

鉄筋コンクリートはりの衝撃破壊特性

広島大学工学部大学院
広島大学工学部
広島大学工学部大学院

学生員○大石 力
正 員 佐藤 誠
学生員 長田耕太郎

1. はじめに

阪神・淡路大震災を契機に、衝撃的荷重に対する鉄筋コンクリート構造物の耐荷力や破壊過程の解明が重要であると考えられるようになった。しかし、衝撃的荷重を受ける構造物は慣性力と波動伝播により、構造物内の応力場や変位場などの挙動は非常に複雑となる。そのため、現段階では構造物の耐衝撃設計法は落石覆工などに一部適用されているだけで、一般的な衝撃問題には適用されていない。また、構造物の動的耐荷力と静的耐荷力の関係は未だ明確でなくそれらを検討する必要から、RCはりに対する衝撃破壊実験の標準化を行うための基礎的な実験データの蓄積が望まれている。そこで、本研究は単純支持されたRCはりを用いて、載荷位置および載荷条件の異なる衝撃破壊実験を実施した。

2. 実験供試体

実験に用いた供試体は、図-1に示すように、スパン長1400mm、断面180×150mm、主、複鉄筋にD-13の異形鉄筋を、スターラップにD-6の丸鋼を使用した矩形断面鉄筋コンクリートはりである。コンクリートの圧縮強度は31.4MPa、弾性係数は21.0GPa、D-13の異形鉄筋は降伏応力318.7MPa、弾性係数185.3GPaである。スパン中央および1/4点に対する静的載荷における終局荷重、載荷点の残留たわみは、それぞれ37.3kN、20mm、および51.0kN、10mmであった。

(単位:mm)

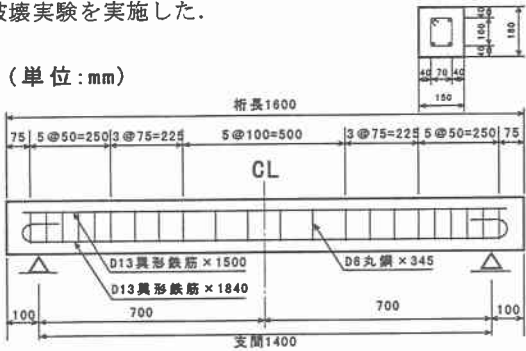


図-1 RCはり供試体

3. 実験方法

本実験では、図-2に示す落錘式衝撃実験装置を用いた。繰り返し衝撃載荷は落錘(重量132kgf)を衝撃速度1,2,3,4,4.5m/sの順に各1回ずつ計5回載荷し、単一衝撃載荷は衝撃速度4.5m/sおよび3.0m/sでそれぞれ1回だけ載荷する。支点は単純支持で上方への移動は拘束していない。表-1に実験ケースを示す。

測点は計測機器のチャンネル数と衝撃実験における重要度を考慮し図-3に示す6点を選んだ。衝撃力は落錘に取り付けた加速度計から得られた加速度より求めた。加速度計の出力を2台のデジタルストレージスコープの外部トリガーとして使用した。載荷点下縁のたわみをレーザー変位計(1ch)で、各測点の鉄筋ひずみ(4ch)をひずみゲージより計測した。各段階の衝撃後、クラックの進展状況と残留たわみを測定する。

表-1 実験ケース

載荷位置	実験の種類	本数	衝撃速度
スパンの中央	静的載荷	1	初載荷と再載荷
	繰り返し衝撃載荷	2	1, 2, 3, 4, 4.5m/s
	単一衝撃載荷	2	4.5m/s
		1	3m/s
スパンの1/4点	静的載荷	1	初載荷と再載荷
	繰り返し衝撃載荷	1	1, 2, 3, 4, 4.5m/s

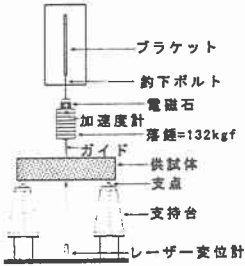


図-2 実験装置

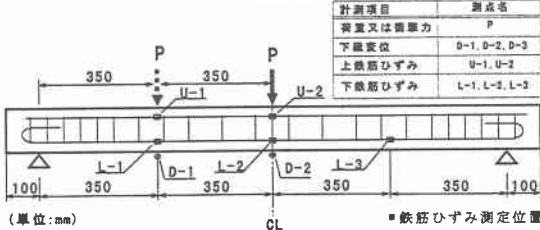


図-3 測点

4. 実験結果

供試体2体に対するスパン中央の繰り返し衝撃载荷の再現性は良好であり、図-4に示すように衝撃速度2～4.5m/sの時、主鉄筋のスパン1/4点のひずみ波形は、最初に圧縮が現れた後引張となる。また、スパン1/4点の複鉄筋には、まず引張が現れた後圧縮が現れる。このことから、衝撃荷重を受けるはり特有の局所的な負の曲げモーメントが発生したと考えられる。

