

# メッシュシート状ならびにロープ状の連続ポリエチレン繊維で補強した RC はりのせん断性能

太平洋セメント(株) 正会員 ○河野 克哉 川口 哲生  
東洋紡(株) 奥山 幸成 榎本 弘 濱野 陽

## 1. はじめに

有機系スーパー繊維は、鋼材料に匹敵する高強度・高弾性率を有するだけでなく耐食性・軽量性・施工性などの優れた特徴をもつものの、コンクリートに対するスーパー繊維の適用は、まだ限られているのが現状である。そこで、本研究では、スーパー繊維のひとつであるポリエチレン(以下、PE)繊維に着目し、メッシュシート状やロープ状に加工された連続PE繊維を補強材に適用したRCはりの載荷試験を実施することで、せん断性能の向上効果を検討した。

## 2. 実験概要

### (1) 使用材料ならび配合

表1は、RCはりの補強材に用いた連続PE繊維の種類、形状および物性を示したものであり、メッシュシート状ならびにロープ状の2種類を検討した。これらの連続繊維は、いずれも表2に示すようなPE繊維素材から作製されたものである。コンクリートに用いた材料は、水(以下、W)、普通セメント(以下、C)、山砂(以下、S)、碎石(以下、G)、AE減水剤(添加量  $C \times 0.5\%$ )であり、表3に示すような配合となる普通強度コンクリートにてRCはりを作製した。

### (2) RCはりの概要

RCはりの形状、配筋および連続PE繊維の配置方法を図1に示した。PEメッシュシート(寸法  $175 \times 500\text{mm}$ )で補強する場合、図1(a)に示すようにせん断スパン内の側面のかぶりに1枚(片側スパンで2枚、両側スパンで計4枚)(以下、M1)、2枚重ね(片側スパンで4枚、両側スパンで計8枚)(以下、M2)となるように主鉄筋(D22 SD345  $\times 2$ 本、引張鉄筋比  $p_w = 2.95\%$ )ならびに組立鉄筋(D10 SD295A  $\times 2$ 本)に固定した。またPEロープで補強する場合、図1(b)に示すようにせん断スパン内の主鉄筋ならびに組立鉄筋にピッチ100mm(以下、R100)、50mm(以下、R50)となるように巻き立てた。なお、図1(c)に示すようにせん断スパン内に補強材を配置していないRCはり(以下、N)も用意した。

### (3) RCはりの載荷試験方法

RCはりは、材齢18日まで湿潤養生を行った後、等モーメント区間200mm、せん断スパン有効高さ比  $a/d = 2.86$  となるように耐圧機にて静的2点集中荷重を作用させた。荷重をロードセルで検出しながら、はり中央たわみを測定した。

表1 使用した連続PE繊維の物性

種類	形状・物性
メッシュシート	繊維の幅 $2\text{mm} \times$ 厚さ $0.13\text{mm}$ , シートの繊維間隔 $10 \times 10\text{mm}$ , シートの厚さ $0.27\text{mm}$ , 最大引張荷重 $1.28\text{kN}/5$ 本以上
ロープ	組紐, 直径 $4\text{mm}$ , 最大引張荷重 $7.85\text{kN}$

表2 PE繊維素材の物性

繊維径	引張強度	引張弾性率	密度
$12\mu\text{m}$	$2.6\text{GPa}$	$88\text{GPa}$	$0.97\text{g}/\text{cm}^3$

表3 コンクリートの配合, 流動性および圧縮強度

W/C (%)	s/a (%)	単位量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )				Slump (cm)	Air (%)	$f'_c$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
		W	C	S	G			
55.0	46.0	165	300	828	991	13.0	4.5	30.4

注) s/a: 細骨材率,  $f'_c$ : 圧縮強度(水中養生・材齢18日)

