

PVA 短繊維混入 RC 片持ち梁のせん断耐荷性状

室蘭工業大学 正会員 ○栗橋 祐介 室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光
三井住友建設(株) フェロー 三上 浩 寒地土木研究所 正会員 田口 史雄

1. はじめに

本研究では、PVA 短繊維の混入による RC 片持ち梁のせん断耐力向上効果を検討するため、短繊維混入やせん断補強筋の有無をパラメータとした静载荷実験を行った。

2. 実験概要

表-1 に試験体の一覧を示す。試験体名は、短繊維混入率 V_f およびせん断補強筋の有無 (N, S) の組み合わせとした。試験体の設計は、コンクリート標準示方書に準拠して、短繊維の影響を考慮せずに計算せん断耐力 V_{uc} および計算曲げ耐力 P_{uc} を算出し、せん断余裕度 $\alpha (=V_{uc}/P_{uc})$ が 1.0 以下になるように行った。

図-1 に試験体の概要を示す。試験体は、フーチング部と片持ち梁部から構成されている。なお、フーチング部には一般的なレディーミクストコンクリートを用い、片持ち梁部には圧縮強度が同程度の普通もしくは短繊維混入コンクリートを用いた。PVA 短繊維には、長さおよび直径がそれぞれ 30, 0.66 mm, 弾性係数および引張強度がそれぞれ 29.4, 0.88 GPa のものを用いた。

3. 実験結果

図-2 に各試験体の荷重-変位関係を示す。図より、F0-N 試験体は、最大荷重到達後、荷重が急激に低下して

いることが分かる。これに対し、F0-S, F1-N および F1-S 試験体は、F0-N 試験体の最大荷重を上回った後、荷重 $P = 400$ kN 程度で主鉄筋が降伏して剛性勾配が低下し、変位 $\delta = 8 \sim 11$ mm 程度で荷重が低下し終局に至っている。ただし、F1-S 試験体は、他の試験体に比べて剛性勾配や最大荷重が大きい。これらのことより、PVA 短繊維を混入した場合のせん断耐荷性状は、せん断補強筋を配置する場合とほぼ同様であることが明らかになった。また、PVA 短繊維とせん断補強筋を併用することにより、耐荷性能がさらに向上することが明らかになった。

図-3 に各試験体の終局時(変位 $\delta = 15$ mm 程度)におけるひび割れ分布性状を示す。図より、F0-N 試験体では、1 本の斜めひび割れが大きく開口していることが分かる。F0-S 試験体では、比較的幅の広いひび割れが 2 ～

