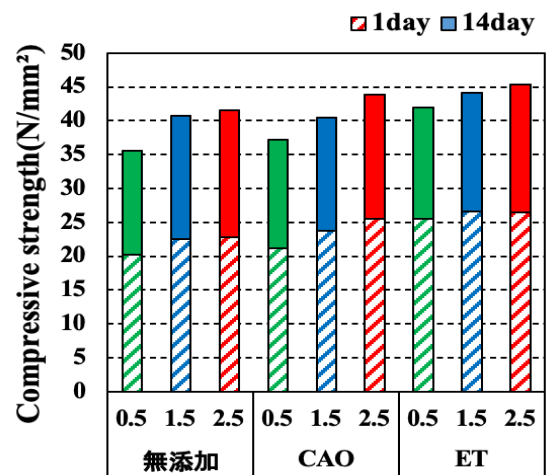


図-3 圧縮強度に及ぼす前置き時間の影響 (BB)

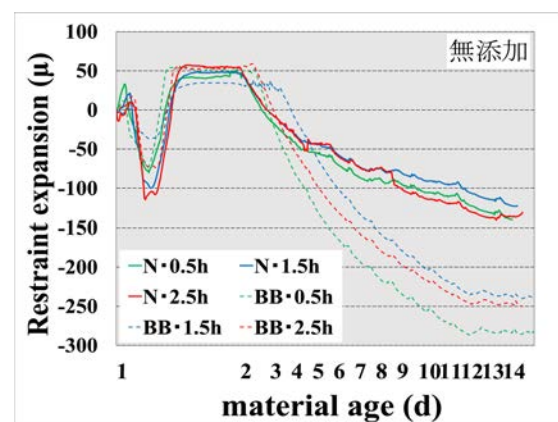


図-4 前置き時間が膨張量に与える影響

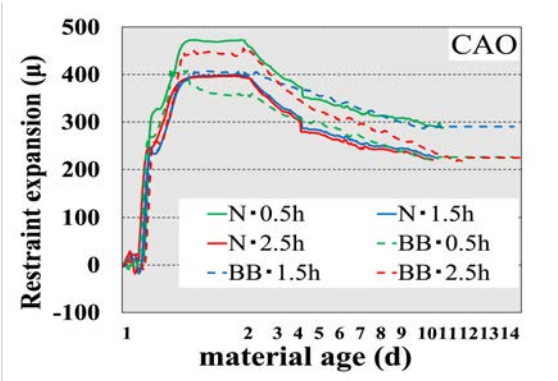


図-5 前置き時間が膨張量に与える影響

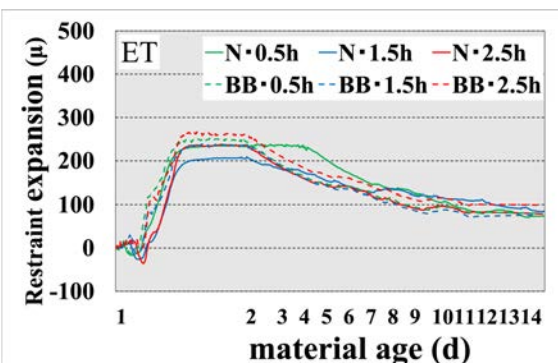


図-6 前置き時間が膨張量に与える影響