

早期脱型するコンクリート製品の膨張材の影響

鶴見コンクリート(株) 正会員 ○丸山 貴吉
 鶴見コンクリート(株) 正会員 柄澤 英明
 鶴見コンクリート(株) 正会員 福室 順也
 東海大学 正会員 伊達 重之

1. 目的

コンクリート製品は、生産性向上などを目的に生産工程を1日2回転で行うことがあるが、この場合、早期脱型時の強度確保の観点から通常より蒸気養生温度を高くする必要があり、温度ひび割れの発生が懸念される。特に、粉体系の高流動コンクリートには高炉スラグ微粉末を用いる場合が多く、さらに粉体量も多いため、自己収縮によるひび割れの発生も懸念される。この対策の一つとして、膨張材によってひび割れを抑制する方法が報告¹⁾されているが、膨張材の添加は熱膨張を助長する可能性が否めない。そこで本研究では、脱型時に生じる温度ひび割れと膨張材の影響について確認を行った。

2. 実験概要

本実験の配合条件を表-1に示す。高炉スラグをセメント置換率 50%で配合した高流動コンクリートで膨張材を 60kg/m³使用している。図-1に蒸気養生条件を示す。蒸気養生の設定は、生産工程が1日2回転[A]と1回転[B]の2ケース行った。最高温度は1回転の65℃に対し、2回転は脱型強度確保のため69℃と高めに設定し保持時間は3時間とした。

図-2に試験体および測定箇所を示す。試験体は大型コンクリート製品を対象として厚さ500mmのL型ブロックを用い、測定箇所はブロックの底版部とした。測定は温度ならびに膨張材の影響を確認するため、測温機能付の鉄筋用ひずみゲージとコンクリート埋設ゲージを用いた。ゲージの取付位置は、部材の厚さ方向に1)鉄筋位置となる外側、2)部材中心位置の内側、深さ方向には1)打設面付近となる上部、2)打設面から少し下がった中間部にそれぞれ設置した。

3. 実験結果と考察

3. 1 温度による影響

図-3にひび割れ状況を示す。ひび割れは主筋と同方向となる水平方向に発生し、1日1回転よりも2回転の方が多し。最大ひび割れ幅は1回転が0.15mm、2回転は1.0mmに達し、両ケース共に脱型から2日以内でひび割れの進展は収まり、以降ひび割れ幅は減少した。

表-2に脱型直後に部材の内側と外側との最大温度差を示す。上部では脱型後の放熱が3方向となり部材中央部(内側)も放熱されるため、いずれのケースでも小

表-1 配合条件

W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						
		W	C	Sg	EX	S	G	Ad
25.5	46.8	168	299	299	60	731	825	6.94

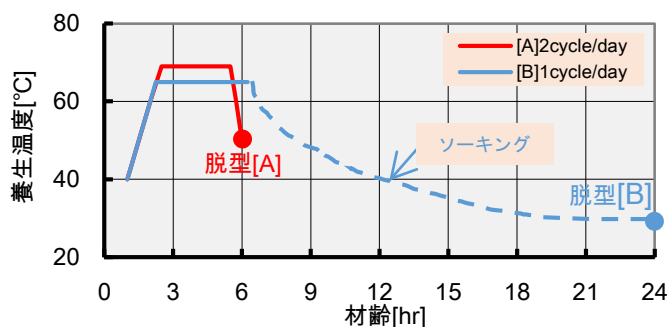


図-1 蒸気養生条件

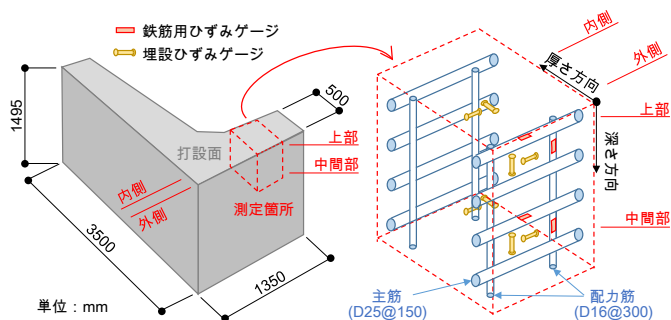


図-2 試験体および測定箇所

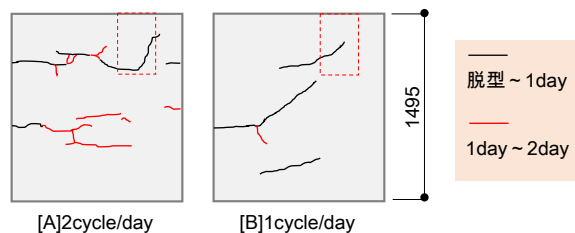


図-3 ひび割れ状況 (底版下面)

キーワード コンクリート製品, 蒸気養生, 早期脱型, ひび割れ, 膨張材

連絡先 〒259-1138 神奈川県伊勢原市神戸 400 鶴見コンクリート(株) TEL0463-95-2607

さくなっている。また、生産工程でみると1日2回転は蒸気養生温度が高いことから生じる温度差も大きくなったと推測される。この値から算出した温度ひび割れ指数(I_{cr})からも2回転のひび割れリスクは高く、 I_{cr} が0.75以下では発生確率 ω が91%以上とリスク高い。

