

論文 UFC パネルによる RC はりのせん断補強効果

柴田 耕*1・渡辺 健*2・二羽 淳一郎*3・川口 哲生*4

要旨：超高強度繊維補強コンクリート(UFC)のパネルを接着した，鉄筋コンクリート(RC)はりのせん断補強効果を定量的に評価することを目的に，UFC パネルの接着手法を変化させて，RC はりの載荷実験を実施した。その結果，UFC パネルを接着した RC はりのせん断耐荷力は，無補強供試体と比較して大幅に向上した。また，UFC パネルを側面に接着した供試体と，側面ならびに下面に接着させた供試体の耐荷機構が，他の供試体と異なることを確認した。さらに UFC パネルを接着した RC はりのせん断耐力は，UFC パネルの貢献分を，RC はりの斜め引張破壊耐力ならびにせん断圧縮破壊耐力の算定式に組み込むことで評価できる可能性を示した。

キーワード：RC はり，せん断，超高強度繊維補強コンクリート，パネル，あと施工アンカーボルト，耐荷機構

1. はじめに

近年，RC 構造物の劣化が顕在化し，補修・補強が必要とされる構造物が多く存在している。そのため，軽量・高強度である連続繊維シート接着工法や，靱性の向上が期待できる鋼板接着工法など，様々な補修・補強法が提案され，実用されている。しかしながら，連続繊維シート接着工法には繊維の異方性，鋼板接着工法には腐食や施工性などの課題があり，より効果的な手法の開発が期待されている。

このような課題を克服できる工法として，約 200N/mm²の圧縮強度を有し，耐塩害性や耐摩耗性に優れた，超高強度繊維補強コンクリート(Ultra High Strength Fiber Reinforced Concrete：以下，UFC)で製作されたパネルの利用が挙げられる。この工法は，UFC の緻密な構造のために，鋼板接着工法などと比較して，耐久性や維持管理の面で優れた効果が期待できるが，現行の構造設計には，UFC パネルによる RC 構造物の耐力向上は考慮されていない。一方で，筆者らは，RC 柱に UFC パネルを埋設することで，耐力ならびに変形性能が向上することを確認しており¹⁾，今後，その補強効果を設計に組み入れる必要があると考える。そこで本研究では，せん断破壊型供試体を対象とし，UFC パネルを接着した RC はりのせん断補強効果を，破壊性状や耐荷機構の観点から定量的に評価することを目的とし，実験的検討を行った。

2. 実験概要

2.1 コンクリートの示方配合ならびに実験ケース

表 - 1 に，RC はりに使用したコンクリートの示方配合を，表 - 2 に，UFC パネルに使用した UFC の示方配合を示す。表 - 3 に，実験ケースを示す。本研究では，UFC パネルを接着した RC はりのせん断補強効果を定量的に評価す

るために，実験ケースは，UFC パネルを下面のみに接着した供試体(F type)，側面のみに接着した供試体(S type)，下面ならびに側面に接着した供試体(S+F type)とした。また，基準供試体として，UFC パネルを配置しない無補強供試体(N type)を作製した。

また，筆者らは，UFC パネルを埋設した RC 柱の研究を通じて¹⁾，UFC パネルと RC 部の一体性が，耐力ならびに変形性能の向上に重要であることを確認している。そこで，本研究では，界面をエポキシ樹脂接着し，さらにあと施工アンカーボルトを打込むことで UFC パネルと RC 部の一体性を確保した。

2.2 供試体概要

図 - 1 に，供試体概要図を，表 - 4 に供試体諸元を示す。また，表 - 5 に鉄筋の強度特性を示す。

無補強供試体(N type)は，特定の片側せん断スパンに斜め引張破壊が生じるように設計されている。RC はりのせん断耐力の算定には，式(1)～(3)を使用した²⁾。

$$V_{cal} = V_c + V_s \quad (1)$$

$$V_c = 0.2f_c^{1/3} p_w^{1/3} \left(\frac{1000}{d}\right)^{1/4} (0.75 + \frac{1.4}{a/d}) b_w d \quad (2)$$

$$V_s = A_w f_{wy} (z/s) \quad (3)$$

ここで f_{wy} ：せん断補強鉄筋の降伏強度(N/mm²)， $z = (7d)/8$ である。

また，アンカーボルトは，図 - 1 に示すように配置した。これは，せん断スパン内における，UFC パネルと RC 部の剥離ならびにずれを抑制するためである。UFC パネル接着後の各供試体の断面は，N type の断面積を約 7%(F type) 約 27%(S type)，約 35%(S+F type)増厚したことに相当する。

