

斜め引張破壊型 RC 梁への DFRCC によるせん断補強実験

大阪市立大学大学院 正会員 角掛 久雄

大阪市立大学大学院 学生員 ○大宅 慧
大阪市立大学大学院(鹿島建設) 学生員 久保 英之

1. はじめに

港湾構造物では、2007 年に技術上の基準が改定されたことを受け、補修補強が進められている。著者らは、新たな補強材料として DFRCC に着目し、港湾構造物の栈橋を対象にディープビームとなる RC 梁に対して研究¹⁾²⁾を行ってきた。そこで、せん断圧縮破壊型 RC 梁を対象に DFRCC 補強時のせん断補強効果に関する検討が行われた。しかし、栈橋においてもスレンダービーム構造が存在し、他の構造物においては、この構造が多く存在する。DFRCC 補強の適応範囲を広げるため、スレンダービーム構造に多い斜め引張破壊型の RC 梁に対する DFRCC のせん断補強効果を明らかにする必要がある。そこで、斜め引張破壊型 RC 梁を対象に DFRCC による部分補強時のせん断耐力特性を実験により検討した。

2. 実験概要

基準供試体概要を図-1 に示す。供試体作製上の都合より片側を $a/d=3$ 、もう片側を $a/d=2.5$ とした。斜め引張破壊になりやすい $a/d=3$ 側での破壊にさせるため、 $a/d=2.5$ 側にはせん断補強筋を配筋した。この基準供試体を作成後、DFRCC (PVA を体積比 2% 混入、繊維径 $40\mu\text{m}$ 、繊維長 12mm) を補強した。DFRCC とコアコンクリートの界面は、目荒らしのみによる定着である。また、DFRCC の補強厚は、 25mm に統一した。補強方法および補強領域を図-2 に示す。図-2(b)~(e)を比較し、補強領域によるせん断耐力の増分、つまり、トラス効果および骨材噛み合わせ効果の増分を検討する。また、図-2(d), (g)を比較し、フランジ部補強によるせん断耐力の増分、つまり、有効高さの増加やダウエル効果等の増分を検討する。載荷方法は、三点載荷試験とした。なお、実荷重を想定し、コア部のみに載荷を行った。計測項目概要を図-3、部材試験終了時の材料特性を表-1 に示す。

3. 実験結果

破壊形式は、全ての供試体において斜め引張破壊

となった。ただし、側面全域を補強した供試体 (S-A-300,U-A-300)は、載荷点近傍に軽微な圧壊を伴っていた。一例として、S-A-300, S-C-100 のひび割れ図と載荷点近傍の状況を図-4, 5 に示す。なお、全ての供試体で破壊に至るまで目荒らしのみによる定着で一体性を確保できていた。

荷重-変位関係を図-6 に示す。U 字巻き立て補強の場合、二次剛性が増加し、側面増厚補強の場合、二次剛性への寄与が小さい。また、引張域を補強した供試体では、曲げひび割れ発生荷重が増加した。さらに、全ての補強パターンで最大荷重が増加したことから、せん断補強効果が得られた。

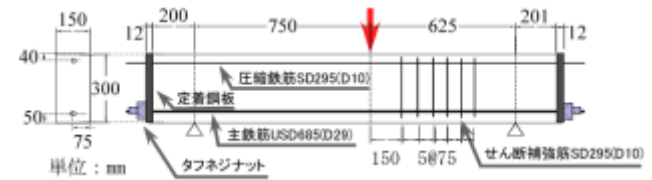


図-1 基準供試体概要

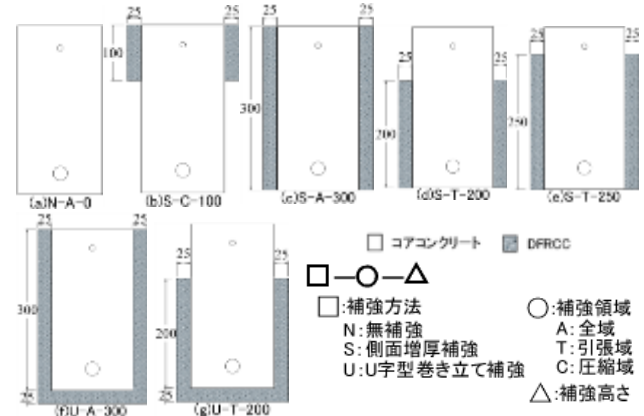


図-2 補強方法および補強領域

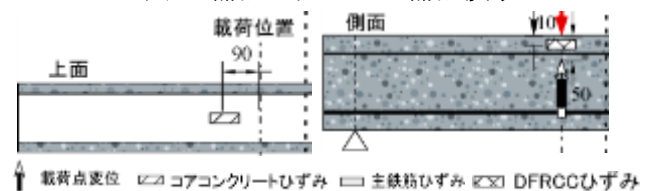


図-3 計測項目概要

表-1 材料特性

材料名	圧縮強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	弾性係数 (kN/mm^2)	ポアソン比
コアコンクリート	43.4	2.84	28.0	0.18
DFRCC	50.2	2.46	14.6	0.21

キーワード DFRCC, せん断補強, 斜め引張せん断破壊

連絡先 〒558-8585 大阪府大阪市杉本 3-3-138 TEL06-6605-2723

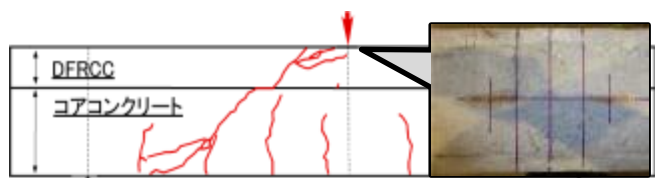


図-4 ひび割れ図(S-C-100)

