

多糖類混和剤によるコンクリートの自己収縮抑制技術

大分高専 学生会員○亀井 聖平，大分高専 正会員 一宮 一夫
(株)ジェイツー 正会員 金子 誠二，長崎大学 正会員 松田 浩

1. はじめに

高強度コンクリートや高流動コンクリートなどの低水セメント比の配合やマスコンクリートのような断面が大きい構造体では自己収縮が原因のひび割れが発生することがある. 自己収縮はセメントの水和に伴い凝結始発以後に生じる体積減少のことで, コンクリート内部から湿分を供給する内部養生で低減できることが知られている. 内部養生の方法には人工軽量骨材を用いる方法や高吸水ポリマーを混和材として用いる方法¹⁾があるが実用化には至っていない.

本研究では, 低水セメント比の配合における自己収縮抑制の方法として, 保湿性に優れて生物由来のため構造物解体後の環境への影響が少ない多糖類混和剤の有効性について検討した.

2. 実験概要

(1)使用材料ならびに配合

表 1 に使用材料, 表 2 にモルタルの配合を示す. 本実験で採用した基本配合 (以下, Ref という) は, RILEM (国際材料構造試験研究機関連合) の高吸水性ポリマー (SAP) のコンクリート用混和材としての適用性研究委員会 (SAP committee) の共通実験で用いられたもので, SAP を適量混和することでモルタルの自己収縮が低減されることが確認されている. 本実験では Ref に対して多糖類混和剤 (以下, BP という) を練混ぜ水の一部に置換した. BP は, 高いアルカリ条件下で粘度が高まりゲル状になる, シュードモナス属細菌を培養した培養物から採取された多糖体で, 外観は茶褐色の液体である. BP 添加量は紛体量 (C+SF=1155g) に対して 16.5g を添加した場合 (BP/ (C+SF) =1.43%) を基本とし, 最大で基本使用量の 5 倍までを検討対象とした. なお, 本概要中では基本 BP 添加率を BP x1, BP 添加率 2 倍を BP x2 のように表記した.

(2)練り混ぜ

ホバート型モルタル練りミキサーを使用し, OPC, SF, S を入れて 240 秒間の空練り, W, BP, DA, S を加えて 120 秒間の一次練混ぜ, 60 秒間休止の後に 180 秒間の二次練混ぜを行った.

(3)物性評価試験

凝結始発時間 (以下, 始発時間という), 圧縮強度, 自己収縮を測定するための試験を JIS R

表 1 使用材料

材料	記号	材料
セメント	OPC	普通ポルトランドセメント 密度 3.15 g/cm ³
シリカフェーム	SF	密度 2.33 g/cm ³ 平均粒径 0.15 μm 比表面積 150,000cm ² /g 以上
水	W	水道水
細骨材	S	珪砂, 密度 2.65 g/cm ³ (1 号, 2 号, 4 号, 6 号の 1 : 1 : 1.25 : 1.5 混合物)
混和剤	BP	シュードモナス属細菌を 培養した培養物から採取 される多糖体
	DA	ポリアルキレングリコール 誘導体
	SP	ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤

表 2 モルタルの配合

配合名	15 打 フロー (mm)	空気量 (%)	1 バッチの質量(g)						
			C	SF	W1	W2	BP	S	SP
					315.0				
Ref	231	0.9	1050	105	283.5	31.5	0	2010	18.50
BP x1	231	2.4	1050	105	267.0	31.5	16.5	2010	18.55
BP x2	235	1.6	1050	105	250.6	31.5	32.9	2010	18.55
BP x3	202	2.3	1050	105	217.6	31.5	49.4	2010	35.00
BP x5	176	2.8	1050	105	159.5	31.5	82.5	2010	60.00

※ W2 は濃度 1%の消泡剤(DA)を混入した水

5201 ならびに ASTM C 1698 (図 1 参照) に準拠して行った。

3. 実験結果

表 3 に自己収縮測定の起点となる始発時間を示す。OPC の始発時間は一般的に 2 時間 30 分程度であるのに対し、本実験の Ref の始発時間はおよそ 5 時間であるが、RILEM の共通試験での他の研究機関の測定値も同程度であることから一般性の高い結果と言える。BP 添加率での比較では、Ref, x1, x2 が 5 時間程度であるのに対し、x3, x5 ではおよそ 8 時間である。BP 添加率 x3 以上で大幅な凝結遅延が生じること、BP の使用量の増大はコストアップにつながることの 2 点から、自己収縮ならびに強度は Ref, x1, x2 に対して検討することとした。