2.3 載荷方法ならびに測定概要

載荷試験には，支間 1650mm に固定したローラー支承

*1 東京工業大学大学院 理工学研究科土木工学専攻 (正会員)

*2 東京工業大学大学院 理工学研究科土木工学専攻助教 Ph.D. (正会員)

*3 東京工業大学大学院 理工学研究科土木工学専攻教授 工博 (正会員)

*4 太平洋セメント(株) 中央研究所研究開発1部 修(工) (正会員)

表 - 1 RC はりに使用したコンクリートの示方配合

粗骨材最大寸法 (mm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単用量(kg/m ³)				
			水	セメント	細骨材	粗骨材	AE 減水剤
20	60	45	178	296	859	956	0.444

表 - 2 UFC パネルに使用した UFC の示方配合

フロー値 (mm)	単用量(kg/m ³)			高性能減水剤 (kg/m ³)
	水	プレミックス	鋼繊維	
260±20	180	2254	157	24

表 - 3 実験ケース

供試体名	接着パターン	パネル厚(mm)
N type	-	-
F type	下面	20
S type	側面	20
S+F type	下面 + 側面	20

表 - 4 供試体諸元

項目	記号	単位	値
軸方向鉄筋断面積	A_s	mm ²	774.2
引張鉄筋比	p_w	%	2.06
幅	b_w	mm	150
有効高さ	d	mm	250
せん断スパン	a	mm	700
せん断スパン有効高さ比	a/d	-	2.8
せん断補強鉄筋間隔	s	mm	175
せん断補強鉄筋比	r_w	%	0.24

表 - 5 鉄筋の強度特性

項目	種類	降伏強度 (N/mm ²)
軸方向鉄筋	D22 SBPD930	1046
せん断補強鉄筋	D6 SD295	339
組立鉄筋	Φ6 SR295A	308

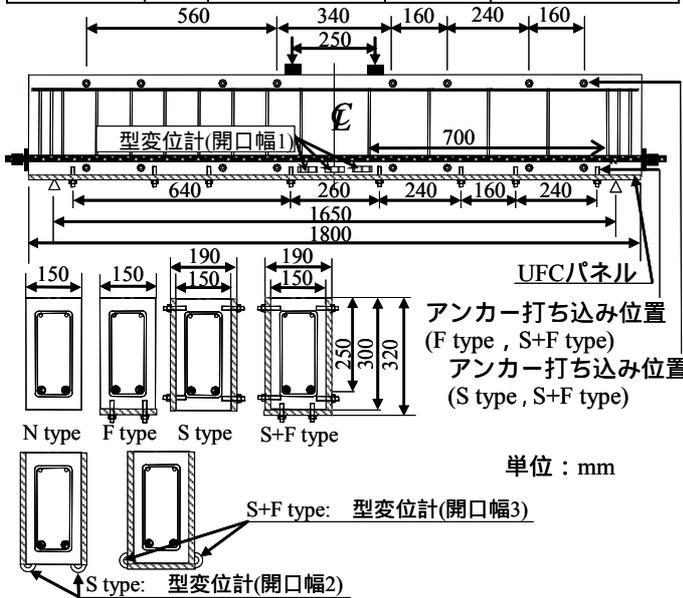


図 - 1 供試体概要図

の上に、幅 65mm の支圧板、ならびにテフロンシートの間にはグリスをはさんだ減摩パッドを挿入して、供試体を設置した。供試体上面には、等モーメント区間 250mm、 $a/d=2.8$ となるように、ローラー支承ならびに荷重分配桁を載せ、2000kN 試験機にて、静的 4 点曲げ試験を行った。全ての供試体における計測項目は、荷重、支間中央と支点の変位、支間中央における軸方向鉄筋のひずみ、ならびに各せん断補強鉄筋高さ中央のひずみである。また、N type ならび F type において、図 - 1 に示すように、標点間隔 100mm の型変位計を、等モーメント区間全域に配置し、支間中央における RC 部の曲げひび割れ幅(開口幅 1)を測定した。S type においては、図 - 1 に示すように、標点間隔 50mm の型変位計を、載荷点下部の両側面に配置し、RC 部と UFC パネルとの開口幅(開口幅 2)を計測した。さらに、RC 部と UFC パネルにおける平面保持の成立の有無を確認するため、支点部における、UFC パネル上縁ならびに RC 上縁に、ポリエステル箔ひずみゲージを貼付した。S+F type 試験体では、図 - 1 に示すように、標点間隔 50mm の型変位計を、載荷点下部の両側面に配置し、UFC パネル同士の開口幅(開口幅 3)を測定した。さらに、S type 試験体と同様の手法で、UFC パネルならびに RC 上縁に、ポリエステル箔ひずみゲージを貼付した。

