

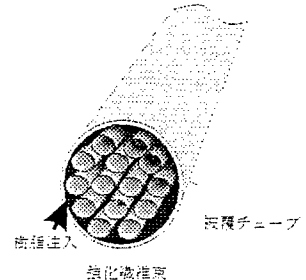
V-344

連続繊維フレキシブル筋曲げ成形部の挙動について

九州旅客鉄道(株) 正会員 神崎 諭
 日鉄コンパジット(株) 正会員 小林 朗
 北海道大学大学院 正会員 佐藤靖彦
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 富田 早季
 北海道大学大学院 フェロー 角田 與史雄

1. はじめに

現在の新設コンクリート構造物の耐震性能を向上させるために、帯筋や中間帯筋を密に配し靱性を付与する方法が行われている。これは施工上非常に困難であり、時として設計上の仮定を満足できない可能性がある。また連続繊維補強材を用いる場合においても工場で成形し、現場で配筋するためにこれも施工性の懸念が指摘されており、決してその需要は多くない。そこで従来の連続繊維補強材とは異なり、強化繊維束を柔軟なプラスチックチューブで覆った非常に柔軟な連続繊維補強材(以下「フレキシブル筋」)が開発された。フレキシブル筋(Fig.1)は鉄筋などに巻きつけ、施工後に樹脂をチューブ内に注入して繊維束を硬化させるもので、補強筋を密に、また複雑な場所で配筋できるため施工性の向上が期待できる。



繊維純断面積	16.89 mm ²
破断強度	4135 MPa
ヤング係数	265 GPa

Fig.1 フレキシブル筋

2. 実験概要

本研究では、フレキシブル筋をRCはり部材の中間帯筋として用いた場合を想定して、これをモデル化したU字型引張試験を行った。Table.1に示す通り、チューブ厚、曲げ内半径を主な実験変数とし、曲げ成形部の強度、チューブの潰れの性状、および変形状を明らかにすることを目的とした。また主反力板にR反力板を取り付け、引張力の反力が曲げ成形部のみに作用するようにした(Fig.2参照)。

供試体 U1010-1 は引張端部の定着が不十分だったため繊維が抜け出して実験が途中で終了したが、他の4体の供試体はいずれも折り曲げ部付近(Fig.4のE4,C4)で破断している。またチューブ厚が薄く、曲げ内半径が大きくなるにつれて引張強度が大きくなる傾向にある。これはチューブが薄く変形しやすいために施工の際に曲げ成形部の繊維が扁平になりまた一軸引張に近い状態となるために応力集中が抑えられたためだと推察できる。

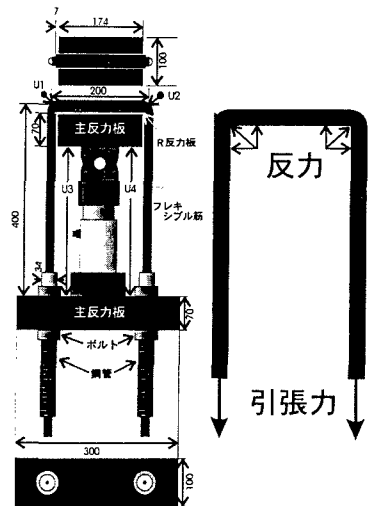


Fig.2 実験供試体

Table.1 供試体諸元および実験結果

Specimen	Thickness of tube u_w [mm]	Bent radius R[mm]	Deformation of tube Δu_w [mm]	$\Delta u_w/u_w$	Ultimate load P[kN]	f_{fb}/f_{ft} (%)
U2510-1	2.5	10	1.6	0.64	27.9	40.0
U1010-1	1.0	10	0.61	0.61	>24.5	>35.1
U0510-1	0.5	10	0.17	0.34	54.3	77.8
U2520-1	2.5	20	2.3	0.92	29.3	42.0
U1020-1	1.0	20	0.55	0.55	41.6	59.2

