

V-181

FRP補強コンクリート梁のせん断耐荷性状に関する実験的研究

長岡技術科学大学大学院 学生員 木暮明仁
 長岡技術科学大学建設系 正会員 丸山久一
 長岡技術科学大学大学院 学生員 趙 唯堅
 J R西日本 正会員 鈴木秀門

1. はじめに

FRPを補強材に用いたコンクリートはりのせん断耐荷性状を解明するために、種々の条件を変えたFRP補強コンクリートはり供試体を製作し載荷試験を行った。本報告ではこの結果の一部からFRPスターラップの弾性係数、主筋比、およびせん断スパン比の影響について述べる。

2. 実験概要

補強筋の材料特性を表-1に示す。主筋には異形ロッド状のCFRP(C19)を用い、スターラップには一体ループ状に形成されたGFRP(G6)とCFRP(C6)、および異形鉄筋(D6)の3種類を用いた。コンクリートは早強ポルトランドセメントを使用し、粗骨材の最大寸法は25mmとした。コンクリート圧縮強度は34.3kgf/cm²であった。

供試体の断面形状を図-1に、供試体一覧と実験結果を表-2に示す。図-1に示すように試験区間のせん断スパン内のスターラップの配置位置をパラメータとし、スターラップなし、a,bまたはcのみ1本配置、およびa,b,cに配置し、スターラップの位置による効果を調べた。なお、せん断スパン内に主せん断ひびわれを誘発させるために底面および側面に深さ3cmのノッチを設けた。

試験は対称2点集中載荷とし、荷重、たわみ、スターラップひずみ、およびノッチの開口変位を測定した。

3. 実験結果および考察

3. 1 スターラップの弾性係数の影響

図-2にスターラップの弾性係数が異なる供試体の荷重とスターラップひずみの関係を示す。主筋比が3.024%のNo.10とNo.14はスターラップにそれぞれG6とC6を用いている。No.14に比べNo.10のスターラップは弾性係数が小さいために、ひずみの進展が速く、終局時のひずみも大きくなった。同様に、主筋比が1.512%のNo.5とNo.17はスターラップにそれぞれG6とD6を用いている。スターラップの弾性係数が最も大きいNo.17は、荷重が6t前後で鉄筋スラ-

表-1 材料特性

略称	材質	断面積 (cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	破断伸び (%)
C19	CFRP	2.840	1.05×10^6	11240	1.21
G6	GFRP	0.283	0.393×10^6	11000	2.80
C6	CFRP	0.283	1.00×10^6	13000	1.30
D6	Steel	0.317	2.10×10^6	3680(fy)	25.0

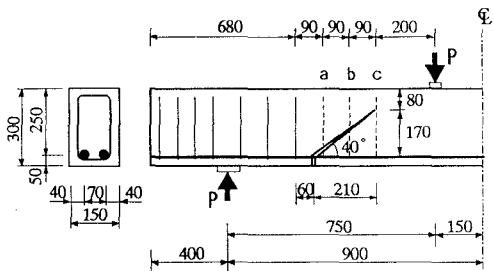


図-1 供試体の断面寸法および配筋例

表-2 供試体概要および実験結果

シリーズ	供試体	主筋		せん断補強筋		せん断 スパン比 a/d	最大耐力			破壊形式
		筋種 径 (mm)	主筋比 ρ_t (%)	位置 間隔 (cm)	筋種 径 (mm)		P_{max} (tf)	V_s (tf)	V_c (tf)	
I	No.1	2-C19	1.512	---	---	3.0	4.40	0.00	4.40	せん断圧縮
	No.2	"	"	a---	G- ϕ 6	"	5.85	2.21	3.64	スターラップ 破断
	No.3	"	"	---b-	"	"	6.12	1.82	4.30	せん断圧縮
	No.4	"	"	---c	"	"	5.44	1.23	4.21	せん断圧縮
	No.5	"	"	a b c @9	"	"	8.61	3.94	4.19	曲げ圧縮
II	No.6	4-C19	3.024	---	---	"	4.60	0.00	4.60	せん断圧縮
	No.7	"	"	a---	G- ϕ 6	"	6.92	1.66	5.26	せん断圧縮
	No.8	"	"	---b-	"	"	7.16	1.76	5.40	せん断圧縮
	No.9	"	"	---c	"	"	6.42	1.17	5.25	せん断圧縮
	No.10	"	"	a b c @9	"	"	11.30	4.60	6.80	せん断圧縮
III	No.11	4-C19	3.024	a---	C- ϕ 6	"	8.50	2.96	5.54	せん断圧縮
	No.12	"	"	---b-	"	"	8.42	2.34	6.08	せん断圧縮
	No.13	"	"	---c	"	"	7.83	2.51	5.32	せん断圧縮
	No.14	"	"	a b c @9	"	"	12.59	6.21	6.38	せん断圧縮
IV	No.15	3-C19	2.268	---	---	"	4.05	0.00	4.05	せん断圧縮
	No.16	"	"	a b c @9	G- ϕ 6	"	11.62	4.98	6.64	せん断圧縮
V	No.17	2-C19	1.512	a b c @9	S-D6	"	12.00	7.00	5.00	曲げ圧縮
	No.18	2-C19	1.512	a b c @9	G- ϕ 6	2.0	12.33	6.99	5.34	スターラップ 破断
VI	No.19	"	"	"	"	4.0	7.33	4.24	3.09	せん断圧縮

