

PVA 短繊維を混入した曲げ破壊型 RC 梁の静載荷実験

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

1. はじめに

本研究では、ポリビニルアルコール (PVA) 短繊維の混入による RC 梁の曲げ耐荷性能向上効果を検討することを目的に、主鉄筋比および短繊維混入率の異なる RC 梁の静載荷実験を行った。また、コンクリートの一軸引張試験を実施し、その引張特性をモデル化することにより各 RC 梁の曲げ耐荷性能の推定を試みた。

2. 実験概要

表 1 試験体の一覧

本実験に用いた試験体は、表 1 に示している主鉄筋比 p_t を 2 種類、PVA 短繊維混入率 V_f を 3 種類に変化させた全 6 体の RC 梁である。表中のせん断余裕度 α は、計算曲げ耐力 P_{uc} に対する計算せん断耐力 V_{uc} の比として算出している。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¹⁾に

試験体名	主鉄筋比 p_t (%)	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_{uc} (kN)	せん断余裕度 α
A-F0	0.55 (D13)	0	59.7	47.2	155.8	3.30
A-F1		1	60.3	47.4	156.1	3.29
A-F2		2	52.3	46.7	152.4	3.26
B-F0	1.23 (D19)	0	59.7	101.0	314.7	3.11
B-F1		1	60.3	101.1	315.0	3.11
B-F2		2	52.3	100.0	310.2	3.10

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。表より、いずれの梁もせん断余裕度 α が 3 程度となるように設計されており、静載荷時には曲げ破壊が卓越する形で終局に至ることが予想される。

図 1 には、RC 梁の形状寸法および配筋状況を示している。A および B 梁には、軸方向鉄筋としてそれぞれ D13, D19 を用い、スターラップとしてそれぞれ D6, D10 を 150 mm 間隔で配置している。梁の純スパン長は 3.2 m である。実験は、せん断スパン比が 4.0 程度の対称 4 点曲げ載荷により行った。表 2 には、各コンクリートの示方配合の一覧を示している。表 3 には、PVA 短繊維の材料特性値を示している。

3. コンクリートの引張特性のモデル化

図 2 には、短繊維混入コンクリートの一軸引張試験により得られた引張応力-ひび割れ開口変位関係を $V_f = 2\%$ の場合について示している。図より、最大引張応力到達後、ひび割れの発生によって引張応力が急激に減少していることが分かる。しかしながら、引張応力は零レベルまでは低下していない。これは、ひび割れ発生部における短繊維の架橋効果により、コンクリートの引張破壊が抑制されているためである。

本研究では、短繊維混入 RC 梁の曲げ耐荷性能を推定するために、上述の引張応力-開口変位関係を簡略化して、図 2 中の破線のようにモデル化することとした。また、このモデルを用いて、断面分割法を適用し

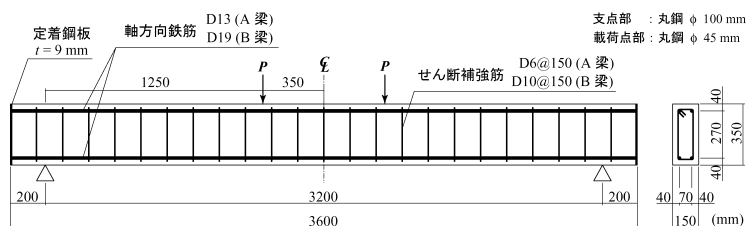


図 1 試験体の概要

表 2 コンクリートの配合および力学的特性値

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
1.0	52	170	330	1085	735	1.0	-	9.5
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, 主鉄筋比, 曲げ耐力

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 011-841-5299 FAX 011-837-8165

て断面の曲げモーメントを算定するためには、開口変位をある区間（ひび割れ間隔 L ）における等価ひずみに換算する必要がある。ここでは、ひび割れ間隔 L を、1) 示方書¹⁾を参考に式 (1) により求めた平均ひび割れ間隔 l_{av} とする場合、2) 実験時のひび割れ分布性状を参考に $l_{av}/2$ とする場合についても検討することとした。

$$l_{av} = 4c + 0.7(c_s - \phi) \quad (1)$$

ここで、 c は主鉄筋のかぶり、 c_s は主鉄筋中心間隔、 ϕ は主鉄筋径である。図 3 には、A 梁の $V_f=2\%$ の場合における引張応力－等価ひずみ関係を示している。

