

各種繊維補強セメント系複合材料の衝撃破壊性状

岐阜大学 ○二村雅一・福井伸吾
岐阜大学 正会員 国枝 稔・岩瀬裕之
岐阜大学 正会員 鎌田敏郎・六郷恵哲
(株)ピー・エス 正会員 鈴木雅博・藤元安宏

1. はじめに

道路や鉄道におけるシェルターへの岩石落下、橋脚・海洋構造物への船舶等の衝突など、土木構造物において衝撃作用を受けるコンクリート構造物は少なくない。衝撃作用を考えると、コンクリート構造物は強度のほかに変形性能や衝撃エネルギー吸収性能が要求される場合がある。セメント系材料へ繊維を混入することにより引張強度、曲げ強度、ひび割れ拘束性能、エネルギー吸収性能などが向上する。

本研究では、プレストレスの有無、プレストレスの量、マトリックスへの鋼繊維混入の有無、緩衝材の有無が、梁部材の衝撃破壊性状に与える影響について比較検討した。緩衝材には ECC (PVA 繊維使用)、ゴムチップ混入鋼繊維補強コンクリート (以下、GUMC と略す) および SIFCON を用いた。ECC とは、ビニロン等の繊維を混入し複数ひび割れを発生させ、擬似ひずみ硬化挙動を示すセメント系複合材料であり、SIFCON とは、型枠に鋼繊維を詰め、セメントスラリーを流し込んだセメント系複合材料である。

表-1 供試体の種類

供試体名	種類	プレストレス 上,下縁 (MPa)	SF 含有量 (%)	鉄筋量
RC-D6	RC	—	—	D6 2本
RC-D6-1.0	RC+SF	—	1.0	D6 2本
PC	PC	0.1, 5.8	—	φ9 2本
PC-1.0	PC+SF	0.1, 5.8	1.0	φ9 2本
SIFCON	PC+SF+緩衝材	0.1, 5.8	1.0	φ9 2本
GUMC	PC+SF+緩衝材	0.1, 5.8	1.0	φ9 2本
ECC	PC+SF+緩衝材	0.1, 5.8	1.0	φ9 2本

表-2 母材部のコンクリートの配合

鋼繊維混入量 (vol%)	W/C (%)	単位量 (kg/m³)					Ad (%)
		W	C	S	G	繊維	
—	42	151	360	819	1012	—	1.0
1.0	42	176	420	1022	689	80	1.0

表-3 緩衝材の配合

種類	繊維量 (vol%)	ゴム量 (vol%)	W/C (%)	単位量 (kg/m³)						Ad (wt%)
				W	C	S	ゴム	各繊維	増粘剤	
SIFCON	9.1	—	30	396	1465	—	—	714	—	3.0
GUMC	1.0	29	30	196	634	661	301	78	—	2.0
ECC	1.5	—	30	342	1267	395	—	19.5	0.9	3.0

2. 供試体の種類と寸法

供試体の種類を表-1
に示す。計 7 種類とした。

供試体寸法は 50×100×500mm とした。緩衝材を設けた供試体においては、母材部分を 40×100×500mm とし、その上に 10mm の厚さで緩衝材を打ち継いだ。打ち継ぎ部は遅延剤シートを用いて洗い出し処理を行った。母材部のコンクリートの配合を表-2 に示す。両端フック型の鋼繊維 (長さ 30mm) を 1%混入したもの (表-1 で SF) と混入しないものを用いた。緩衝材の配合を表-3 に示す。SIFCON と GUMC にはインデント型鋼繊維 (それぞれ長さ 30mm と 20mm) を使用した。ECC には PVA 繊維 (長さ 12mm) および細骨材に 7 号珪砂を使用した。

