

膨張材の種類および添加量が壁状構造物のひび割れ抑制に与える効果について

東亜建設工業(株) 正会員 ○田中 亮一
 東亜建設工業(株) 正会員 網野 貴彦
 電気化学工業(株) 正会員 保利 彰宏
 東亜建設工業(株) 正会員 羽瀧 貴士

1. はじめに

外部拘束を受けるマスコンクリートのひび割れ抑制対策のひとつに膨張材の使用がある。膨張材の種類には、収縮補償効果を期待する一般用とさらに水和熱を抑制できるマスコンクリート用の2種類があり、近年開発された低添加型膨張材の添加量は 20kg/m^3 が標準となっている。しかし、膨張材の種類や添加量が構造物のひび割れ抑制にどの程度寄与しているかは明らかになっていない。そこで本稿では、実大スケールの壁部材を用いて膨張材の種類および添加量を変化させたときの温度ひび割れの抑制効果について検討した結果を示す。

2. 実験概要

表-1 に使用材料を示し、表-2 に検討したコンクリート配合を示す。検討ケースは膨張材無添加 (プレーン)、膨張材 10kg/m^3 添加 (R10 及びS10)、膨張材 20kg/m^3 添加 (S20) の4ケースとし、各ケースの部材内の温度やひずみに明確な違いが出るように、単位セメント量を大きめに設定した。なお、各ケースにおける膨張材の種類を表わす頭文字S及びRは、それぞれ一般用及びマスコンクリート用を表す。

図-1 に壁試験体の概要と計測機器の配置を、表-3 に各ケースの品質試験結果を示す。実験は図-1 に示す試験体を2体製作し、打設して2ヶ月以上経過した厚さ1.0mの底版上に高さ2.0m×幅0.8m×長さ8.0mの壁部材を打設した。また、スパン中央断面の中心に設置した無応力計により無拘束ひずみを、ひずみ計により拘束ひずみの計測を行った。なお、型枠は合板を使用し、養生は散水養生を1週間実施した後、型枠脱型時(打設19日後)まで養生マットを残置し、壁コンクリートに乾燥収縮の影響を与えないようにした。

表-1 使用材料

材料	記号	種類・物性値
高炉セメント B種	C	密度: 3.04g/cm^3 , 比表面積: $3,820\text{cm}^2/\text{g}$
膨張材	E1	エトリンガイト石灰複合系 (一般用) 密度: 3.10g/cm^3 , 比表面積: $3,100\text{cm}^2/\text{g}$
	E2	エトリンガイト石灰複合系 (マスコンクリート用) 密度: 2.88g/cm^3 , 比表面積: $3,100\text{cm}^2/\text{g}$
細骨材	S	表乾密度: 2.58g/cm^3 , 粗粒率: 2.60
粗骨材	G	表乾密度: 2.69g/cm^3 , 実績率: 62.6%
混和剤	Ad	AE減水剤 標準形 I種

表-2 検討したコンクリート配合

配合	W/(C+E) (%)	単位量 (kg/m^3)						
		W	C	E1	E2	S	G	Ad
プレーン	40.5	169	418	0	0	668	1046	1.672
R10	40.5	169	408	0	10	668	1044	1.672
S10	40.5	169	408	10	0	668	1046	1.672
S20	40.5	169	398	20	0	668	1046	1.672

表-3 品質試験結果

配合	スランブ (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度 ($^{\circ}\text{C}$)	圧縮強度 (N/mm^2)
プレーン	14.5	4.0	23.3	43.2
R10	17.0	3.8	25.3	46.9
S10	13.0	4.0	25.0	41.4
S20	11.5	3.9	27.5	42.0

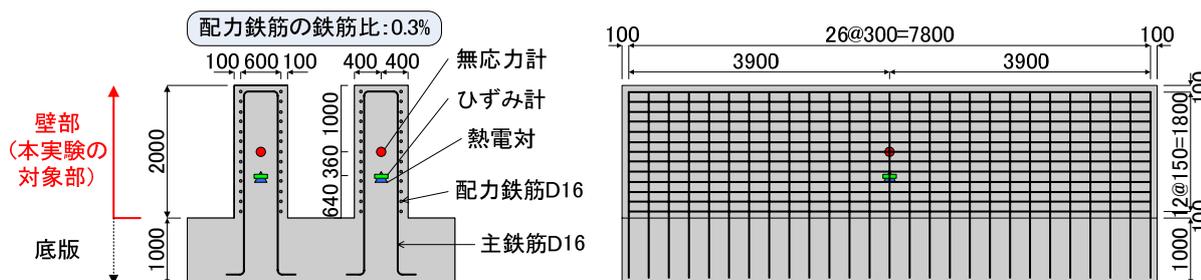


図-1 壁試験体の概要及び計測機器の配置

キーワード 膨張材, 一般用, マスコンクリート用, 添加量, ひび割れ抑制効果

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町1丁目3 東亜建設工業(株)技術研究開発センター TEL045-503-3741

3. 実験結果及び考察

図-2に凝結の終結時を基点としたときのコンクリート温度の経時変化を示す。この結果によると、マスコンクリート用(R10)の最高温度はプレーンと同等程度に抑えられ、一般用(S10, S20)はプレーンより5°Cほど大きくなった。

次に、コンクリート温度と無拘束ひずみの関係とそれより得られた線膨張係数を図-3に示す。この結果、温度上昇時の線膨張係数は膨張材の添加量が増加するほど大きくなる傾向があったが、温度降下時の線膨張係数は膨張材の種類および添加量の違いによる違いはほとんど確認されなかった。

