

PVA 短繊維混入コンクリートを部分使用した RC 版の重錘落下衝撃実験

(独) 土木研究所寒地土木研究所 正社員 ○安達 優 室蘭工業大学大学院 正会員 栗橋 祐介
 (独) 土木研究所寒地土木研究所 フェロー 田口史雄 三井住友建設(株) 正会員 三上 浩
 室蘭工業大学大学院 フェロー 岸 徳光

1. はじめに

本研究では、PVA 短繊維混入コンクリートを RC 版の下側半断面（以下、下断面）に部分使用した場合の耐衝撃性向上効果を検証するため重錘落下衝撃実験を行った。

2. 実験概要

表-1 に本実験で用いた試験体の一覧を示す。試験体数は短繊維混入箇所を変化させた 2 体（全断面または下断面のみ）および短繊維を混入しない 1 体の合計 3 体である。図-1 に試験体の形状寸法および配筋状況を示す。本実験に用いた RC 版の寸法は、2,000×2,000×180 mm である。下端鉄筋には D16 を用い、版中央部より 150 mm 間隔で格子状に配置している。実験は、載荷点を RC 版の中央点に限定し、載荷治具には直径 90 mm、質量 300 kg の鋼製円柱型の重錘を用い、所定の高さから自由落下させることにより実施した。実験方法は、初速度および増分速度を 1 m/s とし、終局に至るまで繰り返し載荷する方法とした。実験時におけるコンクリートの圧縮強度は 35～42 MPa、鉄筋の降伏強度は 396 MPa であった。

表-1 試験体の一覧

試験体名	短繊維混入率 V_f (%)		衝突速度 V (m/s) (繰り返し載荷)
	上断面	下断面	
N	—		1, 2, 3, 4, 5
F2-L	—	2	1, 2, 3, 4, 5, 6
F2-A	2		1, 2, 3, 4, 5, 6

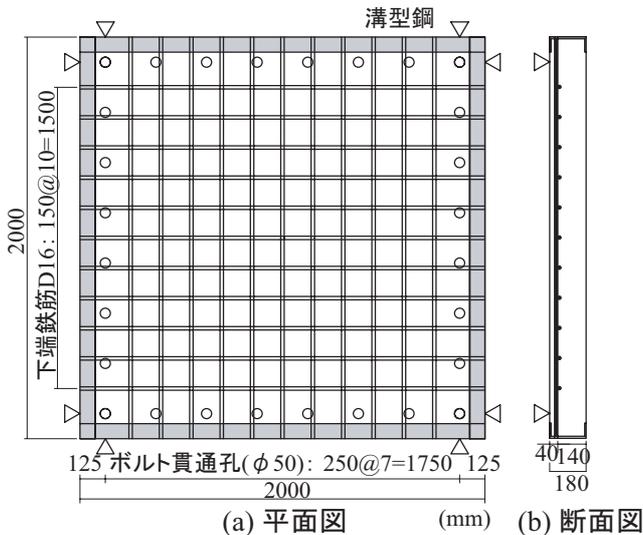


図-1 RC 版の形状寸法および配筋状況

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応答波形

図-2 に各試験体の各種応答波形を示す。重錘衝撃力波形は、いずれの試験体においても、衝突初期に励起する振幅が大きい第 1 波と、その後の振幅が比較的小さい第 2 波で構成されている。また、第 2 波目は、衝突速度の増加に伴い振幅が低減し、かつ継続時間が延びる傾向にあることが分かる。支点反力波形は、いずれも衝突初期に周期が 7～8 ms 程度の正弦半波およびそれに後続する減衰波と、周期が 3 ms 程度の高周波成分から構成された性状を示している。

応答変位波形は、衝突速度の小さい場合には、載荷初期に正弦半波状の性状を示して、変位零の状態に復元している。また、衝突速度の増加に対応して最大振幅が大きくなり、各試験体の最終衝突速度では変位が復元せずに大きく残留している。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。

3.2 各種応答値と衝突速度との関係

図-3 には各応答値と衝突速度の関係を示している。図より、最大重錘衝撃力 P_{ud} は、各試験体とも衝突速度の増加に伴い増大する傾向にあるものの、その増加割合は徐々に低下し、最終的には減少に転じている。最大支点反力 R_{ud} は、いずれの試験体も衝突速度の増加に伴い増大する傾向にあるものの、最終衝突速度においては、急激に低下している。なお、同一衝突速度で比較すると、F2-L 試験体の場合が最も大きい。最大応答変位 δ は、いずれの試験体においても衝突速度 V の増加に対応して増大している。また、N 試験体では $V=5$ m/s 時で、F2-L/A 試験体では $V=6$ m/s 時で最大応答変位が急激に増大しており、押し抜きせん断コーンが明瞭に形成されたことが伺われる。また、この傾向は N 試験体において顕著である。

