

RCはりの衝撃破壊実験

(株)荒谷建設コンサルタント 正員 〇桑谷 義弘
 広島大学工学部 正員 佐藤 誠
 広島大学工学部大学院 学生員 長田 耕太郎
 広島大学工学部 正員 崔 益暢

1. はじめに

従来、鉄筋コンクリート構造物の衝撃問題に関する研究は、主としてRCはりに対して行われ、落石覆工などの設計に一部反映されているが、統一的に判断できるまでの成果が得られていないのが現状である。一般に、衝撃力を受けるRC構造物の挙動は非常に複雑で、衝撃が作用する構造部材の破壊挙動を解明し耐衝撃性の改善を図ることは、今後の重要な課題の一つである。そこで土木学会衝撃問題小委員会で、単純RC部材に対し、様々な衝撃実験¹⁾を行い、基礎的なデータを蓄積することが提案された。その結果、全国の9研究機関で、共通実験として、同一諸元のRCはりに対する衝撃実験が行われることになり、我々広島大学構造研究室もそのプロジェクトに参加した。本研究の目的は、その共通実験の主旨に基づき、RCはりの衝撃破壊実験を行い衝撃実験に関する基礎的なデータの収集を行うものである。

2. 実験方法

実験に用いた供試体は、図-1に示すように、スパン長200cm、断面 18×15 cm、上下2本ずつ鉄筋を配置した複鉄筋矩形断面はりである。コンクリートの圧縮強度は、 231 kgf/cm^2 、弾性係数は $2.11 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ である。4体の供試体のうち、1体に静的载荷、3体に衝撃载荷を行った。静的载荷では最大荷重 2.34 tf でスパン中央の最大たわみが 32.2 mm 、残留たわみが 29.7 mm であった。

衝撃実験は、衝撃速度 4.5 m/s の単一衝撃実験と、衝撃速度 $1.0 \sim 4.5 \text{ m/s}$ で5回衝撃を加える繰返し衝撃実験をおこなった。本実験ではRCはりに衝撃を加えるため図-2に示す落錐式衝撃実験装置を用いる。落錐重量は 132 kgf で、電磁石で吊り下げた落錐を供試体のスパン中央に落下させ衝撃した。支点は単純支持で上方への移動は拘束しない。

測点は計測器の所持状況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。衝撃力は落錐に取り付けた加速度計で加速度波形を計測(1ch)して求める。支点反力は供試体と支点の間にロードセルを挟み1ch計測する。供試体のたわみはレーザ変位計で1ch(スパン中央)計測する。鉄筋のひずみは鉄筋に貼付したひずみゲージで3ch計測する。衝撃後、クラック状況と残留たわみを確認する。

本実験では計測にデジタルストレージスコープを用いたため、トリガーが必要であったがノイズの遮蔽が困難であったため、トリガーが作動せずデータが得られないケースが頻発した。

