

V-443

せん断補強筋として連続繊維フレキシブル筋を用いた
コンクリートはり部材のせん断性状

北海道大学大学院 学生員 富田 早季^{*1}
 北海道大学大学院 正会員 佐藤 靖彦^{*1}
 北海道大学大学院 正会員 上田 多門^{*1}
 東燃 株式会社 正会員 小林 朗^{*2}

1. はじめに

コンクリート橋脚の耐震性能を向上させるためには、帯鉄筋や中間帯鉄筋を密に配置しなくてはならない。しかし、密に帯鉄筋を配置し、その中にさらに中間帯鉄筋を内部コンクリートに確実に定着させることは施工上難しく、設計時の仮定と大きなギャップを生ずることが懸念される。

著者らは、この施工性の向上を目的として、新しい連続繊維補強材（以下「フレキシブル筋」）を開発した。フレキシブル筋とは、プラスチックチューブに入った連続繊維を現場で巻き付け、その後チューブに樹脂を注入し硬化させるものであり、施工性に優れていることが大きなメリットである。

本論文は、フレキシブル筋のみをせん断補強筋として用いたコンクリートはり部材のせん断性状について報告するものである。

2. 実験供試体

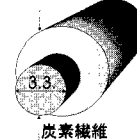
本研究では、せん断補強筋を全く用いないはり部材(NN-1)と、せん断補強筋としてフレキシブル筋（図-1参照）を150mm間隔で巻き付けたはり部材(FN-1)の2体を用意した。FN-1の供試体の形状寸法と3.2で述べるひずみゲージの位置を図-2に示す。フレキシブル筋を施工後、樹脂を注入し48時間養生してから打設を行った。フレキシブル筋には樹脂注入後24時間養生した時点でチューブを削り炭素繊維にひずみゲージを貼った。フレキシブル筋は試体の両端で張り出し部の主鉄筋に十分巻き付けて定着を確保した。

3. 実験結果と考察

3.1 荷重-変位特性

両供試体の荷重-変位曲線を図-3に示す。両供試体とも荷重がピークに達するまでは類似した変形をしているが、破壊後、NN-1試体は荷重が急激に低下しているのに対し、FN-1供試体は、斜めひび割れ発生荷重程度の作用荷重を支えることができている。

プラスチックチューブ



繊維の種類	炭素
繊維直径	3.3 mm
引張強度	3920 MPa
ヤング係数	230 GPa

図-1 フレキシブル筋の断面

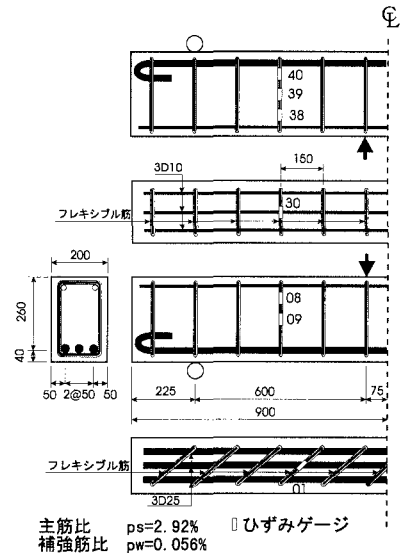


図-2 供試体の形状寸法

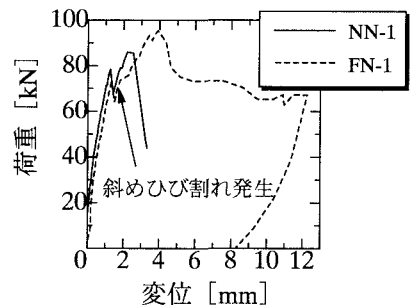


図-3 荷重-変位曲線

keyword せん断補強 連続繊維フレキシブル筋

^{*1} 〒060-0813 札幌市北区北13条西8丁目 北海道大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 TEL 011-706-6220 FAX 011-706-6582