3. 実験結果

表 - 6 に、各供試体の載荷試験結果を示す。また、図 - 2

に各供試体の荷重 - たわみ関係を、図 - 3 に、各供試体における載荷後のひび割れ状況を示す。なお、S type、S+F type においては、側面の UFC パネルを除去した、RC 部のひび割れ状況も示す。図 - 3 中の太線は、RC 部の斜めひび割れ、ならびに載荷試験時に最も進展、拡幅した UFC パネルの曲げひび割れを、 β は、RC 部に発生した斜めひび割れ角度をそれぞれ示す。斜めひび割れ角度 β は、せん断スパンに発生した斜めひび割れの先端と、軸方向鉄筋位置が交わる点を直線近似することによって求めた。以下に、それぞれの供試体における破壊性状、耐荷機構、ならびに耐荷力について検討する。

3.1 N type

(1) 破壊性状

N type では、図 - 3(a)に示すように、せん断スパンにおいて発生した斜めひび割れが、載荷点と支点を結ぶように進展することで荷重が最大値(以下、ピーク荷重)に達した。ポストピーク領域で、たわみが 10mm に達した時点で載荷を終了した。

3.2 F type

(1) 破壊性状

F type では、荷重が 25kN 時に、RC 部に曲げひび割れが発生した。荷重の増加に伴い、下面の UFC パネルに曲げひび割れが発生した。その後、図 - 3(b)に示すように、せん断スパン中央で発生した斜めひび割れが、載荷点と支

表 - 6 コンクリートの材料特性ならびに荷重試験結果

供試体名	UFC の材料特性			コンクリートの材料特性			荷重試験結果ならびに式(1)~(3)による算出値			
	圧縮強度	引張強度	弾性係数	圧縮強度	引張強度	弾性係数	破壊モード	V_{exp}	V_{cal}	β
	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(kN/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(kN/mm ²)		(kN)	(kN)	度
N type	-	-	-	31.9	2.9	27.3	斜め引張	79.7	80.4	25
F type	210.5	9.21	50.2	31.9	2.7	28.7	斜め引張	110.2	80.4	28
S type	210.5	9.21	50.2	37.7	2.6	28.9	せん断圧縮	160.0	83.4	27
S+F type	210.5	9.21	50.2	36.3	3.0	28.9	せん断圧縮	171.7	82.7	35

V_{exp} : 実験より得られたせん断耐力, V_{cal} : 式(1)より導かれたせん断耐力, β : RC 部における斜めひび割れ角度

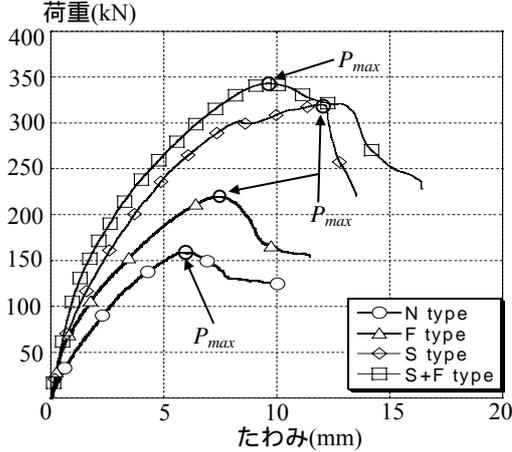


図 - 2 荷重 - たわみ関係

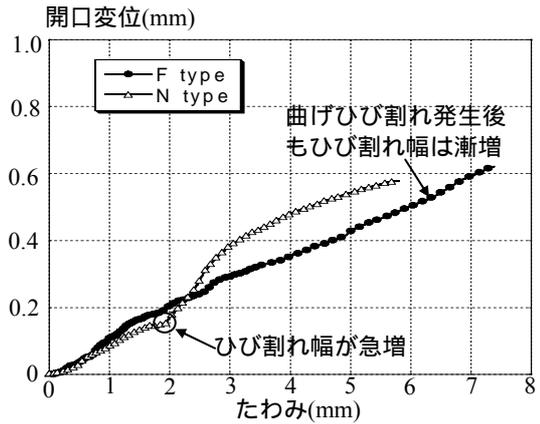
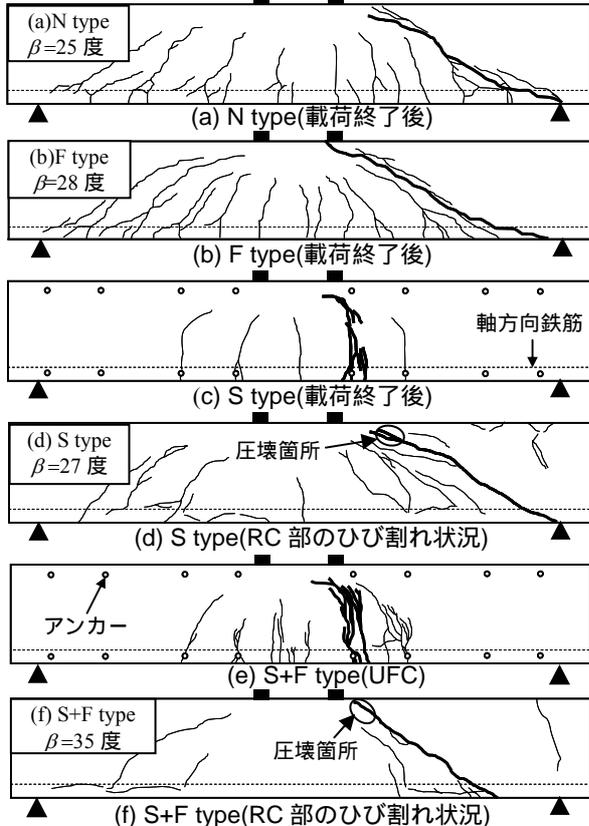