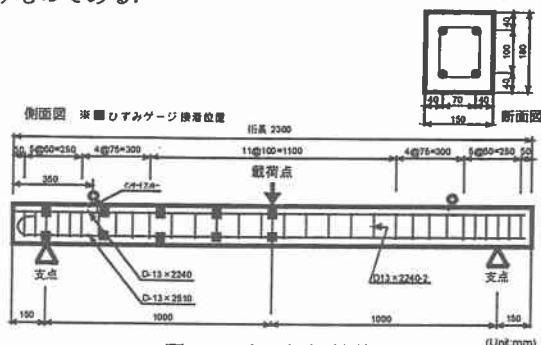


図-1 RCはり供試体

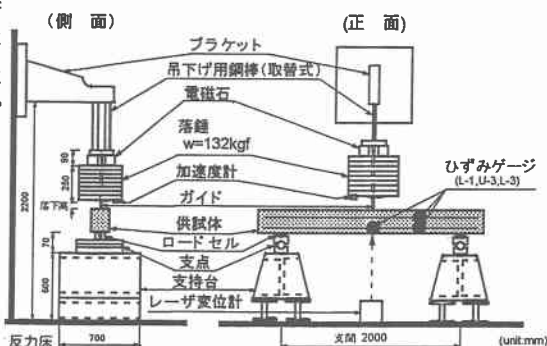


図-2 実験装置

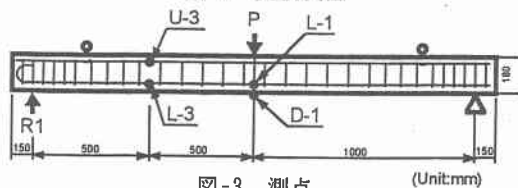


図-3 測点

3. 実験結果

静的載荷、繰り返し衝撃載荷、単一衝撃載荷の最終状態のクラック状況を図-4に示す。静的載荷では、縦方向の曲げクラックが供試体下縁から発生するのに対し、繰り返し衝撃、単一衝撃共にスパン1/4点付近にはり上縁からクラックが発生する。図-5,6にスパン1/4点の鉄筋のひずみ波形(衝撃速度3.0m/s)を示す。上部鉄筋には、静的載荷では発生しなかった引張ひずみ450 μ が最初発生し、その後圧縮ひずみ-230 μ が発生する。下部鉄筋には、最初圧縮ひずみ-190 μ が発生し、その後引張ひずみ1,000 μ が発生する。この現象は衝撃速度が変化しても、ひずみ量を変えながら、同じようなひずみ応答を見せた。上述のことから、今回の衝撃実験では、静的載荷ではみられない衝撃を受けるはり特有の変形状(図-7)によりはり上部での引張力の発生と衝撃力の応力波伝播が認められる。

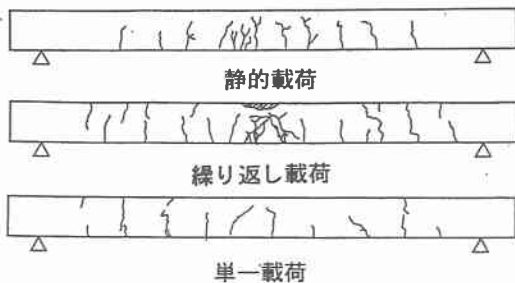


図-4 クラック状況

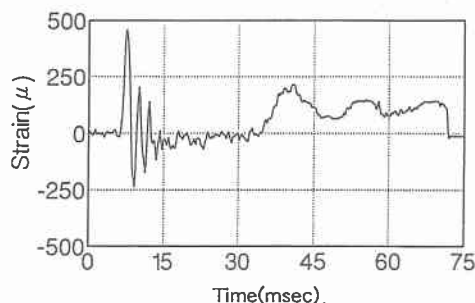


図-5 1/4点上部鉄筋ひずみ(V=3.0m/s)

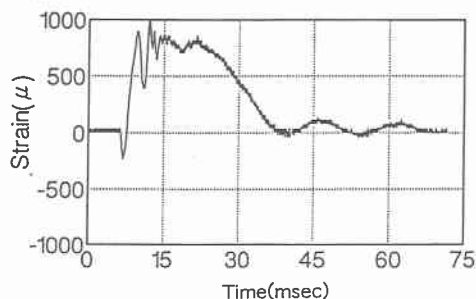


図-6 1/4点下部鉄筋ひずみ(V=3.0m/s)

図-8に各実験機関の落錘による最大衝撃力²⁾と落錘重量の関係を示す。衝撃速度1m/sの場合と比較する。実験機関ごとで異なる重量の落錘を使用している。衝撃実験における衝撃力の計測は最重要事項であり、ロードセルで直接計測する方法、加速度波形に落錘質量を乗ずることで算定する方法があった。同じ衝撃速度、同じ重量の落錘にも関わらず、計測されたデータは実験機関ごとにばらつきが大きい。このことから、衝撃力の計測におけるデータの信頼性の問題をクリアし、統一的な衝撃力の計測方法の確立が必要である。

4. 結論

- 1) 衝撃を受けるはり特有の動的な変形で、はり上部での引張力の発生、応力波の伝播が認められた。
- 2) 統一的な衝撃力の計測方法が必要である。
- 3) 安全かつ精度の高いデータを得られるよう、計測システム、実験装置に改良を加える必要がある。

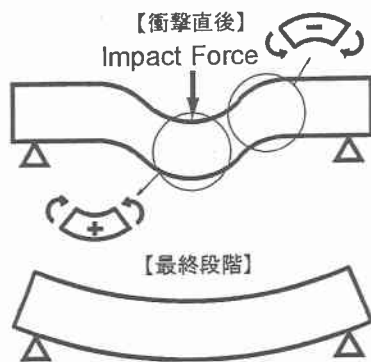
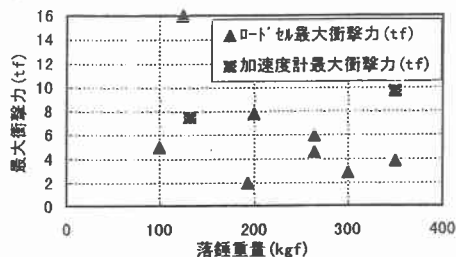


図-7 衝撃力を受けるはりの変形

参考文献 図-8 最大衝撃力-落錘重量関係

- 1) 土木学会編：構造物の衝撃挙動と設計法，土木学会，1994
- 2) 土木学会構造工学委員会衝撃問題小委員会，共通実験報告書(第1報)，1996