

アラミド繊維シートにより部分的にせん断補強した RC 梁の耐力について

三井住友建設（株） 正会員 ○篠崎 裕生・三上 浩・中島 規道
ファイベックス（株） 正会員 田村 富雄

1. はじめに

ラーメン橋脚柱の横梁などに連続繊維シートを巻付けてせん断補強する場合、梁上面に支承などの付帯物がある梁では、梁の側面と下面のみにシートを貼付ける U 字形補強と、部分的に全周巻付けをする部分閉合補強が併用されることとなる。本研究では、アラミド繊維シート（以下、AFRP シートと呼ぶ）を用いて、このような方法によるせん断補強効果を実験的に確認した。実験の結果、せん断スパン長の 10%以上の範囲を閉合補強すれば、全区間を閉合補強した場合と同等の効果が得られることが分かった。

2. 試験の概要

図-1 に、試験体の形状寸法と補強の概要を示す。荷重方法は、2 点集中荷重とし、せん断スパン梁高さ比は、3.3 である。試験体は、梁端部を除いてせん断補強鉄筋は配置していない。補強方法は、まず、せん断スパンの全長に渡って U 字形補強を行った。

閉合補強は、幅 50 mm または 100 mm の帯状のシートを U 字形補強の上から梁の全周に巻き付けて行った。閉合補強シート同士の間隔は、梁高さ(300mm)を超えないよう配慮した。閉合補強シートは、梁下面で長さ 100mm の重ね継手により閉合した。表-1 に AFRP シートの力学的特性値を示す。試験時のコンクリート圧縮強度は 44N/mm^2 であった。

試験体は、せん断スパン長に対する閉合補強部長さの割合を 10～30%で変化させた AP1～AP3 試験体と、無補強の N 試験体を合わせた計 4 体である。U 字形補強のみの A2 試験体およびスパン全長を閉合補強した A4 試験体は、既往の実験結果 1)から参照し、補強効果の比較検討用とした。

3. 試験結果および考察

図-2 および表-2 に試験結果を示す。無補強試験体は、218 kN で斜め引張破壊した。U 字型補強のみの A2 試験体は、斜めひび割れ発生（216kN）後、400kN においてシートの剥離により耐力を失った。

AP1 試験体は、A2 試験体よりもさらに大きな耐力

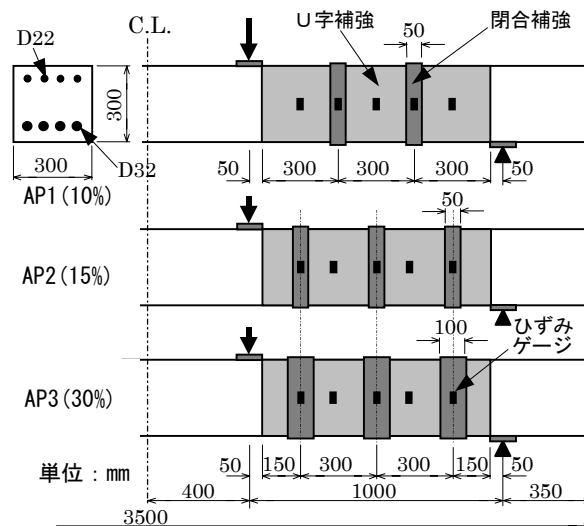


図-1 試験体形状寸法と補強概要

表-1 AFRP シートの力学的特性値

耐力 (kN/m)	設計厚さ (mm)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
588	0.286	2060	118

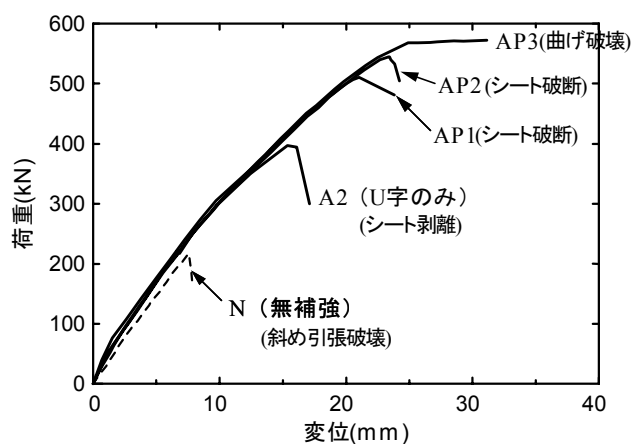


図-2 荷重-変位関係

(502kN)を示した。破壊時には、U 字形シートの剥離と閉合シートの破断が同時に生じた。

AP2, AP3 試験体は、斜めひび割れ発生荷重と最大耐力は両試験体で同程度であった。破壊性状は、AP2 試験体は閉合シートの破断で破壊したが、AP3 試験体は荷重点近傍のコンクリートの圧壊で曲げ破壊した。