図 - 4 開口幅1 - たわみ関係



—: RC 部の斜めひび割れ, —: ひび割れ, β : 斜めひび割れ角度
 —: UFC パネルの曲げひび割れ

図 - 3 荷重終了後の側面のひび割れ状況

点を結ぶように進展することでピーク荷重に達し, 斜め引張破壊を生じた。ポストピーク領域で, たわみが 11mm

に達した時点で荷重を終了した。

(2) 耐力向上の要因について

F type のピーク荷重は 220.4kN となり, N type の 159.4kN と比較して, 約 1.4 倍向上した。以下, F type における耐力向上の要因について検討を行う。

図 - 4 に, N type ならびに F type における, 支間中央での RC 部の曲げひび割れ開口幅(開口幅 1) - たわみの関係を示す。ここで, 開口幅 1 は, 各供試体における型変位計の最大値を示している。また, 図 - 5 に, N type ならびに F type における荷重 - せん断補強鉄筋のひずみ関係を示す。ここで, せん断補強鉄筋のひずみは, 特定のせん断スパンに配置したせん断補強鉄筋のひずみの平均値を示す。

図 - 4, 図 - 5 より, F type では, N type と比較して, 曲げひび割れや斜めひび割れが発生した後も, RC 部の曲げひび割れ幅, ならびにせん断補強鉄筋のひずみが急増せず漸増していることがわかる。つまり, UFC パネルの接着により RC 部の曲げひび割れならびに斜めひび割れの開口が抑制されたのである。

一般に, せん断抵抗に寄与するせん断補強鉄筋以外のメカニズムとして, まだひび割れていない曲げ圧縮部のコンクリートの直接的なせん断抵抗, 軸方向鉄筋のダウエル作用, せん断ひび割れ面に沿った骨材のかみ合わせ抵抗, が挙げられる²⁾。この中で, ならびに は, 斜めひび割れ幅に依存するとされている。以上のことから, F type では, RC 部の斜めひび割れの開口が抑制され, と の効

