

各種短繊維補強コンクリートの直接引張試験

(国研) 土木研究所 正会員 ○夏堀 格, 田中 良樹, 上仙 靖
同 上 小沢 拓弥, 古賀 裕久

1. はじめに

本稿では短繊維補強コンクリート（以下 FRC）を道路橋床版に適用する際に引張強度特性を簡潔かつ明確に把握する方法として、すでに提案されている直接引張試験方法¹⁾に着目して各種 FRC の試験を実施するとともに、試験法改善点について検討を行った。

2. 供試体

図-1 に供試体の形状寸法を示す。供試体はドッグボーン型で全長 400mm, 幅 100mm とした。打設面と型枠面にはそれぞれレーザー変位計と鉛直方向のひずみゲージを設置しており、供試体側面両側には鉛直方向のひずみゲージと水平方向のひずみゲージをそれぞれ設置した。レーザー変位計による変位を標点距離 100mm で除して平均ひずみを算出した。なお、供試体 DF のみパイ型変位計（標点距離 150mm）を用いて変断面部を考慮した上で応力-平均ひずみ関係を用いた（測定区間の平均厚さで応力度を算出）。各供試体の使用材料及び配合はそれぞれ異なっており、供試体 A, C, D, E はプレキャスト床版を想定し、供試体 AF, CF, DF, EF は間詰コンクリートを想定した配合となっている。

3. 試験方法

図-2 に試験状況を示す。既往の研究¹⁾と同様に、供試体の形状に適した把持装置を製作し、万能試験機に取り付けることで試験を実施した。荷重速度については最大荷重後の軟化曲線が得られるようピーク荷重時までは供試体の変形速度が 0.02mm/分程度で様な速度とし、ピーク荷重後は 0.2mm/分とした。試験を行う供試体の数は各種 3 体ずつとした。

4. 試験結果

表-1 に各供試体の標点内破壊数と引張強度の平均値を示す。すべての供試体において最初に発生したひび割れは打設面側に現れる傾向を示した。鋼繊維系の供試体はひび割れ発生後、型枠面側に少しずつひび割れが進展していくのに対し、有機繊維系の供試体 C, CF

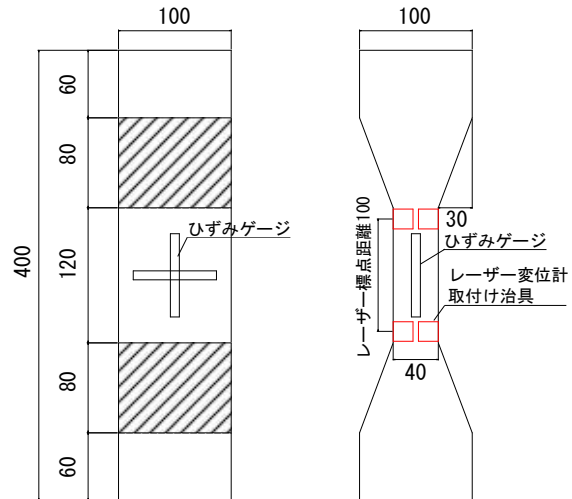


図-1 供試体の形状寸法(mm)



図-2 試験状況

表-1 使用材料及引張強度の平均値と標準偏差

供試体名	使用材料	標点内破壊数	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	ポアソン比	引張強度 (N/mm ²)	標準偏差
A	鋼繊維系	2	205	51.7	0.15	14.3	0.83
AF		3	179	49.6	0.21	13.1	0.58
C	有機繊維系	1	61	21.6	0.21	3.0	0.32
CF		2	106	30.4	0.24	5.8	0.55
D	有機繊維系	0	151	38.3	0.17	8.2	0.23
DF		3	153	41.2	0.20	6.0	0.45
E	鋼繊維系	1	185	46.0	0.22	11.4	0.29
EF		1	170	46.1	0.21	10.1	0.90

注) いずれも 3 体全ての試験結果の平均による

キーワード 短繊維補強コンクリート, 引張試験, 応力集中度, UFC, UHPFRC

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 土木研究所 橋梁構造研究グループ TEL029-879-6773

はひび割れの進展に規則性のようなものは見られなかった。供試体 D, DF についてはすべての供試体でひび割れ発生後のひずみが小さい傾向を示し、破断が変断面部と中央の直線区間の境界部で生じた。破断後の断面を観察すると供試体 D, DF 以外の供試体に共通して、打設面側は型枠面側と比較して繊維の分布がやや少なく気泡が多少多い傾向が確認され供試体 D, DF については比較的繊維の分布の偏りが少ない傾向であった。

