

## ラテックス改質速硬コンクリートの乾燥収縮特性評価

太平洋セメント (株) 正会員 ○七尾 舞  
 同上 正会員 兵頭 彦次  
 同上 正会員 梶尾 聡

### 1. はじめに

ラテックス改質速硬コンクリート(以下、LMC と称す)は、速硬コンクリートに SBR(スチレン・ブタジエンゴム)ラテックスを組み合わせたものであり、早期の強度発現を保持しつつ、物質浸透抵抗性や付着性などの向上を図ったものである。そのため、早期交通開放が求められる道路構造物の補修材への適用が検討されている。補修材には、既設コンクリートとの一体化が重要であり、高い寸法安定性が求められる。既往の検討において、LMC の自己収縮は小さく、高い寸法安定性とひび割れ抵抗性を有していることを確認した<sup>1)</sup>。本検討では、早期に乾燥に曝された場合の LMC の乾燥収縮特性とひび割れ抵抗性を評価することを目的として乾燥収縮ひずみ・乾燥収縮応力試験を実施した。

### 2. 実験概要

#### 2. 1 コンクリートの使用材料・配合

表 1 にコンクリートの使用材料を示す。上水道水、普通ポルトランドセメント、山砂、砕石 2005、高性能 AE 減水剤、カルシウムアルミネート系の速硬性混和材、硬化調整剤、SBR 系のラテックス(固形分 45%)を使用した。表 2 に、コンクリートの配合およびフレッシュコンクリートの性状を示す。コンクリートの種類は、LMC および比較用としてラテックス無混和の速硬コンクリート(FC)の 2 種類とした。速硬性混和材および硬化調整剤は、コンクリートに対して外割りで使用した。

#### 2. 2 試験項目・方法

表 3 に、試験項目および方法を示す。圧縮強度、静弾性係数、引張強度はそれぞれ JIS 試験方法に準じた。乾燥収縮ひずみおよび乾燥収縮応力試験は、JCI 自己収縮委員会試験方法(案)(JCI-SQA4, JCI-SQA5)を参考にした。乾燥収縮ひずみの計測は、埋込み型ひずみ計を使用した。乾燥収縮応力は、ひずみゲージを用いて鉄筋のひずみを計測し、力の釣合いとひずみ測定位置における変位の適合条件からコンクリート応力を算出した。

いずれの供試体も 20℃の試験室で成型し、材齢 1 日で脱型後、20℃-60%R.H.環境で保管した。

### 3. 実験結果

#### 3. 1 力学特性

図 1 に圧縮強度、静弾性係数、引張強度を示す。圧縮強度は、ラテックスの混和により材齢 7 日から 28 日にかけての強度の伸びが大きくなった。これは、ラテックスの保水効果により、乾燥環境下においても水和反応が進行したためと考えられる。同一圧縮強度における静弾性係数は、FC, LMC とともに同程度であった。コンクリート標準示方書式(示方書式)に比べると、両者ともやや小さい傾向を示した。これは、乾燥の影響であると考えられる。引張強度は、LMC は FC の 2 倍程度の値を示し、ラテックスを使用した効果が確認され

表 1 コンクリートの使用材料

種類	記号	概要
水	W	上水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント
細骨材	S	山砂
粗骨材	G	砕石2005
混和材	F	カルシウムアルミネート系速硬性混和材
化学混和剤	Ad	ポリカルボン酸系高性能AE減水剤
	Re	オキシカルボン酸系硬化調整剤
	L	SBR系ラテックス(固形分45%)

表 2 コンクリートの配合

配合名	(W+L)/(G+F)(%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						外割混合(kg/m <sup>3</sup> )			フレッシュ性状	
		W	L	C	S	G	Ad	F	W	Re	スランブ(cm)	Air(%)
FC	38.3	174	—	336	833	927	2.35	144	10	3.36	21.0	1.3
LMC	36.3	54	120	336	833	927	—	144	—	3.36	20.5	2.2

表 3 試験項目・方法

試験項目	試験方法
圧縮強度	JIS A 1108 供試体寸法: φ100×200mm
引張強度	JIS A 1113 供試体寸法: φ100×200mm
静弾性係数	JIS A 1149 供試体寸法: φ100×200mm
乾燥収縮ひずみ	JCI-SQA4 供試体寸法: 100×100×400mm
乾燥収縮応力	JCI-SQA5 供試体寸法: 100×100×1500mm
	鉄筋の呼び名: D32 鉄筋比(公称鉄筋断面積/コンクリート純断面積): 8.6%

キーワード 速硬コンクリート, ラテックス, 力学特性, 乾燥収縮, ひび割れ抵抗性, クリープ解析

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント株式会社 中央研究所 TEL: 043-498-3852

た。また、示方書式と比べると、同一圧縮強度に対する引張強度は、FCは同程度、LMCは1.5~2倍程度大きい値を示した。

### 3.2 乾燥収縮ひずみ

図2に乾燥収縮ひずみを示す。FCの乾燥収縮ひずみは、材齢150日で $-245\mu$ であるのに対し、LMCは $-199\mu$ となり2割程度抑制された。これは、硬化とともに形成されたラテックスのフィルムによる水分逸散抑制効果によるものと推察される。また、W/C35%のコンクリートの乾燥収縮ひずみを、同一骨材を使用したとして示方書式により試算した結果を併記する。W/C35%のコンクリートの乾燥収縮の試算結果は、材齢150日で $-550\mu$ 程度であり、LMCおよびFCの乾燥収縮がその半分以下に相当することを確認した。

