

ひび割れに着目した繊維補強コンクリート梁のせん断性状に関する研究

埼玉大学大学院 学生会員 ○鈴木 士郎 松永たかこ
正会員 牧 剛史 渋谷 智弘

1. はじめに

繊維補強コンクリートはコンクリートに繊維を混入することで靱性を高めた複合材料である。繊維補強コンクリートの力学的特性としてひびわれ面での架橋効果による引張力の負担、ひびわれ幅の抑制といったコンクリートの弱点である引張荷重下での補強効果が挙げられる。この特性を活かし、部材のせん断耐力が向上することも既往の研究などから明らかにされている。繊維の混入により、必要とされるせん断耐力が得られれば、部材中のせん断補強筋量を減らすことも可能になり、施工面でも効果が発揮されるものと考えられる。

以上の背景を踏まえ、本研究では繊維とせん断補強筋が併用された鉄筋コンクリート梁のせん断耐力評価を行うことを目的とする。具体的にはまず、繊維混入率の異なる繊維補強コンクリートの要素試験（両引き試験）より、ひびわれ面に鉄筋と繊維が架橋する場合の残存引張強度を算出する。また梁部材の載荷試験より、ひびわれ形状による繊維の寄与分を算出することで梁部材のせん断耐力の評価を行った。

2. 要素試験と梁の載荷試験

(1) 使用材料および配合

本研究で使用する繊維は付着性、耐食性、親水性に優れ、今後の使用が期待されるPVA短繊維(長さ30(mm)、直径0.66(mm))である。配合は繊維を細骨材と置換して単位粗骨材容積を一定とし、繊維混入率は0%, 0.5%, 1.5%の3水準で試験を行った。

(2) 両引き試験

ひびわれ面に繊維と鉄筋が架橋する場合の繊維による残存引張強度を得るため、両引き試験を行った。試験体は断面100(mm)×100(mm)、長さ400(mm)の角柱供試体の断面中央にD10の異形鉄筋を配筋したものである。

荷重、試験体中央のひびわれ幅、鉄筋ひずみの計測を行い、鉄筋降伏後でも繊維による架橋効果が確認された。荷重と試験体中央部の鉄筋ひずみを図-1に示す。

試験結果より鉄筋降伏後の荷重が繊維混入率ごとに大きくなっており、繊維によるひびわれ面の架橋効果により引張力が負担されていることが確認された。この増加分を断面積で除して得られる応力を鉄筋もひびわれ面に架橋する

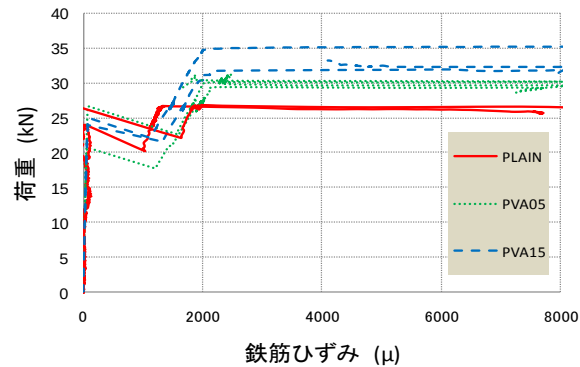


図-1 荷重-ひび割れ幅

表-1 残存引張強度比

繊維混入率 (%)	残存引張強度/引張強度
0.5	0.07
1.5	0.18

表-2 梁の載荷試験結果

試験体名	実験値		設計	V_{exp}/V_{cal}
	f_c (MPa)	せん断耐力 V_{exp} (kN)	せん断耐力* V_{cal} (kN)	
A-0	49.4	150.0	144.7	1.04
A-05	53.4	177.0	146.9	1.21
A-15	49.9	212.5	145.0	1.47
B-0	54.0	160.0	148.7	1.08
B-15	54.3	213.0	147.4	1.45

*普通コンクリート用せん断耐力式から算定

場合の残存引張強度と定義した。実験結果から得られた残存引張強度をコンクリートの引張強度で除した残存引張強度比を表-1に示す。

(3) 梁部材試験

図-2に示す諸元の梁を用いて載荷試験を行った。せん断スパン比は $a/d=4.0$ とし、斜め引張破壊で終局に至るよう設計した(Aシリーズ)。また、繊維混入率0%と1.5%のケースでは主鉄筋の付着を制御した供試体を作製し(Bシリーズ)、破壊に繋がる斜めひび割れの発生位置を制御した。繊維混入率とひびわれ発生位置を試験パラメータとし、ひびわれ形状に着目して、繊維の効果を検討した。繊維の混入率はケースAで0%, 0.5%, 1.5%, ケースBで0%, 1.5%とした。(以下、A-0, A-05, A-15, B-0, B-15と呼ぶ)