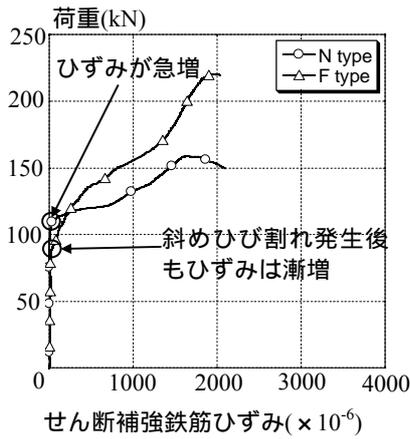


図 - 5 荷重 - せん断補強鉄筋ひずみ

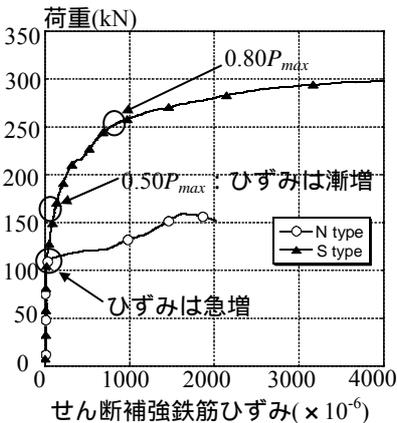


図 - 7 荷重 - せん断補強鉄筋ひずみ

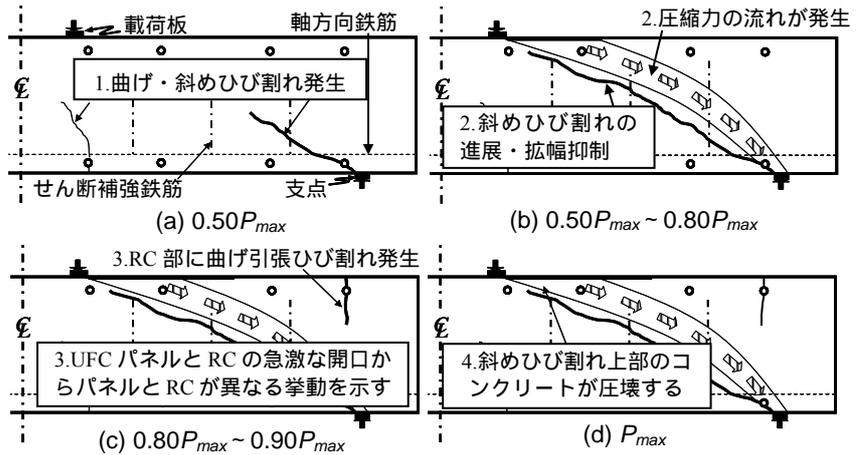


図 - 6 RCはりの耐力機構メカニズム(S type)

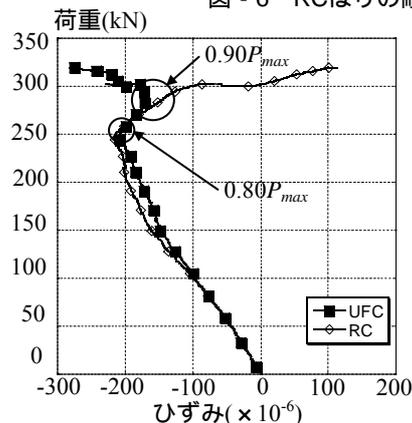


図 - 8 支点上縁部ひずみ(S type)

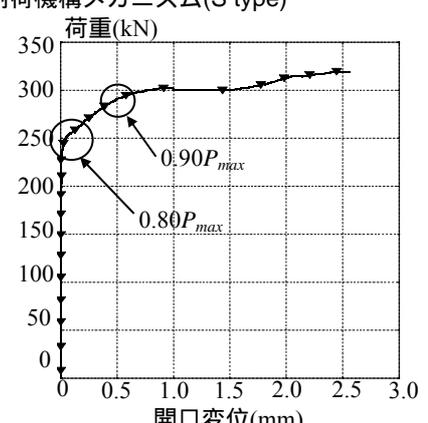


図 - 9 荷重 - 開口幅2関係(S type)

果が有効に作用したことにより、せん断耐力がN typeと比較して向上したと考えられる。

3.3 S type

(1) 破壊性状

S typeでは、図 - 3(c)、図 - 3(d)に示すように、荷重が30kN時に、RC部に曲げひび割れが発生した後、荷重の増加に伴い、アンカー打込み位置のUFCパネルに曲げひび割れが発生した。その後、UFCパネルの曲げひび割れが進展ならびに拡幅することによって、ピーク荷重に達した。ポストピーク領域でたわみが13.5mmに達した時点で荷重を終了した。荷重終了後、UFCパネルを除去し、RC部を目視観察したところ、図 - 3(d)に示すように、斜めひび割れ上部におけるコンクリートの圧壊、ならびに支点上縁でのひび割れを確認した。

(2) 耐力機構について

S typeでは、RCはりの耐力機構が、N typeならびにF typeと異なると考えられる。図 - 6に、S typeの、ピーク荷重に至るまでの各荷重段階における、RCはりの耐力機構メカニズムを説明する。また、図 - 7に、N typeならびにS typeにおける、荷重 - せん断補強鉄筋のひずみ関係を示す。図 - 8に、荷重と支上部におけるUFCパネル上縁、ならびにRC上縁のひずみ関係を、図 - 9に、荷重 - 側面に接着したUFCパネルとRC部の開口幅(開口幅2)関係を示す。開口幅2は、両側面の平均値を示している。