### 3.3 乾燥収縮応力

図3に乾燥収縮応力を示す。材齢150日におけるFCの乾燥収縮応力は $1.94\text{N/mm}^2$ であった。一方、LMCは $1.58\text{N/mm}^2$ となり、乾燥収縮ひずみと同様にFCより2割程度抑制された。なお、LMC、FCともに収縮によるひび割れは確認されなかった。

図4に乾燥収縮応力と引張強度の比(応力強度比)を示す。なお、材齢に伴う引張強度の発現は、実測値を対数近似することにより求めた。材齢150日での応力強度比は、FCが0.5程度、LMCが0.2程度となり、特にLMCにおいて高いひび割れ抵抗性を有していることを確認した。

### 3.4 クリープ解析

示方書式のクリープ予測式を用い、有効ヤング係数法により、乾燥収縮ひずみから収縮応力を予測した。

図5に実測値と予測値の比較を示す。材料の種類や載荷材齢は、クリープ予測式の適用範囲外であったが、実測値と予測値は概ね一致した。実測値と予測値の差は最大で、LMCが $0.31\text{N/mm}^2$ 、FCが $0.37\text{N/mm}^2$ であった。

## 4. まとめ

本検討では、ラテックス改質速硬コンクリート(LMC)とラテックス無混和の速硬コンクリート(FC)の乾燥収縮ひずみ、応力を測定し、乾燥収縮特性、ひび割れ抵抗性を評価した。得られた知見を以下に示す。

- (1) 乾燥収縮ひずみは、ラテックスの有無にかかわらず、コンクリート標準示方書式の試算値(W/C35%)の半分以下であった。

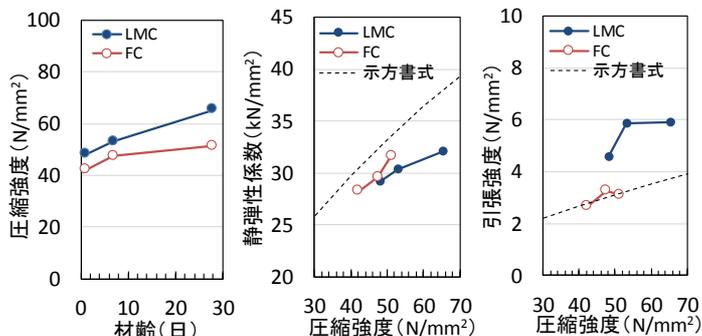


図1 コンクリートの力学特性

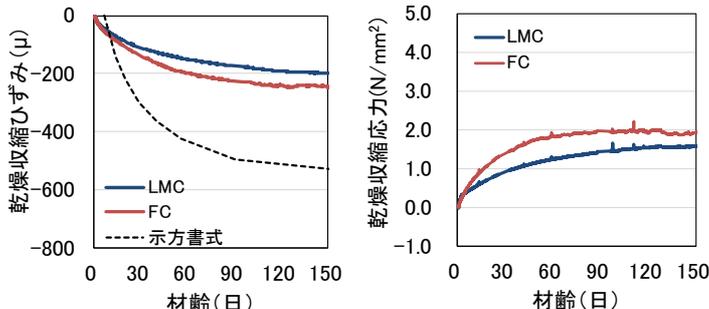


図2 乾燥収縮ひずみ

図3 乾燥収縮応力

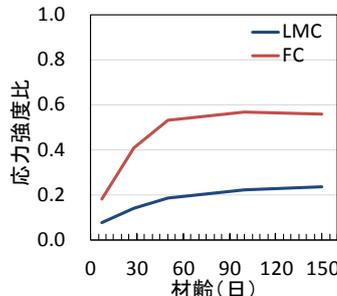


図4 応力強度比

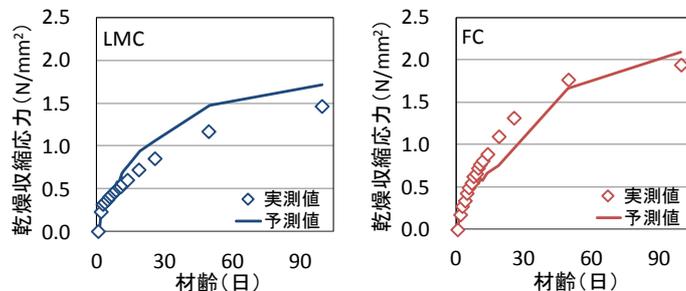


図5 乾燥収縮応力の予測値と実測値の比較

- (2) LMCの乾燥収縮ひずみおよび応力は、FCより2割程度小さくなった。応力強度比は、FCが0.5程度、LMCが0.2程度であり、LMCは高いひび割れ抵抗性を有していることを確認した。
- (3) コンクリート標準示方書のクリープ予測式によって、LMCとFCの乾燥収縮ひずみから収縮応力を概ね再現できた。

## 参考文献

- 1) 井口舞, 兵頭彦次, 郭度連, 山中俊幸: ラテックス改質速硬コンクリートの自己収縮特性評価, 土木学会年次学術講演会講演概要集, Vol. 71, V-170, 2018. 8