PVA 短繊維混入率の異なる RC 片持ち梁のせん断耐荷性状

室蘭工業大学大学院　正会員　○ 栗橋祐介　室蘭工業大学大学院　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 短繊維混入による片持ち RC 梁のせん断耐力向上効果を検討することを目的に，短繊維混入率の異なる RC 片持ち梁の静載荷実験を行った．

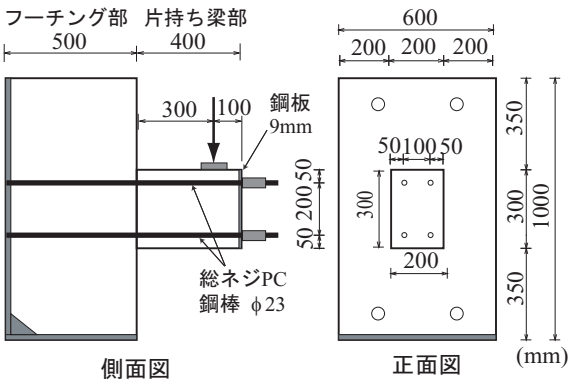
2. 実験概要

表－1 には，本研究に用いた試験体とコンクリート圧縮強度および計算耐力の一覧を示している．試験体名は，英文字の F と短繊維混入率 V_f の組み合わせとしている．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 α (=V_{uc}/P_{uc}) が 0.5 程度になるように行った．

図－1 には，試験体の概要を示している．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．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．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 PVA 短繊維を用いた．

表－1　試験体および計算耐力の一覧

試験体名	短繊維混入率 V_f (%)	圧縮強度 (MPa)	計算曲げ耐力 P_{uc} (kN) (1)	計算せん断耐力 V_{uc} (kN) (2)	せん断余裕度 α (2)/(1)
F0	0	50.8	545	274	0.50
F1	1	49.5	544	271	0.50
F2	2	48.4	543	268	0.49



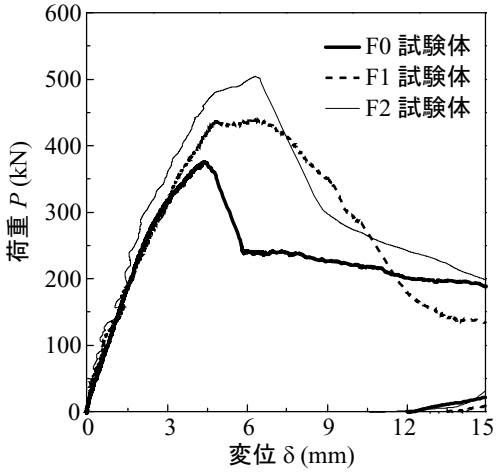
図－1　試験体の概要

3. 実験結果

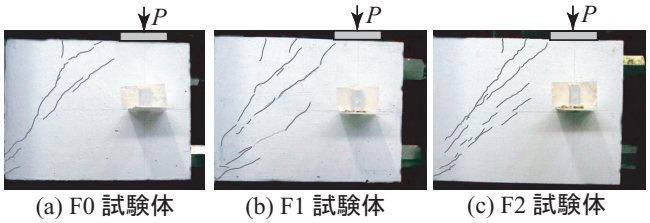
図－2 には，各試験体の荷重－変位関係に関する実験結果を示している．図より，いずれの試験体も荷重 P = 300 kN までは，変位の増加とともに荷重がほぼ線形に増大していることが分かる．F0 試験体の場合には，P = 300 kN 以降で剛性勾配が低下し，P = 380 kN 程度でせん断破壊により荷重が急激に低下している．

F1 試験体は，P = 300 kN 以降も剛性勾配は低下せずに，P = 440 kN 程度までほぼ線形に荷重が増大している．その後，変位 δ が増大し δ = 7 mm 程度で荷重が急激に低下している．F2 試験体の場合には，他の試験体よりも剛性勾配が大きく，荷重 P = 480 kN 程度で剛性勾配が低下し，その後 P = 500 kN 程度で荷重が急激に低下している．

写真－1 には，各試験体の最大荷重時におけるひび割れ分布性状を示している．写真より，短繊維混入率 V_f によらず，斜めひび割れが載荷用プレートの端部からフーチング部に向かって発生していることが分かる．また，V_f が大きい場合ほどひび割れ本数が多い．これは，PVA 短



図－2　荷重－変位関係



(a) F0 試験体　(b) F1 試験体　(c) F2 試験体

写真－1　各試験体の最大荷重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　室蘭工業大学大学院　くらし環境系領域　社会基盤ユニット　TEL/FAX: 0143-46-5226/ -5227

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	P_{ue}/V_{uc}
			コンクリート分担分 V_d	短繊維分担分 V_F	合計 V_{uc} (= $V_d + V_F$)	P_{ue} (kN)	
F0	50.8	-	274	-	274	375	1.37
F1	49.5	0.40	271	17	288	439	1.52
F2	48.4	0.91	268	40	307	504	1.64

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	P_{ue}/V'_{uc}
			コンクリート分担分 V_d	β_F	合計 V'_{uc} (= $\beta_F \cdot V_d$)	P_{ue} (kN)	
F0	50.8	-	274	1.00	274	375	1.37
F1	49.5	0.40	271	1.24	335	439	1.31
F2	48.4	0.91	268	1.65	441	504	1.14

繊維によるひび割れの架橋効果によるものと考えられる．

なお，いずれの試験体も，斜めひび割れは $P = 100$ kN 程度で発生し最大荷重時まで徐々に増加・進展し，その後耐力の低下に伴って開口する性状を示した．このような破壊過程は，せん断スパン比の小さい部材特有の性状であり，載荷部から支持部に向かって斜め下方に分布する圧縮応力作用領域の破壊に起因するものと考えられる．

4. せん断耐力向上効果の評価

表－2 には，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 (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している．ここで，V_F は著者ら[1] が提案したせん断スパン比が比較的大きく斜め引張破壊する RC 梁を対象にした式 (1) により求めた．

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

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．**表－2** より，F1/2 試験体の場合には，計算せん断耐力が実測耐力を 5 ～ 6 割程度安全側に評価していることが分かる．

一方，伊藤ら[2] は，せん断スパン比が比較的小さい RC 梁を対象とし，短繊維混入によるウェブ圧縮破壊抵抗性の向上効果に着目した実験研究により，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．

$$V'_{uc} = \beta_F \cdot V_d \qquad (2)$$

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

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/mm^2)，d: 有効高さ，である．

表－3 には，前述の式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している．なお，β_F の算定において，式 (3) の 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，計算せん断耐力は PVA 短繊維の混入率が 1, 2 % の場合でそれぞれ 1.24, 1.65 倍増加していることが分かる．

また，**表－3** の計算結果では **表－2** の場合よりもせん断耐力の向上効果が大きく評価され，かつ実測耐力と良く対応している．これは，式 (2) において対象としている RC 梁のせん断耐荷性状と本実験における RC 片持ち梁の耐荷性状が対応していることによるものと考えられる．

5. まとめ

1) PVA 短繊維の混入により，RC 片持ち梁のせん断耐力が向上する．その効果は，短繊維混入率 V_f が大きい場合ほど大きい．
2) PVA 短繊維混入によるせん断スパン比 a/d の小さい RC 片持ち梁のせん断耐力向上効果は，短繊維混入によるウェブ圧縮破壊抵抗性の向上効果に着目して提案された算定式により，合理的に評価可能である．

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.