表－2 試験結果一覧

単位：kN

試験体	閉合補強割合 (%)	最大荷重	V_{fc}	V_{fc}		土木学会 指針	FIB		Triantafillou and Antonopoulos	
				U字	閉合		U字	閉合	U字	閉合
N	0	218	0	0	0	-	-	-	-	-
A2	0	384	91	91	-	138.7	58.8	-	73.5	-
AP1	10	502	142	91	51	171.2(17.1)	59.7	7.1	74.6	9.5
AP2	15	540	161	91	70	179.8(25.7)	59.7	10.7	74.6	14.3
AP3	30	564	173	91	82	205.4(51.4)	59.7	21.4	74.6	28.6
A4	100	488	135	-	135	138.7	-	58.8	-	73.5

注1： V_{fc} はシートが受け持つせん断力の実験値で荷重値の半分

注2：土木学会指針の括弧内の値は閉合補強部のみの値で内数

4. AFRP シートが受け持つせん断力の評価

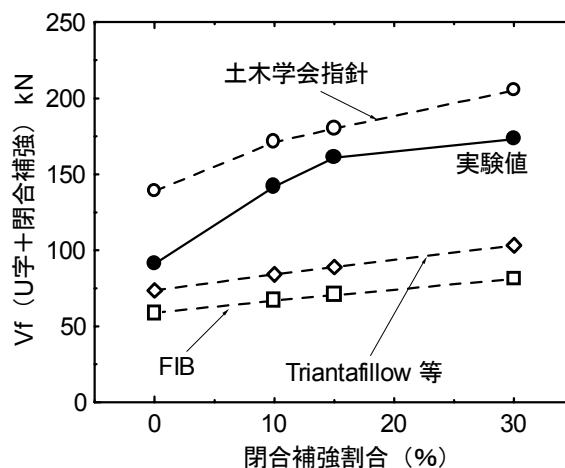
せん断補強効果を検討した。無補強のN試験体およびU字形補強のみのA2試験体の最大荷重を基準として、それぞれの試験体の最大荷重との差をU字形補強あるいは閉合補強のせん断補強効果として、それぞれ数値化した。計算値は、土木学会による方法²⁾とFIBおよびTriantafillouらの式^{3), 4)}を用いた。

図－3は、シートによる全せん断耐力寄与分を各計算値と比較したものである。土木学会指針式は、閉合補強を前提とした計算方法であるため、実験値よりも大きな値を示した。一方、FIBやTriantafillouらの式は、U字形補強と閉合補強補強を分けて評価できるものの、かなり安全側に評価する傾向にあることが分かった。

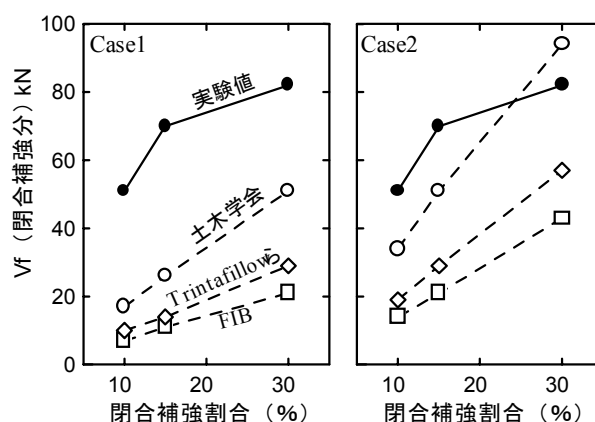
図－4は、閉合補強によるせん断耐力寄与分を計算値と比較したものである。左図のCase1は、表－2の値をそのまま図化したもの、Case2は、閉合補強のAFRPシート量をその位置におけるU字形補強シートの分も含め、2倍として計算したものである。これは、閉合補強シートと、その内側にあるU字形補強シートとが、破壊性状などから判断して一体としてせん断力に抵抗すると考えられるためである。図より、Case1では各計算方法とも実験値をかなり安全側に評価していることが分かる。AFRPシート量2倍として計算したCase2においては、土木学会指針が比較的良く一致したが、その他の方法では、依然安全側となった。これは、FIBやTriantafillouらの式では、繊維シートのひずみ上限値を0.005～0.006と比較的安全側に設定していることも一つの要因である。

5. まとめ

- (1)本試験の場合、U字形補強に加えて、せん断スパンの10%以上の長さを閉合補強することで、100%閉合補強した場合とほぼ同等のせん断耐力が得られた。
- (2)AFRPシートのせん断耐力への寄与は、FIBあるいはTriantafillouらの式で安全側に評価できる。



図－3 計算値との比較



図－4 計算値との比較（閉合補強）

参考文献

- 1) Ashraf, M. Mutsuyoshi, H. Adhikary, B. B. Watanabe, K.: Shear upgrading of reinforced concrete beams with externally bonded composite sheets, JCI, Annual Convention Vol. 24, No.2, pp.1537-1542, 2002
- 2) 土木学会編：連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針，コンクリートライブラリー101，2000
- 3) International Federation for Structural Concrete (FIB) : "Externally Bonded FRP Reinforcement for RC Structures" Technical Report, Bulletin 14, 2001, pp59-66
- 4) Triantafillou, T. C. and Antonopoulos, C. P., "Design of Concrete Flexural Members Strengthened in Shear with FRP," ASCE Journal of Composites for Construction, Vol.4, No.4, pp.198-205, 2000)