

ビニロン短繊維を混入した RC 梁の耐衝撃性状に関する実験的研究

室蘭工業大学 フェロー ○岸 徳光 (独) 北海道開発土木研究所 正 員 田口 史雄

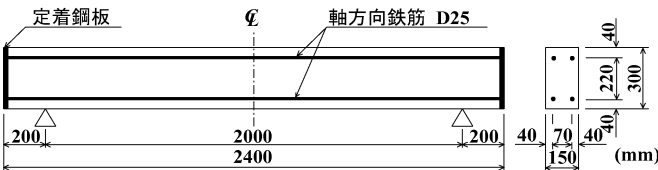
三井住友建設 (株) フェロー 三上 浩 (独) 北海道開発土木研究所 正 員 栗橋 祐介

1. はじめに

本研究では、ビニロン短繊維（以下、単に短繊維）混入コンクリートを用いた RC 梁の耐衝撃性状の向上効果を検討することを目的に、短繊維混入率を変化させた RC 梁を用いて重錘落下衝撃実験を実施した。

2. 実験概要

図－1には、RC 梁の形状寸法および配筋状況を示している。本実験に用いた試験体は、断面寸法（梁幅×梁高×純スパン長）が150×300×2000 mm、軸方向鉄筋に D25 を4本用いた複鉄筋矩形 RC 梁である。なお、本試験体は短繊維の体積混入率（以下、単に短繊維混入率）が零の場合にせん断破壊型となるように設計した。表－1には、試験体の一覧を示している。表にはコンクリートの材料特性値も合わせて示している。試験体名は、頭文字 F と短繊維混入率（vol. %）の組み合わせにより示している。なお、表－2には、使用した短繊維の寸法および材料特性値の一覧を示している。実験は、ピン支持に近い構造を持つリバウンド防止治具付の支点治具上に設置した RC 梁のスパン中央部に、所定の高さから質量 300 kg 重錘を自由落下させることにより行っている。荷重方法は処女速度および増分速度を 1 m/s と設定して、終局に至るまで繰り返し重錘を落下させる方法を採用した。梁の終局は、梁側面に明瞭な斜めひび割れが発生し、試験体が著しく損傷した場合、あるいは累積残留変位が純スパン長の 2 %（40 mm）に達した時点を目安とした。測定項目は、重錘衝撃力 P 、合支点反力 R （以下、支点反力）および荷重点変位 δ （以下、変位）の各応答波形である。また、実験終了後にはひび割れ状況を記録している。



図－1 RC 梁の形状寸法および配筋状況

表－1 試験体の一覧

試験体名	短繊維混入率 (vol. %)	せん断余裕度 α	衝突速度 V (m/s)	コンクリートの材料特性値		
				圧縮強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	引張強度 (MPa)
F0	0	0.63	1～4	60.3	39.1	3.66
F1	1	0.61	1～5	52.7	33.1	4.11
F2	2	0.56	1～6	41.0	28.3	4.82
F3	3	0.56	1～7	39.3	26.3	4.99

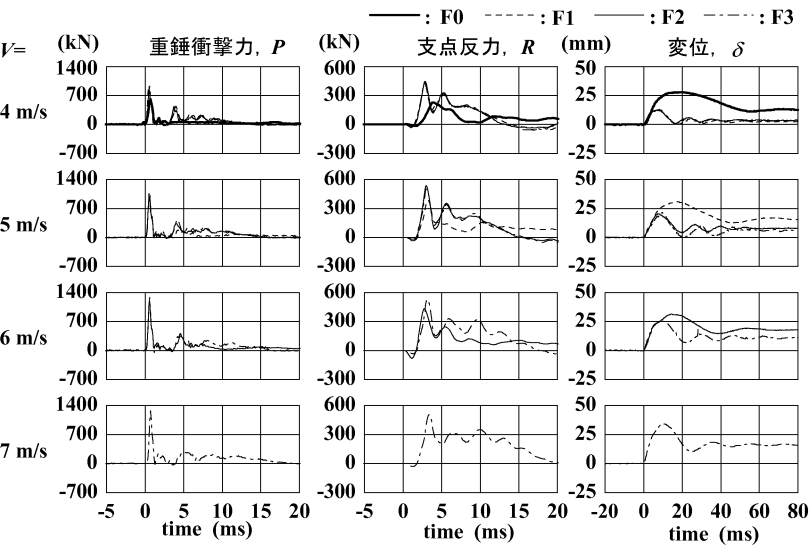
表－2 ビニロン短繊維の材料特性値

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 (%)
30	0.66	45	29.4	0.88	7.0

