

鉄筋コンクリートはりの衝撃破壊過程と動的強度

広島工業大学 正会員 佐藤 誠
 広島大学 正会員 藤井 堅
 大成建設(株) 正会員 ○大石 力

1. はじめに

落石による衝撃力および阪神・淡路大震災で発生したとされる地震衝撃力などに対する、RC 構造物の耐衝撃設計法の確立が急がれており、衝撃荷重に対する標準実験法¹⁾の確立も重要な項目の一つである。そこで本研究は、単純支持されたはり高の異なる RC はりを用いて、載荷位置をスパンの中央または 1/4 点とした、重錘落下式衝撃載荷実験を行い、それらの破壊過程の違いを調べた。

2. 実験供試体の諸元と実験方法

図 1 に供試体(RC はり)の寸法・形状・配筋状況を示す。RC はりは、はり高 18cm と 24cm の 2 種類用いた。

表 1 に RC はりに用いたコンクリートと主鉄筋に用いた D13 異形鉄筋の材料特性を示す。RC はりは、スパン中央載荷では曲げ引張破壊、スパン 1/4 点載荷では、載荷点に近い支点側でせん断破壊するように設計した。

表 2 に実験ケースを示し、図 2 に実験装置の概要と計測点を示す。衝撃荷重は、重錘を自由落下させることにより、RC はりに加え、衝撃速度 5m/s で一回のみ衝撃荷重を加える単一載荷と、衝撃速度を 1 ~ 5m/s まで 1m/s ずつ段階的に増加させ、各速度で一回ずつ、合計 5 回の衝撃荷重を加える繰返し載荷を行った。また、載荷位置は、スパンの中央または 1/4 点とした。

重錘は、鋼製、直径 300mm、重量 1.3kN である。その下端面は直径 60mm の円平面が RC はりと接触するようにしてある。

衝撃実験における一方の支点には、本研究室で製作したロードセルを設置し、他方の支点にはピン支承を設置した。また、はり供試体の跳ね上がる防止する治具は設置しなかった。

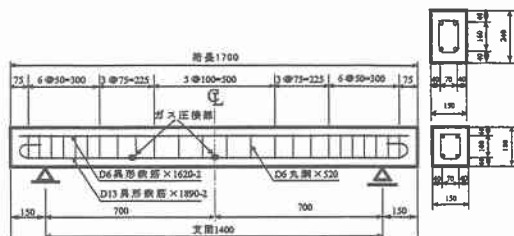


図 1 供試体の寸法・形状・配筋状況

表 1 材料特性

コンクリート	弾性係数	圧縮強度	ポアソン比	
	26GPa	45MPa	0.22	
鉄筋	弾性係数	降伏応力	引張強度	破断伸び
	175GPa	332MPa	470MPa	31%

表 2 実験ケース

載荷方法	はり高 18cm		はり高 24cm	
	スパン中央	スパン 1/4 点	スパン中央	スパン 1/4 点
静的	1	2	1	1
単一衝撃	2	6	1	3
繰返し衝撃	1	1	1	—
合計 20				

3. 実験結果

(1) 残留変位：図 3 に衝撃載荷後の残留変位を示す。全ての載荷 Model の最終的な変形形状は、載荷点が塑性ヒンジとなる V 字型となった。また、はり高 24cm に対するスパン中央単一載荷とはり高 18cm、24cm に対するスパン 1/4 点単一載荷で、スパン 1/4 点に負の曲率が見られる。図 4 に各衝撃載荷で新たに発生する残留変位の推移を示す。図 4 の繰返し載荷において傾きが変化する衝撃速度で、はりの剛性が低下していると考えられる。また、

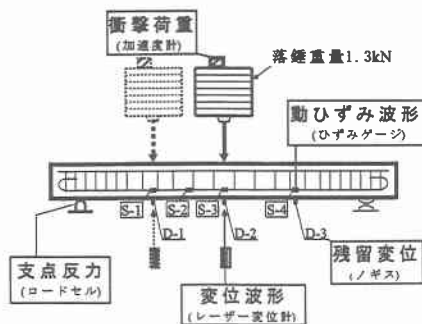


図 2 実験装置の概要と計測点

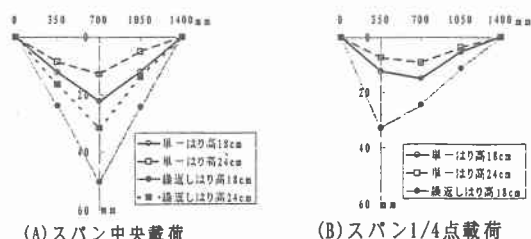


図3 衝撃載荷後の残留変位

衝撃速度 5m/s での単一衝撃載荷と繰返し衝撃載荷の残留変位が同程度であることから、見かけ上はりの剛性がほぼ同じであることがわかり、塑性ヒンジの剛性のみが変形に対して抵抗していると考えられる。

