

鉄道総合技術研究所 正会員 鳥取 誠一
 鉄道総合技術研究所 正会員 涌井 一
 鉄道総合技術研究所 正会員 向谷地誠一

1. まえがき

FRPロッドを軸方向補強筋として用いたせん断補強のないRCはりのせん断耐力は、鉄筋を用いた場合より低下するが、この低下の程度を耐力算定において考慮するために、二羽らが示したせん断耐力算定式¹⁾中の軸方向補強筋の断面積 A_f にFRPロッドと鉄筋の弾性係数の比(E_f/E_s)を乗じて耐力を求める方法が示されている²⁾。これはFRPロッドと鉄筋の軸剛性の相違を補正したものとも考えられる。しかし、FRPロッドの曲げ剛性は鉄筋に比べれば相当小さく、せん断耐力の算定においてはこの点についても検討する必要があると考えられる。そこで、ここでは上記の点に関する基礎資料を得ることを目的として、FRPロッドのダウエル作用に関する実験を行った。

2. 実験概要

供試体の寸法、載荷方法は古内らが行った実験³⁾を参考にして図-1のように定めた。人工ひびわれ間は摩擦を取除くため中央部と外側部のコンクリートは別々に打込み、グリースを塗布した。供試体には軸方向補強筋を2本配置し、補強筋の中心から供試体底面および側面までの距離は各々5, 2.5cmとした。また、補強筋端部には外ネジを有するカップラーを装着し、供試体端面においてナットにより定着した。

供試体は表-1に示すようにほぼ同径の軸方向補強筋の種類のみ変えた4体を製作した。鉄筋には横フシ型異形棒鋼(SD35, D13)、PC鋼より線にはSWPR7A($\phi 12.4$)を用いた。また、CFRPロッドは7本より線で、AFRPロッドは組紐である。これらのFRPロッドの強度特性等も表-1に示す。また、同表中には各メーカーの技術資料等に記載されているロッド1本当たりの曲げ剛性も示した。コンクリートの圧縮強度は350 kgf/cm²前後であった。載荷時には荷重を0.05 tfピッチに単調増加させ、供試体を破壊に至らしめた。載荷時には図1に示す位置で供試体の鉛直方向の変形量、供試体側面の鉛直方向のコンクリートのひずみを人工ひびわれから支点に向かって、1~5 cmの間隔で測定した。

3. 実験結果

供試体破壊時の側面のひびわれの状況を図-2に示す。いずれの供試体も定性的には同様のひびわれ性状を示した。ひびわれはまず供試体中央部のコンクリートに曲げひびわれが生じた後、ダウエル作用によるひびわれ(以下、ダウエルひびわれという)が発生した。

ダウエルひびわれは軸方向補強筋に沿って、10~20cm程度の長さには達した後、供試体下面に斜めに向かって進展し、供試体は最終的にコンクリートの支圧破壊により耐力を失った。しかし、人工ひびわれからダウエルひびわれが供試体下面に達するまでの距離は

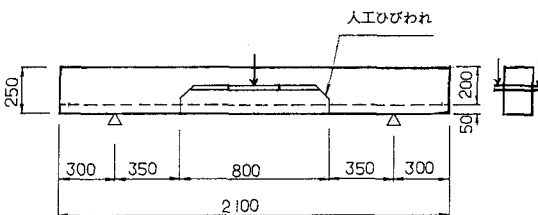


表-1 FRPロッドの強度特性等

図-1 供試体

NO	軸 方 向 補 強 筋					コンクリート 圧縮強度 (kgf/cm ²)	ひびわれ発生時の ひびわれ力 (tf)	物性 耐力 (tf)
	補 強 筋	断面積 (cm ²)	引 張 強 度 ($\times 10^4$ kgf/cm ²)	弾 性 係 数 ($\times 10^4$ kgf/cm ²)	曲 げ 剛 性 ($\times 10^5$ kgf/cm ²)			
1	鉄筋 (D13)	1.267	—	—	2.65	317	0.33	0.38
2	PC鋼より線 ($\phi 12.4$)	0.929	—	—	0.21	317	0.32	0.34
3	CFRPロッド ($\phi 12.5$)	0.76	2.11	1.40	0.06	368	0.25	0.28
4	AFRPロッド ($\phi 12.0$)	1.00	1.33	0.59	0.38	339	0.24	0.30

軸方向補強筋の種類によって異なっており、軸方向補強筋の曲げ剛性の影響を窺わせる。なお、供試体破壊時においてもFRPロッドの破断は認められなかった。

図-3には供試体長手方向の鉛直方向の変形量分布の例を荷重レベルごとに示す。これより、ダウエルひびわれが発生した後は、人工ひびわれ間のずれ変形量が急激に増加することがわかる。これは、いずれの供試体においてもほぼ同様に見られた傾向であった。

