

高流動コンクリートセグメントの効率的な製造方法に関する研究(その1)

- 早強セメントの適用による1日2回転製造 -

日本コンクリート工業 正会員 松裏 寛, 菊 広樹, 土田 伸治
東京電力 正会員 吉本 正浩, 大野 弘城

1. はじめに

高流動コンクリートを用いたセグメントは、その優れた自己充填性から締固めがほとんど不要となり、充填作業や型枠構造の簡素化などによるコストダウン効果が高いこと、および締固め時の振動・騒音が軽減されることによる環境改善面でも有効であり、これまでに現場適用され良好な施工実績を残している。本研究では、本セグメントの更なる製造コスト低減を指向して、定時作業時間(8時間)以内でセグメントを1日2回転製造する方策を検討した。

本稿は、早強セメントの適用により高流動コンクリートセグメント製造サイクルを1日2回転とするにあたり、必要脱型時強度を確保し、かつ、ひび割れを防止しうる蒸気養生サイクルを実験的検討により確立したものである。

2. 検討概要

(1) 早強性高流動コンクリートセグメントの製造条件

- ・蒸気養生時間：工場の定時作業時間(8時間)以内でセグメントを1日2回転製造できるサイクルとして、蒸気養生時間を4時間と設定した。
- ・コンクリートの圧縮強度：脱型時強度は従来実績等から 15N/mm^2 、設計基準強度は 42N/mm^2 とした。
- ・フレッシュ性状等：土木学会の高流動コンクリート施工指針に準拠し、自己充填性はランク1とした。

(2) 使用材料および配合

セメントは早強ポルトランドセメント、
混和材は石灰石微粉末、減水剤は高性能減水剤(ポリエーテル系)、細・粗骨材は岩瀬産硬質砂岩砕砂・砕石を使用した。配合は、(1)に示したコンクリートのフレッシュ性状と強度発現の確保等により、表1を基本とした。

表1 早強性高流動コンクリート配合

Gmax (mm)	Slump flow (mm)	W/C (%)	Air (%)	単用量 (kg/m ³)					
				W	C	Lp	S	G	Ad
20	650 ± 50	38.0	2 ± 1	175	461	91	854	792	5.80

(3) 蒸気養生サイクルの設定

蒸気養生サイクルの設定を表2に示す。本サイクルは、前置き、昇温、保持を行う No.1~3 と、前置き無しで養生開始直後に保持温度まで昇温する No.4~6 の大別2つを設定した。なお、降温時間は降温効果を期待できるほど設定できないため省略した。

表2 蒸気養生サイクル

No.	前置き		昇温 時間	保持		総養生 時間	積算温度 (・h)
	時間	温度		時間	温度		
1	1.0	30	0.5	2.5	40	4.0	148
2			0.75	2.25	45		159
3			1.0	2.0	50		170
4	養生開始後 直ちに保持温度 まで昇温		4.0	45			180
5				50			200
6				55			220

3. 実験結果

図1より、蒸気養生サイクルによらず、積算温度が高いほど脱型時強度も高くなる傾向を示した。

キーワード：高流動コンクリート、セグメント、蒸気養生、強度発現、ひび割れ

連絡先：〒108-0075 東京都港区港南1-8-27 日本コンクリート工業(株) 技術開発部

Tel : 03-5462-1037 Fax : 03-5462-1040

前置き有りの場合は、保持温度が 40, 45 (No.1 および No.2)では必要脱型時強度(15N/mm²)を満足しない結果となり、保持温度が 50 (No.3)では必要脱型時強度を満足するが、コンクリートに気泡膨張が起因すると考えられるひび割れが発生し、いずれも製造条件を満足しない結果となった。

この気泡膨張が起因すると考えられるひび割れを防ぐ等の目的で設定した前置き無しで一定温度養生をするサイクルでは、保持温度が 45 (No.4)の場合に必要脱型時強度を満足せず、保持温度が 50, 55 (No.5 と No.6)のとき前述のひび割れは発生せず必要脱型時強度が確保できた。ただし、保持温度が 55 (No.6)の場合、降温時間を省略したために生じる雰囲気温度との温度差が起因すると考えられるひび割れが新たに発生した。

必要脱型時強度を確保し、かつ、ひび割れも発生しない蒸気養生サイクルは No.5 の前置き無し 50 一定養生となった。本実験結果から、ある程度の積算温度を与えることにより必要脱型時強度は満足するようになるが、その与え方により、気泡膨張によるひび割れや、雰囲気温度との温度差によるひび割れを招くことがわかった。

