

ポンプ圧送した寒冷地仕様短繊維混入軽量コンクリート RC 梁に関する実験的研究

室蘭工業大学大学院 正会員 ○工藤 雅史 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 寒地土木研究室 正会員 田口 史雄

1. はじめに

本研究では、PVA 短繊維の体積混入率を 0.5 % としてポンプ圧送した軽量コンクリート製 RC 梁の耐荷性能を明らかにするために、4 点曲げ静載荷実験を実施し、曲げおよびせん断耐荷性状に関する比較検討を行った。

2. 実験概要

2.1 PVA 短繊維混入軽量コンクリート

本実験に用いた PVA 短繊維混入軽量コンクリートは、ポンプ圧送可能であり、凍結融解抵抗性の高い配合となっている。事前に行ったポンプ圧送試験においては、最大吐出量が 30 m³/h であり、ポンプ圧送後のコンクリートの水中凍結融解試験では、耐久性指数が 90 以上であることを確認している。また、硬化コンクリートの単位体積質量は 1.87 g/cm³ であり、通常の軽量コンクリートと同程度である。なお、本研究では、長さ、直径がそれぞれ 30 mm、0.66 mm であり、引張強度、弾性係数がそれぞれ 0.88 GPa、29.4 GPa である PVA 短繊維を適用した。

表-1 試験体の一覧

試験体名	梁のタイプ	せん断補強筋	コンクリートの種類	短繊維混入率 V_f (%)	コンクリートの圧縮強度 (MPa)
F-N	曲げ破壊型	あり	普通	0	53.8
F-L			軽量	0	41.7
F-LF				0.5	50.0
S-N	せん断破壊型	なし	普通	0	53.8
S-L			軽量	0	41.7
S-LF				0.5	50.0

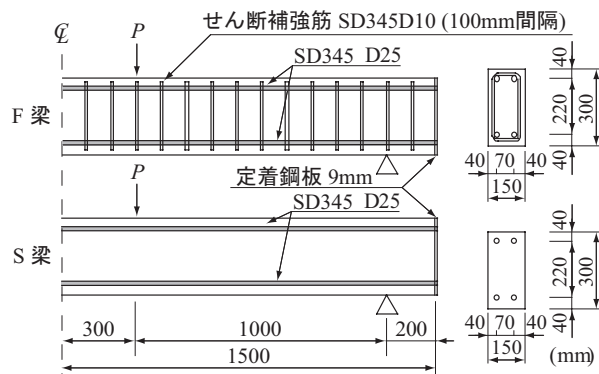


図-1 RC 梁の形状寸法および配筋状況

2.2 RC 梁試験体および荷重方法

表-1 には、本研究に用いた試験体の一覧を示している。試験体数は、せん断補強筋の有無、コンクリートの種類を変化させた全 6 体である。表中の試験体名の第 1 項目は梁のタイプ (F: 曲げ破壊型, S: せん断破壊型)、第 2 項目には使用したコンクリートの種類 (N: 普通, L: 軽量, LF: 短繊維混入軽量) を示している。

図-1 には、F および S 梁の形状寸法および配筋状況を示している。主鉄筋の降伏強度は 391 MPa であった。また、F 梁の場合はスパン中央点変位 (以後、変位) を 20 mm 毎、S 梁の場合には荷重荷重を 30 kN 毎に零レベルまで除荷・再荷重を繰り返す漸増繰返し荷重実験により各 RC 梁の耐荷性能を評価することとした。

3. 実験結果

3.1 曲げ破壊型 RC 梁の実験結果

図-2 には、F 梁に関する荷重-変位関係の実験結果を計算結果と比較して示している。計算結果は、前述のコンクリートおよび鉄筋の材料特性値を用いて断面分割法により算出したものである。図より、いずれの梁においても、実験および計算結果は計算主鉄筋降伏時まで良く対応しており、実測耐力は計算耐力を上回っていることがわかる。なお、F-LF 梁の場合に終局変位が大きくなっているのは、短繊維の架橋効果により上縁コンクリート圧壊後の剥離が抑制されたためと考えられる。

以上より、短繊維混入軽量コンクリート製 RC 梁の曲げ耐力は普通コンクリート製の場合と同等以上であり、

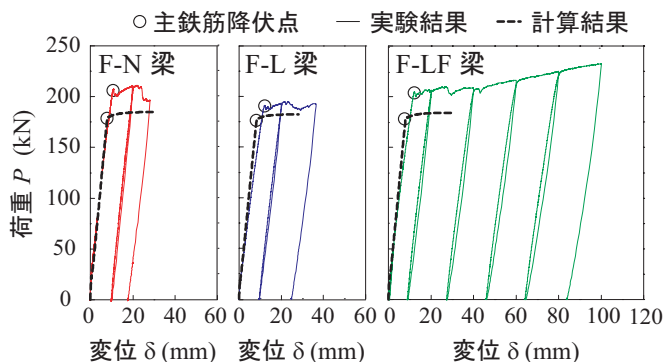


図-2 F 梁に関する荷重-変位関係

キーワード：RC 梁、PVA 短繊維混入軽量コンクリート、耐荷性状、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

