

(V-23) AFRP ロッドを補強筋に用いたコンクリート部材のねじり耐力について

国土館大学 正会員 ○ 久家秀龍

国土館大学 正会員 川口直能

1. はじめに 近年、コンクリート補強材として、繊維強化プラスチック（FRP）が注目されているが、これらを部材または構造物に適用した場合については不明な点が多く、特にねじりを受ける場合の研究資料は極めて少ない。本研究では、アラミド繊維強化プラスチック（AFRP）ロッドを補強筋としたコンクリート部材がねじりを受ける場合についてひびわれ発生耐力、最大耐力などに及ぼす軸方向筋量、横方向補強筋の間隔および付着性状の影響を実験面から明らかにすると共に、材料の高強度性などを考慮したねじり補強の一資料を得ることを目的とした。

2. 実験概要 試験体は、図-1 に示す形状寸法とし、補強筋にはAFRP異形筋を用い、軸方向筋には表面に砂が接着された直径10mmのものを使用し、横方向筋には直径8mmのものをらせん状に配置した。配筋については表-1 に示すように、軸方向筋の数を4本、8本とし、それぞれ横方向筋なし、および横方向筋の間隔を7cm、3.5cmと変化させた。なお、横方向筋については砂が接着されたものと、されていないものを用いた。試験体は無筋部材を含め11種類（各2体）である。試験方法については図-1 に示すような張出しアーム形式の油圧式ジャッキをもつ試験機により、純ねじりを単調増加によって加えた。また最大ねじりモーメントに達した後も、最大以後の耐力低下を検討するために一定のレベルで油圧を送り続けた。

3. 実験結果 測定結果の要点を表-1 に、さらにひびわれ発生耐力、最大耐力、最大耐力以後の耐力低下などを図-2～3 に示した。またねじりモーメントとねじれ角の関係の代表例を図-4 に示した。同表および同図から次の傾向が認められる。

3-1. ねじりひびわれ発生耐力 軸方向筋の本数が4本シリーズと8本シリーズとは製作の都合上、打設日が異なりコンクリートの品質が異なる。従って少なくともひびわれ発生耐力については、コンクリートの引張強度を用いて無次元化し比較検討した。ひびわれ発生耐力については、軸方向筋量、横方向筋の間隔および砂接着などの影響は、ほとんど認められなかった。一方、示方書に提案されている弾性論式と、たとえば弾塑性論式⁽¹⁾を用いた場合のひびわれ発生耐力の計算値を実験値と比較したところ実験値は両者のほぼ中間の値であったか、ひびわれ発生耐力に関しては従来から提案されている考え方を適用できると思われる。

3-2. 最大ねじり耐力 軸筋本数の影響の有無については明確にすることができなかった。横方向筋の間隔の違いによる影響は、軸筋量4本シリーズに関しては認められなかったか、8本シリーズに関しては、横方向筋の間隔を密にするほど、また砂を接着させたものほど5%程度ずつ最大耐力は増加する傾向が得られた。特に横方向筋に対する砂接着の有無に注目すれば、いずれの条件においても砂を接着させたものの方が10%程度増加する傾向が得られた。一方ひびわれ発生耐力を基準として最大耐力に至るまでの耐力と変形の余裕は表-1 および図-2 に示すように軸筋のみの試験体や軸筋量が少なく横方向筋の間隔が広いものは、耐力、変形共にひびわれ発生から最大耐力までの余裕が認められない。軸筋量を8本とし横方向筋を設けたものは5～20%程度の耐力の余裕と20～80%程度の変形の余裕が認められ、軸筋量が4本と少なくとも横方向筋の間隔を密にすれば10%程度の耐力の余裕と40%程度の変形の余裕が認められた。

3-3. 最大耐力以後の耐力の低下 ねじりモーメントとねじれ角の関係（図-4 参照）を拡大して別に描いたところ、本実験の範囲内において、いずれの試験体も最大耐力に達した後、無筋部材を除いて、ある耐力で一時的に低下が止まり安定する領域がある事が認められた。この安定期はひびわれの全面にわたるらせん状の進展、ひびわれ幅の拡大に伴うFRPひずみの急激な増加などの状態に対応している。そこでこの安定領域の耐力の最大耐力に対する低下率を表-1 にまとめ図-3 に示した。同表及び同図によれば軸筋量4本のものは、8本のものより10%程度低下率が高い。横方向筋を設けていないものは急激に耐力が低下し安定する耐力も低い。また横方向筋の砂接着に関する影響は、ほとんど認められない。このように普通のRC部材にみられるように軸筋量が多く横方向筋の間隔を密にするほど急激な耐力の低下はなく、ある程度の耐力を保持する傾向がFRP部材についても得られた。

