

V-120 アラミド製FRPロッドを緊張材と補強筋に適用したプレテンション桁の純ねじり試験

住友建設 技術研究所 正会員 ○中井 裕司
 住友建設 技術研究所 正会員 浅井 洋
 住友建設 技術研究所 迎 邦博
 住友建設 土木部 正会員 熊谷紳一郎

1. まえがき

本研究は、アラミド製FRPロッド（以下AFRPロッド）を緊張材および全ての補強筋に用いた大型のプレテンション桁の純ねじり試験を行ない、AFRPロッドを補強筋とした梁のねじり耐力についての知見を得、純せん断力下のAFRPロッドで補強された部材の耐力評価方法の資料にすることを目的とした。

2. 実験方法

使用したAFRPロッドの物性を表-1に、コンクリートの強度試験結果を表-2に、供試体の断面寸法および配筋を図-1に、純ねじり載荷方法を図-2に示す。供試体は桁高1300mm桁幅600mmの箱型断面である。横方向補強筋は閉合型であり、配筋ピッチは300mmの区間①と150mmの区間②の2種類になっている。ねじり試験は、使用状態を想定した曲げ疲労試験（400万回）を行った後、供試体の健全性を確認した上で、供試体作製210日後に行った。試験時の供試体の有効プレストレスと自重を考慮した応力状態は下縁で46.5kgf/cm²上縁で21.5kgf/cm²の圧縮状態で、プレストレスによる作用平均圧縮応力度（ σ'_{nd} ）は34.4kgf/cm²と推定される。載荷は2台のジャッキを用いて供試体に偶力を与える方法を用いた。試験区間は載荷断面から固定断面までである。なお、長辺断面図心の10ヶ所にてコンクリート表面の主応力を直角ロゼットで、部材回転角を傾斜計及び変位計で計測した。

表-1 AFRPロッドの物性

	3φ6mm	φ8mm
使用部位	緊張材	補強筋
引張耐力 (kgf)	15300	9000
弾性係数 (kgf/mm ²)	5400	5400
破断伸度 (%)	3.3	3.3
試験時緊張応力比	0.64	0

表-2 コンクリートの強度試験結果

圧縮強度 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)
512	36.7	3.64E5

表-3 ねじり耐力の比較

	試験結果 (tf・m)	計算値 (tf・m)
ひび割れ耐力	39.1	61.2 *
補強筋考慮耐力	41.1	38.3 *

* $\gamma c = \gamma b = 1.0$

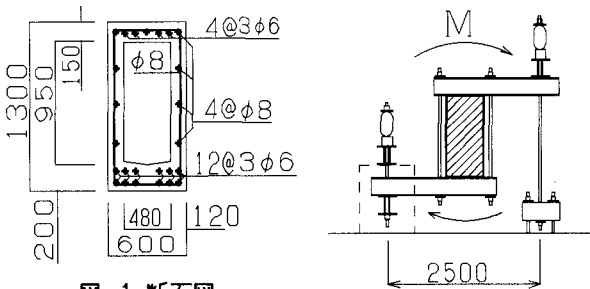


図-1 断面図

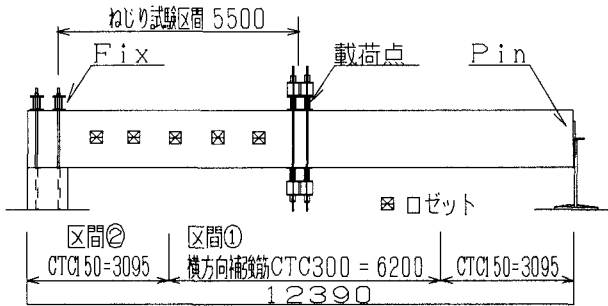


図-2 載荷装置図

3. 実験結果と考察

試験結果と計算値の比較を表-3に、作用ねじりモーメントと区間①の単位長さ当たりのねじり角の関係を図-3に、ひび割れ状況、補強筋の破断位置を図-4に示す。計算方法は土木学会示方書に従った。補強筋のある場合の耐力の計算値は、ひび割れを横切るAFRP補強筋が均等に引張力を負担し、同時にその引張耐力にて破断すると仮定した。なお、長辺の面内せん断耐力は補強筋のみで算定した。