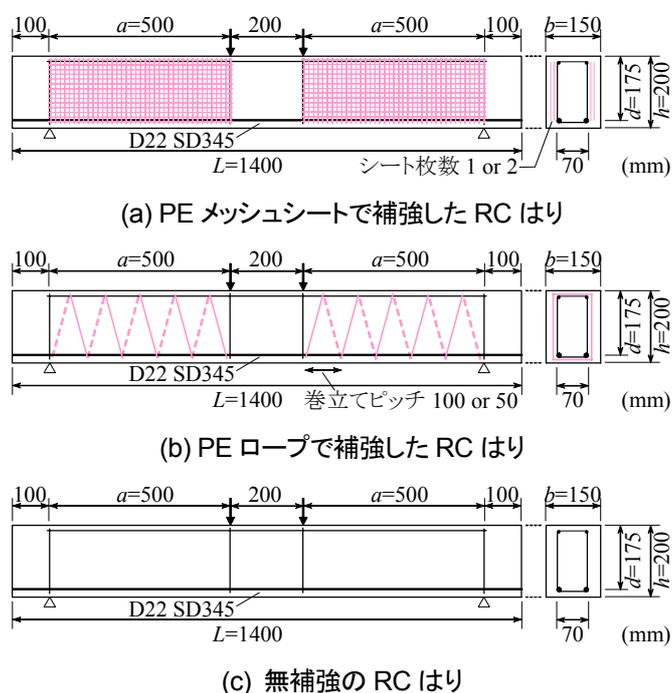


図1 RCはりの形状、配筋および連続PE繊維の配置

をロードセルで検出しながら、はり中央たわみを測定した。

キーワード ポリエチレン繊維, 連続繊維補強材, メッシュシート, ロープ, せん断性能

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋セメント(株) 中央研究所 TEL. 043-498-3804

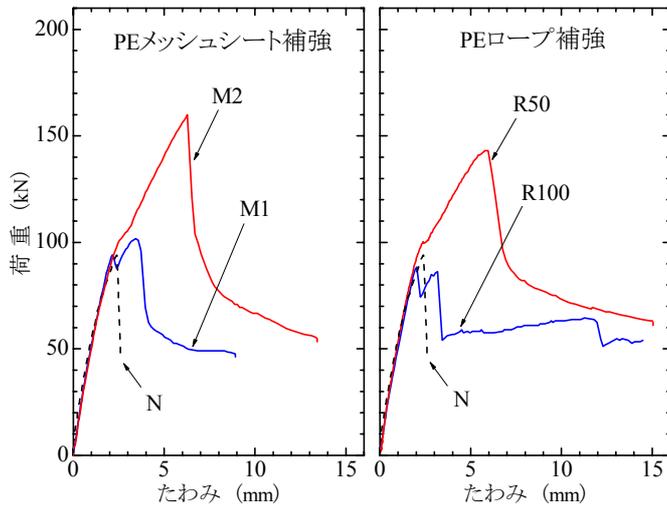


図2 連続PE繊維で補強したRCはりの荷重-たわみ曲線

表4 連続PE繊維で補強したRCはりの載荷試験結果

RCはりの種類	$P_{cr}$ (kN)	$P_u$ (kN)	$P_u/P_{cal}$	$P_{cf} = P_u - P_{u,N}$ (kN)
M1	15.4	101	1.27 [1.07]	7.0
M2	16.1	160	2.01 [1.70]	66.0
R100	15.4	88.4	1.11 [0.94]	-5.6
R50	16.8	143	1.79 [1.52]	49.0
N	17.5	94.0	1.17 [1.00]	0.0

注)  $P_{cr}$ : 曲げひび割れ発生荷重,  $P_u$ : 終局荷重の試験値,  $P_{cal}$ : 終局荷重の計算値(=2× $V_c$ =79.8),  $P_{cf}$ : 連続繊維の荷重負担分,  $P_{u,N}$ : 無補強はりNの終局荷重の試験値(=94.0).  
[ ]内の値は無補強はりNの $P_u/P_{cal}$ を1としたときの値.