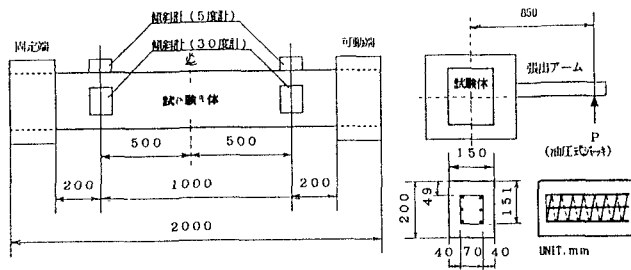


図-1 試験装置

表-1. 測定結果

試験体	軸方筋数		耐 力 (kgf・m)		変形(10 ⁻⁶ rad/cm)		コンクリートの品質	
	間隔	形状	ひびわれ	最大	最大	最大	f _c	f _t
			Mc	Mu	Mc	Mu		
4	—	—	400	0.275	400	1.00	—	—
	—	—	426	0.293	427	1.00	220	0.52
	7	—	402	0.277	402	1.00	315	0.78
	7	砂付	476	0.327	480	1.00	380	0.79
	3.5	—	367	0.252	391	1.07	360	0.92
8	3.5	砂付	401	0.276	433	1.08	355	0.82
	—	—	355	0.267	355	1.00	—	—
	—	—	391	0.294	391	1.00	260	0.66
	7	—	340	0.255	411	1.21	365	0.89
	7	砂付	381	0.286	420	1.10	400	0.95
本	3.5	—	415	0.312	424	1.02	415	0.98
	3.5	砂付	417	0.313	466	1.12	430	0.92

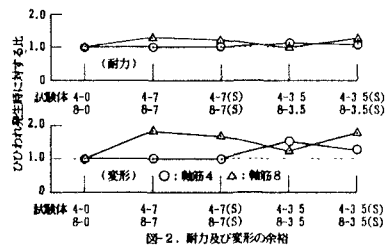


図-2. 耐力及び変形の余裕

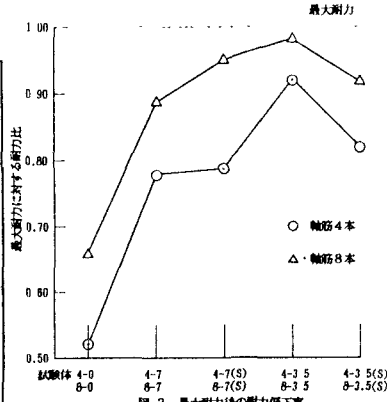


図-3. 最大耐力後の耐力低下率

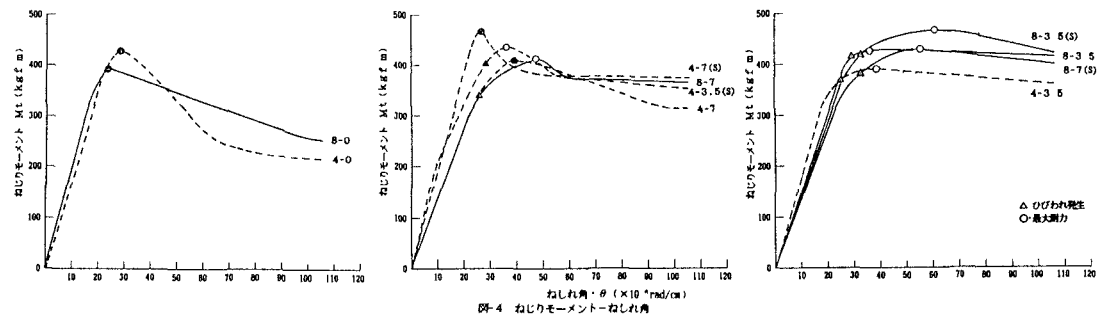


図-4. ねじりモーメント-ねじり角

4. まとめ 補強筋としてAFRPロッドを用いて軸方向筋量、横方向補強筋の間隔および付着性状を変化させた部材のねじり耐力について本実験の範囲内で得られた特徴を列記すれば、次のとおりである。

a. ねじりひびわれ発生耐力 無筋の試験体と比較して軸方向筋量、横方向筋の間隔および砂接着の有無によらず、概ね一定の値となる。ねじりひびわれ発生耐力は、コンクリートの品質と断面の形状寸法の影響が支配的であり、その評価については従来からの考え方が適用できると考えられる。

b. 最大ねじり耐力 軸方向筋のみや、軸方向筋量が少なく横方向筋の間隔が広いものは、ひびわれ発生から最大ねじり耐力までの耐力、変形の余裕が認められない。軸方向筋量を多くし横方向筋の間隔を密にすれば少なくともひびわれ発生耐力から最大ねじり耐力までの耐力と変形の余裕が認められる。また横方向筋に砂を接着させ、ある程度の付着を確保させれば最大ねじり耐力が若干増加する傾向にある。しかし、本例の一般化を図るためには、最大耐力計算式の仮定を見出すために材料の品質、配筋法、断面形状、かぶりなどに関する要因抽出を目的とした資料の蓄積が必要である。

c. 最大ねじり耐力以後の耐力の低下 横方向補強筋のない軸方向筋のみの試験体の場合、ひびわれは分散せず一所に集中し、最大ねじり耐力に達した後は、急激に耐力が低下する。一方、横方向補強筋を設けた場合、軸方向筋量が多いほど、また横方向補強筋の間隔を密にするほど、ひびわれが分散し最大ねじり耐力以後の耐力低下が少なく、最大耐力の70～80%程度の耐力は保持する。

〔参考文献〕1) 松島博: ねじりを受けるRC部材の破壊強度設計法, 国土館大学工学部紀要第8号, 昭和50年3月