自己収縮の結果を図 2、圧縮強度の結果を図 3 に示す。まず、自己収縮は試験材齢 13 週において Ref がおよそ 800×10^{-6} 、x1 がおよそ 100×10^{-6} 、x2 がおよそ 650×10^{-6} であり、BP 添加の効果を確認した。また、BP の過剰添加は自己収縮抑制効果の低減をもたらすことも分かった。他方、BP を添加した配合の材齢にともなう圧縮強度の増進傾向は Ref の場合と同様であるが、材齢 28 における強度は Ref よりも 10%ほど小さい。

前述のように SAP を適量添加する方法でも自己収縮を抑制でき、この場合の作用メカニズムはセメントの水和により生じる自己乾燥に対しセメントマトリックスに分散した SAP から湿分を供給する、いわゆる内部養生の効果で説明できる。それに対し、BP はセメントマトリックス中の存在状態が SAP は大きく異なり、そのために水和初期における水和生成物に違いが生じると考えており、今後、詳細な分析等を行って作用メカニズムを明らかにする予定である。

4. まとめ

本多糖類混和剤は、低水セメント比の配合で自己収縮抑制効果があることを確認した。一方、多糖類混和剤の添加率がある値以上になると水セメント比の更なる低下を招き、自己収縮抑制効果を低下させる可能性があることも分かった。

謝辞 本研究を遂行するにあたり、マテラス青梅工業株式会社 鶴田 健氏のご支援をいただきました。紙面を借り深謝いたします。

参考文献 1) O.M. Jensen, P.F. Hansen, Water-entrained cement-based materials I. Principles and theoretical background, Cement and Concrete Research 31, pp.647-654, 2001.

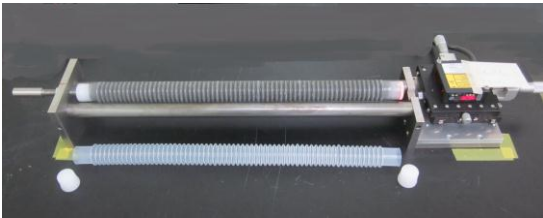


図 1 自己収縮測定装置

表 3 凝結時間 (始発)

配合名	始発時間
Ref	5 時間 00 分
BP x1	4 時間 55 分
BP x2	4 時間 49 分
BP x3	8 時間 09 分
BP x5	7 時間 50 分

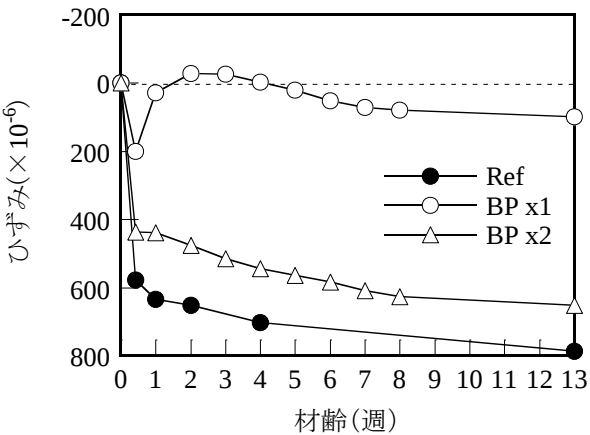


図 2 収縮ひずみと試験材齢の関係

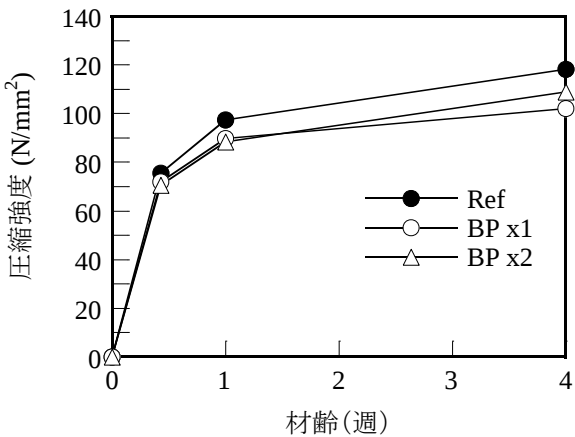


図 3 圧縮強度と材齢の関係 (標準養生)