

PVA 短繊維を混入した軽量コンクリート製 RC 版の耐衝撃挙動

(独) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○栗橋祐介 室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光
三井住友建設(株) フェロー 三上 浩 ドーピー建設工業(株) 正会員 竹本伸一

1. はじめに

本研究では、軽量コンクリート製 RC 版 (以後、軽量 RC 版) の耐衝撃性に及ぼすポリビニルアルコール (PVA) 短繊維混入率 V_f の影響を検討することを目的に、 V_f を変化させた軽量 RC 版の重錘落下衝撃実験を実施した。

2. 実験概要

表 - 1 試験体名、コンクリートの配合および材料試験結果の一覧

表 - 1 には、試験体名、コンクリートの配合および材料試験結果の一覧を示している。試験体名は、コンクリートの種類 (N: 普通, L: 軽量) と短繊維混入率 V_f (%) の組み合わせによって示している。軽量コンクリー

試験体名	コンクリートの種類	短繊維混入率 V_f (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 (kg/m ³)		スランブ (cm)	圧縮強度 (MPa)	衝突速度 (m/s)
					W	C	S	G	AE 剤	高性能減水剤			
N-0	普通	0	50	45	171	342	808	994	0.075	0	19.0	40.1	1~4
L-0	軽量	0	55	46	152	276	869	529	0	1.10	6.0	35.7	1~4
L-0.5		0.5	53	49	165	314	884	486	0	1.26	6.5	38.9	1~5
L-1.0		1.0	43	49	170	393	848	463	0	1.97	7.0	38.9	1~6

トの場合には、焼成人工軽量骨材を粗骨材に用いている。実験は、1 回目の重錘衝突速度およびその増分速度を 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漸増繰り返し载荷 (以後、繰り返し载荷) により行った。衝撃荷重は、直径 60 mm、高さ 180 mm の鋼製円柱を先端に取り付けた鋼製重錘 (質量 300 kg) を所定の高さから自由落下させることにより与えた。

図 - 1 には、試験体の概要を示している。RC 版の支持条件は、純スパン長 1.75 m の四辺支持であり、支点部では、四辺、四隅において RC 版の跳ね上がりを拘束している。PVA 短繊維の寸法は $\phi 0.66 \times 30$ mm であり、引張強度および弾性係数は、それぞれ 880 MPa、29.4 GPa である。本実験の測定項目は、重錘衝撃力 P 、支点反力 R 、载荷点変位 δ の各応答波形である。

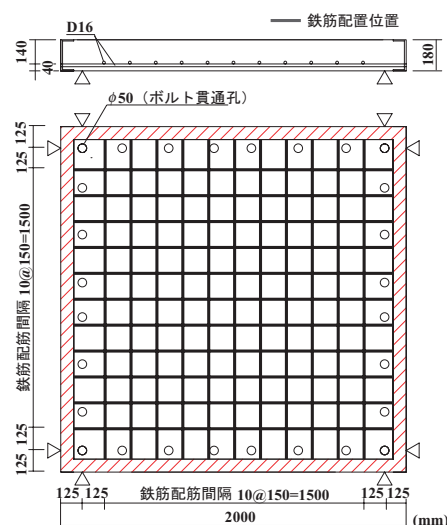


図 - 1 試験体の概要

3. 実験結果

3.1 時刻歴応答波形

図 - 2 には、各試験体の重錘衝撃力 P 、支点反力 R および変位 δ に関する応答波形を示している。重錘衝撃力 P は、 $V = 3$ m/s では、いずれも大小 2 つの卓越

した波から構成される波形性状を示し、 $V = 4$ m/s 以降では、各 RC 版の最終衝突速度 V_{final} において 2 波目が消失していることが分かる。これは、RC 版に押し抜きせん断面が形成され、塑性化が進行したことによるものと考えられる。支点反力 R は、 $V = 3$ m/s においては、いずれの試験体も三角形波状の主波動に高周波成分が合成された波形性状を示し、 $V = 4$ m/s 以降では、各試験体の最終衝突速度 V_{final} において最大振幅が急激に小さくなっていることが分かる。変位波形 δ は、 $V = 3$ m/s では、いずれの試験体も正弦半波状の波形

