

DFRCC で補強した RC における正負交番载荷時のせん断耐力特性

大阪市立大学大学院 学生員 ○米良日菜 大阪市立大学大学院(現中日本高速道路) 学生員 公文裕之
 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 毛 傑

1. はじめに

著者らは RC の補修・補強材料として高靱性繊維補強セメント複合材料 (DFRCC) に着目してきた。これは、引張靱性の向上や複数微細ひび割れによるひび割れ幅の低減効果がある。既往研究¹⁾では RC 梁に対してのせん断補強効果を明らかにし、式(1)に示す耐力算定式を提案した。

$$V_{u0} = V_c + V_s + V_t + V_w \quad (1)$$

- V_{u0} : DFRCC 補強後のせん断耐力(kN)
- V_c : コンクリートが受け持つせん断耐力(kN)
- V_s : せん断補強筋が受け持つせん断耐力(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)

これは一方向漸増载荷時のみの検討であるが、実構造物では地震時のような正負交番荷重が作用すると、図1に示すように、RC 部材の V_c が減少し、曲げ降伏後のせん断破壊が起こりうる。そのため、低下後の耐力は $\alpha V_c + V_s$ (α : 低減係数)と算定して破壊形式の検証が行われる²⁾。しかし、DFRCC 補強時のせん断耐力低下特性に関する研究は少ない。

既往研究³⁾において、DFRCC で側面補強した RC と V_s のみを増加させた同等の V_u (同等の V_c)を持つ RC

に対して正負交番载荷試験を行った結果、図2に示すように同程度の変形性能を示し曲げ降伏後のせん断破壊となったため、 V_c のみの低下が生じたと考えられる。しかし、 V_t , V_w の低下特性や設計時の低減係数の扱いについては明らかになっていない。そこで本研究では、DFRCC で補強した RC の正負交番载荷試験を行い、補強部のせん断耐力低下特性に関する基礎資料を得ることを目的とする。

2. 試験概要

供試体概要を図3、材料試験結果を表1、DFRCC の一軸引張試験結果を図4に示す。補強方法をパラメータとし、①N300, ②N330, ③N300-D30 の3種類で試験を行った。①は断面寸法 300mm×300mm の RC であり、RC 単体のせん断耐力を確認するために作製した。②は幅 330mm の RC, ③は①の载荷直角方向の2側面にそれぞれ厚さ 15mm, 計 30mm の DFRCC 補強を行った供試体である。同断面の②と③の比較により繊維の効果の検討、③より補強時の耐力低下特性の検討を行う。計測項目は、荷重、変位、主鉄筋ひずみ、せん断補強筋ひずみである。载荷は上方向を正とし、変位を概ね 0.5 δ_y 増加させながら3回の繰り返し正負交番载荷を行った。

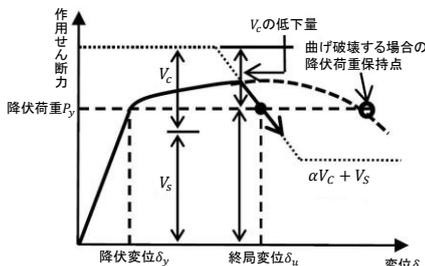
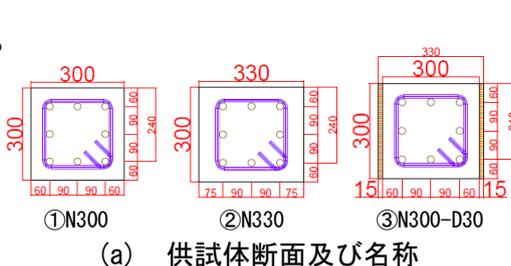


図1 せん断耐力低下の概念図



(a) 供試体断面及び名称

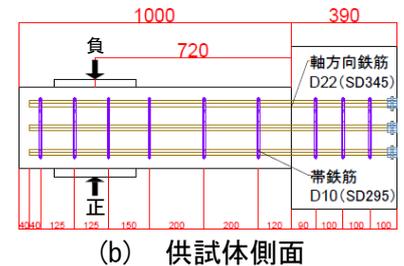


図3 供試体概要

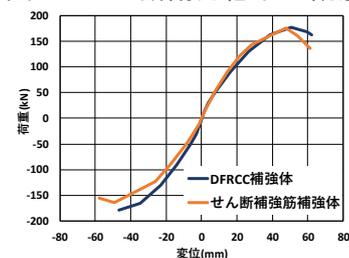


図2 既往研究結果(包絡線)³⁾

材料	供試体	圧縮強度 N/mm ²	降伏強度 N/mm ²	引張強度 N/mm ²	弾性係数 kN/mm ²
コンクリート	N300	34.9	2.71	29.8	30.7
	N300-D30				
	N330				
DFRCC	N300-D30	58.9	4.09	24.3	
	主鉄筋		375	569	193
せん断補強筋	全供試体		340	494	194

