膨張材を配合したモルタルの基礎物性におよぼす養生条件の影響

東海大学 学生会員 ○大滝 朋
東海大学大学院 学生会員 保科 拓也
東海大学 正会員 伊達 重之

1. はじめに

近年，様々な膨張材配合コンクリートの性能についての研究成果が報告されている[1)]．一般に膨張特性は養生温度，あるいは養生期間中の温度変化に著しく影響されることが知られている[2)]．しかし，蒸気養生を施した際の膨張特性に関する知見は十分とはいえない．そのため，従来では合理的な配合設計，養生条件が定まっているわけではなく，製品に合わせた最適な養生条件の設定が困難であるのが現状である．これに対してコンクリート製品工場では養生パターンの微修正と製品品質の確認を繰り返す，経験則で養生管理を行っている．

本研究では，膨張材を用いたプレキャストコンクリートを想定し，国内で使用されている主要 2 種の膨張材を使用したモルタルの基礎物性に及ぼす養生条件の影響を自由膨張率，拘束膨張率に着目し確認することを目的をとした．

2. 実験概要

(1)使用材料と配合

本研究で使用した材料を **Table 1** に示す．主に国内で実用化されているエトリンガイト系膨張材と石灰系膨張材の 2 種類を使用し比較した[3)]．配合は **Table 2** に示す．本研究では膨張効果をより明確にするために 1：2 モルタル配合で行った．膨張材の添加量は 2 種類ともセメント質量の 7%を内割り置換した．**Fig.1** に養生条件を示す．モルタルの練上がり温度は全てにおいて 20±2℃とした．養生温度は 20℃，50℃の 2 水準とし，膨張率の測定は 20℃，50℃養生ともに練上がりから 30 分経過後に開始した．

Table 1 Materials Used

Material		Type	Density (g/cm³)
Cement	OPC	Ordinary portland cement	3.16
Expansive agent	CAO	Lime based expansive agent	3.19
	ET	Ettringite type expansive agent	2.93
Fine aggregate	S	River sand	2.69
Chemical admixture	Ad	High range water reducing superplasticizer	—

Table 2 Mix Proportions of Mortar

No.	W/B (%)	S/B	Unit weight(kg)				Ad
			W	S	C	EX	
0	30	2	214	1427	713		C×0.5 (%)
EX					663	50	

※Correction of the volume due to the specific gravity of the expansion material was neglected

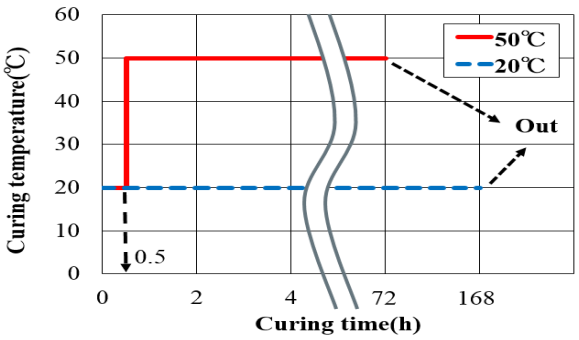

Fig.1 Curing Condition

(2)試験項目

本研究では自由膨張率試験及び拘束膨張率試験，圧縮強度試験を行った．供試体の作製で使用した型枠は，ブリキ製円筒型枠(寸法は内径 50mm×内高 100mm)を使用した．自由膨張率試験は米国工兵隊規格法（CRD C 589 62 改良式）の測定方法を模擬し，**Fig.2** に示すように計測器にレーザー変位計を用い，モルタルの自由膨張率の測定を行った．養生温度 50℃は材齢 72 時間，20℃では 168 時間までの測定を行った．拘束膨張率試験は JCI 規格 JCI-S-009-2012 に準拠し，**Fig.3** に示すようにモルタルの初期拘束膨張率の測定を行った．拘束器具に使用したひずみゲージは 1 ゲージ 3 線式，ゲージ長 2mm を使用し，

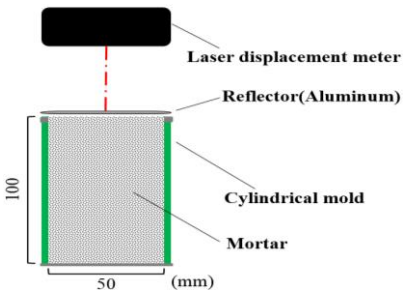

Fig.2 Schematic of Free Expansion Rate Test

キーワード 膨張材，プレキャストコンクリート，蒸気養生，拘束膨張率，自由膨張率
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：snooooopodooooopy@gmail.com

自由膨張率試験と同材齢まで測定を行った．また型枠のみのひずみを測定し，測定結果から差し引いた。圧縮強度試験は JIS A 1108 に準拠して行い，材齢は養生温度 50℃の場合，1，3 日とし，養生温度 20℃の場合，1，3，7 日とした．