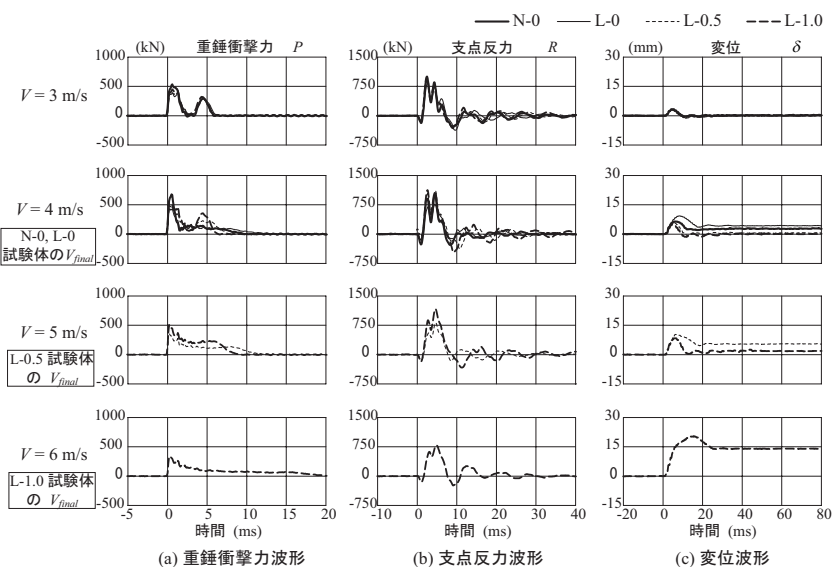


図 - 2 各試験体の応答波形

キーワード：PVA 短繊維，軽量コンクリート，RC 版，重錘落下衝撃実験

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3 (独) 土木研究所寒地土木研究所 TEL 011-841-1719, FAX 011-837-8165

を示した後、ほぼ零に復元していることより、未だ弾性状態にあることが分かる。 $V = 4 \text{ m/s}$ 以降では、 V の増加とともに最大振幅が大きくなり、各 RC 版の最終衝突速度 V_{final} では変位が大きく残留していることが分かる。

3.2 各種応答値と衝突速度との関係

図 - 3 には、各試験体の最大支点反力 R_{ud} および最大応答変位 δ_{ud} と衝突速度 V との関係を示している。最大支点反力 R_{ud} は、 $V = 3 \text{ m/s}$ までは、いずれの試験体も線形に増大している。 $V = 4 \text{ m/s}$ では、L-0 試験体の R_{ud} が押し抜きせん断破壊により大きく低下しているのに対し、L-0.5/1.0 試験体の場合には、最大支点反力 R_{ud} が増加し N-0 試験体よりも大きな値を示している。 $V = 5 \text{ m/s}$ 以降では、各試験体の最終衝突速度 V_{final} において、最大支点反力 R_{ud} が大きく低下しており、押し抜きせん断破壊に至っていることが分かる。最大応答変位 δ_{ud} は、いずれの試験体も $V = 3 \text{ m/s}$ までは、衝突速度 V の増加とともにほぼ線形に増大しており、この時点まではほぼ弾性的な挙動を示しているものと考えられる。 $V = 4 \text{ m/s}$ 以降では、各試験体の最終衝突速度 V_{final} において最大変位 δ_{ud} が急激に増大する傾向にあることが分かる。

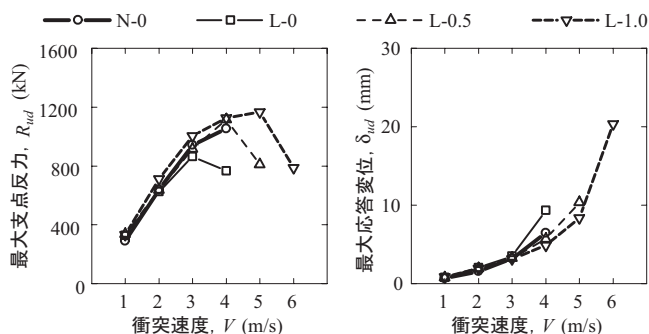


図 - 3 各応答値と衝突速度との関係

3.3 ひび割れ分布性状

図 - 4 には、RC 版の中央部切断面のひび割れ分布性状を示している。図より、いずれの試験体も載荷点から支点側に向かって斜め下方に押し抜きせん断面が形成されていることが分かる。下縁かぶり部近傍のひび割れ性状を見ると、軽量 RC 版の場合には短繊維混入率 V_f が大きい場合