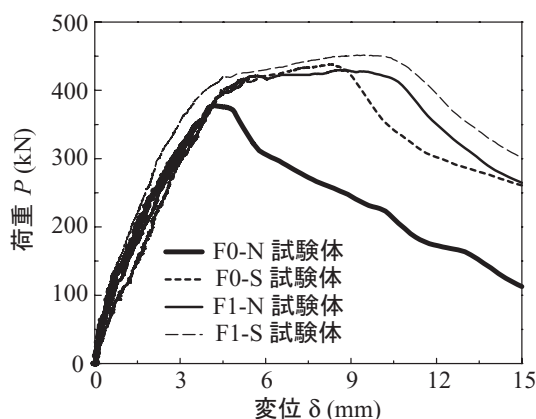


図-2 各試験体の荷重-変位関係の比較

試験体名	短繊維混入率 V_f (%)	せん断補強筋比 p_w (%)
F0-N	0	0
F0-S		0.25
F1-N	1	0
F1-S		0.25

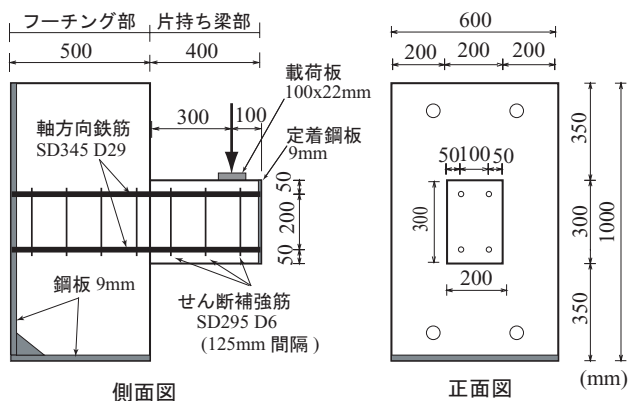


図-1 試験体の概要

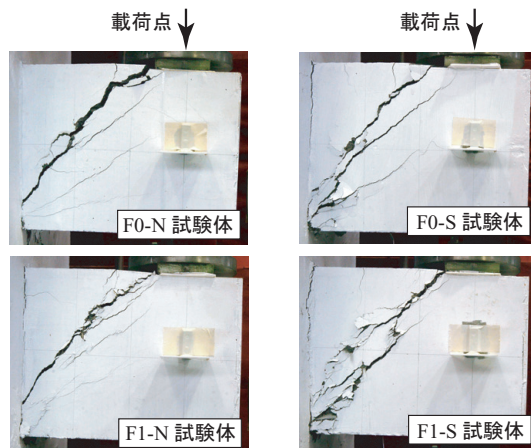


図-3 各試験体の終局時におけるひび割れ状況

キーワード：RC 片持ち梁、PVA 短繊維、せん断耐力、残存引張強度

連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL, FAX 0143-46-5225

表-2 短繊維分担分 V_F の加算による計算せん断耐力と実測耐力との比較

試験体名	圧縮強度 (MPa)	残存引張強度 f_r (MPa)	計算せん断耐力 (kN)				実測耐力	
			コンクリート分担分 V_c	せん断補強筋分担分 V_s	短繊維分担分 V_F	合計 V_{uc} ($= V_c + V_s + V_F$)	P_{ue} (kN)	P_{ue}/V_{uc}
F0-N	45.4	-	310	-	-	310	378	1.22
F0-S				41	-	351	438	1.25
F1-N	51.1	0.66	329	-	29	358	430	1.20
F1-S				41	29	399	452	1.13

表-3 短繊維混入による割増し係数 β_F を乗算した計算せん断耐力と実測耐力との比較

試験体名	圧縮強度 (MPa)	σ_{BP} (MPa)	計算せん断耐力 (kN)				実測耐力	
			コンクリート分担分 V_c	β_F	せん断補強筋分担分 V_s	合計 V_{uc} ($= \beta_F \cdot V_c + V_s$)	P_{ue} (kN)	P_{ue}/V_{uc}
F1-N	51.1	0.66	329	1.43	-	470	430	0.91
F1-S			329	1.43	41	511	452	0.88

3本発生している。また、F1-N試験体では、斜めひび割れの周辺に微細なひび割れが多数発生していることが分かる。F1-S試験体には、比較的幅の広いひび割れと微細なひび割れが複合的に発生しており、短繊維とせん断補強筋がともにせん断力に抵抗していることが伺われる。

4. せん断耐力向上効果の評価

表-2にコンクリート標準示方書に準拠して算出したディープビームの計算せん断耐力にPVA短繊維によるせん断耐力増分(以後、短繊維分担分 V_F)を加算した場合の計算結果を実験結果と比較して示す。ここで、 V_F は著者らによる既往の研究¹⁾に基づき下式(1)により算出した。

$$V_F = b \times (z / \tan \theta) \times f_r \quad (1)$$

ここに、 b :ウェブ幅、 $z = d / 1.15$ 、 d :有効高さ、 θ :斜めひび割れの角度、 f_r :短繊維混入コンクリートの残存引張強度、である。なお、残存引張強度 f_r は、過去の一軸引張試験結果¹⁾より0.66 MPaとした。表-2より、いずれの試験体においても、実測耐力が計算せん断耐力を1~2割程度上回っていることが分かる。ただし、前述のとおり、本実験ではせん断補強筋やPVA短繊維を用いた試験体は、せん断破壊する前に軸方向鉄筋の降伏に至っていることから、実際のせん断耐力は計算せん断耐力をさらに大きく上回るものと推察される。

一方、伊藤ら²⁾は、せん断スパン比 a/d が比較的小さく、タイドアーチ的な耐荷機構を示すRC梁を対象とした実験的研究により、短繊維混入RC部材のせん断耐力算定式を以下のように提案している。

$$V'_c = \beta_F \cdot V_c \quad (2)$$

$$\beta_F = 1 + 0.2 (\sigma_{BP} - \sigma_{BP0}) / (d / 1000) \quad (3)$$

ここに、 β_F :短繊維混入によるせん断耐力の割増し係数、

σ_{BP} :引張軟化曲線における折れ曲がり点の応力、 σ_{BP0} :ベースコンクリートの折れ曲がり点の応力(0.1 N/mm²)、 d :有効高さ、である。

表-3に式(2)に基づいて算定した計算せん断耐力を実測耐力と比較して示す。 σ_{BP} は、前述の残存引張強度 f_r と等価であるものとして評価した。表より、実測耐力が計算せん断耐力を1割程度下回る結果となっているものの、その差異は表-2の結果よりも小さいことが分かる。本実験においては、短繊維を混入した試験体では、部材のせん断破壊に先行して軸方向鉄筋が降伏に至っていることより、軸方向鉄筋の降伏荷重が十分に大きい場合には、短繊維混入によるせん断耐力向上効果がさらに大きく出現し、計算せん断耐力が実測耐力により合致するものと推察される。

5. まとめ

本研究の結果から、PVA短繊維の混入によりRC片持ち梁のせん断耐荷性能が向上し、その効果はせん断補強筋を用いる場合と同等程度に期待できることが明らかになった。また、PVA短繊維混入によるせん断スパン比の小さいRC片持ち梁のせん断耐力向上効果は、タイドアーチ的な耐荷機構を想定した算定式により、比較的精度良く評価できることが明らかになった。

参考文献

- 1) 田口史雄, 岸徳光, 三上浩, 栗橋祐介: 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, Vol.27, No.1, pp283-288, 2005.
- 2) 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.