3. 実験結果および考察

3.1 重錘衝撃力、支点反力および変位波形

図－2には重錘衝撃力 P 、支点反力 R および変位 δ に関する各応答波形を、 $V = 4 \sim 7$ m/s に着目して示している。図より、重錘衝撃力波形 P は、いずれの梁も健全である場合には衝撃初期に振幅が大きく継続時間の短い第1波目と、その後の振幅が小さく継続時間の長い第2波目の波形からなる性状を呈している。しかしながら、最終衝突速度の場合には各梁とも第2波目以降の波形の消失や立ち上がりの遅れ等の違いが見られる。支点反力波形 R は、各梁とも継続時間が 10 ～ 20 ms 程度の三角形波と周期が 3 ms 程度の波形が合成された波形性状を示している。



図－2 重錘衝撃力、支点反力および変位波形

キーワード：RC 梁，ビニロン短繊維，重錘落下衝撃実験，耐衝撃性状

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. 0143-46-5226 FAX, 0143-46-5227

支点反力波形 R も終局に至るまではいずれの梁も類似の波形性状を示しているものの、終局時には立ち上がりから減衰に至るまでの振幅や継続時間に差異が

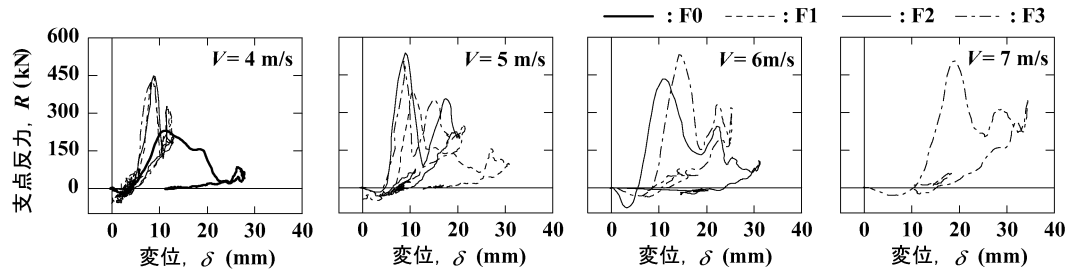


図-3 支点反力-変位履歴曲線

見られる。変位波形 δ は、いずれの梁も正弦減衰波状の分布を示しており、最大振幅は衝突速度 V の増加に伴い増大する傾向を示している。F0, F1, F2 梁の場合には、それぞれ $V = 4, 5, 6$ m/s において最大変位、残留変位ともに急激に増大していることから、この時点で、脆性的な破壊に至っているものと推察される。F3 梁は、 $V = 7$ m/s において変位が残留するものの未だ減衰自由振動を示しており、終局に至っていないものと推察される。

3.2 支点反力-変位履歴曲線

図-3 には支点反力-変位履歴曲線を $V = 4 \sim 7$ m/s に着目して示している。 $V = 4$ m/s では、F0 梁が三角形の分布を示しており、せん断破壊により終局に至っていることがわかる。その他の梁は短繊維混入率の大小にかかわらずほぼ同様の分布を示し、未だ弾性的な挙動を示している。 $V \geq 5$ m/s では、F1 梁が $V = 5$ m/s、F2 梁が $V = 6$ m/s 時点で三角形の分布を示し終局に至っていることがわかる。F3 梁の場合には、 $V = 7$ m/s 時においても $V = 6$ m/s 時とほぼ同様の分布を示しており、急激な破壊が抑制されていることがわかる。