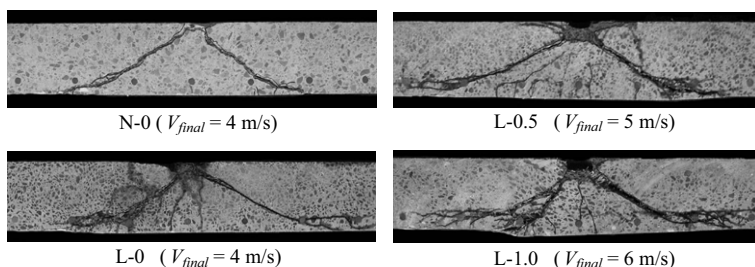


図 - 4 版中央部切断面のひび割れ状況

合ほど複数の割裂ひび割れが分散して発生していることが分かる。これは、短繊維の架橋効果が発揮されたことによるものと考えられる。なお、 V_f が大きい場合には最終衝突速度 V_{final} が大きいため、変形量が大きくなる傾向にある。しかしながら、版裏面のかぶりコンクリートの剥落は生じていない。

3.4 動的耐力および動的応答倍率

図 - 5 には、動的耐力比および動的応答倍率と短繊維混入率 V_f との関係を示している。動的耐力比は、前述の最大支点反力 R_{ud} を動的耐力として評価し、L-0 試験体の場合に対する増加割合として算出している。動的応答倍率は、動的耐力 R_{ud} を別途確認した同一試験体の静的押し抜きせん断耐力 P_{us} で除して算出している。

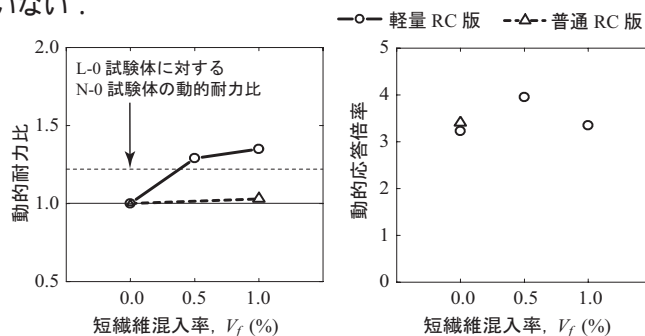


図 - 5 動的耐力比および動的応答倍率

図より、軽量 RC 版の動的耐力比は、短繊維混入率 V_f が大きい場合ほど大きいことが分かる。また、 $V_f = 0.5 \%$ 以上とすることにより、軽量 RC 版の動的耐力比は N-0 試験体のそれを上回っていることが分かる。このことより、本実験においては、 $V_f = 0.5 \%$ とすることによって軽量 RC 版の耐衝撃性を普通 RC 版のレベル以上に改善可能であるものと考えられる。なお、短繊維混入による軽量 RC 版の動的耐力の向上効果は、普通 RC 版の場合よりも大きく、既往の軽量 RC 梁を対象とした衝撃実験の結果と対応している。また、動的応答倍率はコンクリートの種類や V_f の大きさに関わらず 3.2～4.0 程度であり、動的応答倍率を 3.0 程度と考えることにより、PVA 短繊維を混入した軽量 RC 版の耐衝撃性を安全側に評価できるものと考えられる。

4. まとめ

- 1) PVA 短繊維を混入することにより軽量 RC 版の耐衝撃性能が向上し、短繊維混入率を 0.5 % とすることにより、軽量 RC 版の耐衝撃性を普通 RC 版以上に改善可能である。
- 2) 動的応答倍率は、コンクリートの種類や V_f にかかわらず 3.2～4.0 程度である。