

LMFC とネット状連続繊維補強材の併用によるひび割れ性状に関する基礎研究

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

正会員

正会員

○猪野泰成

安井賢太郎, 李春鶴

長塩靖祐

1. はじめに

コンクリート構造物のひび割れは、構造物の劣化の進行を促進させるため、構造物新設の際には、優れた耐久性や構造性能を付与することで早期劣化を防ぎ、構造物を長寿命化させることが望まれる。そこで、高強度、高靱性の両性質を持ち、耐久性にも優れているラテックス改質速硬コンクリート(以下 LMFC と称する)の新設構造物への適用が検討されている。井野の研究²⁾では、LMFC を用いた RC 部材の一軸引張試験が行われ、ラテックスの高靱性による初期ひび割れ発生 の遅延や優れた構造性能を有することが確認されたが、ひび割れ幅は大きくなっていることが確認できた。一方で、李ら³⁾の研究では、連続繊維をかぶりに配置し、繊維量を増やすことでひび割れ抑制効果、ひび割れ発生後の分散効果が確認された。

既往の研究によって明らかとなった両者の特性を組み合わせることで、より効果的なひび割れ対策になるのではないかと考え、ラテックスとネット状連続繊維補強材を併用した RC 構造物によるひび割れ特性の評価を本研究の目的とした。

2. 実験概要

2. 1 コンクリート配合

表-1 にコンクリートの配合を示す。ラテックス(以下 L と称する)は普通コンクリートの単位水量 120kg/m^3 を置換し混和している。供試体は、普通コンクリート(以下 PL と称する)、LMFC の 2 種類に連続繊維(以下 HN と称する)の有無を組み合わせた計 4 体を作製し実験を行った。

2. 2 供試体概要

図-1 に一軸引張試験用供試体の概略を示す。形状寸法は $100\text{mm}\times 100\text{mm}\times 1500\text{mm}$ の棒部材であり、中心に異形棒鋼 SD345 D22 を配置している。HN は鉄筋沿いに配置し、供試体片側側面に中心から

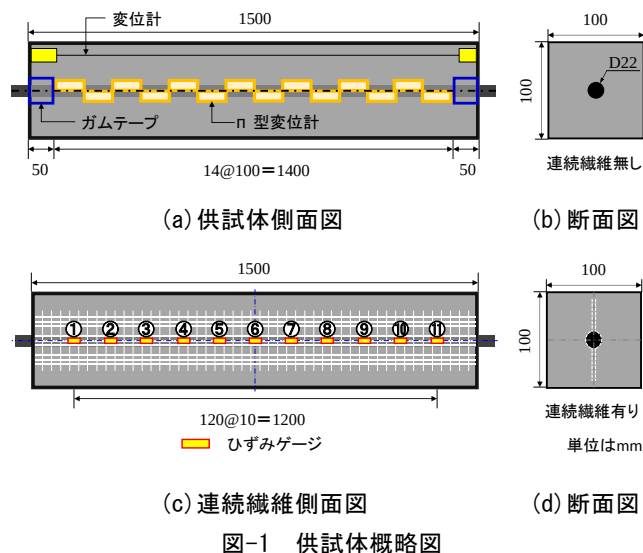


図-1 供試体概略図

120mm 間隔でひずみゲージを 11 枚設置した。供試体は打込み終了後材齢 2 日で脱型し、材齢 14 日まで室内にて湿布養生を行った。供試体の両側面には π 型変位計 14 個と変位計を設置し、ひび割れ幅と供試体全体の変形を測定した。

材料試験は、 $\phi 100\text{mm}\times 200\text{mm}$ の円柱供試体を使用し、圧縮強度試験と割裂引張強度試験を行った。供試体は打込み終了後材齢 2 日で脱型し、材齢 14 日まで水中養生と室内湿布養生に分けて養生を行った。

3. 実験結果および考察

表-2 に材料試験の結果を示す。表に示すように、養生方法に関係なく圧縮試験、割裂引張試験ともに LMFC の値が PL を上回っており、LMFC が高強度であることがわかる。

表-3 は一軸引張試験によって得られた各供試体の初期ひび割れ発生荷重、鉄筋降伏荷重、ひび割れ本数を示したものである。表より、LMFC の初期ひび割れ発生荷重は PL の約 2 倍の値を示しており既往の研究と同様 LMFC の初期ひび割れ発生 の遅

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)		スランブ (cm)	空気量 (%)
			W	L	C	S	G	Ad	F	Re		
PL	47.0	—	172	—	366	795	975	C $\times$ 0.7%	—	—	2.4	5.0
LMFC	32.2 (22.6)	14.8 (10.3)	52	120				—	157	2.01	5.9	4.5

延が確認できた。HNの有無による比較では、HN有りの供試体において全項目で増加傾向が見られた。

図-2 に荷重と変位量の関係を示す。載荷は鉄筋が降伏するまで行った。図より、鉄筋が降伏するまでの荷重に対する変位量は PL より LMFC の方が小さくなっている。また、HN を配置した供試体の方が配置していない供試体と比べて僅かに小さくなっていることが確認できる。