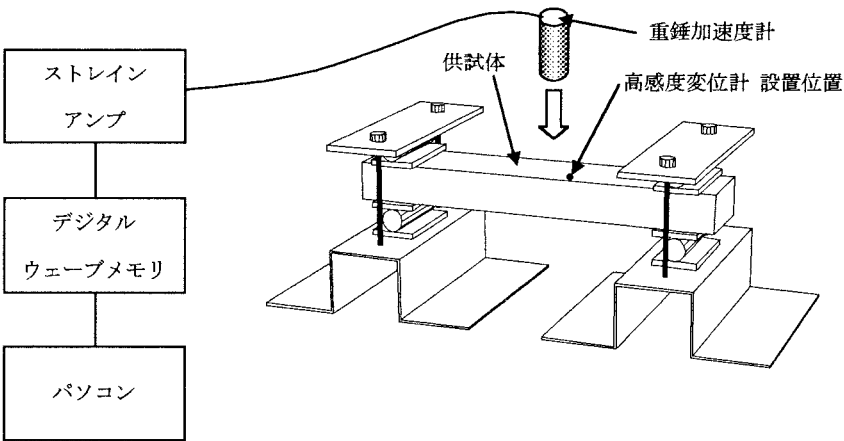


図 1 衝撃試験概要

3. 試験方法

試験方法は落錘式衝撃载荷試験¹⁾とした。中央集中载荷とし、スパンは 400mm とした。重錘の加速度と供試体の残留変位を計測した。加速度はストレインアンプ、デジタルウェーブメモリを介し、パソコンに記憶した。衝撃荷重は、重錘の加速度と質量の積とした。残留変位の計測位置は、供試体中心から 70mm 支点寄りとし、計測には高感度変位計を用いた。高さ 100mm から 100mm づつ落下高さを上げて、各 1 回計測を行う試験を、供試体の残留変位が 5mm を超えるまで続けた(ただし、20 回目以降、落下高さは 2000mm)。衝撃試験の概要を図 1 に示す。

4. 実験結果・考察

各供試体の種類ごとに、衝撃荷重と落下回数(高さ)の関係を図 2 に、衝撃荷重と残留変位の関係を図 3 に示す。各点は各落下高さにおける最大荷重と残留変位である。母材部に鋼繊維が混入されている方がより高い落下高さまで荷重の低下がみられず、最大荷重が増加した。プレストレスの導入によっても同様に最大荷重が増加し母材の靱性の向上が認められた。これは鋼繊維の混入やプレストレスを導入することによるひび割れの開口を抑制する効果により、供試体の破壊が進まないため

であると考えられる。プレストレスを導入した供試体で緩衝材が無い場合においては、圧縮縁のコンクリートの飛散によりプレストレスが抜け、早い段階で破壊が進行した。本実験で用いた緩衝材はすべて繊維を用いたセメント系複合材料であり、コンクリート片の飛散を防止する効果が認められた。緩衝材を設けた供試体は母材部分の圧縮縁の破壊が遅れ、より高い落下高さまで荷重の低下がみられなかったものと思われる。

5. おわりに

7 種類の供試体について落錘式衝撃試験を行った結果、以下の結果が得られた。

- (1) 鋼繊維混入やプレストレス導入は、ひび割れの開口を抑制する効果があり、衝撃耐力を増加させた。
- (2) 各種繊維補強セメント系複合材料を緩衝材に用いることにより、衝撃作用に対してコンクリート片の飛散防止効果が認められ、耐力増加につながった。

今後は、1 回の打撃で供試体が破壊する場合の挙動や、母材に ECC、SIFCON、GUMC を用いてプレストレスを導入した場合の挙動についても検討する予定である。

参考文献

- 1) 小柳 治, 六郷 恵哲, 内田 祐市, 岩瀬 裕之: 衝撃荷重下のコンクリートの変形と破壊に関するエネルギー的考察, 第 5 回コンクリート工学年次講演会講演論文集, pp.129~132, 1983

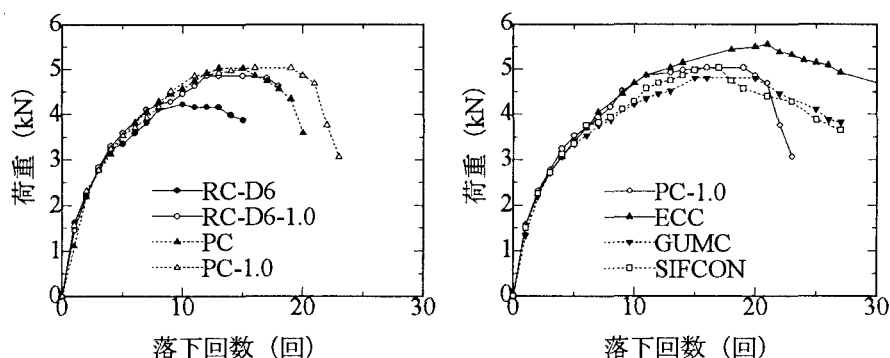


図 2 衝撃荷重と落下高さの関係

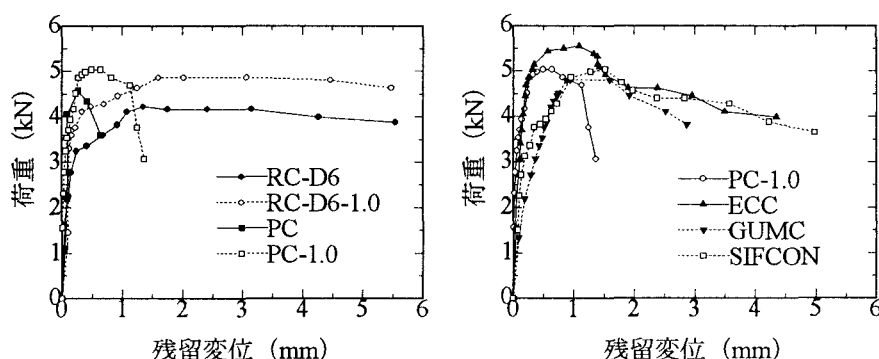


図 3 衝撃荷重と残留変位の関係