最終段階のクラック状況を図-5に示す。この図に示すようにスパン1/4点の繰り返し衝撃载荷ではせん断破壊が顕著に現れた。スパン中央単一衝撃载荷(4.5m/s)とスパン中央静的载荷における残留たわみはほぼ同じ値(20mm)を示しているが、クラック状況は大きく異なり、衝撃载荷においては载荷点より上縁に圧壊が見られる。また、载荷点より下縁のクラックの開口度が著しく、せん断破壊も見られた。これらのことは、衝撃载荷の場合にはほぼ共通している。

衝撃力波形の代表例として、スパン中央繰り返し衝撃载荷(4m/s)の波形を図-6に示す。衝撃力は加速度から求めた。なお、単一衝撃载荷における衝撃力波形はトリガーがかからなかったためや、オーバースケールのために取得できなかった。繰り返し衝撃载荷における衝撃力波形で、最初のピークの立ち上がり時間の平均値は0.59msecでほぼ均一であった。スパン中央の衝撃载荷において、図-7に示す最大衝撃力と衝撃速度の間には、最終段階の衝撃速度以外では、ほぼ比例関係が見られ、図-8に示すように衝撃力の継続時間も衝撃速度にほぼ比例する。また、各測点のひずみ波形とはりの1次の固有周期に直接の関連性はなかった。

本実験で使用した計測システムはノイズの影響を受けやすく、得られたデータにはローパスフィルターをかける必要があった。

5. 結論

- (1) 繰り返し衝撃载荷において局所的な負の曲げモーメントが発生した。
- (2) 衝撃载荷では静的载荷の場合と比較して、せん断破壊が顕著であった。
- (3) スパン中央の衝撃载荷において、衝撃速度と最大衝撃力の間には、最終段階の衝撃速度を除き、ほぼ比例関係が見られた。
- (4) 繰り返し衝撃における衝撃力の継続時間は衝撃速度にほぼ比例する。
- (5) 今後この種の実験を行う場合には、ノイズの除去など計測方法を改善する必要がある。

なお、本研究は、文部省科学研究費、基盤研究(B)(2)、課題番号08455210の補助によって行われた。

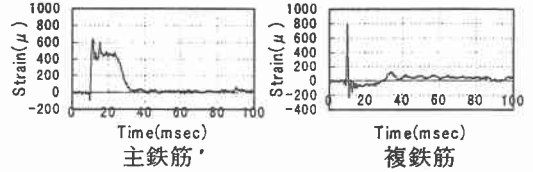


図-4 スパン中央繰り返し衝撃载荷(4m/s)の1/4点鉄筋のひずみ

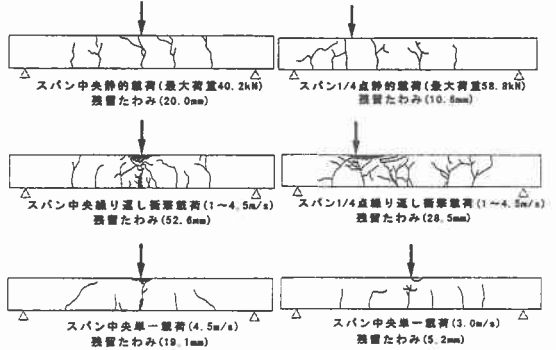


図-5 最終段階のクラック状況

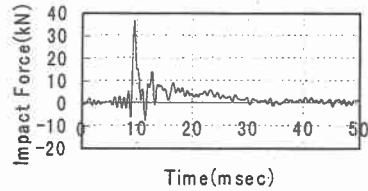


図-6 スパン中央繰り返し衝撃载荷(4m/s)の衝撃力

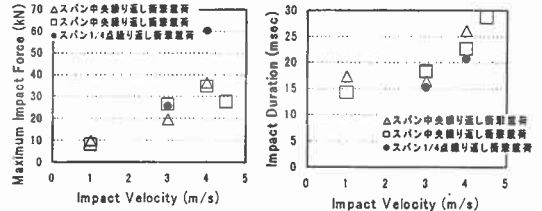


図-7 衝撃速度と最大衝撃力 図-8 衝撃力と継続時間

参考文献 桑谷 義弘 他：RCはりの衝撃破壊実験，第49回土木学会中国支部研究発表会概要集，

pp. 103-104, 1997.