

繊維補強コンクリートの衝撃破壊性状

岐阜大学 学生員 孕石孝平・二村雅一
岐阜大学 正会員 鎌田敏郎・六郷恵哲
(株)ピー・エス 鈴木雅博

1. はじめに

土木構造物においては自動車、船舶の衝突、岩石の落下などの衝撃荷重を考慮しなければならないコンクリート構造物も少なくない。衝撃荷重を受ける構造物に対しては、安全性の確保のため何らかの対策を講じる必要があり、緩衝材の設置、鉄筋や繊維による補強などは、そのひとつの手段と考えられる。鋼繊維補強コンクリートや、ビニロンなどの合成繊維やマイクロ鋼繊維で補強されたセメント系複合材料である ECC などは、材料の引張応力域における繊維の架橋作用により靱性が向上するため、各種強度のほか変形能や耐衝撃性を要求される構造物に利用されている。

本研究では、コンクリートはり部材を対象として、鋼繊維混入の有無等の母材の種類、プレストレスの有無および緩衝材の有無の違いが、はり部材の破壊状況、衝撃荷重と残留変位の関係、加積エネルギー等に及ぼす影響について比較検討することを目的とする。

表-1 供試体の種類

供試体名	母材の種類	プレストレスの有無	緩衝材の種類
RC	NC	無	—
RC-S	SFRC	無	—
PC	NC	有	—
PC-S	SFRC	有	—
PC-ECC	ECC	有	—
PC-S+ECC	SFRC	有	ECC

NC：普通コンクリート SFRC：鋼繊維補強コンクリート

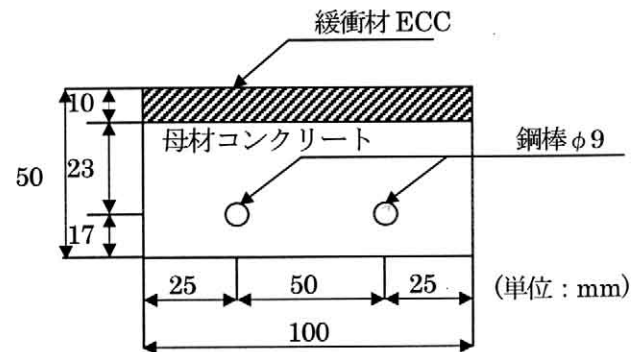


図-1 PC部材+緩衝材の断面

2. 実験概要

試験に用いた供試体は、母材を普通コンクリート（NC）、鋼繊維（両端フック型、長さ30mm、混入率1.0%）を用いた繊維補強コンクリート（SFRC）、ECC（PVA 繊維）とし、鉄筋、PC 鋼材、あるいは緩衝材を設け補強した。供試体の種類を表-1 に示す。供試体の寸法は 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 40×100×500mm とし、その上に 10mm の厚さの緩衝材（ECC）を打ち継いだ。スパン長は 400mm とした。緩衝材を有する場合の供試体の断面を図-1 に示す。

試験方法は、図-2 に示すように吊り上げた重錘を自由落下させる落錘式衝撃試験とし、供試体の加速度、残留変位、重錘の加速度を計測した。重錘の質量は 3.345kg とし、衝撃荷重は重錘の加速度と質量の積とした。重錘の落下高さは 10cm～200cm までとし、10cm きざみに落下高さを上げ、各 1 回ずつ重錘を落下させた。供試体の残留変位が 5mm になった時点を試験終了とし、供試体の破壊性状、荷重、残留変位の変化などを観察しながらデータの計測を行った。ただし載荷装置の都合により落下高さが 200cm に到達しても残留変位が 5mm に満たない場合は、200cm の高さで重錘を繰り返し落下させた。計測したデータをもとに計算処理を行い、衝撃荷重、加積エネルギー（重錘の位置エネルギーの総和）を算出した。

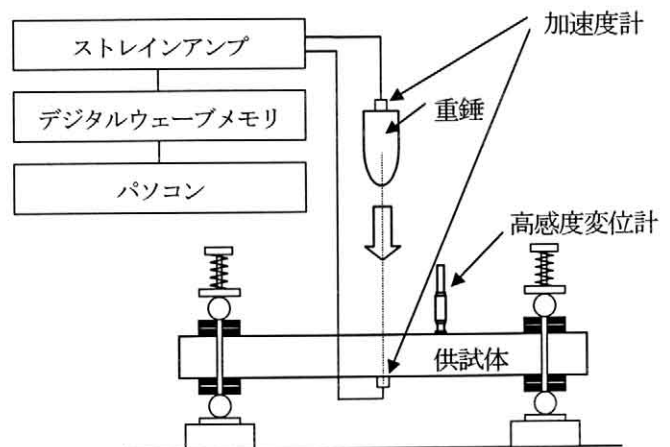


図-2 衝撃試験概要

キーワード：プレストレス、緩衝材、繊維補強、落錘式衝撃試験、ECC

連絡先：〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部土木工学科

電話番号(058)-293-2468 FAX(058)-293-2469

3. 実験結果・考察

3.1 破壊状況の比較

衝撃荷重が作用したときの破壊性状としては、RC 部材よりも PC 部材の方が上面側の飛散が大きく見られた。これは、PC 部材の耐衝撃荷重の方が大きいため、より高い位置からの落下が行われ、多くのコンクリート片が飛散する結果になったと考えられる。また、鋼繊維補強することにより靱性の向上、飛散の軽減が見られた。衝撃荷重に対する破壊は上面側の破壊が多く見られ、緩衝材（ECC）を設けることにより上面側の飛散、母材コンクリートの破壊の軽減が見られた。直接衝撃を受ける上面側の破壊を如何に抑制するかという事も、衝撃荷重を受ける供試体にとって重要であると考えられる(写真-1 参照)。