図-2 に本試験で得られた各供試体の応力-ひずみ曲線を示す。(a) はプレキャスト床版を想定した配合の供試体、(b) は間詰めコンクリートを想定した配合の供試体の結果を示しており、3 体の供試体のうち最もひずみが大きい試験結果を例として示した。また応力はひび割れ発生時の応力 σ_t で除して無次元化した。この結果プレキャスト床版、間詰めコンクリートの双方に共通して、試験方法についての課題もあるが、本試験の範囲ではひび割れ発生後の挙動は鋼繊維系の供試体が安定して推移しており、有機繊維系の供試体は不安定で急激な変化が確認された。またレーザー変位計を使用した供試体では標点内破壊の数にばらつきが多く、ひび割れ発生後の挙動を計測できないケースがあったが、パイ型変位計を使用した供試体 DF では 3 体ともひび割れ発生後の挙動を計測出来た。

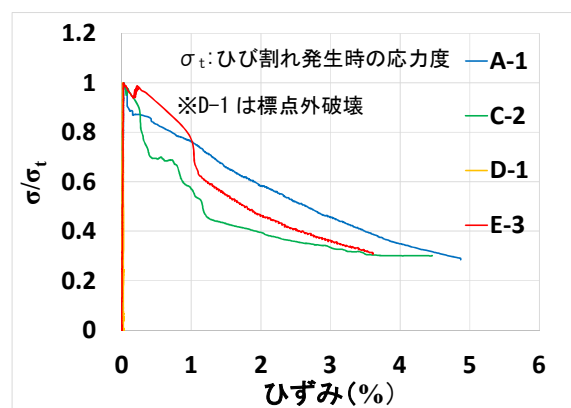
5. 変断面部の形状の応力集中

図-3 に供試体形状と応力集中度²⁾の比較について示す。本供試体における応力集中度 α は 1.10 であり、応力が集中しにくい形状であることを確認した。また本試験と類似した試験条件で実施されたコンクリートの直接引張試験³⁾で使用された供試体は中央部に曲線で 30%の絞りを施したものであり、応力集中度 α は 1.01 であった。本試験で採用した供試体形状は応力集中度が低いが、更なる改善の余地がある。

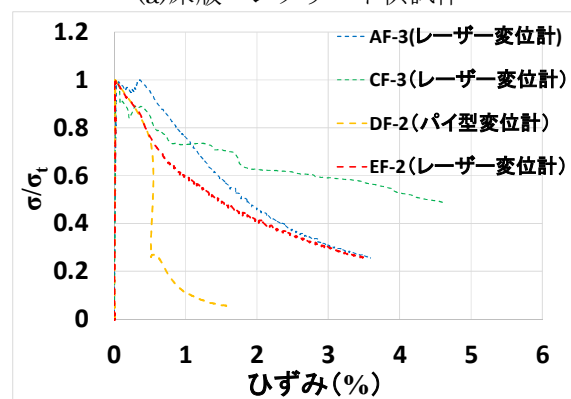
6. まとめ

本研究から得られた結果を以下に示す。

- ・変位計を設置する際は、変断面部を跨ぐように設置することで、補正の是非を確認する必要があるが、引張軟化曲線が確実に得られる。
- ・本試験で採用した供試体形状は応力集中が生じにくい形状であるが、さらに改善の余地が残されている。ただし FRC では引張強度が高いものも含まれることから、つかみ部の改善も必要である。



(a)床版コンクリート供試体



(b)間詰めコンクリート供試体

図-2 σ/σ_t -ひずみ曲線

本試験の供試体形状	既往の研究 ³⁾ の供試体形状
<p>$\alpha = \sigma_m / \sigma_0$ α: 応力集中度 σ_m: 最大応力 σ_0: 基準応力 (最小断面部の応力)</p>	<p>※Rは復元図から推定した値</p>
(a) $\alpha = 1.10$ (R部)	(b) $\alpha = 1.01$ (R部)

図-3 供試体形状と応力集中度の比較

謝辞: 本文は、民間 5 者と実施している「短繊維補強コンクリートを用いた橋梁床版の耐久性向上技術に関する共同研究」において実施した。試験治具や型枠の製作にあたってはその参加者である鹿島建設、一宮利通氏、渡邊有寿氏に協力いただいた。

参考文献

- 1) 牧田通ほか：直接引張試験による UHPFRC の引張特性に関する研究，土木学会年次講演会，第 72 回，V-542，2017
- 2) 西田正孝：応力集中，増補版，pp.632-636，1973
- 3) 斎藤満，今井悟：純引張載荷下におけるコンクリートの疲労特性について：土木学会，年次講演会，第 37 回，V-148，1982