4. 考察

今回の前置き無し一定温度養生で、気泡膨張が起因するひび割れが発生しなかった理由は次のように考えられる。前置き有り(No.3)で生じたひび割れは、コンクリートが硬化し始める時に気泡が加温(50 程度)膨張するためにおこっていたが、前置き無し一定温度養生では、コンクリートが硬化し始める前に気泡を加温膨張させることから、気泡が膨張してもひび割れが生じなかったと考えられる。なお、前置き無しで保持温度 50 の場合に雰囲気温度との温度差によるひび割れが発生せず、55 で発生する理由は、雰囲気温度との温度差(本実験の雰囲気温度 2~17)及びこれに伴うコンクリート中の水分の急激な散逸が、保持温度 55 に対して 50 の場合は低減されているためと考える。

ここで、No.5 の蒸気養生サイクルでは、気泡が加温膨張された状態でコンクリートの硬化がおこるため、表 1 の配合を用い長期特性[長さ変化, 耐久性(中性化促進・塩分浸透促進)]に関する確認実験を行った。なお、従来の硬練りコンクリートセグメント(スランプ: 3cm 程度, W/C: 39%, 普通ポルトランドセメント, 17 時間蒸気養生)相当の実験も比較上実施した。その結果(図 2, 表 3)より、コンクリート標準示方書(施工編)の「乾燥収縮特性の照査」に材令 365 日データを適用し有害ひび割れの発生しないこと、耐久性も従来硬練りコンクリートセグメントとほぼ同等であることを確認した。

5. まとめ

材料・配合・蒸気養生サイクルを検討することにより、高流動コンクリートの早期強度を発現させ、定時作業時間(8 時間)以内でのセグメントの 1 日 2 回転製造と、これに伴う製造コスト低減を可能とした。

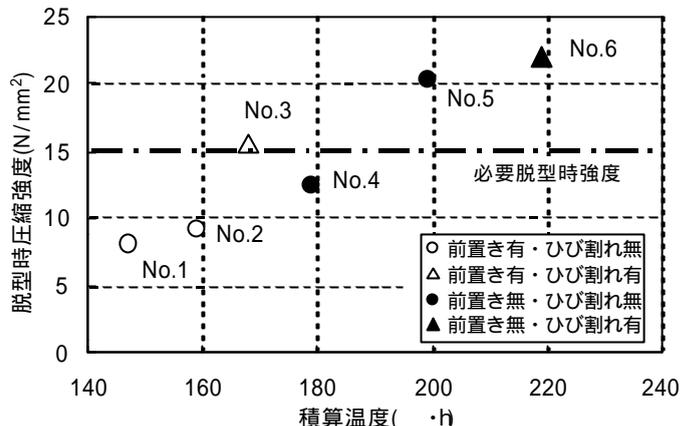


図 1 積算温度と脱型時圧縮強度の関係

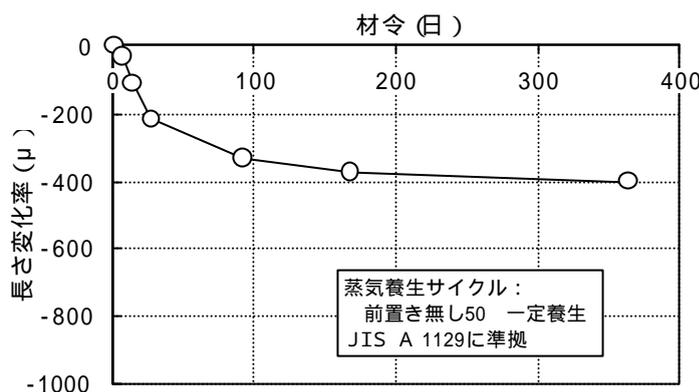


図 2 長さ変化の長期実験結果(- : 収縮方向)

表 3 耐久性実験結果(テストピース)

供試体の種類	中性化深さ*1	塩分浸透深さ*2
本研究高流動タイプ	14.8mm	18.2mm
従来硬練りタイプ	13.6mm	19.5mm

*1:日本建築学会法準拠(促進温度 35), 促進材令 26 週

*2:JIS A 6205 塩分溶液に浸せき, 促進材令 12 ヶ月