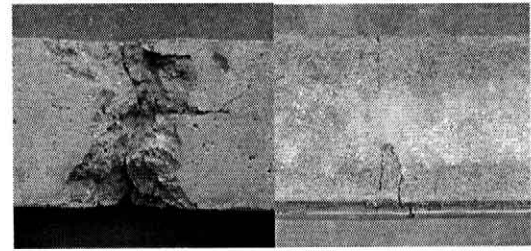


写真-1 PC部材(左)と緩衝材(ECC)を設けた供試体(右)の破壊状況の比較

3.2 衝撃荷重と残留変位の比較

鋼繊維を混入したものでは、無混入のものとは比べて衝撃荷重の最大値の増加は大きくなった。また荷重の増加に伴う残留変位の増加も抑制された。PC 部材では、衝撃荷重の最大値が大きくなることが確認できた。母材を ECC とした部材については、衝撃荷重の最大値以降における荷重の減少を緩和する効果が見られた。緩衝材を設けた供試体では、最大荷重以降の荷重の減少が緩やかになり、落下回数の上昇が顕著であった。これは緩衝材が、母材コンクリートへの直接の衝撃を緩和し、供試体が上面側の破壊を抑制したことにより、緩衝材を設けた供試体の靱性が増したためと考えられる(図-3 参照)。

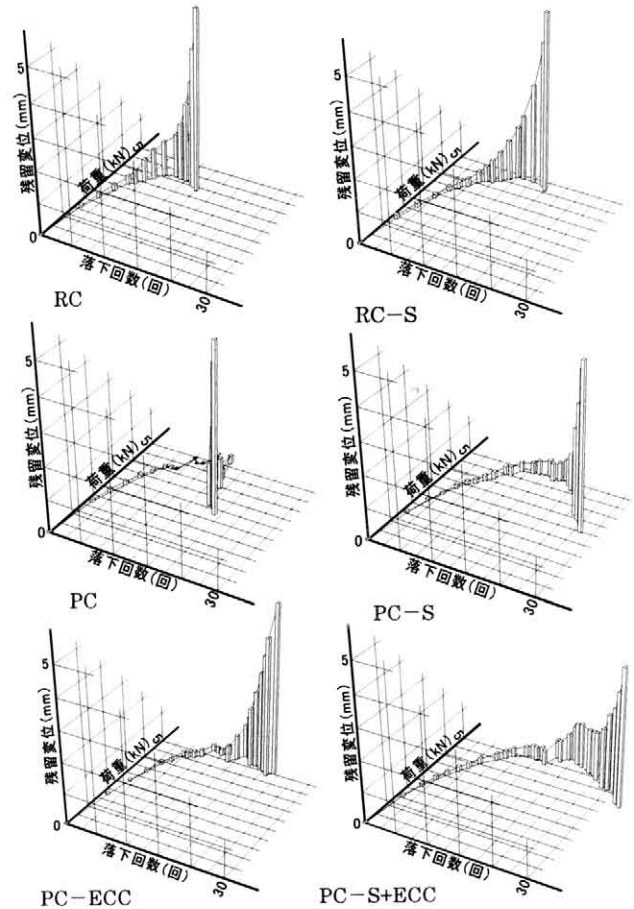


図-3 衝撃荷重、残留変位、および落下高さの関係

3.3 加積エネルギーの比較

図-4 に示すように鋼繊維を混入することで加積エネルギーの増加につながることが確認できた。また、プレストレスを導入することも加積エネルギーの増加につながった。母材に ECC を用いた場合の加積エネルギーは、プレストレスを導入した普通コンクリートと同等の値を得た。ECC を緩衝材として用いた場合は、他のものと比較しても最も高い加積エネルギーを得ることが確認できた。

4. 結論

- (1) 鋼繊維補強あるいは ECC の利用およびプレストレスの導入は、部材におけるひび割れの開口を抑制し、衝撃耐力および靱性を増加させた。
- (2) ECC を緩衝材として設けることにより、衝撃荷重によるコンクリート片の飛散を抑制することができた。また、靱性の増加にもつながった。

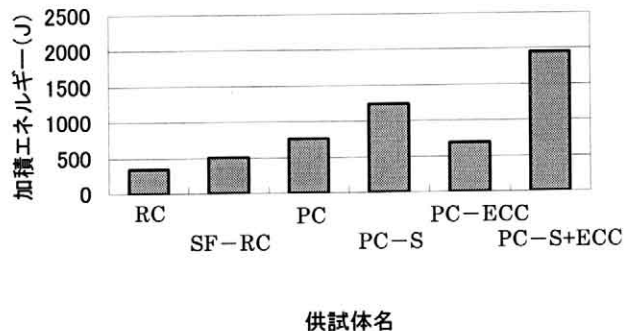


図-4 加積エネルギーの比較