

AFRP 板水中接着工法で曲げおよびせん断補強した RC 梁の耐荷性能向上効果

大成建設(株)正会員○杉本 成司

室蘭工業大学大学院正会員栗橋 祐介

三井住友建設(株)フェロー三上 浩

釧路工業高等専門学校フェロー岸 徳光

1. はじめに

本研究では、RC 梁に AFRP 板を用いて水中接着曲げ補強とせん断補強を併用した場合における補強効果の検討を目的に、AFRP 板水中接着曲げ補強した RC 梁に対し、繊維目付量の異なる AFRP 帯を巻付けてせん断補強した場合の静載荷実験を行った。

2. 実験概要

表 1 には、本実験に用いた試験体の各種設計値および破壊形式を示している。なお、表中の設計曲げ耐力 P_u および設計せん断耐力のコンクリート分担分 V_c は土木学会コンクリート標準示方書に準拠して算出した。また、AFRP 帯の設計せん断耐力分担分 V_{AF} はアラミド補強研究会の「アラミド繊維シートによる鉄筋コンクリート橋脚の補強工法設計・施工要領(案)」(以後、補強設計要領)に準拠し、下式により算出した。

$$V_{AF} = A_w f_{wyd} (\sin \alpha + \cos \alpha) z / s \tag{1}$$

ここに、 A_w ：せん断補強面における一組の AFRP 帯の総断面積、 f_{wyd} ：AFRP 帯の引張強度、 α ：AFRP 帯と部材軸とのなす角度、 z ：圧縮力の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離(= $d/1.15$)、 d ：有効高さ、 s ：AFRP 帯の配置間隔である。なお、AFRP 帯の引張強度は補強設計要領に準拠し、表 2 に示す引張強度に 0.6 を乗じて評価している。

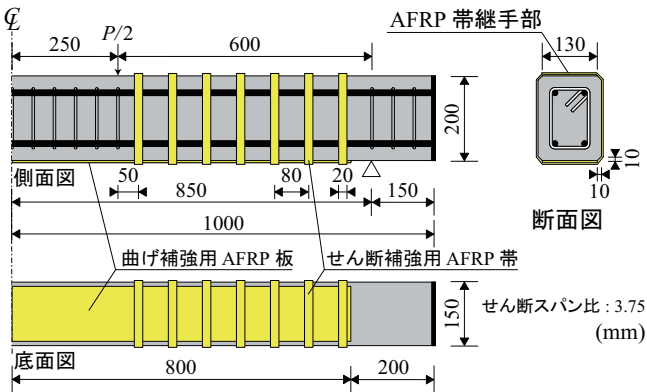
試験体数は、無補強試験体および AFRP 帯の繊維目付量を変化させた全 6 体である。試験体名の内、第 1 項目は AFRP 板による水中接着曲げ補強の有無(N：無補強、W：曲げ補強有)を示し、第 2 項目の数字は AFRP 帯の繊維目付量(単位： g/m^2)を示している。

図 1 には、試験体の形状寸法、配筋状況および補強概要

を示している。試験体は断面寸法 150 × 200 mm、スパン長 1.7 m の複鉄筋 RC 梁である。なお、断面の四隅には 10 mm の面取りを施している。上下端鉄筋には D19(SD345)を 2 本ずつ配置している。また、スターラップには D6(SD345)を用い、等せん断力区間を除き 50 mm 間隔で配置している。AFRP 板による曲げ補強には表 2 に示す保証耐力 1,200 kN/m の AFRP 板を接着している。また、AFRP 帯幅および巻付け

表 2 AFRP シートの力学的特性値 (公称値)

繊維目付量 (g/m ²)	保証耐力 (kN/m)	厚さ (mm)	引張強度 (GPa)	弾性係数 (GPa)	破断ひずみ (%)
280	400	0.193	2.06	118	1.75
415	600	0.286			
623	900	0.430			
830	1,200	0.572			



W-280/415/623/830 試験体

図 1 試験体概要

表 1 試験体一覧

試験 体名	繊維目付量 (g/m ²)		設計曲げ 耐力 <i>P_u</i> (1) (kN)	設計せん断耐力 2 × <i>V_u</i> (kN)			せん断余裕度	破壊形式	
	曲げ補強用 AFRP 板	せん断補強用 AFRP 帯		コンクリート 分担分 2 × <i>V_c</i>	AFRP 帯 分担分 2 × <i>V_{AF}</i>	合計 (2)	(2) / (1)	設計	実験 結果
N	-	-	96.5	63.4	-	63.4	0.66	せん断	せん断
W-0	830	-	141		-	63.4	0.45	せん断	せん断
W-280		280			33.2	96.6	0.68	せん断	曲げ
W-415		415			49.2	113	0.80	せん断	曲げ
W-623		623			74.0	137	0.97	せん断	曲げ
W-830		830			98.4	162	1.14	曲げ	曲げ

