

SBR を添加したコンクリートの乾燥収縮ひび割れに関する一実験

摂南大学大学院 学生員 ○中川 佳祐
 摂南大学工学部 正会員 熊野 知司
 前田工織(株) 井上 善彦
 摂南大学工学部 正会員 矢村 潔

1. はじめに

コンクリート中へのポリマーの添加は、おもにモルタル中に比較的大量に使用し、高い接着力を利用したひび割れの補修や断面修復を主目的に行われてきた。しかしながら、良質の天然骨材が枯渇し、砕砂や再生骨材の使用が普及しつつある現在において、ポリマー添加による耐久性の増大や乾燥収縮の減少などの効果はコンクリートの改質材としての利用の可能性があるといえる。そこで、本研究ではポリマーとして、スチレンブタジエンゴム(以下、SBR と称す)を取り上げ、これを添加したコンクリートの力学的特性ならびに乾燥収縮ひび割れ特性の検討を行うことにした。

2. 実験方法

表-1 に示方配合を、表-2 に使用材料の一覧を示す。本研究では大濱ら¹⁾が提案している単位セメント量一定(340kg/m³)、スランブ一定(20±1 cm)を配合条件とした。SBR の添加量は、セメントに対する固形分の質量比で(以下、P/C と称す)0%, 5.0%, 10.0%の3水準とし、SBR 中の水分は単位水量に含めた。実験は、圧縮強度試験(JIS A 1108)、割裂引張強度試験(JIS A 1113)、直接引張試験によるひずみの検討、および乾燥収縮ひび割れ試験(JIS A 1151)を行った。なお、養生はJIS A 1171 に準拠し、7 日間の水中養生を行った後、温度 20±2℃、湿度 60±5%のチャンバー内で保存した。

3. 結果および考察

(1) 力学的特性の検討

図-1 に P/C と圧縮強度との関係を示す。7 日、28 日のいずれの材齢においても、P/C が増加するにつれて圧縮強度が増加する傾向となった。これは、単位セメント量一定、スランブ一定の条件で P/C を増加させると、結果として W/C が小さくなることに起因していると思われる。

図-2 に P/C と割裂引張強度との関係を示す。圧縮強度と同様に、P/C が増加するにつれて割裂引張強度が増加する傾向となった。材齢 7 日に比べて材齢 28 日が P/C の増加に伴う強度の増加の程度が大きくなっているが、7 日間の水中養生の後、28 日間まで気中養生していることが影響していると考えられ、P/C の増加による引張強度の増加には乾燥に伴うポリマーフィルムの形成も影響を与えている可能性があると思われる。すなわち、SBR を添加したコンクリートの引張強度発現にはセメントの水和反応とポリマーフィルムの形成との間で複雑な影響を受けているものと推察される。

表-1 示方配合

SBR(%)	Gmax(mm)	SL(cm)	W/C(%)	Air(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)						混和剤(g/m ³)	
						W	C	S1	S2	G	SBR	AE剤	消泡剤
0	20	20±1	54.4	6±1	45.5	185	340	510	255	942	-	2380	-
5			47.1			160	340	516	258	960	17.0	-	3696
10			35.3			120	340	534	267	993	34.0	-	3696

表-2 使用材料の一覧

セメント	普通ポルトランドセメント 密度 3.15g/cm ³ , 比表面積 3380cm ² /g
細骨材	野洲産川砂(S1) 表乾密度 2.60g/cm ³ , 絶対乾密度 2.58g/cm ³ 粗粒率 2.68, 吸水率 0.62%, 実績率 63.7%, 微粒分率 1.07%
	野洲産川砂(S2) 表乾密度 2.60g/cm ³ , 絶対乾密度 2.58g/cm ³ 粗粒率 2.24, 吸水率 0.85%, 実績率 60.0%, 微粒分率 1.74%
粗骨材	高槻産砕石G 表乾密度 2.67g/cm ³ , 絶対乾密度 2.65g/cm ³ 粗粒率 6.77, 吸水率 0.73%, 実績率 58.8%, 粗骨材最大寸法 20mm
SBR	密度 0.99g/cm ³ , 固形分 45.3%

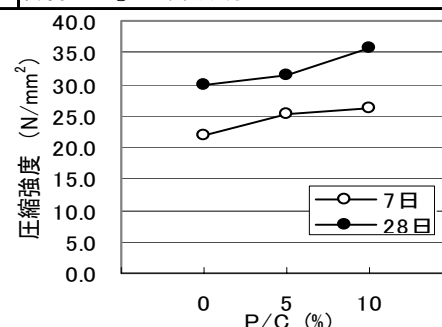


図-1 圧縮強度試験結果

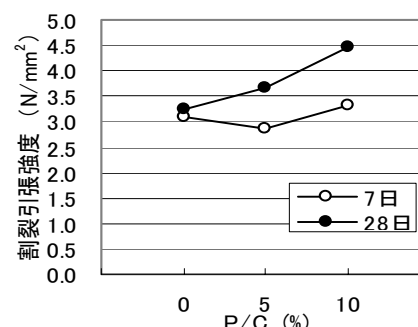


図-2 割裂引張強度試験結果

キーワード ポリマー, スランブ, 単位セメント量, 力学的特性, 乾燥収縮ひび割れ特性

連絡先 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8 摂南大学工学部都市環境システム工学科 TEL 072-839-9123