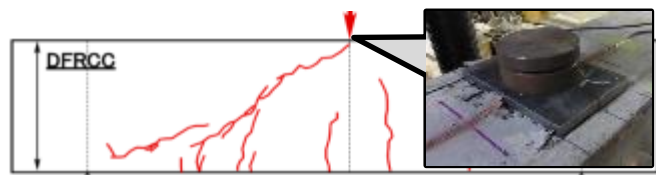


図-5 ひび割れ図 (S-A-300)

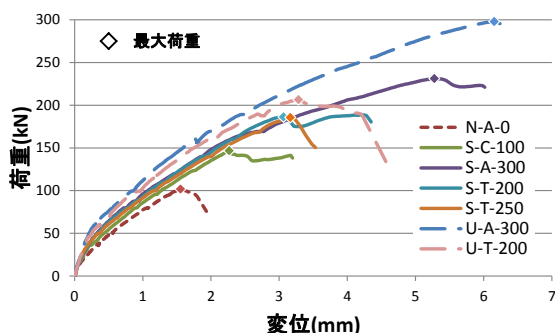


図-6 荷重-変位関係

文献 2)で示された耐力算定式を式(1)に示す。せん断耐力を各項目の単純累加によって求める式である。なお、それぞれの増分式は、せん断圧縮破壊に対する算定式を斜め引張破壊に対応させた式である。詳細は文献 2)を参照していただきたい。

$$V_u = V_{RC} + V_T + V_w + V_f \quad (1)$$

V_u : 補強後のせん断耐力(kN)

V_{RC} : 合成効果を考慮した RC 部せん断耐力(kN)

V_T : ウェブ部補強による引張抵抗増分(kN)

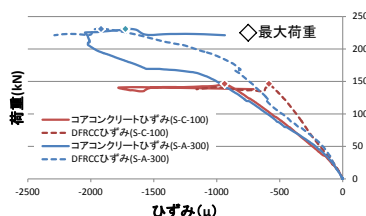
V_w : ウェブ部補強によるせん断耐力増分(kN)

V_f : フランジ部補強によるせん断耐力増分(kN)

実験耐力と算定耐力を表-2 に示す。算定耐力比 B/A は、全ての供試体で 1 を上回り、安全側の評価となった。特に側面全域を補強した供試体以外は、1.1 程度と良好な結果となった。次に、無補強に対する各供試体の耐力増分(補強効果)に着目する。S-C-100 の算定耐力増分比 $\Delta B/\Delta A$ を見ると、算定耐力増分がやや過大となった。S-C-100, S-A-300 におけるコアコンクリートと DFRCC のひずみを図-7 に示す。70kN 付近以降においてコアコンクリートと DFRCC ひずみの差が S-C-100 の方が大きく、DFRCC ひずみが小さい。このことから、S-C-100 では、断面の急変によりコア部の応力が DFRCC に十分に伝達していないことが考えられ、圧縮域のみ補強する場

表-2 算定耐力と実験耐力の比較

供試体名	算定耐力 A(kN)	実験耐力 B(kN)	算定耐力増分 ΔA (kN)	実験耐力増分 ΔB (kN)	算定耐力比 B/A	算定耐力増分比 $\Delta B/\Delta A$
N-A-0	96.3	113.6				
S-C-100	132.3	147.2	36.0	33.6	1.11	0.93
S-A-300	171.9	231.8	75.6	118.2	1.35	1.56
S-T-200	161.3	186.6	65.0	73.0	1.16	1.12
S-T-250	166.1	186.0	69.8	72.4	1.12	1.04
U-A-300	196.9	298.6	100.6	185.0	1.52	1.84
U-T-200	185.9	207.2	89.6	93.6	1.11	1.04

表-3 f_{dd} を用いた算定

供試体名	算定耐力 A(kN)	実験耐力 B(kN)	算定耐力比 B/A
S-A-300	249.8	231.8	0.93
U-A-300	279.0	298.6	1.07

図-7 荷重-ひずみ関係

合は、補強効果が低減する可能性も考えられる。他の供試体では、 $\Delta B/\Delta A$ が 1 以上であり、算定耐力増分は安全側に評価できている。しかし、S-A-300, U-A-300 では、 B/A , $\Delta B/\Delta A$ 共に 1 を大きく上回った。図-7 において S-A-300 では、コアコンクリートひずみが引張に向かい、終局に至った。これは、文献 1)でも見られたせん断圧縮破壊に見られる傾向である。U-A-300 でも同様の傾向が見られており、側面全域を補強することにより斜め引張破壊に対する補強効果が想定以上に向上すると考えられる。また、図-5 のように載荷点近傍で軽微な圧壊を確認している。そこで、式(1)中の V_{RC} においてコンクリートのせん断強度を f_{vcd} から f_{dd} に替えて算定を行い、算定耐力と実験耐力を比較した。結果を表-3 に示す。実験耐力を 1 割以内の差で評価することができた。

4. まとめ

せん断補強時の耐荷力特性を考慮した算定式で良好にせん断耐力を評価できた。ただし、耐力増分(補強効果)において圧縮域のみもしくは側面全域を補強した場合については、さらなる検討が必要である。
謝辞：本研究は近畿建設協会研究助成によって実施した。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1)野崎, 角掛, 久保, 大内 : DFRCC によるせん断破壊型 RC 梁のウェブ補強効果に関する実験, コンクリート工学年次論文集, Vol. 35, No. 2, pp. 1405-1410, 2013
- 2) 大内, 小笠原, 角掛 : DFRCC の U 字型巻き立てによるせん断補強, 土木学会論文集 E2, Vol.68, No.4, pp.251-270, 2012