

ひび割れ抑制におけるネット状連続繊維補強材と各種コンクリートの相乗効果についての検討

宮崎大学 工学部 正会員 ○安井 賢太郎, 猪野 泰成
 宮崎大学 工学教育研究部 正会員 李 春鶴
 太平洋マテリアル株式会社 正会員 長塩 靖祐

1. はじめに

コンクリート構造物の新設に際して、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。近年、ネット状連続繊維補強材（以下連続繊維と称する）は、竣工時の初期ひび割れの発生は許容するものの、耐久性上有害となるひび割れ幅とならないように制御する補助材料として広く使用されている¹⁾。また、高強度・速硬性の性質を持ち、耐久性にも優れている速硬コンクリート（以下 FC と称する）や、高強度・高靱性の性質を持ち、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。

井野ら²⁾は、LMFC を用いた RC 部材の一軸引張試験を行い、ラテックスの高靱性による初期ひび割れ発生が遅延や優れた構造性能を有することを確認したが、その一方でひび割れ抑制効果は確認できなかった。

以上のことから、本研究では連続繊維を使用した際の普通コンクリート、速硬コンクリート、ラテックス改質速硬コンクリートのひび割れ抑制効果について検討を行うことを目的とする。

2. 実験概要

表-1 にコンクリート配合を示す。FC 及び LMFC には速硬性混和剤 (F) 及び硬化調整剤 (Re) を添加し、LMFC にはラテックス (L) を普通コンクリート（以下 PL と称する）の単位水量 120kg/m³ を置換している。

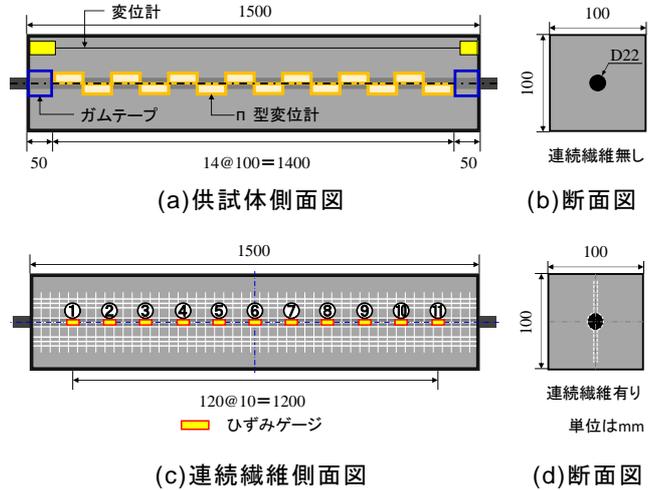


図-1 供試体概略図

図-1 に一軸引張試験用供試体の概略を示す。供試体は PL, FC 及び LMFC の 3 種類の配合に連続繊維（以下 HN と称する）の有無を組み合わせた計 6 体を作製した。形状寸法は 100mm×100mm×1500mm 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 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、ひび割れ幅ならびに供試体全体の変形量を測定した。

材料試験は φ100mm×200mm の円柱供試体を作製し、圧縮強度試験を行った。供試体は打込み終了後材齢 2 日で脱型し、材齢 28 日まで水中養生、材齢 14 日まで

表-1 コンクリート配合

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 ²)		スランプ (cm)	空気量 (%)
			W	L	C	S	G	Ad	F	Re		
PL	47.0	—	172	—	366	795	975	C×0.7%	—	—	2.4	5.0
FC	47.0 (32.9)	—	172	—				—	157	2.01	1.7	0.8
LMFC	32.2 (22.6)	14.8 (10.3)	52	120				—	157	2.01	5.9	4.5

キーワード 連続繊維, ひび割れ制御, 相乗効果, ラテックス改質速硬コンクリート, 速硬コンクリート

連絡先 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1 TEL 0985-58-7338 FAX 0985-58-7344