3.3 各種応答値

図-4 には、最大支点反力 R_{ud} 、累積残留変位 δ_{rd} と衝突速度 V の関係を示している。(a) 図より、最大支点反力 R_{ud} は、いずれの梁も $V = 3$ m/s までほぼ同等の値を示している。しかしながら、 $V = 4, 5, 6$ m/s ではそれぞれ F0, F1, F2 梁で値の急激な低下が見られる。一方、F3 梁の場合には、 $V = 7$ m/s において他の梁に比べて緩やかに低下している。これより、F3 梁の場合には、他の梁と異なり、せん断破壊的な性状から曲げ破壊に近い性状に移行していることが推察される。(b) 図より、累積残留変位 δ_{rd} は衝突速度 V の増大に伴い二次放物線的に増大していることがわかる。ここで、F0 梁の場合には $V = 3$ m/s から塑性化が進み $V = 4$ m/s で終局に至っている。それに対し、F1, F2, F3 梁では $V = 5, 6, 7$ m/s 時に応答値が著しく増大しているものの、その直前までは短繊維混入率にかかわらず大略一致した値を示している。このことから、終局に至らない衝突速度 V においては、短繊維混入率によらず同程度の塑性化が進行しているものと推察される。

3.4 ひび割れ分布

図-5 には、各梁の実験終了後のひび割れ分布性状を示している。F0, F1, F2 梁に着目すると、各梁ともせん断破壊型のひび割れは見られるものの、F1, F2 梁では F0 梁で見られる荷点部のコンクリートの剥落が見られない。F3 梁では $V = 7$ m/s 時において、アーチ状のひび割れの開口の程度が小さいことがわかる。以上のことから、短繊維の混入により、コンクリートの剥落やひび割れの進展および開口を抑制できることがわかる。

4. まとめ

- 1) ビニロン短繊維の混入率にかかわらず、各種応答波形、応答値は終局に至るまでほぼ同様の分布性状を示す。
- 2) ビニロン短繊維混入率の増大に伴い耐衝撃性は飛躍的に向上する。
- 3) ビニロン短繊維を混入することにより、コンクリートの剥落やひび割れの開口を抑制することができる。

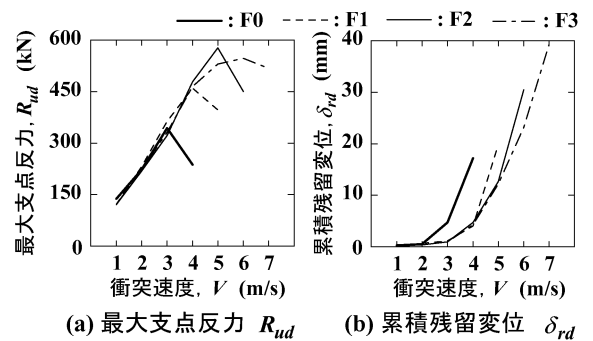


図-4 各種応答値

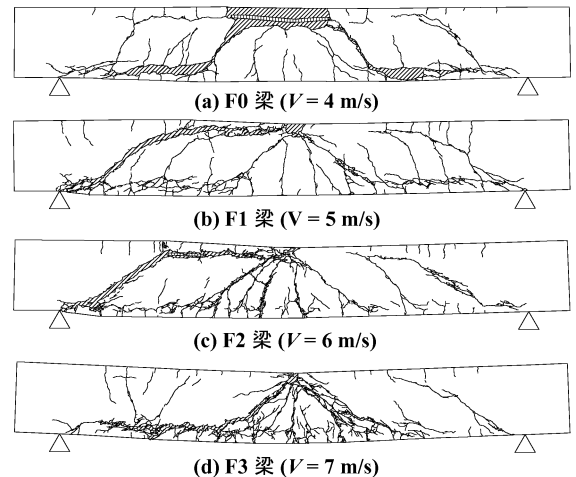


図-5 ひび割れ分布性状