図-4には供試体長手方向のコンクリートのひずみ分布を示した。このひずみ分布もいずれの供試体においてもほぼ同様であった。いずれの荷重レベルにおいてもひずみの分布形状は同様で、ダウエルひびわれが発生する以前においては人工ひびわれからの距離が4cm前後の位置でひずみの符号が変化し、6cm前後の位置で圧縮ひずみが最大値に達している。また、ダウエルひびわれ発生後においてはひずみの値は急激に変化し、上述のひずみの符号が変化する位置および圧縮ひずみが最大値に達する位置は供試体の支点側にずれていくことがわかる。これらの結果から、軸方向補強筋には局所的な曲げ変形が生じていることが推測される。また、これらのひずみ分布を軸方向補強筋の種類ごとに比較するとコンクリートの圧縮側のひずみの値は、鉄筋を用いた場合が他の供試体の場合より若干大きくなるようであった。

各供試体ごとのダウエル耐力を表-1に示した。本試験では、載荷荷重は4箇所支持しているためダウエル耐力は、供試体の破壊荷重の1/4として示した。この結果からは、軸方向補強筋に鉄筋を用いた場合には他の供試体より1~3割程度大きいことがわかる。

4. まとめ

以上の結果をまとめると以下のようなものである。

- (1) ダウエルひびわれは軸方向補強筋に沿って発生、進展するが、ひびわれが供試体下面までに達するまでの距離は軸方向補強筋の曲げ剛性によって異なるようであった。
- (2) 供試体長手方向のコンクリートのひずみ分布から、軸方向補強筋には局所的な曲げ変形が生じていることが推測された。また、コンクリートの圧縮側のひずみの値は、鉄筋を用いた場合が若干大きかった。
- (3) 鉄筋を用いた場合のダウエル耐力は他の供試体より1~3割程度大きかった。

〔参考文献〕

- 1) 二羽淳一郎ほか：せん断補強鉄筋を用いないRCはりのせん断強度式の再評価、土木学会論文集第372号
- 2) 寺田年夫ほか：FRP補強材を緊張材に用いたコンクリートはりのせん断耐力について、土木学会第44回年講
- 3) 古内仁ほか：鉄筋の効用作用の力学モデルに関する研究、土木学会第42回年講

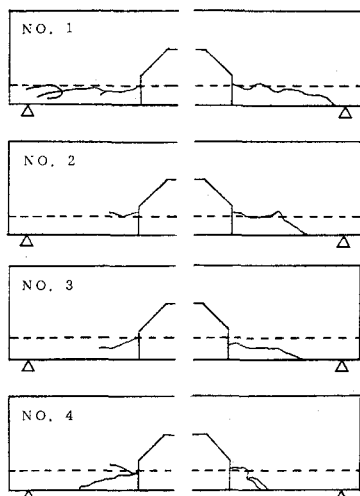


図-2 ひびわれ状況

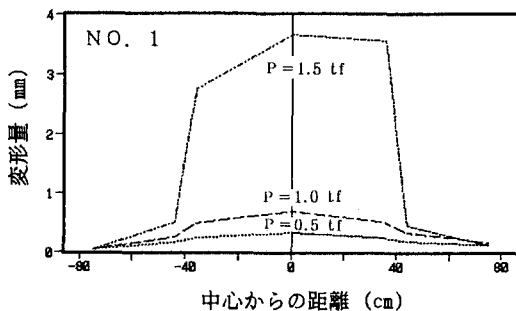


図-3 鉛直方向変形量の分布

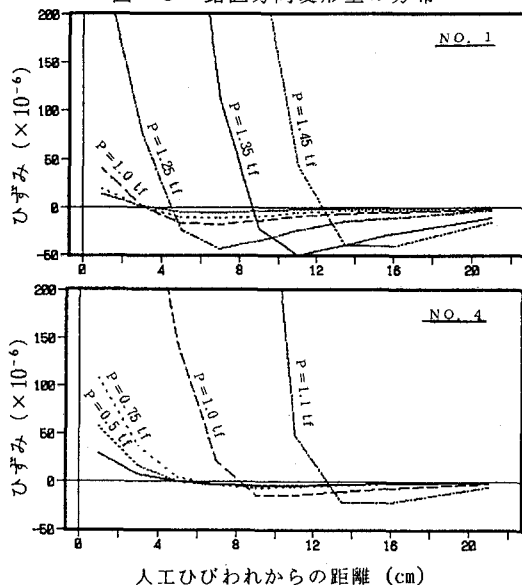


図-4 コンクリートの鉛直方向ひずみの分布