(2) ひずみ波形：図5にひずみ波形の例として、はり高18cmに対するスパン中央繰返し衝撃載荷(衝撃速度 3m/s)でのスパン1/4点と中央のひずみ波形を示す。ひずみ波形の多くは、波形の立ち上がりから約10msec間、最大ひずみ近くの値(1500～3000 μ)を継続することから、そのひずみに対応する曲率の変形形状が維持されると考えられる。また、繰返し載荷では、全ての測点で、同一ひずみをおよそ8msec間計測した後、載荷点のひずみのみが増加することから、はり全長にわたりほぼ同一曲率の変形形状で抵抗した後、載荷点が塑性ヒンジとなることがわかる。

(3) ひび割れ状態：図6に中央載荷後を、図7に1/4点載荷後のひび割れ状態を示す。静的載荷における曲げひび割れの進展長さは、載荷点から遠くなるにつれ短くなるが、単一衝撃載荷における曲げひび割れの進展長さは、はり全長にわたりほぼ一様である。また、曲げひび割れの発生本数は、静的載荷に比べて衝撃載荷の方が少ない傾向にある。はり高18cmに対するスパン中央単一衝撃載荷では、スパン1/4点は上縁から発生したと考えられるひび割れが見られる。はり高24cmに対するスパン中央単一衝撃載荷では、載荷点に1本だけ極端にひび割れ幅の大きい曲げひび割れが発生していることから、載荷点で大部分のエネルギーを吸収していると考えられる。はり高18cm, 24cmに対するスパン1/4点単一衝撃載荷では、スパン中央付近から載荷点へ延びるせん断ひび割れが見られ、載荷点逆側スパン1/4点付近に上縁からのひび割れが見られる。

4. 結論

1. 単一衝撃載荷では負曲げが発生する。
2. スパン1/4点への単一衝撃載荷を行うとせん断破壊が卓越する。
3. 繰返し衝撃載荷における載荷点の主鉄筋は、降伏ひずみ付近で、およそ5msec間、変形に対して抵抗した後、塑性ヒンジとなる。

参考文献

- 1) 岸徳光, 三上浩, 安藤智啓: せん断破壊型 RC 梁の耐衝撃性に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.45A, pp.1689-1699, 1999年3月。

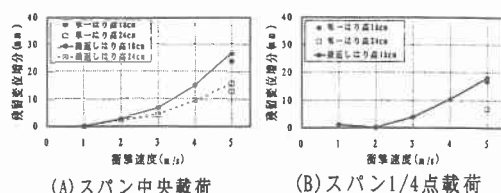


図4 残留変位の推移

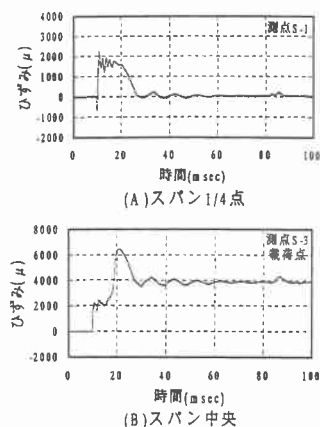


図5 はり高18cmに対するスパン中央繰返し載荷(衝撃速度3m/s)でのひずみ波形

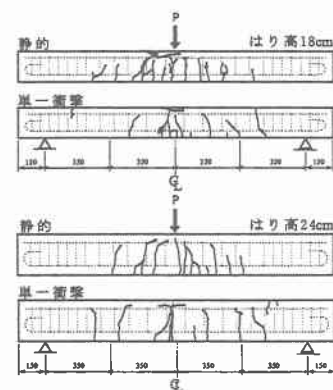


図6 中央載荷後のひび割れ状態

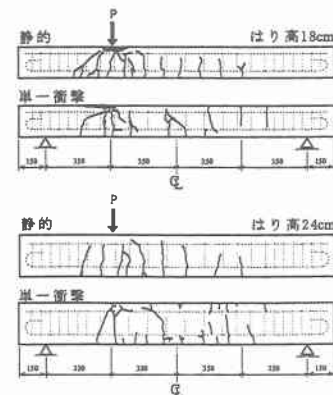


図7 1/4点載荷後のひび割れ状態