

V-193

ねじりを受けるAFRPコンクリート部材の剛性および耐力低下に関する2, 3の実験

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 本研究はFRPをコンクリート部材の補強筋として適用するための一連の研究^{1)~4)}のうち、アラミド繊維強化プラスチック（AFRP）ロッドを軸方向および横方向補強筋とした部材にねじりモーメントが作用した場合のねじり剛性、最大ねじり耐力に相当するねじれ角、および最大以後の耐力低下等について実験面から検討し、設計に関する一資料を得ようとするものである。

2. 実験概要 試験体の補強筋には、公称直径9mmの組紐状AFRP筋を用い、横方向筋はらせん状に配置した。軸方向筋の数は4本、6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。試験体は無筋部材を含め10種類（各2体）である。試験方法としては一端が固定、他端を円周方向に可動とした張出しアーム形式のねじり試験装置を用い、アーム先端に油圧ジャッキにより鉛直荷重を静的に加えた。測定項目としてはねじれ角と補強筋のひずみに重点をおいた。ねじれ角については試験体の上面と側面に取付けた傾斜計（測定区間100cm）によって測定し、ひずみについては長さ2mmのワイヤーストレインゲージによって測定した。

3. 実験結果 測定結果の要点を表-1に、軸方向筋の本数別のねじりモーメントとねじれ角の関係の代表例を図-1～3に、また横方向筋の体積比とねじれ角、剛性等との関係を図-4に示した。

ひび割れ挙動とねじり剛性 初期剛性については若干のバラツキはあるが、各試験体とも顕著な差は認められなかった。ひび割れ発生後の剛性については次のとおりである。軸筋のみの試験体はひび割れが一所に集中し最大に至るまでの耐力と変形の余裕が極めて少ない。そのためひび割れ発生後の剛性の評価は困難であった。軸筋量が少なく横方向筋の間隔が広い試験体はひび割れの分散性が少なく、初期剛性の50%～20%程度に低下する。軸筋量が少なくても横方向筋の間隔を密にしたもの、あるいは軸方向筋量が多く横方向筋の間隔が密なものは、らせん状に連続したひび割れが多数分散し、初期剛性の25%～5%程度に低下する。

最大ねじり耐力に相当するねじれ角 軸方向筋のみの試験体はひび割れ発生から最大ねじりモーメントまでの耐力および変形の余裕が少ない。横方向筋を設けたものについては、直接の比例関係は認められないが、その体積比の増

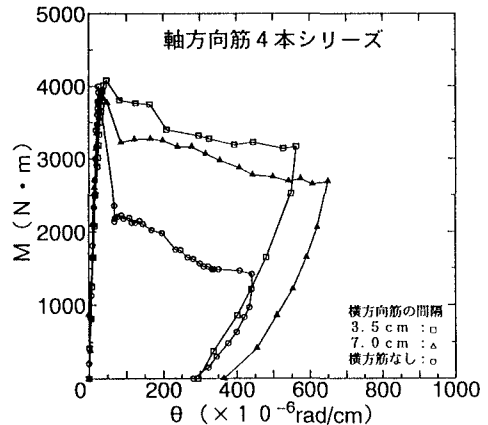


図-1 ねじりモーメント-ねじれ角

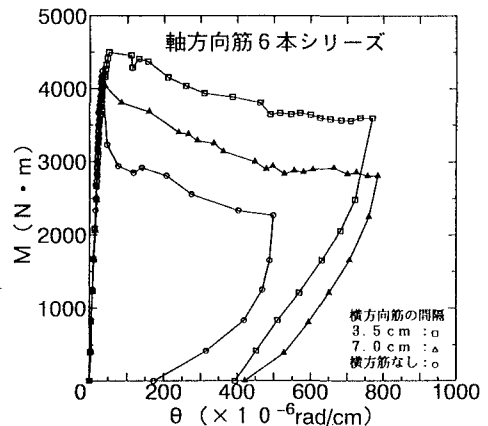


図-2 ねじりモーメント-ねじれ角

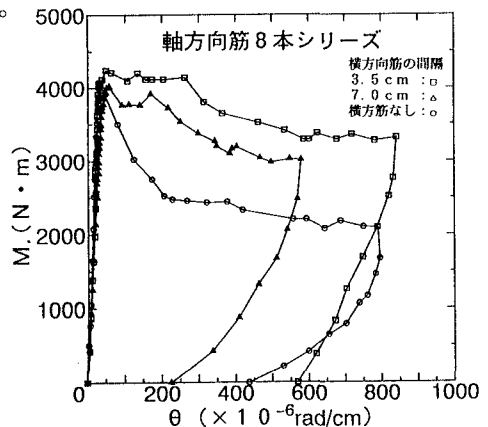


図-3 ねじりモーメント-ねじれ角

加に応じて最大耐力に相当するねじれ角が、ひび割れ発生耐力に相当するねじれ角の1.5～2.0倍程度に増加する。（表-1、図-4）

最大ねじり耐力以後の挙動 最大耐力以後は、軸筋のみや軸筋量が少なく横方向筋の間隔が広いものは耐力が急激に低下し、軸筋量が多く横方向筋の間隔が密なものは耐力低下が少ない。しかし、いずれの場合も最大耐力以後にある耐力で一時的に低下が止まり安定する領域があることが認められた。この安定領域の耐力の最大耐力に対する割合は軸方向筋のみの試験体が40～50%、横方向筋を設けその間隔が広いものは70%程度、密なものは80%程度である。（図-1～3）

