

V-116 各種のFRP線材を用いた部材の軸剛性評価

鹿島建設技術研究所 正会員 奥村一正  
 鹿島建設技術研究所 正会員 天野玲子  
 鹿島建設技術研究所 正会員 村山八州雄

1. はじめに

AFRPやCFRPなどの繊維強化プラスチックをコンクリート部材の補強材や緊張材として用いる場合、その優れた耐腐食特性からひびわれを積極的に許す設計が考えられる。この場合、使用状態の検討からひびわれ後の剛性を評価する必要が生ずることがある。また、美観の観点からもひびわれ性状を把握しておくことが必要である。一方、最近では各種のFRPが市販されているが、それぞれの物性値は、その繊維の種類や、コンクリートとの付着を持たせるための表面形状等の影響により、さまざまである。

本研究では、市販されているAFRPおよびCFRPのうちコンクリートとの付着強度が異形鉄筋と同程度のもを補強材とする部材の両引き試験を実施し、繊維の種類の違い、すなわち弾性係数の違いや、表面形状の違いがひびわれ発生後の部材の剛性に与える影響を定性的に調べるとともに、この種の部材の剛性評価におけるCEB-FIP1978年式の適用性の検討を行った。

2. 実験概要

使用したFRP線材は帯板状AFRP、組紐状AFRPおよびより線状CFRPの3種類であり、各線材の諸元を表-1に示す。繊維の違い、すなわち弾性係数の違いによる影響の確認は組紐状AFRPとより線状CFRPにより、表面形状の違いによる影響の確認は帯板状AFRPと組紐状AFRPより行った。試験体は長さが100cmの直方体で、図-1に示すようにFRP線材を配置した。試験体の断面諸元は補強材比を考慮して決めた。試験体の断面諸元および補強材比を表-2に示す。実験時のコンクリートの圧縮強度は412~530kgf/cm<sup>2</sup>で、荷重はFRP線材を直接引張ることにより与えた。試験体の変形量は試験体の試験区間80cmの両端に取り付けた変位計の相対変位より求めた。

3. 実験結果および考察

(1) ひびわれ性状

図-2に代表的な試験体のひびわれ性状を示す。各試験体はひびわれ発生後、定常状態になるまでそのひびわれ本数が増加した。定常状態での平均ひびわれ間隔とかぶりの関係を図-3に示す。また、図中にCEBの式を用いた値も合わせて示す。ここで、FRP線材の直径はカタログ値を用いた。また、矩形のものは断面積が等しくなる円の換算直径とし、CEBの式にそれぞれ適用し

表-1 FRP線材の諸元(カタログ値)

	形状寸法 (mm)	断面積 (mm <sup>2</sup> )	引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (kgf/mm <sup>2</sup> )
帯板状AFRP	4.9×20	88.0	136	630
組紐状AFRP	φ12	90.5	139	650
らせん状CFRP	φ7.5	30.4	58	1400

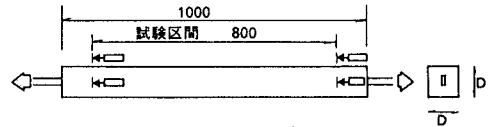


図-1 試験体の諸元

表-2 試験体の種類

	試験体	D (mm)	補強材比 (%)	かぶり (mm)
帯板状AFRP	AA-1	5.0	3.52	2.2
	AA-2	7.5	1.56	3.4
	AA-3	10.0	0.88	4.7
組紐状AFRP	AF-1	5.5	3.00	2.2
	AF-2	8.0	1.41	3.4
	AF-3	10.5	0.82	4.7
らせん状CFRP	CC-1	3.0	3.33	1.1
	CC-2	4.5	1.48	1.9
	CC-3	6.0	0.84	2.6

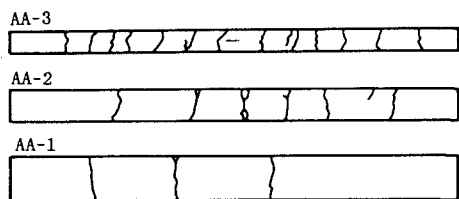


図-2 ひびわれ性状

た。また、CEBの式の定数はFRPを異形鉄筋とした値を用いた。これより平均ひびわれ間隔は弾性係数や表面形状によらず、CEBの式で評価できることが分かる。なお、低補強材比の試験体にはひびわれ近傍の一部に補強材に沿った軸方向ひびわれの発生が認められた。これは、異形鉄筋の節の楔効果によりフープテンションが発生し、鉄筋に沿ったひびわれが発生すると同様、FRP線材の表面の異形部分の割り裂き作用によるものと考えられる。