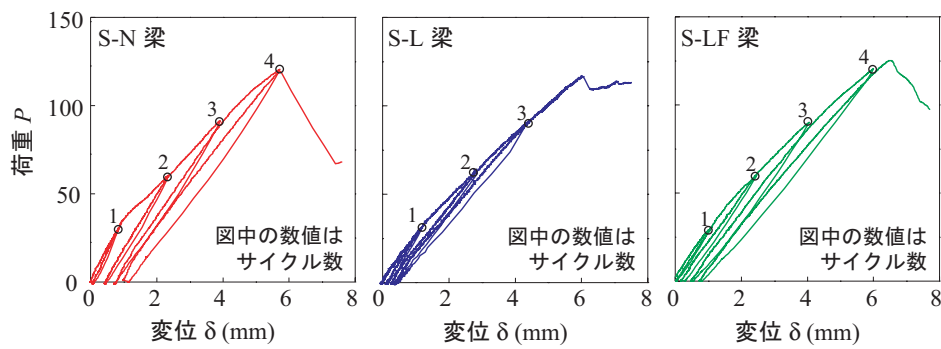


図-3 S 梁に関する荷重-変位関係

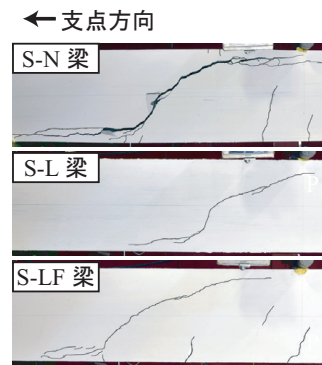


写真-1 S 梁に関する荷重低下直後のひび割れ性状

表-2 S 梁に関する実験および計算結果の一覧

試験体名	計算せん断耐力 (kN)			実測せん断耐力 V_{ue} (kN)	V_{ue}/V_{uc}
	コンクリート分担 V_c (kN)	短繊維分担 V_F (kN)	合計 V_{uc} (kN)		
S-N	113	-	113	119	1.05
S-L	72.9	-	72.9	116	1.59
S-LF	77.5	16.3	93.8	125	1.33

通常の RC 梁と同様の計算方法で安全側に評価可能であることが明らかになった。

3.2 せん断破壊型 RC 梁の実験結果

図-3 には、S 梁に関する荷重-変位関係の実験結果を示している。図より、いずれの梁も繰返し回数の増加に伴って荷重がほぼ線形に増加し、最大荷重到達後急激に低下している。S-N/L 梁のせん断耐力は両者でほぼ同程度となっていることが分かる。ここで、軽量コンクリート製 RC 梁のせん断耐力は、普通コンクリート製の場合の 70 % 程度であることが知られているが、本実験ではその傾向が現れていない。S-LF 梁のせん断耐力は、3 試験体の中で最も大きい。これは、短繊維の架橋効果によるものと考えられる。

写真-1 には、S 梁に関する荷重低下直後のひび割れ分布状況を示している。写真より、S-N/LF 梁の場合には、載荷点から支点に向かってアーチ状のひび割れが発生している。なお、実験時には、S-N 梁はひび割れが一気に開口したのに対し、S-LF 梁はひび割れ発生後徐々に開口する性状を示した。また、S-L 梁のひび割れ分布性状は、S-N/LF 梁の場合と異なっている。このことが、S-L 梁の実測せん断耐力が S-N 梁の場合と同程度であったことの一つの要因であるものと推察される。

3.3 短繊維混入によるせん断耐力増分の評価

表-2 には、S 梁に関する実験および計算結果を一覧にして示している。表中の計算せん断耐力の短繊維分担分

V_F は、次式により求めたものである。

$$V_F = 2 \times b \times (z / \tan \theta) \times f_r \quad (1)$$

ここに、 b : ウェブ幅、 $z = d / 1.15$ 、 d : 有効高さ、 θ : ひび割れ角度 (45 度と仮定)、 f_r : 短繊維混入コンクリートの残存引張強度、である。ここで、残存引張強度 f_r は、円柱供試体の一軸引張試験により得られる値であり、ひび割れ発生後に短繊維が耐え得る引張強度として定義されるものである。本研究では、既往の試験結果も含めた平均値として、 $f_r = 0.24 \text{ MPa}$ と設定した。

表より、S-N 梁の実測せん断耐力 V_{ue} は計算せん断耐力 V_{uc} と同程度であり、S-N/LF 梁の V_{ue} は V_{uc} をそれぞれ 5 割および 3 割程度上回っている。また、S-LF 梁の結果では、せん断耐力がいずれの場合も実測値が計算値を上回っている。従って、実施工を想定してポンプ圧送した PVA 短繊維混入軽量コンクリートを用いる場合においても、既往の実験結果と同様、残存引張強度を用いることにより短繊維混入 RC 梁のせん断耐力向上効果を安全側に評価可能であることが明らかになった。

4. まとめ

- 1) ポンプ圧送後の PVA 短繊維混入軽量コンクリートを用いた RC 梁の曲げ耐力および変形性能は、普通コンクリート製 RC 梁の場合と同等以上であり、通常の RC 梁と同様の計算方法で安全側に評価可能である。
- 2) PVA 短繊維混入軽量コンクリート製 RC 梁のせん断耐力は、残存引張強度を用いた算定式により、十分な安全余裕度をもって評価可能である。
- 3) 1), 2) の結果より、本研究に用いた短繊維混入軽量コンクリートの実用性は高く、積雪寒冷地においてポンプ圧送を要する実構造物への適用が十分可能であることが明らかになった。