### 3. 結果と考察

#### (1) RCはりの荷重-たわみ曲線

図2は、PEメッシュシートならびにPEロープで補強したRCはりの荷重-たわみ曲線を示したものである。PEメッシュシートならびにPEロープのいずれを用いた場合も、PEによる補強量が増えるほど(シート枚数が増加するほど、ロープ巻立てピッチが減少するほど)、ピーク荷重は向上し、ピーク以降の急激な荷重低下も抑制された。なお、補強量が少ないRCはりM1ならびにR100では、連続PE繊維によるピーク荷重の向上は明確ではないものの、ポストピーク挙動の改善には寄与できていることがわかった。

#### (2) 曲げひび割れ発生荷重ならびに終局荷重

表4は、PEメッシュシートならびにPEロープで補強したRCはりの載荷試験結果をまとめたものである。曲げひび割れ発生荷重 $P_{cr}$ は、連続PE繊維の種類、補強量および有無によらず、ほぼ一定となった。無補強のRCはりNにくらべて、M2の場合に1.70倍、R50の場合に1.52倍の補強効果が認められる。なお、無補強はりNの終局荷重の試験値 $P_{u,N}$ は、以下の式(1)から求めた無補強はりの計算値 $P_{cal}$

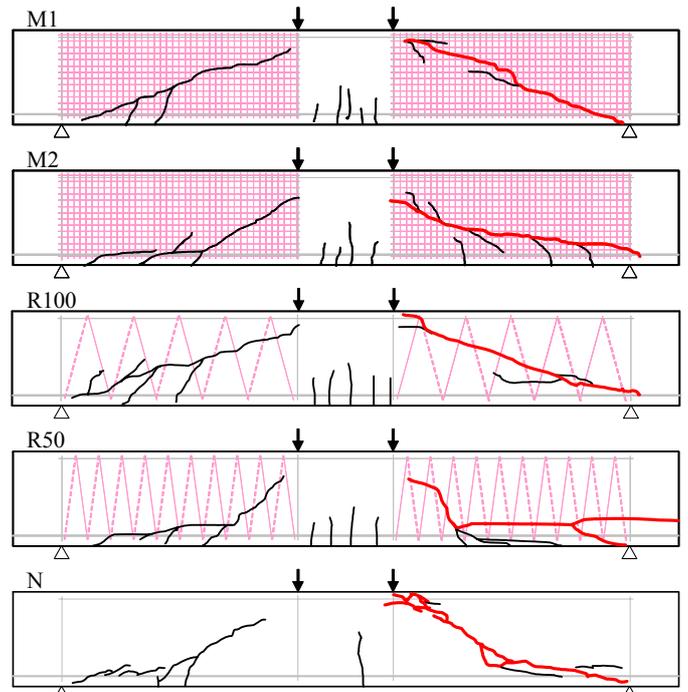


図3 連続PE繊維で補強したRCはりのひび割れ状況

とくらべて1.17倍で等しくならず、無補強はりの $P_{cal}$ に対してM2の場合は2.01倍、R50の場合は1.79倍のせん断耐力となった。

$$V_c = 0.2 \cdot f_c^{1/3} \cdot p_w^{1/3} \cdot (10^3/d)^{1/4} \cdot \{0.75 + 1.4/(a/d)\} \cdot b \cdot d \quad (1)$$

#### (3) RCはりのひび割れ状況

図3は、PEメッシュシートならびにPEロープで補強したRCはりとなし補強のRCはりをそれぞれ載荷した後のひび割れ状況を示したものである。いずれのRCはりも斜めひび割れによって最終的な破壊に至っており、PEによる補強量が増えることで、支点と載荷点を結んだ斜めひび割れの発生角度が低下している。メッシュシートならびにロープのいずれの連続PE繊維によっても斜めひび割れの拡大が抑制され、斜めひび割れ発生後も耐力を保持できるようなアーチ機構が形成されたものと考えられる。なお、PEロープで補強したR50では主鉄筋に沿った形でひび割れが進展しており、ロープ材と鋼材との結束が弱く、ずれを生じたものと思われる。このため、ロープ材は鋼材との結束を強固にすることで、さらに耐力向上に寄与できる可能性がある。

### 4. まとめ

本研究の結果から、メッシュシート状ならびにロープ状の連続PE繊維をRCはりの補強材に用いることで、斜めひび割れ進展の抑制とせん断耐力の向上、ポストピーク挙動の改善に効果を発揮することがわかった。