キーワード：RC 梁、AFRP 板、水中接着曲げ補強、水中接着せん断補強

連絡先：〒 050-8585 室蘭工業大学大学院 暮らし環境系領域 社会基盤ユニット TEL/FAX 0143-46-5228

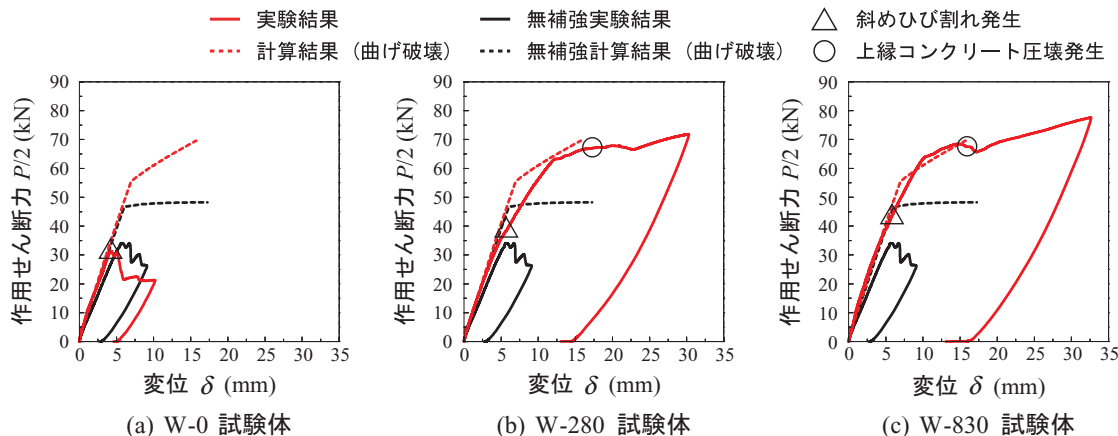


図2 作用せん断力-変位関係に関する実験結果および計算結果の比較の一例

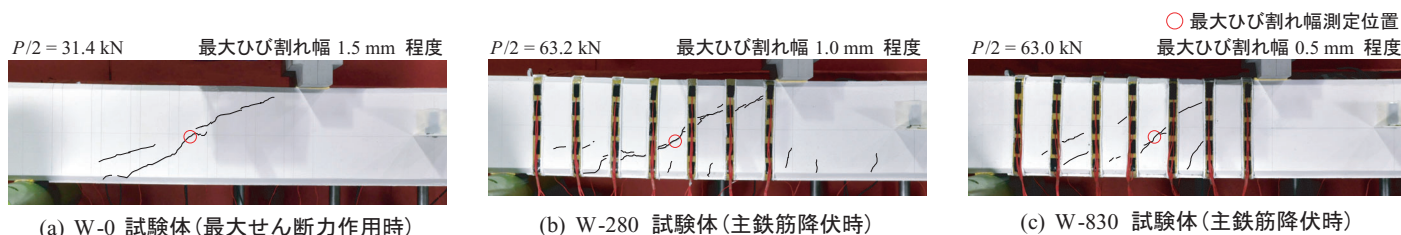


写真1 ひび割れ性状の一例

補強間隔 s は各々 20 mm, 80 mm とし, 表2 に示す各保証耐力の AFRP 帯を接着している.

3. 実験結果と考察

3.1 作用せん断力-変位関係

図2 には, W-0/280/830 試験体の作用せん断力-変位関係の実験結果を計算結果と比較して示している.

図より, 曲げ補強のみの W-0 試験体の場合には, 剛性勾配が N 試験体よりも大きいものの, 最大荷重は N 試験体よりも若干小さい. 両試験体の荷重は, 曲げ破壊を想定した計算最大荷重よりも大幅に小さな荷重レベルで急激に低下している. このことから, せん断破壊によって終局に至っていることが分かる.

曲げおよびせん断補強した W-280/830 試験体の実験結果を見ると, 斜めひび割れ発生時 (図中△印) 以後も荷重が増加していることが分かる. また, その後主鉄筋が降伏し, さらに上縁コンクリートが圧壊 (図中○印) している. 従って, これらの試験体の破壊形式は曲げ破壊型に移行しているものと判断される. なお, 斜めひび割れ発生後, 実験結果における剛性勾配が計算結果に比較して小さくなっている. これは, 斜めひび割れの開口により, 変形量が増加したことによるものと考えられる.

3.2 ひび割れ性状

写真1 には, W-0/280/830 試験体のひび割れ性状を示している. ひび割れ性状は W-0 試験体では最大せん断力作用時, W-280/830 試験体では主鉄筋降伏時の状況を示している.

写真より, W-0/280 試験体は, 載荷点から斜め下方に向けて一本の卓越したひび割れが直線的に進展している. 一方, W-830 試験体のひび割れは載荷点から斜め下方に向かう複数のひび割れに分散していることが分かる. 各試験体の最大ひ

び割れ幅は, せん断破壊した W-0 試験体の場合で 1.5 mm 程度であるのに対し, せん断破壊していない W-280/830 試験体はそれぞれ 1.0 mm, 0.5 mm 程度である. また, 図2 より, W-280/830 試験体を比べると, W-830 試験体の方が斜めひび割れ発生時 (図中△印) 以後の剛性勾配の低下や主鉄筋降伏時変位が小さい. このことより, 繊維目付量が多い場合ほど, 斜めひび割れの開口を抑制する効果が大きくなることが分かる.

3.3 破壊形式

表1 に示すように, W-280/415/623 試験体の破壊形式は設計時および実験結果において, それぞれせん断破壊型, 曲げ破壊型となっている. これは, 補強設計要領では, 部材軸に対する斜めひび割れの角度を 45 度と仮定しているのに対し, 実験ではそれよりも角度が小さく, より多くの AFRP 帯がせん断力に抵抗しているためと考えられる.

以上より, 水中接着曲げおよびせん断補強 RC 梁の耐荷性能は既往の設計式を用いて安全側に評価可能であることが明らかになった.

4. まとめ

- (1) せん断破壊型の RC 梁に対し, 水中接着せん断補強を施すことにより, その破壊形式を曲げ破壊型に移行可能である.
- (2) せん断補強用 AFRP 帯の目付量が多い場合ほど斜めひび割れの開口が抑制される.
- (3) 既往の設計式によって, AFRP 板および AFRP 帯を用いて水中接着曲げおよびせん断補強した RC 梁の耐荷性能を安全側に評価可能である.