ひび割れが生じる以前、ねじり角、せん断歪量は試験区間全域にわたり均一な値で弾性的挙動を示し、計算値と整合した。ねじりひび割れは、短辺上縁の載荷点近傍から長辺を横切り一気に発生した。ひび割れ耐力は計算値の64%である。ひび割れ発生時の長辺中立軸位置でのプレストレスを考慮したコンクリート表面の実測引張主応力度は平均 19.1kgf/cm^2 であった。この時の最大せん断応力度は平均 38.4kgf/cm^2 であり、作用ねじりモーメントとプレストレスによる最大せん断応力度の計算値(36.9kgf/cm^2)に一致する。また、圧縮主応力方向は部材軸から平均 32deg であり、ひび割れ方向に一致している。ひび割れ耐力が計算値を下回った原因については、部材のスケール効果などが考えられる。

ひび割れ後、ねじりモーメントの増加にともない螺旋状のひび割れが試験区間全域にわたり発生した。最大耐力は計算値に一致した。最大耐力時に区間①の長辺の横方向補強筋が1本破断した。その後ねじり角の増加にともない、区間①のひび割れ開口部にて、その面の横方向補強筋が順次破断し、一部かぶりコンクリートが剥落し、実験を終了した。要素モデルにおけるAFRPロッドのコンクリート中の曲げ加工部の引張耐力は直線部の耐力より低い⁽¹⁾、本試験のごとき大型部材内では曲げ加工部の耐力の影響は少ないと推定できる。したがって、横方向補強筋は平均的に $\phi 8\text{mm}$ AFRPロッドの引張耐力までねじり補強に有効であった。また、最大耐力時の単位長さ当たりのねじり角は 0.9deg/m を有し、ひび割れ時の30倍である。

区間②の最大耐力時の単位長さ当たりのねじり角、および、ひび割れ幅は、区間①の20%程度であり、ねじり補強AFRPロッド量を増加させる事により最大耐力を増加させる事が出来ると推定できる。また、試験中AFRP緊張材の損傷は認められなかった。

4. まとめ

AFRPロッドを補強筋としたプレテンション桁のねじり試験の結果、各AFRPロッド補強筋は等しく補強効果を発揮し、その引張強度にて破断する。課題は、初期歪みの異なるFRP補強筋が組み合わされた軸方向の面内せん断耐力の算定が不明確であり困難なことである。

本実験を実施するに当たり、ご指導頂いた鉄道総合技術研究所 涌井室長、鳥取主任研究員をはじめ研究室の方々に感謝の意を表明します。

参考文献 (1)水谷・他:アラミドFRPの使用特性:プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム:1990.10

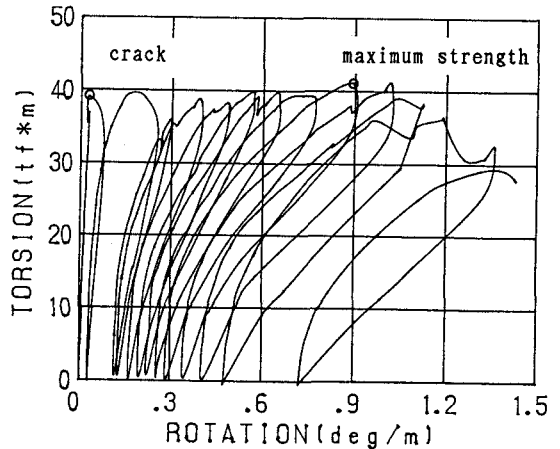


図-3 作用ねじりモーメントと単位長さあたりのねじり角の関係

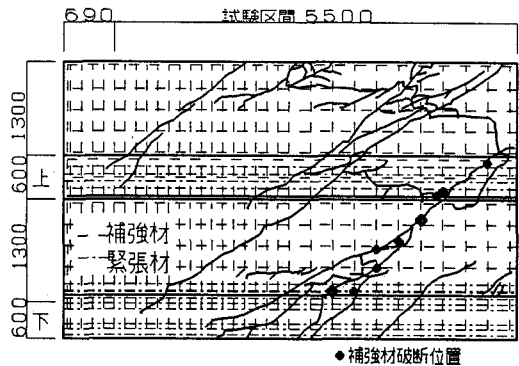


図-4 ひび割れ図(破壊時展開図)