f_{fb} : Strength at Bent Portion
 f_{ft} : Tensile Strength

Key Words;連続繊維フレキシブル筋、曲げ成形部

連絡先;〒801-0841 北九州市門司区西海岸 1-6-2 Tel.Fax.093-332-6541

3. 荷重-変位特性

Fig.3 にチューブの変形(Fig.2 の U1,U2)と繊維全体の変形(Fig.2 の U3,U4)を示す。チューブの剛性が極端に小さいため曲げ成形部に働く支圧応力によってチューブが潰れ、その潰れの引張方向の成分がそのまま変位として表れている。そのためチューブの潰れの影響が大きい 2.5mm は繊維全体の変位が荷重初期段階では非線形となっており、チューブがほぼ潰れた荷重終局段階では線形に近づいている。逆にチューブの潰れの影響がほとんどない 0.5mm では荷重初期段階から変位がほぼ線形となっている。また曲げ内半径の違いについて着目すると、支圧応力が小さく働く $R=20\text{mm}$ の方が変位は大きく出ている。これは R 部分の反力板と曲げ内半径がきちんと面と接していなかったために曲げ成形部にあそびの部分があったためだと考えられる。

4. フレキシブル筋のひずみ性状

Fig.4 に U2510-1 のフレキシブル筋のひずみ分布を示す。いずれの供試体もほぼ同様なひずみ分布が観測された。また荷重方向と垂直方向の直線部(A06~A08)にも荷重方向の直線部(A02~A05, A09~A12)の約 85~95%程度のひずみが観測された。すなわち曲げ成形による引張力の減少非常に小さく曲げ成形部を超えて引張力が伝達されていることが分かる。

さらに曲げ成形部の位置によって応力集中や応力緩和が生じる特性がある。すなわち最大引張ひずみは荷重方向に垂直方向な位置(C3,C4,C6,C7)で生じており、直線部のひずみの約 2 倍であった。また最大圧縮ひずみはゲージ番号 C1,C2, C8,C9 の位置で生じている。最大引張ひずみは、垂直方向の直線部の繊維が引張力を受けることで曲げ成形部に引き込まれたためであると推察できる。また引き抜き側(C1,C2)は E1, A05 方向へと伸びているが、その伸び以上に曲げ成形部からの繊維の抜け出し量が多いため結果として圧縮ひずみが観測されていると考えられる。

5. まとめ

- 1) フレキシブル筋の引張剛性に及ぼすチューブ厚の影響が大きいことが明らかになった。すなわちチューブ厚が小さいと、チューブが潰れることの影響が小さく、フレキシブル筋の引張剛性を見かけ上大きくすることができる。
- 2) フレキシブル筋の引張力は、曲げ成形部を超えて荷重方向と垂直方向の直線部に伝達される。
- 3) フレキシブル筋を曲げ成形することにより強度低下が起こり、一軸引張強度より低い引張力で破断することが分かった。
- 4) 曲げ成形部の最大ひずみは荷重方向とは反対側の位置に生じた。
- 5) フレキシブル筋の曲げ成形部を扁平にすることにより、曲げ成形部への応力集中が低下し、強度低下を抑えられる可能性がある。

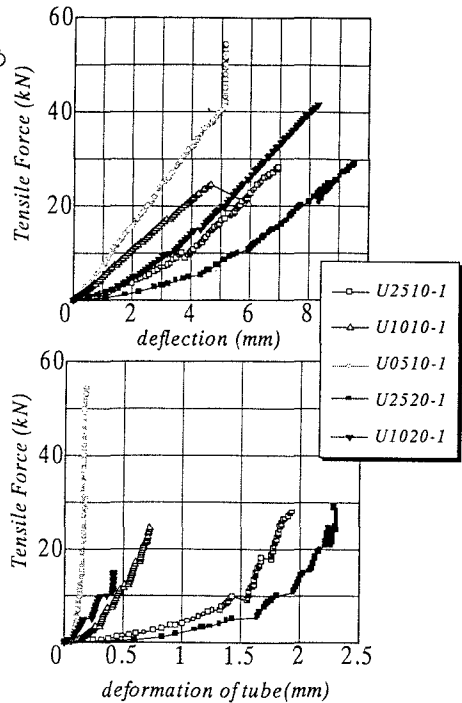


Fig.3 荷重-変位曲線

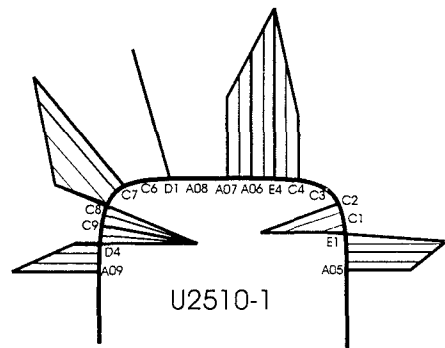


Fig.4 ひずみ分布