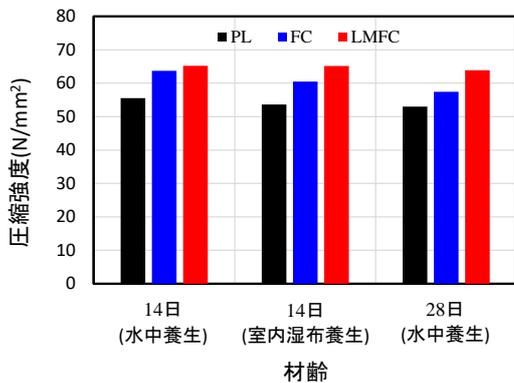


図-2 圧縮強度試験結果

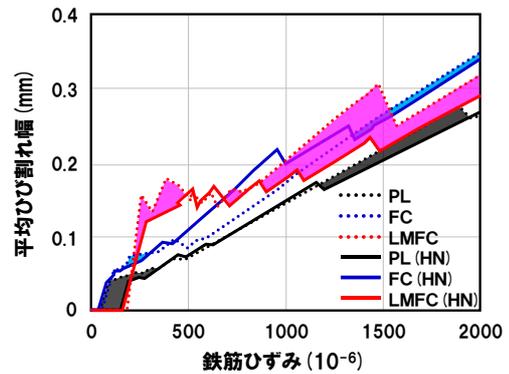


図-3 平均ひび割れ幅と鉄筋ひずみの関係

室内湿布養生を行った。

3. 実験結果および考察

表-2 に圧縮強度試験の結果を示す。養生方法に関係なく LMFC 及び FC 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。

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、π型変位計で測定したひび割れ幅の合計をその時のひび割れ本数で除したものである。破線は HN 無しの供試体、実線は HN を配置した供試体を示す。図より、HN を配置した供試体において平均ひび割れ幅の低減が見られた。特に、LMFC(HN)のひび割れ幅の低減が顕著であり、HN によるひび割れ分散効果によるものと考えられる。

表-2 に連続繊維分担力の実測値、理論値及び有効荷重を示す。連続繊維分担力の理論値は、HN に設置したひずみゲージの値から(1)式により算出した。

$$F_{HN} = E_{HN} \times \epsilon_{HN} \times A_{HN} \quad (1)$$

ここに、 F_{HN} : HN 分担力 (kN),

E_{HN} : HN ヤング係数 (7.4 kN/mm²),

ϵ_{HN} : HN ひずみ, A_{HN} : HN 断面積 (mm²)

連続繊維分担力の実測値は、同一ひずみ下における荷重の差(連続繊維を配置した供試体の荷重－連続繊維を配置していない供試体の荷重)で算出した。実測

値が正の値の場合、連続繊維による分担効果(引張力の負担)があることを示す。有効荷重は、連続繊維分担力の実測値と理論値の差で表され、この値が大きいほど相乗効果が大きくなることを示す。ここでいう相乗効果とは、連続繊維がコンクリートを拘束することによるコンクリート引張力の増加と考えており、今後の研究において詳細な検討が必要である。

表より、PL(HN)、FC(HN) では鉄筋ひずみの増加に伴い有効荷重は減少傾向にある。その一方で、LMFC(HN) では鉄筋ひずみの増加に伴い有効荷重は増加傾向を示していることから、最もコンクリートと連続繊維との相乗効果が大きいことが示唆された。

4. まとめ

LMFC と HN を併用することでコンクリートと連続繊維の相乗効果が得られ、6 体の供試体の中で最も優れた構造性能を有することが示唆された。

参考文献：

- 1) 李春鶴, 杉浦亮介, 辻幸和, 郭度連: ネット上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, pp.1285-1290, 2011
- 2) 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

表-2 連続繊維分担力の実測値、理論値及び有効荷重

供試体種類	鉄筋ひずみ(10 ⁻⁶)								
	250			500			750		
	実測値 (kN)	理論値 (kN)	有効荷重 (kN)	実測値 (kN)	理論値 (kN)	有効荷重 (kN)	実測値 (kN)	理論値 (kN)	有効荷重 (kN)
PL(HN)	2.69	> 0.93	1.76	4.06	> 1.43	2.64	1.70	< 1.87	-0.17
FC(HN)	1.06	< 1.33	-0.28	12.11	> 2.94	9.18	11.94	> 4.08	7.85
LMFC(HN)	4.38	> 0.43	3.95	-1.88	< 1.30	-3.18	4.26	> 1.96	2.30
供試体種類	1000			1250			1500		
	実測値 (kN)	理論値 (kN)	有効荷重 (kN)	実測値 (kN)	理論値 (kN)	有効荷重 (kN)	実測値 (kN)	理論値 (kN)	有効荷重 (kN)
PL(HN)	4.00	> 2.30	1.69	2.25	< 2.82	-0.57	1.81	< 3.35	-1.53
FC(HN)	7.63	> 5.17	2.46	8.38	> 6.37	2.00	8.25	> 7.39	0.86
LMFC(HN)	6.81	> 2.80	4.01	6.06	> 3.89	2.17	10.19	> 4.82	5.37