^{*2} 〒150 東京都渋谷区広尾1丁目1-39 東燃株式会社 トウシート事業部

TEL 03-5778-5186 FAX 03-5778-5074

3.2 フレキシブル筋のひずみ性状

フレキシブル筋の高さ方向のひずみ分布を図-4に示す。最大荷重時のひずみは $1000\mu \sim 2000\mu$ 程度と小さく、供試体の高さ方向、ならびに、圧縮鉄筋および引張鉄筋に巻き付けている位置において、ほぼ等しいひずみが観察されている。破壊後は、片側の高さ方向（ゲージ番号 08、09）のひずみはほとんど変化せず、他の位置においては破壊前同様にほぼ一定のひずみが観測されている。この様なひずみ分布の変化は供試体の他の部分でも観測された。ひずみが一樣だったのはチューブとその内部の炭素繊維との表面に付着が無く、曲げ加工部でも主筋や圧縮筋との定着が十分とれず、はり内でフレキシブル筋が一樣に伸びたためであり、大きな補強効果が得られなかった理由と考えられる。また、破壊後もある程度荷重を支えることができたのは、フレキシブル筋が一樣にのびることにより、付着がある場合に比べ、ひび割れ部や曲げ加工部での応力集中が起りづらく、破断を起こさなかったことによるものと考えられる。

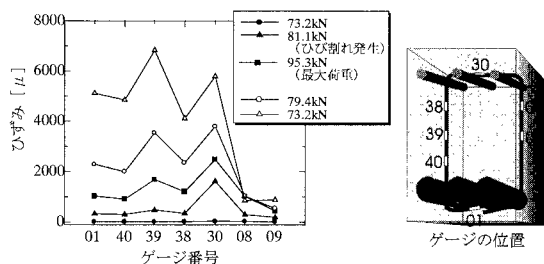


図-4 ひずみ分布

表-1 せん断耐力

供試体	せん断補強筋	圧縮強度 [MPa]	せん断耐力 [kN]	佐藤・上田式 による計算値 [kN]
NN-1	無し	28.1	87.7	-
FN-1	フレキシブル筋	24.3	95.3	132.0

3.3 せん断耐力

本実験のせん断耐力と圧縮強度、通常の連続繊維補強材（以下「FRP」）を用いた場合に適用できるせん断耐力式（佐藤・上田式）²⁾による計算値を表-1に示す。両供試体のせん断耐力にはあまり差が無く、FN-1供試体の耐力は佐藤・上田式の計算値よりかなり低い。原因はいくつか考えられるが、まず先に述べたように、付着・定着の問題が考えられる。通常のFRPの表面は、付着加工がされているがこのフレキシブル筋は内部の炭素繊維とチューブの間に全く付着がない。また、供試体の両端においてフレキシブル筋の定着がとれていない可能性も考えられる（本実験では端部のフレキシブル筋にひずみゲージを貼り付けていない）。次に考えられるのは、せん断補強筋比の大きさである。佐藤・上田式は本実験供試体のような極端に小さなせん断補強筋比（0.056%）を持つものへの適用性は確認されていない。今後は、補強筋の間隔を狭くするなど、補強筋比を大きくした場合との比較が必要である。

4. まとめ

本研究の範囲で得られた結論を以下に示す。

- 1) せん断補強筋としてフレキシブル筋を用いた場合、本供試体のようにせん断補強筋比が極端に小さい場合（0.056%）では大きなせん断補強効果を期待できない。
- 2) しかし、最大耐力後の変形状態は無補強供試体と大きく異なり、フレキシブル筋を用いた場合には、急激な荷重低下を抑え、大きな変形能を示す。

謝辞：供試体の作製にあたり、東燃株式会社の杉山哲也氏に多大な御助力を頂きました。また角田與史雄教授には貴重な御助言を頂きました。ここに深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 佐藤靖彦・上田多門・角田與史雄：せん断補強筋を有するコンクリート及びプレストレストコンクリートのせん断耐力、土木学会論文集 No.544/V-32,43-52、1996