

LMFC の構造的な性能に関する基礎的研究

宮崎大学工学部

宮崎大学工学部

太平洋マテリアル株式会社

学生会員 ○井野 椋太

正会員 安井 賢太郎, 李 春鶴

正会員 郭 度連

1. はじめに

現在, 建設から 50 年以上が経過した構造物が多く供用されており, その老朽化が深刻な問題となっている. 老朽化等に対する補修・補強材料には速硬性のみならず, 高い曲げ強度, 付着強度および耐久性などが求められるが, これら要求性能を満足する材料としてラテックス (合成ゴム) が有効であると考えられる. 郭ら¹⁾の研究によれば, 速硬性混和材による速硬化効果とラテックスによる改質効果が融合された場合においても, それぞれの効果が阻害されることなく発揮され, 速硬化コンクリートと同様の高強度に加えて優れた靱性を有することが確認されている. また, 構造実験に関する既往の研究^{2), 3)}では, 高強度コンクリートはりや高靱性コンクリートはり比普通強度コンクリートはりに比べて構造的に優れていることが確認されているが, その両方の性質を併せ持つコンクリートの構造的検討に関する研究はほとんど行われていない.

そこで, 本研究では高強度かつ高靱性であるラテックス改質速硬コンクリート (LMFC) を構造物に適用することを目的として, RC 部材の一軸引張試験および材料試験を行い基礎的な構造性能を確認した.

2. 実験概要

2. 1 使用材料およびコンクリート配合

表-1 にコンクリートの配合を示す. 本研究で使用する材料は既往の研究¹⁾を参考に, 特殊カルシウムアルミネートを主成分とした速硬性混和材 (F) を用いた. ラテックス (L) はポリマーディスパージョンの中で, SBR ラテックスを使用した. ラテックスは普通コンクリートの単位水量 120kg/m^3 を置換し混和した. LMFC はラテックスの効果により十分なフレッシュ性状が得られるため, 減水剤 (Ad) を使用していない. また, 硬化時間の調整を行うためオキシカルボン酸系の硬化調整剤 (Re) を添加している.

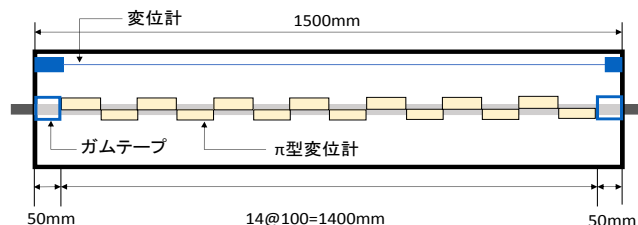


図-1 供試体概略図

供試体は, 普通コンクリート (PL), 速硬コンクリート (FC), LMFC の 3 種類の供試体を作製し実験を行った.

2. 2 供試体概要および実験項目

図-1 に一軸引張試験用供試体の概略を示す. 寸法形状は $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 1500\text{mm}$ の棒部材であり, 中心に異形棒鋼 SD345 D22 を配置している. 供試体は打込み終了後材齢 2 日で脱型し, 材齢 28 日まで室内湿布養生を行った.

一軸引張試験では, 供試体の片側面に π 型変位計を合計 14 個設置してひび割れ幅を測定した. また, 供試体の両側面に変位計を設置して, 供試体全体の変形を測定した.

材料試験では, 圧縮および割裂引張試験に $\phi 100\text{mm} \times 200\text{mm}$ の円柱供試体を使用し, 曲げ強度試験用に $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 400\text{mm}$ の角柱供試体を使用した. これらの供試体は打込み終了後材齢 2 日で脱型し, 28 日間室内湿布養生するものと水中養生するものに別けて製作した.

3. 実験結果および考察

表-2 に各種強度試験の結果を示す. 表より養生方法に関わらず, LMFC の曲げ強度が最も強度が高く, LMFC の高靱性が確認できた.

図-2 に一軸引張試験における各供試体の荷重と変位

表-1 コンクリートの配合

配合の種類	W/C (W/B)	P/C (P/B)	単位量 (kg/m ³)					外割添加 (kg/m ³)		スランプ (cm)	空気量 (%)
			W	L	C	S	G	Ad	F		
PL	65.0	—	178	—	274	908	959	C×0.7%	—	15.0	2.4
FC	65.0 (44.5)	—	178	—				C×0.7%	117	22.0	1.4
LMFC	45.2 (31.7)	19.7 (13.8)	58	120				—	117	21.0	3.0

量の関係を示す。載荷は鉄筋降伏後、供試体の変位量が 6mm 程度になるまで行った。この変位量は 14 個の π 型変位計の合計である。図より、鉄筋が降伏するまで LMFC が最も荷重に対する変位量が小さいことが確認できる。

表-3 に一軸引張試験における各供試体の初期ひび割れ荷重およびひび割れ本数を示す。表より、初期ひび割れ発生荷重は LMFC、FC、PL の順で高い結果となり、LMFC は PL の 2.1 倍のひび割れ荷重を示した。また、ひび割れ本数においても LMFC が最も多く、ひび割れの分散が確認できた。初期ひび割れ荷重、ひび割れ本数の結果から LMFC が優れた構造性能を有していることが明らかとなった。