図 - 6(a)、図 - 7より、S typeでは、 $0.50P_{max}$ でRC部に斜めひび割れが発生したと考えられるが、斜めひび割れ発生後も、N typeと比較してひずみは急増せず、漸増した。そのため、S typeは、図 - 6(b)に示すように、RC部の斜めひび割れの進展・拡幅が抑制されて斜め引張破壊を生じず、載荷点から支点に向かって流れる圧縮力がコンクリート断面に偏心して生じたと推測される。その結果、図 - 8の、支上部上縁に貼付したRC部のひずみゲージの値に示される通り、 $0.80P_{max} \sim 0.90P_{max}$ 時に曲げ引張力が作用し、RC部の支上部上縁に曲げ引張りひび割れの発生を確認した³⁾(図 - 6(c))。さらに、 $0.90P_{max}$ 以降は、 $0.80P_{max}$ 時にUFCパネルとRC部の開口幅が急激に増加したことから、UFCパネルとRC部の付着が消失し、UFCパネルとRC部がそれぞれ異なる挙動を示した(図 - 6(c)、図 - 9)。その後、圧縮力の流れが卓越したこと起因して、RC部における斜めひび割れ上部のコンクリートが圧壊することで、ピーク荷重に至ったと考えられる(図 - 6(d))。

(3) 耐力力向上の要因について

S typeのピーク荷重は319.9kNとなり、N typeの159.4kNと比較して耐力力が約2.0倍向上した。これは、図 - 7より、側面にUFCパネルを接着させることでUFCパネルがせん断に抵抗し、その結果、RC部の斜めひび割れの開口が抑制されたことによると考えられる。

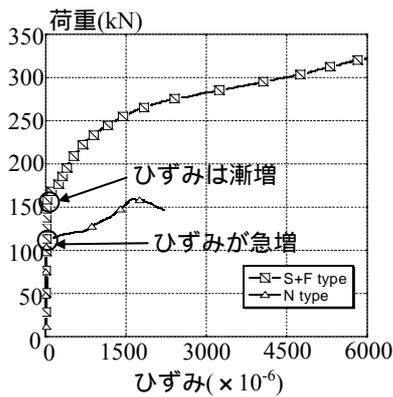


図 - 10 荷重 - せん断補強鉄筋ひずみ

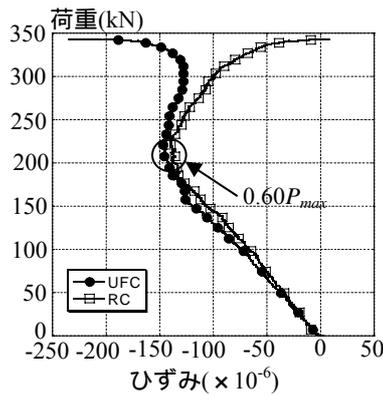


図 - 11 支点上縁部ひずみ (S+F type)

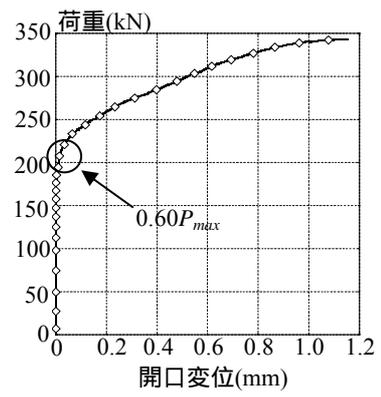


図 - 12 荷重 - 開口幅3関係 (S+F type)

表 - 7 UFC パネルを接着させた RC はりのせん断耐力の評価

供試体名	実験値	式(1)から算出される値				UFC パネルの影響を考慮した算定値					
		V_{exp} (kN)	V_c (kN)	V_s (kN)	V_{cal} (kN)	$V_{c,m}$ (kN)	$V_{s,m}$ (kN)	V_{UFC} (kN)	$V_{cal,m}$ (kN)	$V_{cal,d}$ (kN)	$V_{cal,e}$ (kN)
F type	110.2	53.5	26.8	80.4	82.9	26.8	-	109.7	-	-	-
S type	160	56.6	26.8	83.4	53.0	26.7	80.4	-	79.8	-	160.0
S+F type	171.7	55.9	26.8	82.7	79.5	26.7	65.4	-	-	106.2	171.7

$V_{c,m}$: $V_{cal,m}$, $V_{cal,d}$, $V_{cal,e}$ におけるコンクリートの貢献分, $V_{s,m}$: $V_{cal,m}$, $V_{cal,d}$, $V_{cal,e}$ におけるせん断補強鉄筋の貢献分, V_{UFC} : 側面の UFC パネル貢献分, $V_{cal,m}$: 下面 UFC パネルの影響を考慮し, 式(1)を使用して算定した RC 部のせん断耐力(F type), $V_{cal,d}$: 式(7)を使用して算定した RC 部のせん断耐力(S type), $V_{cal,e}$: 下面 UFC パネルの影響を考慮し, 式(7)を使用して算定したせん断耐力(S+F type), $V_{cal,f} = V_{cal,d}$ (or, $V_{cal,e}$) + V_{UFC}

