

PVA 短繊維混入による RC 梁のせん断耐力向上効果

北海道開発土木研究所 正会員 ○栗橋祐介
室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光

北海道開発土木研究所 正会員 田口史雄
三井住友建設（株） フェロー 三上 浩

1. はじめに

ポリビニルアルコール (PVA) 短繊維の混入による RC 梁のせん断耐力向上効果を検討するため、短繊維混入コンクリートの一軸引張試験および RC 梁の静載荷実験を行った。また、一軸引張試験結果に基づいたコンクリートの残存引張強度を用いて RC 梁のせん断耐力増分の推定を試みた。

2. 実験概要

本実験に用いた試験体は、表 1 に示している普通コンクリートおよび短繊維混入率 V_f が異なる 4 種類の短繊維混入コンクリートを用いた全 5 体の RC 梁である。表中の各試験体のせん断余裕度 α は、計算曲げ耐力 P_{uc} に対する計算せん断耐力 V_{uc} の比として算出したものである。ここで、 P_{uc} および V_{uc} は、土木学会コンクリート標準示方書に準拠して普通コンクリート使用時と同様の方法で算出している。いずれの梁も $\alpha = 0.3$ 程度であることより、短繊維を考慮しない場合にはせん断破壊することが予想される。

図 1 には、RC 梁の配筋状況を示している。試験体は、主鉄筋に $\phi = 23$ mm の総ネジ PC 鋼棒を 2 本用いた複鉄筋矩形 RC 梁である。なお、せん断補強筋は配置していない。実験は、せん断スパン比を 4.0 とする対称 4 点曲げ載荷として実施した。表 2 には、コンクリートの配合設計の一覧を示している。また、表 3 には、PVA 短繊維の材料特性値を示している。

本研究では、短繊維混入コンクリートの一軸引張試験も実施し、その引張特性に関する検討を行った。さらに、短繊維混入コンクリートの残存引張強度 f_v を考慮して PVA 短繊維混入 RC 梁のせん断耐力の推定を試みた。

3. 実験結果

3.1 一軸引張試験結果

図 2 には、短繊維混入率が $V_f = 2.0$ % の場合における一軸引張試験の結果を示している。図より、載荷初期に引張応力が最大値に到達した直後、ひび割れの発生により急激に低下していることが分かる。本研究では、ひび割れ発生直後における応力値（図 2 の○印部分）を残存引張強度 f_v として評価することとした。図 3 には、短繊維混入率 V_f と残存引張強度 f_v との関係を示している。図より、 f_v は V_f の増加に伴ってほぼ線形に増大していることが分かる。

表 1 試験体の一覧

試験体名	短繊維混入率 V_f (%)	圧縮強度 f'_c (MPa)	計算曲げ耐力 P_{uc} (kN)	計算せん断耐力 V_c (kN)	せん断余裕度 α
F0	0	59.7	335.1	100.5	0.30
F0.5	0.5	53.4	318.0	96.9	0.30
F1.0	1.0	60.4	337.0	100.9	0.30
F1.5	1.5	47.9	301.8	93.4	0.31
F2.0	2.0	52.3	314.9	96.2	0.31

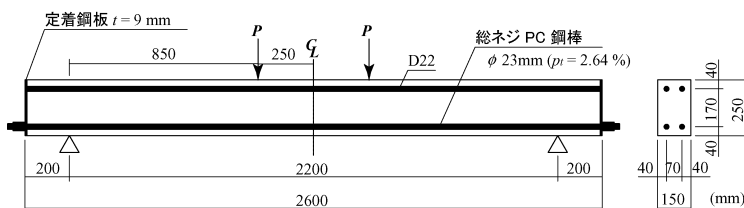


図 1 試験体の概要

表 2 コンクリートの配合一覧

V_f (%)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 (C×%)		スランプ (cm)
		W	C	S	G	AE	SP	
0	48	140	290	850	1060	0.8	-	13.0
0.5	52	170	330	1085	735	0.6	-	7.5
1.0	52	170	330	1085	735	1.0	-	9.5
1.5	53	190	360	1210	530	0.5	0.001	10.0
2.0	53	190	360	1210	530	0.7	0.0005	8.5

表 3 PVA 短繊維の材料特性値

長さ l (mm)	直径 d (mm)	アスペクト比 l/d	弾性係数 (GPa)	引張強度 (MPa)	破断歪み (%)
30	0.66	45	29.4	0.88	7.0

キーワード：RC 梁、PVA 短繊維、短繊維混入率、せん断耐力向上効果

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 北海道開発土木研究所 TEL 011-841-1719 FAX 011-837-8165