図-3 に平均ひび割れ幅と鉄筋ひずみの関係を示す。平均ひび割れ幅は任意の荷重における π 型変位計の変位量の合計をひび割れ本数で除した値であり、鉄筋ひずみは供試体の長さ変化量を π 型変位計標点距離の合計 (1400) で除した値である。図より、PL(HN)、LMFC(HN) の平均ひび割れ幅が小さくなっていることが確認できる。この結果から、HN を配置することで引張力の分担効果が発揮されていると推察できる。この効果は LMFC(HN) において顕著であり、HN を配置することでひび割れ発生後の挙動は LMFC と同じであるものの、鉄筋ひずみが 500×10^{-6} 以上になるまでひび割れが発生していない。また、ひび割れ発生後も平均ひび割れ幅は制御されていることから、ラテックス混和による初期ひび割れ発生 の遅延効果と HN による引張力の分担効果が相乗的に作用していることが確認できる。

4. まとめ

連続繊維を配置することで、初期ひび割れ発生荷重、鉄筋降伏強度、ひび割れ本数の増加と鉄筋が降伏に至るまでの荷重に対する変位量の減少が確認された。平均ひび割れ幅は、連続繊維を配置することで引張力の分担効果によるひび割れ幅の制御が確認された。特に LMFC(HN) では、ラテックス混和による初期ひび割れ発生 の遅延効果と連続繊維による引張力の分担効果が相乗的に作用していることが明らかとなり、LMFC より構造的に優れていることが示唆された。

参考文献：

- 1) 井野椋太、安井賢太郎、李春鶴、郭度連：ラテックス改質速硬コンクリートの一軸引張試験によるひび割れ特性、土木学会年次学術講演会講演概要集、Vol.72、V-376、pp.751-752、2017
- 2) 李春鶴、杉浦亮介、辻幸和、郭度連：ネット状連続繊維補強材を併用した RC はりの曲げひび割れの抑制に関する評価、コンクリート工学年次論文集、Vol.33、No.2、1285-1290、2011

表-2 材料試験結果

水中養生	圧縮強度試験 (N/mm ²)	割裂引張強度試験 (N/mm ²)
PL	55.5	3.8
LMFC	65.2	4.6
室内湿布養生	圧縮強度試験 (N/mm ²)	割裂引張強度試験 (N/mm ²)
PL	53.6	3.7
LMFC	65.1	5.5

表-3 一軸引張試験結果

供試体 種類	初期ひび割れ 発生荷重(kN)	鉄筋降伏 荷重(kN)	ひび割れ 本数(本)
PL	40	147	10
PL(HN)	43	155	12
LMFC	83	148	9
LMFC(HN)	88	155	10

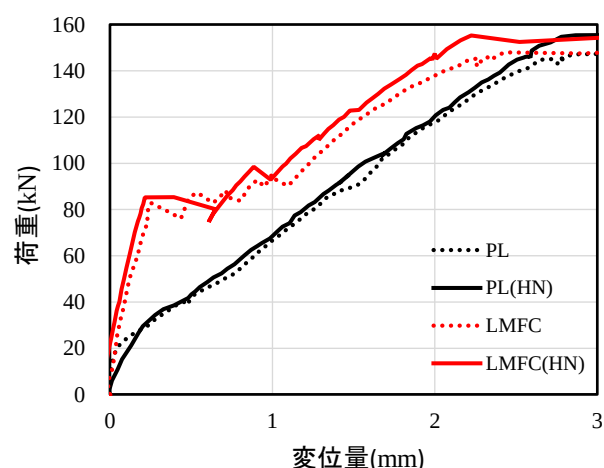


図-2 荷重と変位量の関係

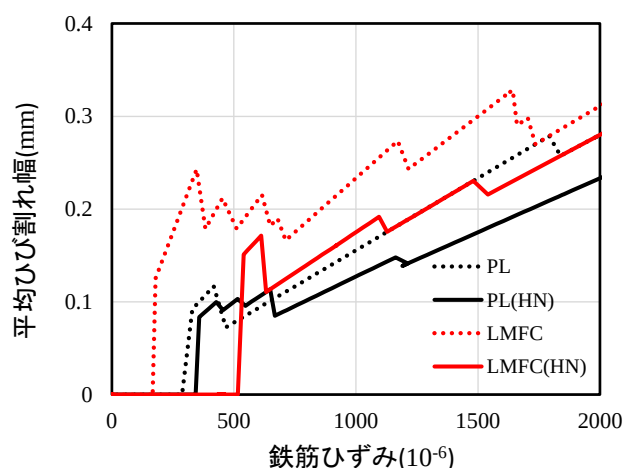


図-3 平均ひび割れ幅と鉄筋ひずみの関係