3.4 S+F type

(1) 破壊性状

S+F type では, 荷重が 60kN 時に, 下面に接着した UFC パネルに, アンカー打込み位置から曲げひび割れが発生した。その後, 図 - 3(e)に示すように, 荷重の増加に伴い, 側面に接着した UFC パネルの曲げひび割れが進展, ならびに拡幅することによってピーク荷重に達した。ポストピーク領域で, たわみが 16.5mm に達した時点で載荷を終了した。載荷終了後 UFC パネルを除去し, RC 部を目視観察したところ, S type と同様に, 斜めひび割れ上部におけるコンクリートの圧壊, ならびに支点上縁でのひび割れを確認した。

(2) 耐荷機構について

S+F type も S type と同様に RC はりの耐荷機構が N type ならびに F type と異なった。図 - 10 ~ 図 - 12 に, S+F type における, 図 - 7 ~ 図 - 9 と同様の関係を示す。ただし, 図 - 12 は, 荷重 - 側面ならびに下面に接着した UFC パネル同士の開口幅(開口幅 3)関係を示し, 開口幅 3 は, 両側面の平均値を示すこととする。図 - 10 ~ 図 - 12 においても, 図 - 7 ~ 図 - 9 と同様な傾向が見られたことから, S+F type においても, S type と同様の耐荷機構を示し, 斜めひび割れ上部のコンクリートが圧壊することで, ピーク荷重に至ったと考えられる。

(3) 耐荷力向上の要因について

S+F type のピーク荷重は 343.3kN となり N type の 159.4kN と比較して約 2.2 倍耐荷力が向上した。これは, S type と同様に UFC パネルがせん断に抵抗し, 斜めひび割れの開口が抑制されたことに起因していると考えられる。また, S+F

type の耐荷力は, S type の 220.4kN と比較しても, 約 8% の向上が認められた。

3.5 UFC パネルを接着した RC はりのせん断耐力評価

UFC パネル接着工法を補強工法として確立するためには, UFC パネルを接着した RC はりのせん断補強効果を, 定量的に評価する必要がある。そこで, 破壊性状や耐荷機構の観点から, 各供試体のせん断耐力の実験値 V_{exp} を, せん断耐力の算定値を用いて評価することにした。表 - 7 に検討結果を示す。以下, 各供試体のせん断耐力の評価について, 検討を行う。

(1) F type(下面に接着した UFC パネルの貢献)

3.2.(2)より, N type と比較して, F type のせん断耐力が向上したのは, RC 部のひび割れの開口が抑制され, ダウエル作用と骨材のかみ合わせ抵抗による作用が有効に働いたためであると考えられる。さらに, これらの抵抗力は, 軸方向鉄筋比 p_w に依存するとされている²⁾。ここで, RC はりの下面に, 鋼板を接着したせん断補強実験では, 補強鋼板の断面積を, せん断耐力の算定式における p_w の項に加える形で RC はりのせん断耐力を評価すると, 実測値に近い値を得ることが可能であるとされている⁴⁾。さらに, F type は, RC 部が斜め引張破壊を呈することでピーク荷重を迎えた。したがって F type では, V_s は変化させず, 下面に接着された UFC パネルの断面積を, 式(1)の V_c における p_w の項に加えることで, 算定値 V_{cal} を実験値 V_{exp} に近づけた。ここで, UFC パネルは, 鋼板や軸方向鉄筋と比較すると弾性係数が小さいため, UFC パネルの断面積をそのまま累加するのは適当ではないと考える。そのため, V_{cal}

と V_{exp} が一致するような低減係数 0.7 を、UFC パネルの接着断面積に掛けることで、軸方向鉄筋の断面積に累加した。すなわち、下面の UFC パネルの影響を考慮して算定したせん断耐力 V_{cal_m} と、実験値 V_{exp} の比率は 1.00 となった。

(2) S type(側面に接着した UFC パネルの貢献)

坂本らは、連続繊維シートを接着させた RC はりのせん断補強実験において、全せん断耐力を、RC 部ならびに繊維シートが受け持つせん断耐力の累加によって求めることが可能であるとしている⁵⁾。そこで本研究では、全せん断耐力を、UFC パネルならびに RC 部が受け持つせん断耐力の累加によって算出可能であると考えたことにした。しかしながら、3.3(2)より S type では、RC 部がせん断圧縮破壊を生じ、さらに UFC パネルに斜めひび割れを確認できなかった。以上の点を考慮すると、既往の算定手法を使用し、側面に UFC パネルを接着した RC はりのせん断耐力評価を行うことは適当ではない。