3.2 RC 梁の静載荷実験結果

図4には、各 RC 梁に関する実験結果の荷重－変位関係を示している。図より、いずれの試験体においても、荷重は F0 試験体の最大荷重程度までほぼ線形に増加していることが分かる。その後、F0 試験体の場合には荷重が急激に低下するのに対し、短繊維を混入した試験体の場合にはさらに荷重が増加している。また、その耐力増分は、短繊維混入率が大きい場合ほど大きい。図5には、各試験体の実測最大荷重 P_{ue} と短繊維混入率 V_f との関係を示している。なお、図中には表1に示した各試験体の計算せん断耐力 V_c も合わせて示している。図より、F0 試験体の場合には、 P_{ue} と V_c がほぼ対応していることが分かる。一方、短繊維を混入した試験体の場合には、 V_f の増加に伴い P_{ue} もほぼ線形に増大していることが分かる。ここで、前述の残存引張強度 f_v も、短繊維混入率 V_f の増加に伴ってほぼ線形に増加していることから、短繊維混入による RC 梁のせん断耐力の増加は、コンクリートの残存引張強度の増加と密接に関連していることが推察される。

4. RC 梁のせん断耐力の評価

ここでは、斜めひび割れ発生後、そのひび割れを架橋する短繊維が梁のせん断耐力を分担するとの考え方にに基づき、せん断耐力の短繊維分担分 V_F の評価に関する検討を行う。なお、土木学会の「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針

（案）」¹⁾では、上述のような考え方によりせん断耐力の短繊維分担分 V_F の算定式を提案している。本研究では、その算定式を参考にコンクリートの残存引張強度 f_v を用いて次式 (1) により検討することとした。

$$V_F = 2 \times b \times (z/\tan\theta) \times f_v$$

(1)

ここに、 b : ウェブ幅、 $z = d/1.15$ 、 d : 有効高さ、である。表4には、計算せん断耐力 V_{uc} と実測最大荷重 P_{ue} の一覧を示している。計算せん断耐力 V_{uc} は、表1における V_c に V_F を加算した値である。表より、計算せん断耐力 V_{uc} は、実測最大荷重 P_{ue} と良好に対応していることが分かる。このことから、PVA 短繊維混入によるせん断耐力の向上効果は、残存引張強度を用いることで概ね評価可能であることが明らかになった。

5. まとめ

PVA 短繊維混入によるせん断耐力の向上効果は、短繊維混入率の増加に対応してほぼ線形に増大し、本実験の範囲内では各短繊維混入コンクリートの残存引張強度を用いた算定式により概ね評価可能である。

参考文献

1) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案），2004

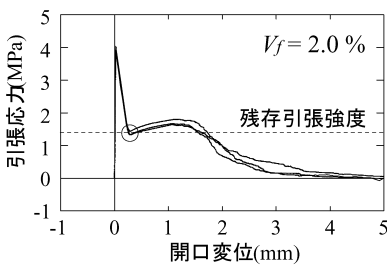


図2 引張応力－開口変位関係

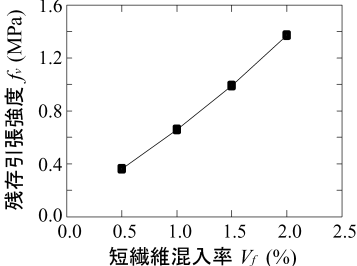


図3 V_f と f_v との関係

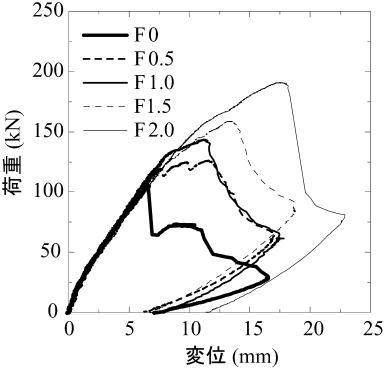


図4 梁の荷重－変位関係

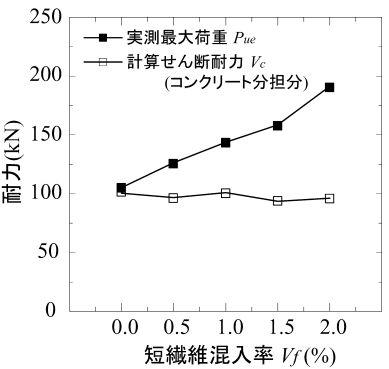


図5 V_f と最大耐力との関係

表4 短繊維混入によるせん断耐力向上効果の評価

試験体名	V_f (%)	コンクリートの残存引張強度 f_v (MPa)	計算せん断耐力のコンクリート分担分 V_c (kN)	計算せん断耐力の短繊維分担分 V_F (kN)	計算せん断耐力 V_{uc} (kN)	実測最大荷重 P_{ue} (kN)	P_{ue}/V_{uc}
F0	0	-	100.5	-	100.5	105.1	1.05
F0.5	0.5	0.36	96.9	19.7	116.6	126.1	1.08
F1.0	1.0	0.66	100.9	36.2	137.1	143.6	1.05
F1.5	1.5	0.99	93.4	54.2	147.7	158.7	1.07
F2.0	2.0	1.37	96.2	75.1	171.3	191.2	1.12