図-3 に平均ひび割れ幅と鉄筋ひずみの関係を示す。平均ひび割れ幅はその荷重における π 型変位計の変位量の合計をひび割れ本数で割ったものである。鉄筋ひずみは供試体の長さ変化量を 1400(π 型変位計標点距離の合計)で除したものである。図より PL に比べて FC は鉄筋ひずみが増加しても常に平均ひび割れ幅が小さくなっている。LMFC は鉄筋ひずみが約 1400×10^{-6} までは最も平均ひび割れ幅が大きくなっていた。これは LMFC の高靱性の影響で鉄筋ひずみが大きくなっても初期の段階ではひび割れが発生しづらく、ひび割れ本数が少ないため、結果的に平均ひび割れ幅が大きくなったと考えられる。しかし、鉄筋降伏後は LMFC の平均ひび割れ幅は最も小さくなった。以上のことから、FC および LMFC にひび割れ抑制効果があることがいえる。

4. まとめ

曲げ強度試験により、FC および LMFC の高靱性が確認できた。また、一軸引張試験により、LMFC の初期ひび割れ発生が遅延されること確認できた。これらの実験結果から、LMFC が 3 種類のコンクリートの中で最も構造的に優れていることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 郭度連, 森山守, 菊池徹, 李春鶴: ラテックス改質速硬コンクリートの基礎物性と耐久性能に関する基礎的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.37, No.1, pp.1939-1944, 2015
- 2) 西拓馬, 大野義照, 中川隆夫, グエンテクオン: 高強度コンクリートを用いた鉄筋コンクリート梁の曲げひび割れ性状, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.3, pp.571-576, 2007
- 3) 中村允哉, 渡部憲, 白都滋, 山田友也: 再生骨材を使用した高靱性コンクリート製 RC 梁の破壊挙動, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.1, pp.358-363, 2012

表-2 各種強度試験(N/mm²)

	室内湿布養生(28 日)			
	圧縮強度	割裂引張強度	曲げ強度	曲げ靱性係数
PL	31.8	2.8	5.6	0.42
FC	43.8	—	8.0	0.77
LMFC	—	—	10.2	1.10
	水中養生(28 日)			
	圧縮強度	割裂引張強度	曲げ強度	曲げ靱性係数
PL	34.9	3.4	6.0	0.46
FC	45.0	—	7.6	0.62
LMFC	—	—	11.2	1.17

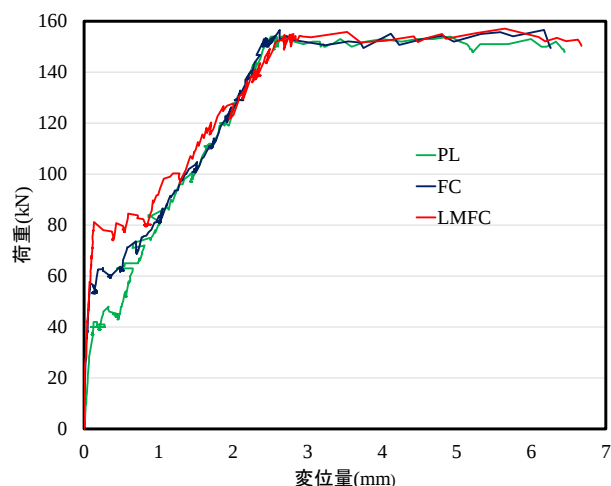


図-2 荷重と変位量の関係

表-3 初期ひび割れ荷重およびひび割れ本数

	初期ひび割れ発生荷重(kN)	ひび割れ本数(本)	鉄筋降伏荷重(kN)
PL	37	9	150
FC	56	11	151
LMFC	78	12	150

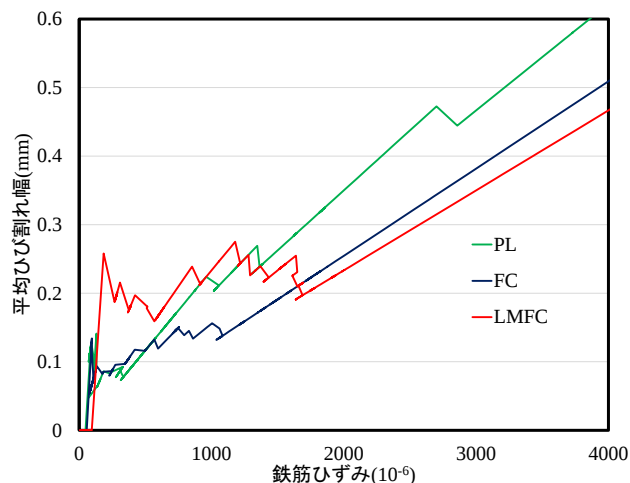


図-3 平均ひび割れ幅と鉄筋ひずみの関係