図-3 に P/C と引張終局ひずみとの関係を示す。P/C0%と P/C5.0%では大差はないが、P/C10.0%の場合には大きく増加していることがわかる。終局ひずみが大きくなることは、引張伸び能力という観点では有利になり、温度ひび割れや乾燥収縮ひび割れの抑制に効果的な可能性があるといえる。

(2) 乾燥収縮ひび割れ特性の検討

図-4 に乾燥日数と収縮ひび割れ試験の結果を示す。P/C0%は、乾燥開始後 15 日および 18 日でひび割れが発生したのに対し、P/C5.0%は、22 日および 28 日となり明らかな差が生じた。また、P/C10.0%は、乾燥開始 55 日が経過してもひび割れが発生しなかった。このように大きな差が生じたのは、SBR の添加によって自由収縮ひずみが抑制されたこと、W/C が小さくなり引張強度が増加したこと、などが要因となっていると考えられる。

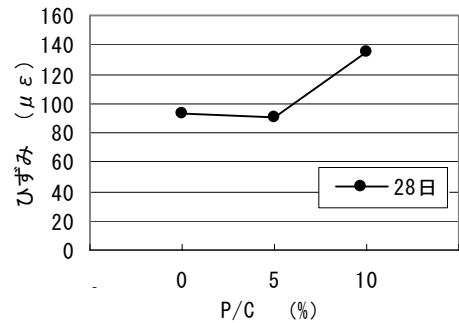


図-3 引張終局ひずみ

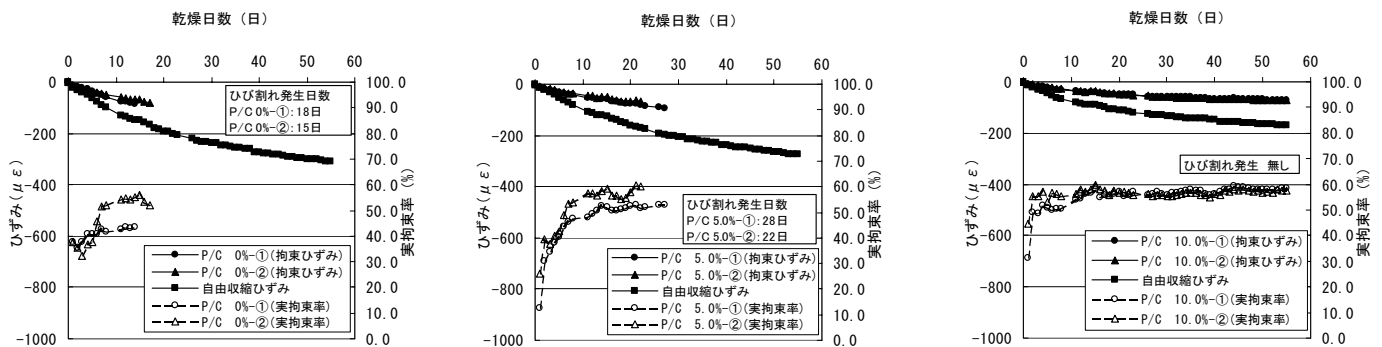


図-4 乾燥収縮ひび割れ試験結果

図-5 に乾燥日数と乾燥収縮ひび割れ試験の結果から、式 (1) を用いて、ひずみの実測値より逆解析的に求めた引張クリープ係数 ϕ の経時変化を示す。

$$\phi = \left(\varepsilon_f - \varepsilon_c - \frac{\varepsilon_s E_s A_s}{E_{ct} A_c} \right) / \varepsilon_{ct} \quad (1)$$

ここに、 ε_f : 自由収縮ひずみ、 ε_c : コンクリートの拘束収縮ひずみ、 ε_s : 拘束板のひずみ、 E_s : 拘束板のヤング係数 (kN/mm²)、 A_s : 拘束板の断面積 (mm²)、 E_{ct} : 材齢 28 日におけるコンクリートの引張弾性係数 (kN/mm²)、 A_c : コンクリートの断面積 (mm²)、 ε_{ct} : 引張弾性ひずみ

図-5 より、P/C5.0%と P/C10.0%は P/C0%に比べて、見掛けの引張クリープ係数が大きくなる傾向を示していることがわかる。これは、SBR を添加することによって持続的な応力下でのコンクリートの引張伸び能力が大きくなることを示しており、このような現象も乾燥収縮ひび割れの抑制に関与していると思われる。

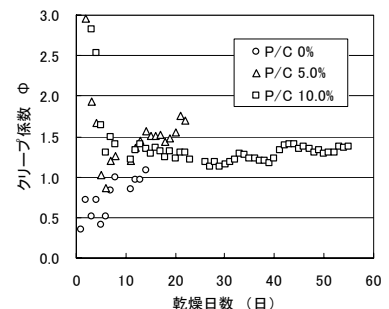


図-5 ϕ の経時変化

4. まとめ

- (1) P/C の増加に伴い圧縮強度および割裂引張強度が増加する傾向となった。また、引張終局ひずみも SBR を添加することにより大きくなった。
- (2) P/C の添加量を増加させると乾燥収縮ひび割れの発生が遅くなり、特に P/C10.0%の場合には、乾燥開始 55 日が経過してもひび割れが発生しなかった。
- (3) SBR を添加したコンクリートの乾燥収縮ひび割れの抑制効果には、SBR 添加に伴う単位水量の減少や水セメント比の低減に加えて、引張伸び能力の変化も関与している可能性がある。

参考文献

- 1) 橋本寛, 大濱嘉彦: ポリマーセメントコンクリートの強度性状, コンクリート工学 Vol.15, No.11, pp.117 - 124, 1977