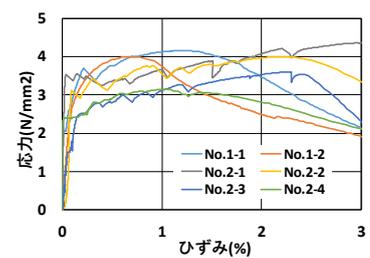


図4 DFRCC 一軸引張試験結果

キーワード DFRCC, 正負交番载荷, せん断耐力, 低減係数
 連絡先 〒558-8585 大阪府大阪市杉本 3-3-138 TEL06-6605-2723

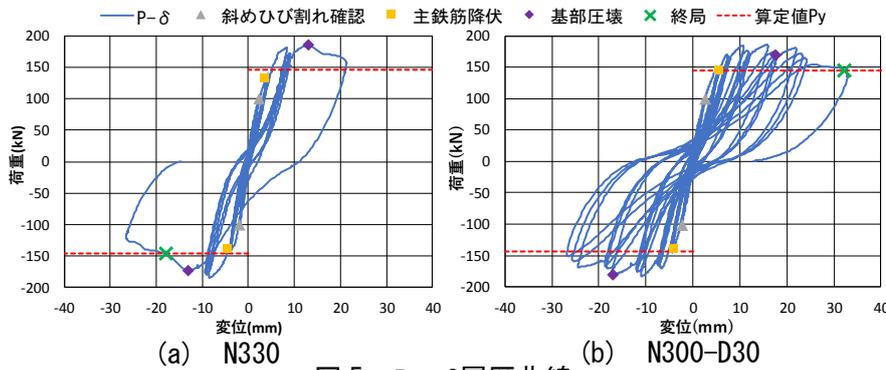


図5 P-δ履歴曲線

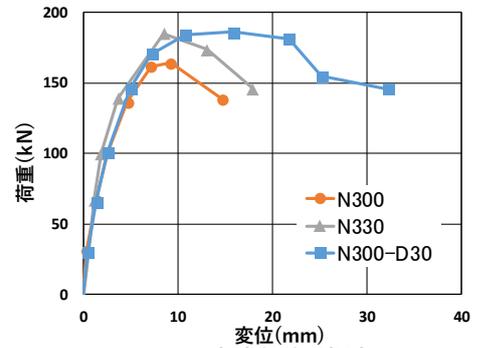


図6 破壊側包絡線

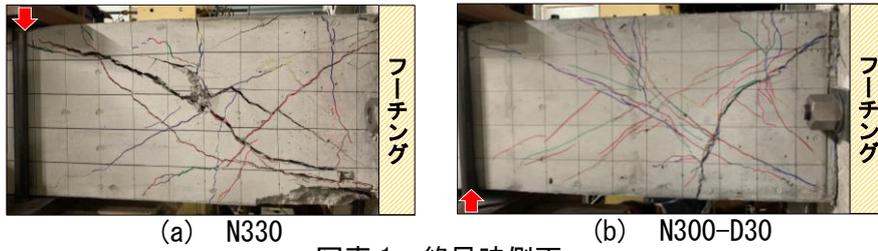


写真1 終局時側面

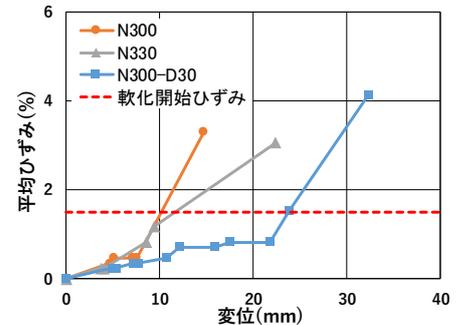


図7 平均ひずみ-変位関係

3. 試験結果

3.1 破壊性状

試験結果を図5, 図6, 写真1に示す. N330とN330-D30はともに基部の損傷を伴いながら変位進展し, N330は降伏後繰返し7回, N330-D30は繰返し16回で斜めひび割れが増大し曲げ降伏後のせん断破壊となった. 図6よりN330-D30は同断面のN330と比較して繊維の効果により変形性能が向上したといえる.

3.2 低下のメカニズム

図4よりDFRCCの応力は1.5%程度のひずみから軟化開始することから, 補強部のひずみも同程度となると V_t が低下し始めると考えられる. そこで, 図7にひび割れ幅から推定した平均ひずみと変位の関係を示す. 部材として降伏する7.8mm程度の変位までは, ひずみに大きな差異はないが, その後補強していない供試体はひずみの増加が大きくなるのに対して, 補強しているものは繊維の架橋効果によりひずみの増加が抑制されているのがわかる. また, N330-D30は終局時の前の変位段階での繰返し時に1.5%以上となり, そのサイクルから V_t が低下し始めたと考えられる. よって, せん断耐力低下のメカニズムは, まず繰返し载荷による圧縮域の減少により V_c が低下し, 斜めひび割れの進展・開口に伴って骨材かみ合わせ効果の増分である V_w が低下し, ひび割れがさらに開口し軟化開始点のひずみに達すると V_t が低下すると考えられる. 以上のせん断耐力低下のイメージを図8に示す.

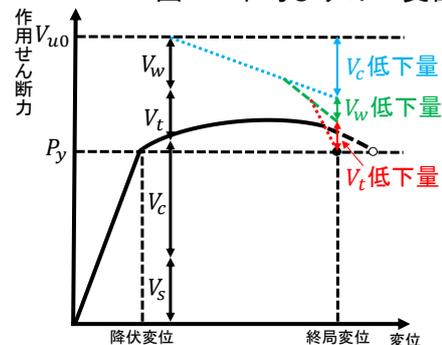


図8 せん断耐力低下のイメージ

4. 結論

- 1) N330に比べて30mm幅を増加させることでせん断耐力は増加したが, 曲げ降伏後のせん断破壊となった. しかし, N330に比べDFRCCで側面補強したN330-D30がより高い変形性能を示した.
- 2) 本試験で曲げ降伏後のせん断破壊となったN330-D30では, V_t が終局直前の段階から低下していることが確認でき, 正負交番载荷時のせん断耐力は V_c , V_w , V_t の順に低下していくと考えられる.

参考文献

- 1) 大宅, 角掛, 公文: DFRCCを用いた斜め引張破壊型RC梁へのせん断補強特性, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.2, pp.1111-1116, 2017
- 2) 社団法人日本道路協会: 2017年制定道路橋示方書・同解説V耐震設計編, 2017
- 3) 八尋: DFRCCによりせん断補強したRC柱の正負交番载荷試験, 大阪市立大学工学部都市学科, 学士論文, 2018