V_s は斜めひびわれ部の終局時のスターラップひずみから算出した。

V_c は終局耐力 P_{max} から V_s を差し引いて計算した。

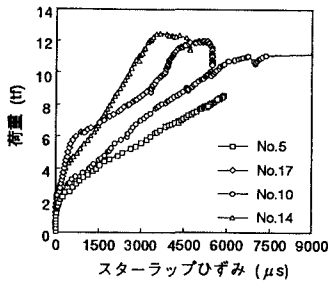


図-2 荷重-スタ-ラップひずみの関係

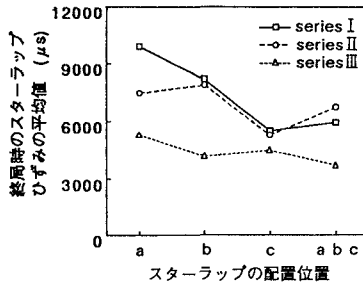


図-3 終局時のスタ-ラップひずみの平均値

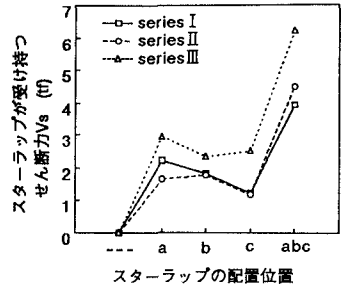


図-4 スタ-ラップが受け持つせん断力

ラップが降伏したために、結果的にNo.14のC6スタ-ラップのひずみより進展が速くなるが、降伏するまでのひずみの進展は最も遅くなっている。

図-3に終局時のスタ-ラップa,b,cのひずみの平均値とスタ-ラップの配置位置の関係を示す。弾性係数が小さいG6を用いたシリーズIIの方がC6を用いたシリーズIIIよりも終局時のスタ-ラップひずみは大きくなっている。しかし、図-4が示すようにシリーズIIIの方がスタ-ラップの受け持つせん断力が大きい。

3. 2 主筋比の影響

図-3において、主筋比が1.512%のシリーズIと3.024%のシリーズIIを比較すると、終局時のスタ-ラップひずみは主筋比の小さなシリーズIの方が大きくなっている。主筋比が大きい程コンクリートの受け持つせん断力を大きくするためせん断耐力は大きくなるが、スタ-ラップの受け持つせん断力は若干小さくなる傾向にある。

3. 3 せん断スパン比の影響

図-5に終局時のスタ-ラップひずみとせん断スパン比の関係を示す。スタ-ラップの終局時のひずみはせん断スパン比が小さくなるほど大きくなった。つまり、せん断スパン比が小さいほど終局時のせん断変形が大きいために、スタ-ラップのひずみは大きい。

3. 4 せん断圧縮域の影響

図-6にせん断圧縮域高さ（cm）とスタ-ラップ配置位置（a, b, c）の関係、および図-7にVcへのFRPスタ-ラップの影響を示す。この2つのグラフより、スタ-ラップの量が多いほど斜めひびわれの進展が抑制され、せん断圧縮域高さが大きくなり、コンクリートの受け持つせん断力が大きい。

4. まとめ

スタ-ラップの弾性係数が大きいほど終局時のスタ-ラップのひずみは小さいが受け持つせん断力は大きくなる。また、主筋比の小さい方がスタ-ラップの効果が若干大きくなり、終局時のスタ-ラップの受け持つせん断力も若干大きい。せん断スパン比が大きくなると、スタ-ラップの効果は小さくなる。また、コンクリートで負担するせん断力にもスタ-ラップの影響が表われる。

謝辞：本研究は文部省科学研究費補助金（総合研究(A),課題番号04302040,代表者：角田與史雄 北海道大学教授）の一部を受けて行った。また、FRPロッドを(株)熊谷組に提供して頂いた。ここに謝意を表します。

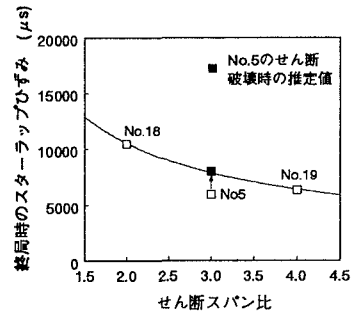


図-5 スタ-ラップひずみ-せん断スパン比

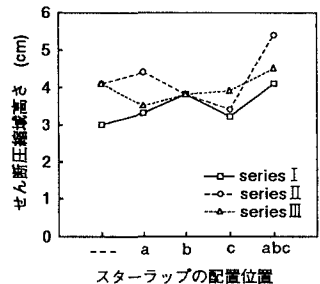


図-6 せん断圧縮域高さ

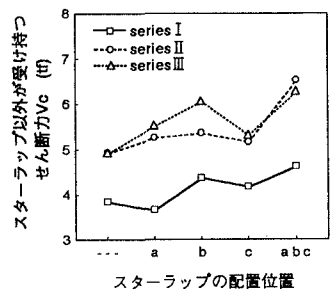


図-7 VcへのFRPスタ-ラップの影響