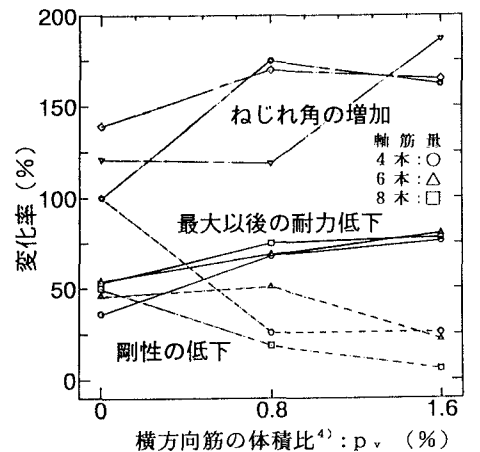
表-1 測定結果

△ 挙動		ね じ り 耐 力				変 形				コン リート の品質
						ねじれ角θ 10 ⁻⁴ rad/cm		ねじり剛性 M/θ		
試験体		M (N・m)								
軸筋量	横方筋の間隔 (cm)	Mc	M _U	M _U '	$\frac{M_U'}{M_U}$	θ _c	θ _U	J ₀	J ₁	
									(10 ⁴ N・cm ²)	
4	無 筋	3923	3923	—	—	24.9	24.9	157	—	圧縮強度 39.5MPa
	—	4000	4000	1446	0.36	26.1	26.1	138	—	引張強度 3.17MPa
	7	3357	3957	2700	0.68	20.0	35.0	155	40.0	
	3.5	3322	4085	3166	0.78	27.8	47.1	134	35.0	
6	無 筋	4128	4128	—	—	32.9	32.9	125	—	圧縮強度 46.8MPa
	—	3875	4250	2286	0.54	27.1	32.8	143	65.8	引張強度 3.54MPa
	7	3786	4161	2857	0.69	27.8	33.2	136	69.4	
	3.5	3804	4518	3607	0.80	27.2	50.8	140	30.2	
8	無 筋	3481	3481	—	—	33.3	33.3	105	—	圧縮強度 36.1MPa
	—	3363	4024	2150	0.53	21.3	29.6	158	78.7	引張強度 2.90MPa
	7	3624	4024	3025	0.75	33.9	57.5	103	19.5	
	3.5	4066	4243	3311	0.78	29.6	48.9	149	9.20	

Mc: ねじりひび割れ発生耐力

Mu: 最大ねじり耐力

Mu': 最大耐力以後の安定領域における耐力

 θ_c : ひびわれ発生に相当するねじれ角 θ_u : 最大耐力に相当するねじれ角J₀: 初期剛性J₁: ひびわれ発生～最大耐力の剛性

$$p_v = A_s \cdot u / b \cdot d \cdot s \quad u = 2(b_o + d_o)$$

図-4 横方向筋の体積比と変形

4. まとめ 補強筋としてAFRP筋を用いて軸方向筋量、横方向筋の間隔を変化させた部材のねじり変形特性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。

- ひび割れ発生までの耐力、剛性については補強筋の影響は認められない。
- ひび割れ発生後は軸方向筋量が多く横方向筋の間隔が密なものほどひび割れの分散性があり、最大耐力に相当するねじれ角が増加する。
- 軸方向筋のみの場合はひび割れ発生から最大耐力に至るまでの余裕が極めて少なく、ひび割れ発生後の剛性評価が困難である。横方向筋を設けたものはひび割れの進展に伴い剛性が低下する。軸方向筋量が多く横方向筋の間隔が密なほど低下傾向が著しい。
- 設計に際し、最大耐力以後に急激な耐力低下を生じさせない、すなわち、最大耐力の70～80%程度の耐力を保持するためには、本実験の範囲内では横方向筋の体積比を1%程度以上にする必要がある。

関連文献

- 久家秀龍・川口直能：AFRPロッドを補強筋に用いたコンクリート部材のねじり挙動に関する実験的研究
土木学会 第47回年次講演会概要集 第5部門 1992、9
- 久家秀龍・川口直能：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
土木学会 第20回関東支部技術研究発表会講演会概要集 第5部門 1993、3
- 久家秀龍・川口直能：ねじりを受けるAFRPコンクリート部材の変形性状に関する2,3の実験
土木学会 第48回年次講演会概要集 第5部門 1993、9
- 久家秀龍・川口直能：AFRPロッドで補強したコンクリート部材のねじり剛性について
土木学会 第49回年次講演会概要集 第5部門 1994、9