試験体寸法を。試験体寸法は全ケースで同一とし、計測スパンを片側にするために計測スパンの反対側には2倍のせん断補強筋を配筋している。

キーワード PVA 短繊維, せん断耐力, せん断伝達特性, 骨材のかみ合い作用

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 TEL048-858-3427

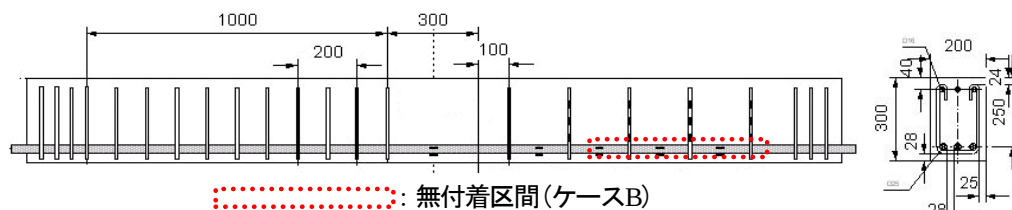


図-2 試験体寸法

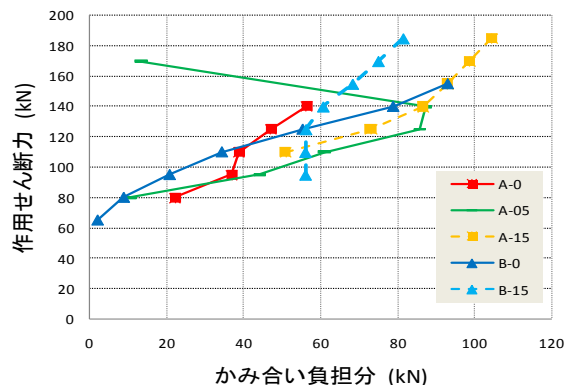


図-3 ひびわれ面のかみ合い負担分

ケースBのひびわれ位置制御位置は荷重点より450(mm)とし、それより外側の区間の主鉄筋を無付着とすることでひび割れを誘発した。計測項目は荷重、変位に加えて、試験体表面に貼付したコンタクトチップにより、斜めひびわれのひびわれ幅とせん断変位を計測した。

Aシリーズでは繊維混入率の増加とともにせん断耐力は向上したが、同一繊維混入率でA, Bシリーズを比較すると耐力に大きな差異はなかった(表-2)。以下ではこの点にも着目し、耐力評価を行うこととする。

またB-0供試体のみせん断圧縮破壊となった。この原因として、曲げひび割れが発生するとそれが一気に深いところまで進展するためであると考えられる。斜めひび割れ発生位置を制御することで繊維混入の有無によるひび割れの進展・形状の相違が明らかとなった。

3. 繊維補強コンクリートのせん断耐力評価

梁部材試験で計測したひびわれ幅とせん断変位から既往のせん断伝達モデルを用いて、ひびわれ面におけるかみ合い作用が負担するせん断力を算出した。ひびわれ面のかみ合い負担分を図-3に示す。

ここで、部材の終局付近にコンタクトチップによる計測が可能であったA-05, B-0のかみ合い負担分を比較すると、ひび割れ位置を制御したB-0ではかみ合い負担分が減少しておらず、終局付近でも作用していることが確認される。それに対してひびわれ位置を制御していないA-05では終局付近で急激にかみ合い負担分が減少しており、かみ合い作用による抵抗が小さくなっていることがわかる。よってケースAが斜め引張破壊形式であることから、この破壊形式では終局付近においてかみ合い作用を無視でき、ひびわれ面

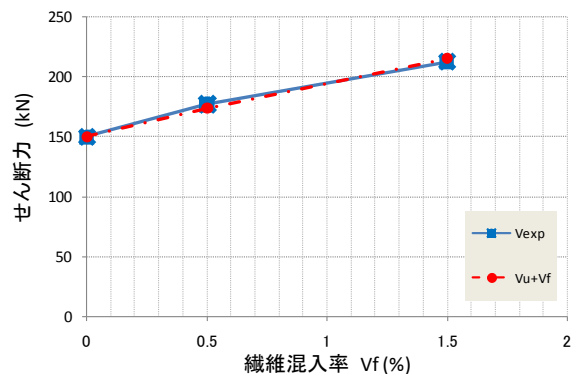


図-4 実験値による比較

ではそれを架橋する繊維のみでせん断力に抵抗していると考えられる。

以上の結果に基づき、ひびわれ面における繊維の寄与分(Vf)を要素実験より得られた残存引張強度比と梁部材試験より得られるひび割れ面積によって評価すると、図-4に示すように、繊維による寄与分(Vf)と普通コンクリートのせん断耐力(Vu)を足し合わせることで、概ね実験結果と一致していることが確認された。

4. まとめ

ひびわれ形状によりせん断抵抗の負担分に差があることが確認された。本研究のような斜め引張破壊形式をとる梁部材では、斜めひび割れ面における繊維の寄与分のみでせん断耐力が評価可能であることが明らかになった。

参考文献

- ・田口史雄ほか：PVA短繊維の架橋効果によるRC梁のせん断耐力向上効果，コンクリート工学年次論文集，Vol27，No.1，pp.283-288，2005
- ・二羽淳一郎ほか：鋼繊維とスターラップによりせん断補強されたRCはりのせん断耐力に関する研究，コンクリート工学年次論文集vol.29,No.3,2007,pp.1417-1422
- ・伊藤始，岩波光保，横田弘：PVA短繊維で補強したRCはりのせん断耐力評価に関する実験的研究，土木学会論文集，No.774/V-65，pp.123-138，2004
- ・Li, B., Maekawa, K. and Okamura, H.: Contact Density Model for Stress Transfer across Cracks in Concrete, Journal of the Faculty of Engineering, The University of Tokyo(B), Vol.40, No.1, pp.9-52, 1989