3. 実験結果および考察

(1) 圧縮強度

Fig.4 に，圧縮強度に及ぼす養生温度の影響を示す．材齢 1 日で比較した場合，膨張材添加モルタルは養生温度 50℃が 20℃より約 20%高い圧縮強度を示した．材齢 3 日で比較した場合，膨張材添加，無添加共に養生温度 20℃より 50℃が若干高い圧縮強度を示した．

(2) 自由膨張率

Fig.5 に，自由膨張率に及ぼす養生温度の影響を示す．養生温度 20℃に比べ 50℃の場合においては，石灰系膨張材，エトリンガイト系膨張材共に，高い膨張率を示した．また，各膨張材の養生温度 20℃，50℃での膨張率の差を比較した結果，石灰系膨張材はエトリンガイト系膨張材に比べて膨張率の差が大きいことが確認された．基準となる無添加の収縮率が高いのは，ブリーディングの影響であると考えられる．

(3) 拘束膨張率

Fig.6 に，拘束膨張率に及ぼす養生温度の影響を示す．養生温度 20℃，50℃を比較した結果，石灰系膨張材，エトリンガイト系膨張材共に大きな差は確認できなかった．石灰系膨張材は，養生温度 20℃，50℃共にエトリンガイト系膨張材の約 4 倍の膨張率が確認された．

4. まとめ

膨張材を配合したモルタルの基礎物性におよぼす養生条件の影響について，本研究の範囲内で以下の知見を得た．

1) 膨張材を添加したモルタルは，養生温度（50℃）を施すことによって初期強度が高くなる．
2) 自由膨張率では，養生温度 20℃，50℃を比較した場合，温度が高い方がより膨張量が大きくなること確認された．
3) 自由膨張率，拘束膨張率共に石灰系膨張材はエトリンガイト系膨張材より高い膨張率を示した．同一の膨張率を得るのにエトリンガイト系膨張材に比べ，石灰系膨張材は低添加で効果が得ることができると考えられる．

参考文献

1) 佐久間隆司，伊達重之，柴垣昌範：石灰系低添加型膨張材のひび割れ抑制効果に関する研究，コンクリート工学 Vol.26，No.1，2004
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，土木学会論文報告集，Vol.1962，No.321，pp.177-187，1982.(5)
3) 磯貝純:膨張材がコンクリートに及ぼす影響，コンクリート工学，Vol.19，No.11，pp.80-84，1981

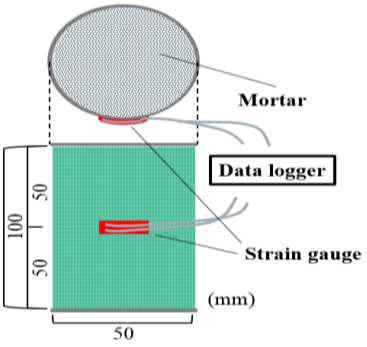

Fig.3 Schematic of Restraint Expansion Rate Test

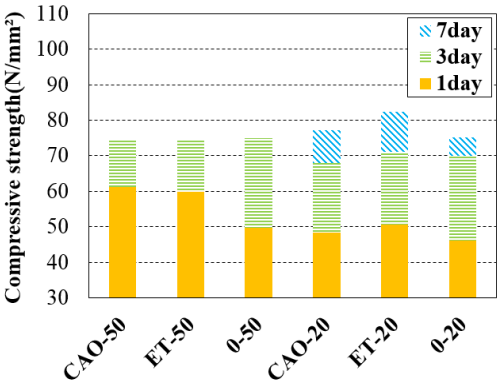

Fig.4 Relation of curing temperature to compressive strength

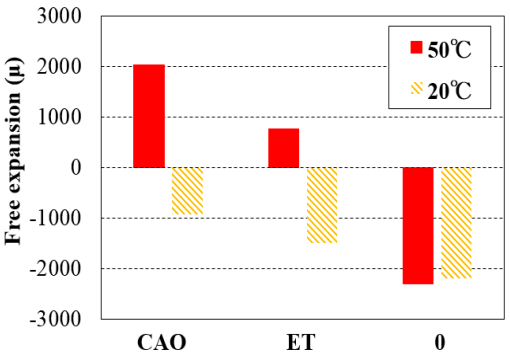

Fig.5 Free expansion by maximum curing temperature

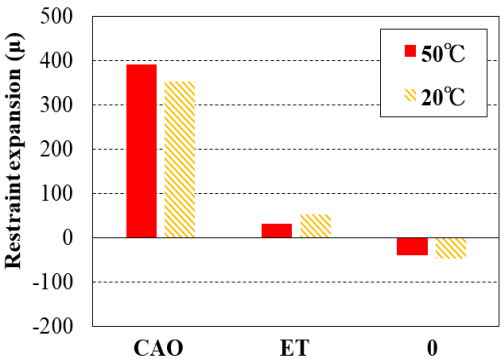

Fig.6 Restraint expansion by maximum curing temperature