3.3 破壊性状

図-4 には、実験終了後における RC 版裏面のひび割れ分布を、写真-1 には切断面のひび割れ状況を示してい

キーワード：RC 版、PVA 短繊維、耐衝撃性、押し抜きせん断

連絡先：〒 062-8602 (独) 土木研究所寒地土木研究所 TEL 011-841-1719 FAX 011-841-8165

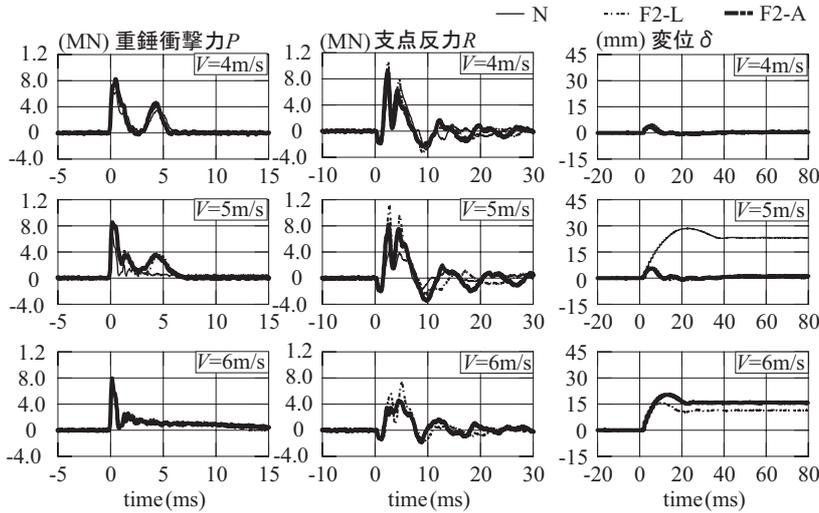


図-2 重錘衝撃力, 支点反力および変位に関する応答波形

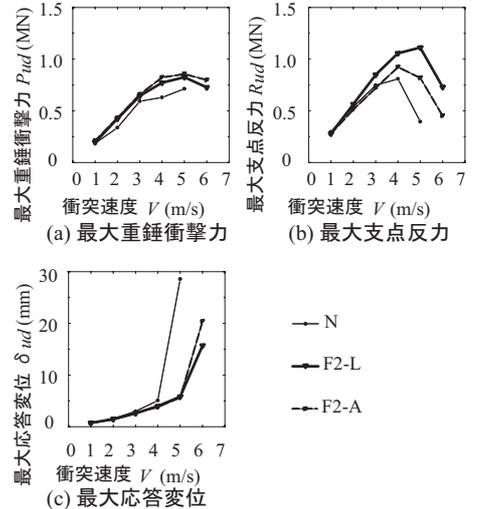


図-3 各種応答値と衝突速度の関係

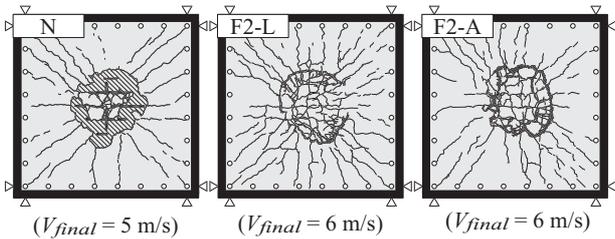


図-4 RC版裏面のひび割れ状況

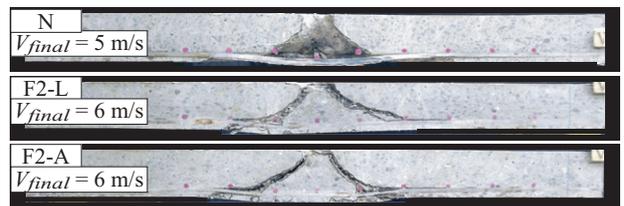


写真-1 RC版中央部切断面のひび割れ状況

る。図より、いずれの試験体においても円形の押抜きせん断コーンの形成が確認できる。また、N試験体では、押抜きせん断ひび割れの内部でコンクリート片の剥落が見られるのに対し、F2-L/A試験体では放射状の曲げひび割れが多数発生しているものの、N試験体のようなコンクリートの剥落は見られない。

写真-1より、いずれの試験体も載荷点から斜め下方に押抜きせん断面が形成されていることがわかる。また、下縁かぶりコンクリートに発生した斜めひび割れの角度は、有効高さ内における角度よりも緩く、その傾向は短繊維を用いた試験体でより顕著である。これより、短繊維を混入することで衝撃荷重に抵抗する領域が拡大し、RC版が全断面で効率的に抵抗する傾向にあることが分かる。なお、F2-L試験体の場合には、載荷位置のコンクリートが圧壊していることから、上断面の普通コンクリート部の局部損傷によって衝撃エネルギーが吸収された可能性のあることが推察される。

3.4 動的耐力および動的応答倍率

表-2には、本実験に用いた試験体の動的耐力および別途実施した静的耐力を一覧にして示している。なお、本研究では、最大支点反力を動的耐力と定義している。また、耐力比は各試験体の動的耐力をN試験体の結果で除したものである。表-2より、動的耐力比はF2-L, F2-A試験体においてそれぞれ1.38, 1.14となっており、下断

表-2 動的耐力および静的耐力一覧

試験体名	終局速度 V (m/s)	静的耐力 P _{us} (kN)	動的耐力 R _{ud} (kN)	動的耐力比	動的応答倍率 R _{ud} / P _{us}
N	4	415	808	1.00	1.95
F2-L	5	381	1112	1.38	2.92
F2-A	4	490	923	1.14	1.89

面だけに短繊維を混入させた場合の耐力が最も大きいことが分かる。また、動的応答倍率は、短繊維を下断面のみに混入した場合が全断面に混入した場合よりも大きく、動的耐力比と同様の傾向を示している。このことより、PVA短繊維をRC版の下断面のみに混入することは、耐衝撃性向上法として有効な手段であるものと考えられる。

4. まとめ

- (1) PVA短繊維混入コンクリートをRC版下断面に用いる場合には、下面かぶりコンクリートの剥落が抑制される。
- (2) 動的耐力は、短繊維混入コンクリートを下断面または全断面に用いることにより、無混入の場合と比較してそれぞれ1.4, 1.1倍程度向上する。
- (3) 動的応答倍率は、短繊維混入コンクリートを下断面のみに用いる方が、全断面に用いる場合よりも大きい。従って、RC版部材の下断面のみにPVA短繊維混入コンクリートを用いる方法は耐衝撃性向上法として合理的である。