図-4に、無拘束状態における硬化ひずみ(無拘束ひずみから温度ひずみ(温度降下時の線膨張係数と温度変化量の積)を差し引いたひずみ)の経時変化を示す。なお、本実験では乾燥収縮の影響がない条件であるので、プレーンに生じた硬化ひずみのほとんどは自己収縮と考えられる。これによると、膨張材の10kg/m³添加により自己収縮を打ち消す程度の効果があることが認められ、膨張材を20kg/m³添加することでそれ以上の膨張効果が得られることが確認できた。

図-5に、無拘束ひずみ及び拘束ひずみの経時変化、有効ひずみ(拘束ひずみと無拘束ひずみの差)の経時変化を示す。なお、全ケースにおいて打設4~6日後に壁延長の中央にひび割れが発生したため、図中には終結時から84時間までの結果を示した。有効ひずみの結果では、12~36時間にプレーンでは約70μ、S10は約100μ、R10は約150μ、S20は約200μの圧縮側のひずみが導入され、それ以降R10, S20は引張側に転じた後も、プレーンとほぼ平行に推移した。以上から、膨張材の添加量10kg/m³(R10)であっても壁部材の温度ひび割れの抑制に効果があることが確認された。

4. まとめ

エトリンガイト石灰複合系膨張材による壁部材のひび割れ抑制効果は膨張材の種類や添加量により異なり、10kg/m³と標準よりも少ない添加量であってもひび割れ抑制効果を期待できることが確認された。

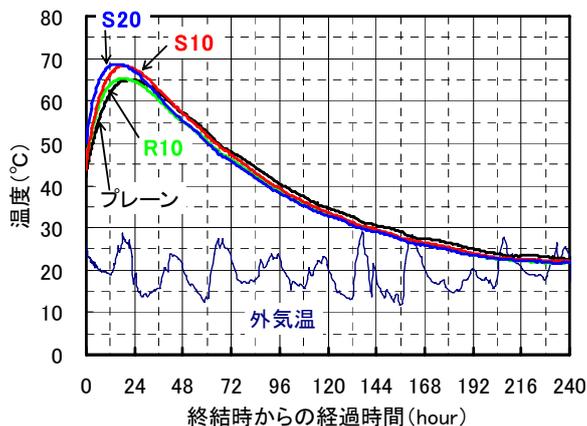


図-2 コンクリート温度の経時変化

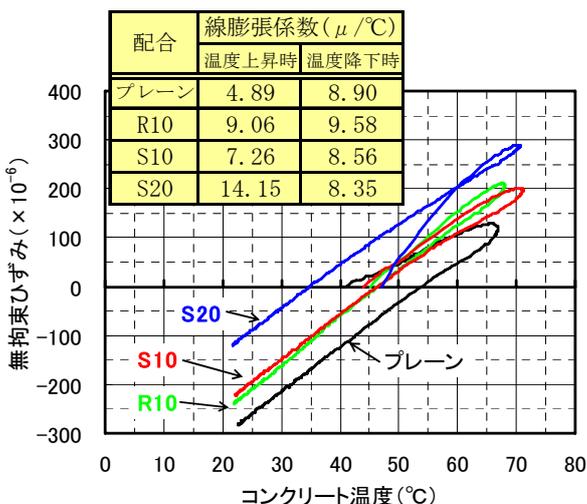


図-3 線膨張係数

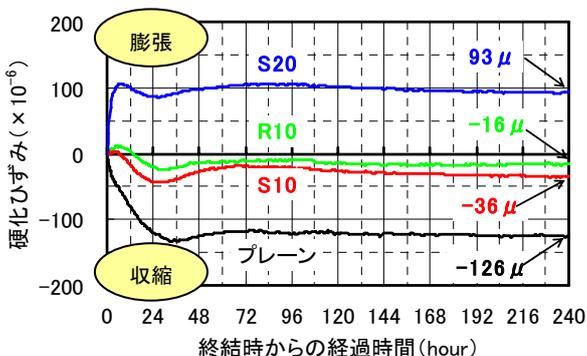


図-4 硬化ひずみの経時変化

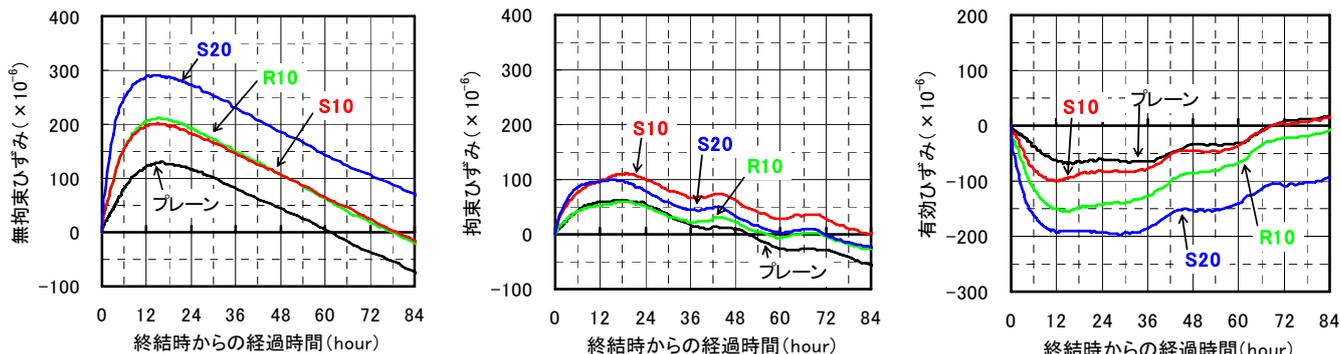


図-5 ひずみの経時変化