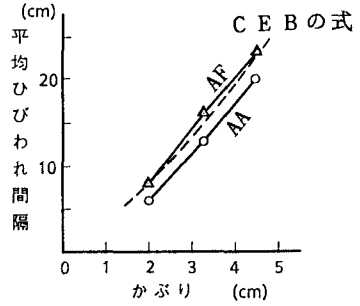


図-3 平均ひびわれ幅とかぶりの関係

(2) 平均ひずみ

試験体の変形量を試験区間長の80cmで除した値を平均ひずみとし、平均ひずみと載荷荷重の関係を図-4に示す。また、図中にCEBの式を用いた値を示す。各試験体はひびわれ発生まではコンクリートのみを考慮した剛性であり、ひびわれ発生後はコンクリートとの相互作用により滑らかにFRP単体の剛性に近付いた。また、ひびわれ発生後の平均ひずみはCEBの式により一部の試験体では若干小さく評価されるものの、概ね精度良く評価できることが分かる。ただし、帯板状AFRPやより線状CFRPのうち補強材比の小さい試験体は、軸方向ひびわれの影響から、早い段階でFRP単体の剛性に近づく傾向がある。これについては、実構造物では、腹鉄筋やらせん鉄筋などコンクリートを拘束する作用のある鉄筋が配筋されているのでこの影響も含めて検討してゆく予定である。

(3) ひびわれ幅

平均ひびわれ幅は鋼材を用いた場合と同様、平均ひずみと平均ひびわれ間隔の積として表現できることが確認された。すなわち、弾性係数の小さいAFRPで補強した部材は、CFRPで補強したものに比べ、ひびわれ幅が大きくなった。

4. まとめ

今回検討を加えたAFRPおよびCFRPを用いた部材に関して以下の知見が得られた。

(1) ひびわれ発生後の剛性はCEB-FIP 1978年の式でそれぞれの弾性係数を用いることにより概ね評価することが可能である。

(2) 繊維の種類や表面形状の違いがひびわれ性状やひびわれ発生後の剛性に与える影響は少ないものと考えられる。

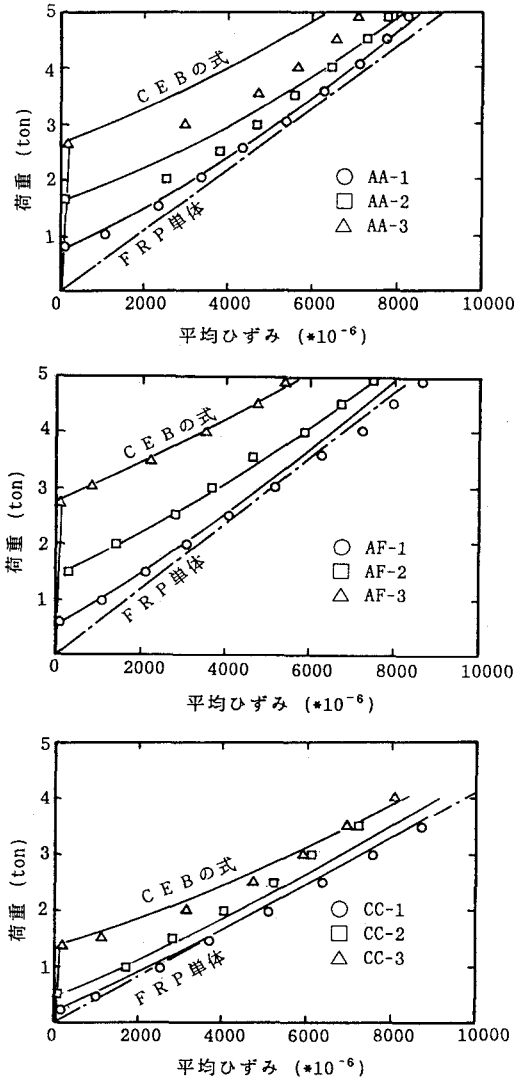


図-4 平均ひずみと荷重の関係