3. 2 膨張材による影響

図-4にJIS A 6202(A法)による拘束膨張率の試験結果を示す。養生温度の高い1日2回転の方が膨張率は大きく、温度ひび割れを助長する恐れがあることが分かる。次に、埋設ゲージにより測定した上部外側のコンクリートひずみの測定結果を図-5に示す。水平方向と鉛直方向の2方向のひずみを比較した結果、両ケース共に鉛直方向ひずみの方が大きくなった。これは、水平方向に配置している主筋がD25@150mmに対し、配力筋はD16@300mmと拘束が小さいためであると推測される。さらに、図-6に脱型後に発生した最大ケミカルプレストレスの算出結果を示す。主筋と配力筋のケミカルプレストレスを比較すると、配力筋はほとんど生じていないのに対し、上部の主筋では 1.2N/mm^2 程度であった。このことより、拘束の大きい水平方向の膨張はケミカルプレストレスを生じさせ、拘束の少ない鉛直方向の膨張はコンクリートに引張ひずみを発生させていると考えられる。すなわち、ひび割れの発生原因は、脱型時の急激な温度低下による温度応力と膨張材の膨張効果の2つの作用によりひび割れが生じたと推測される。

このようなひび割れは、配合条件、養生条件、拘束条件を変えることにより抑制することが可能と考えられるため、今後の課題としたい。

4. まとめ

1日2回転で生産するコンクリート製品の膨張材の影響に関する本研究の範囲内で以下が確認された。

- 1) 1日2回転生産における高温養生と早期脱型は温度ひび割れリスクを高める。
- 2) 1日2回転生産における高温養生は、膨張材による膨張量を増加させ、内部拘束によるひび割れを増大させる。

参考文献

- 1) 伊達重之ほか：高炉スラグ配合コンクリート二次製品の品質向上に関する研究，土木学会第62回年次学術講演会，pp.477-478，2007
- 2) マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008，公益社団法人 日本コンクリート工学会，p17

表-2 脱型時の温度差

	[A] 2cycle/day	[B] 1cycle/day
上部	21.1 (0.71)	14.4 (1.04)
中間部	23.5 (0.64)	20.1 (0.75)

※()内はひび割れ指数 I_{cr} を示す

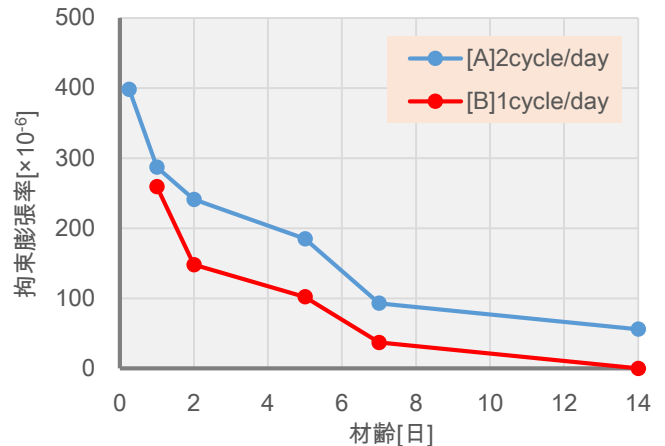


図-4 拘束膨張率(A法)の試験結果

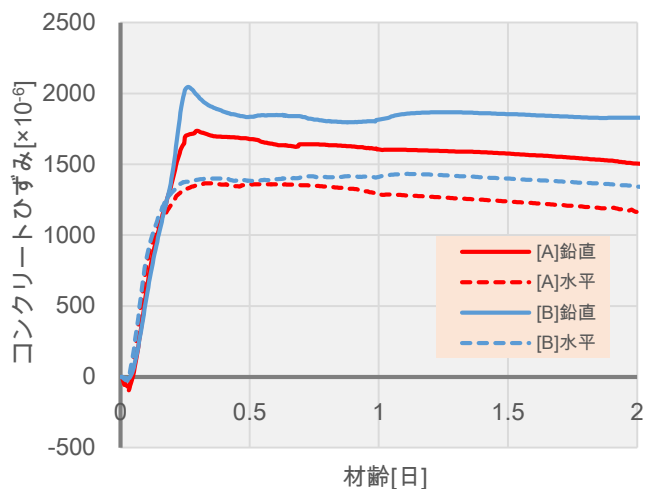


図-5 コンクリートひずみ(上部・外側)の試験結果

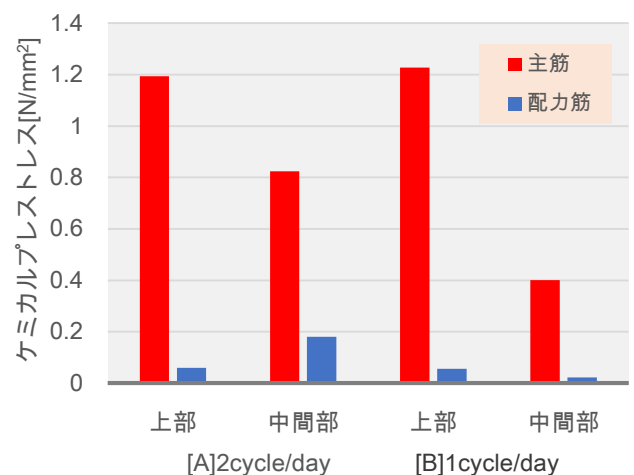


図-6 ケミカルプレストレスの算定結果