S type では、3.3(2)より RC 部のひび割れ性状や耐荷機構が、RC ショートビームと類似している。したがって、既往の研究により、式(7)~(9)を使用してみることにした⁶⁾。

$$V_{cal_d} = V_{c_m} + \phi \cdot V_{s_m} \quad (7)$$

$$V_{c_m} = 0.244 f_c^{2/3} \left\{ \frac{(1 + \sqrt{p_w})(1 + 3.33r/d)}{(1 + (a/d)^2)} \right\} \cdot b_w \cdot d \quad (8)$$

$$\phi \cdot V_{s_m} = (-0.17 + 0.3 \cdot a/d + 0.33/r_w) \cdot A_w f_{wy}(z/s) \quad (9)$$

ここで、 r : 支圧板幅(mm)であり、本研究では 65mm である。また、 $\phi = 1$ とし、その他の記号は全て式(1)、表 - 4 に示す通りである。式(7)を使用して算定した結果、RC 部におけるせん断耐力の算定値 V_{cal_d} は、79.7kN となり、 V_{exp} と V_{cal_d} の差分は 80.4kN となった。S type では、 V_{exp} と V_{cal_d} の差分が、側面の UFC パネルが負担している耐力 V_{UFC} であると推測される。

(3) S+F type

S+F type においても、RC 部がせん断圧縮破壊を呈したことにより、S type と同様の手法を使用して RC 部のせん断耐力を算定し、 V_{UFC} の評価を行った。ここで、下面に接着した UFC パネルの影響は、(1)における p_w を式(8)に組み込むことで考慮した。以上を考慮して算定した結果、下面の UFC パネルの影響を考慮した RC 部のせん断耐力 V_{cal_e} は 106.2kN となり、 V_{exp} と V_{cal_e} の差分、 V_{UFC} は 65.4kN となった。ここで、S type ならびに S+F type における V_{UFC} には、それほど差異はないと考えられる。このことから、(1)ならびに(2)で行った検討が概ね妥当であり、さらに S+F type では、F type における、下面に接着した UFC パネルの影響 p_w と、S type における、側面に接着した UFC パネルの耐力貢献分を考慮することで、実験値 V_{exp} を比較的精度良く評価できるという可能性が示された。

本研究は、UFC パネルの接手法を変化させた検討である。

今後、本研究の考え方を基礎としてさらなる検討を行い、UFC パネルの影響を評価する式を与えることができれば、土木構造物の設計体系に組み込むことが可能になると考えられる。

4. まとめ

本研究から得られた知見を以下にまとめる。

- 1) N type と比較して UFC パネルを接着させた供試体の耐荷力の実験値は、F type では約 1.4 倍、S type では約 2.0 倍、S+F type では約 2.2 倍向上した。これは、下面ならびに側面に接着した UFC パネルにより、RC 部の斜めひび割れや曲げひび割れの開口が抑制されたことに起因している。
- 2) S type ならびに S+F type では、N type、F type とは異なる耐荷機構を示し、斜めひび割れ上部のコンクリートが圧壊することで、ピーク荷重に至ったと考えられる。これは、側面の UFC パネルが、RC 部の斜めひび割れの開口抑制に寄与したためであると考えられる。
- 3) 耐荷機構や破壊性状に基づき、UFC パネルを接着した RC はりの実験値を、算定値から評価した。その結果、F type ならびに S type で行った検討が、概ね妥当であることが示された。さらに S+F type では、F type における下面の UFC パネルの軸方向鉄筋比の影響と、S type における側面の UFC パネルの耐力貢献分を考慮することにより、実験値 V_{exp} を比較的精度良く評価できる可能性が示された。

謝辞

本研究を実施するにあたり、UFC パネルを提供して頂きました太平洋セメント株式会社に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 柴田 耕ほか：RC 柱の耐荷機構に対する UFC 埋設型枠の補強効果，土木学会第 63 回年次学術講演会概要集，5-506，pp.1011-1012，2008.9
- 2) 二羽淳一郎：コンクリート構造の基礎，数理工学社，2005.11
- 3) 土木学会：コンクリートライブラリ - 34 鉄筋コンクリート終局強度理論の参考，pp.22-23，1972.8
- 4) 高山博文ほか：あと施工アンカーによる鋼板補強工法の補強効果に関する実験的研究，土木学会論文集，No.592/V-39，pp.1-11，1998.5
- 5) 坂本佳理ほか：連続繊維シート接着による RC 部材のせん断補強効果に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.20，No.3，pp.1279-1284，1998.6
- 6) 谷村幸裕ほか：スターラップを有するディーブームのせん断耐力に関する実験的研究，土木学会論文集，Vol.760/V-63，pp.29-44，2004.5