4. RC 梁の静載荷実験結果および考察

図 4 には、実験および断面分割法による解析結果の荷重－変位関係を比較して示している。なお、図には短繊維を混入していない A/B-F0 試験体の実験および計算結果も合わせて示している。実験結果を見ると、短繊維を混入することにより RC 梁の降伏荷重および最大荷重が向上し、その増分は短繊維混入率 V_f が大きいほど大きくなっていることが分かる。また、このような傾向は、A 梁の方が B 梁よりも大きく示されている。これは、A 梁の主鉄筋比 p_t が B 梁に比して小さいため、短繊維が負担する引張力の割合がより大きいことによるものと推察される。

次に、各試験体の実験結果を解析結果と比較すると、ひび割れ間隔 L を平均ひび割れ間隔 l_{av} と仮定する場合には、A、B 梁ともに荷重が主鉄筋降伏後に低下する傾向を示しており、実験結果と対応していないことが分かる。一方、ひび割れ間隔 L を $l_{av}/2$ と仮定する場合には、降伏後においても解析結果の荷重が低下せず、実験結果とほぼ対応していることが分かる。これは、短繊維の混入によりひび割れが分散して多数発生するため、実験結果のひび割れ間隔 L を示方書で求められる平均ひび割れ間隔 l_{av} よりも小さく評価すべきであることを暗示している。

以上のことより、PVA 短繊維混入 RC 梁の曲げ耐荷性状は、コンクリートの引張特性を適切にモデル化することによって、断面分割法により大略再現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 RC 梁の曲げ耐荷性能の向上効果は、主鉄筋比が小さく短繊維混入率が大きい場合ほど大きく現れる傾向にある。その向上効果は、本実験の範囲内ではコンクリートの引張特性を適切にモデル化することによって断面分割法により大略推定することが可能であることが明らかになった。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕，2002

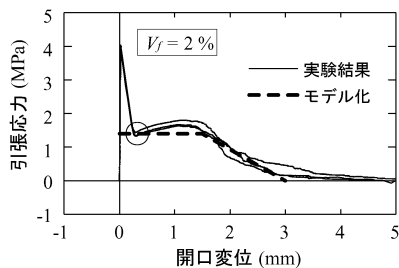


図 2 引張応力－開口変位関係

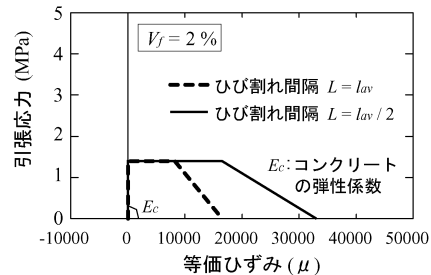
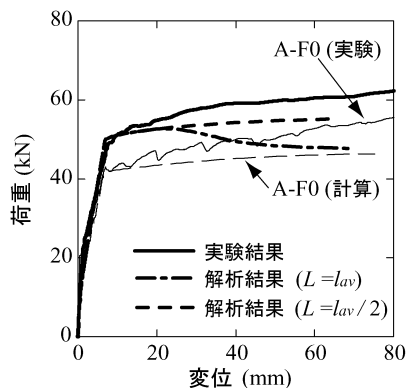
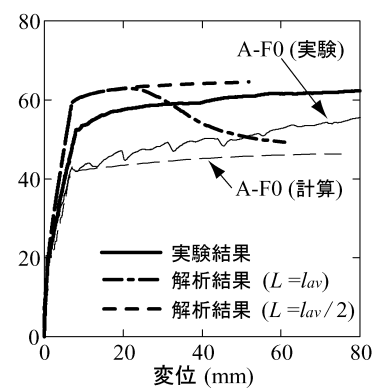


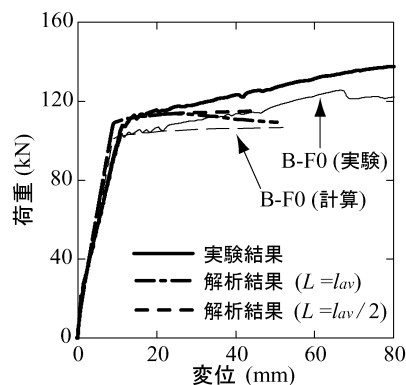
図 3 引張応力－等価ひずみ関係



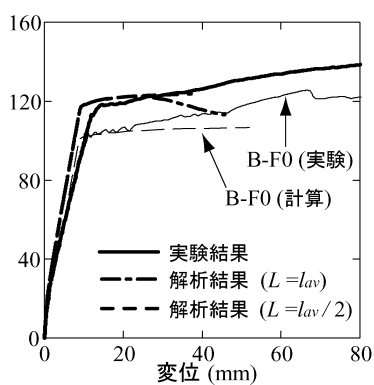
(a) A-F1 試験体



(b) A-F2 試験体



(c) B-F1 試験体



(d) B-F2 試験体

図 4 RC 梁の荷重－変位関係