

鉄筋コンクリートはりの衝撃応答特性に関する実験的研究

金沢大学大学院 学生員 ○熊谷 貴秀  
金沢大学大学院 正会員 中田 吉彦  
金沢大学 正会員 榎谷 浩

1. まえがき

衝撃荷重下での鉄筋コンクリート（以下 RC と呼ぶ）構造の挙動は静的な場合と比べて大きく異なることが知られており、耐衝撃性に対する研究が盛んに行われている<sup>1)</sup>。そこで本研究では、重錐衝突による RC はりの衝撃破壊挙動の解明をめざし、静的実験と重錐落下衝撃実験を行った。最後に、本研究から得られた衝撃応答特性、曲率分布等に関して得られた知見を示す。

2. RC はりの衝撃実験

2.1 実験概要

表-1 に供試体名、载荷方法を示す。図-1 には、実験に使用した一供試体の諸元を示し、図-2 には衝撃実験に用いた重錐落下実験装置を示す。はりの支点部ではリバウンドを防ぐため、鋼製の治具により上下方向変位を拘束した。

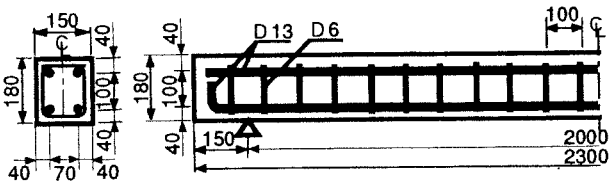


図-1 供試体諸元

表-1 供試体名一覧

|      | 供試体名   | 供試体<br>スパン(cm) | 载荷方法     |          |             |
|------|--------|----------------|----------|----------|-------------|
|      |        |                | 重錐質量(kg) | 落下高さ(cm) | 衝突速度(m/sec) |
| 静的実験 | A4S1   | 200            | -        | -        | -           |
|      | B4S1   | 110            | -        | -        | -           |
|      | C4S1   | 70             | -        | -        | -           |
|      | A4D1H5 | 200            | 194      | 128      | 5.0         |
| 衝撃実験 | A4D1L4 | 200            | 109      | 100      | 4.4         |
|      | A4D1L6 | 200            | 109      | 227      | 6.7         |
|      | B4D1H5 | 110            | 194      | 128      | 5.0         |
|      | C4D1H5 | 70             | 194      | 128      | 5.0         |
|      | C4D1H3 | 70             | 194      | 46       | 3.0         |
|      | C8D1H3 | 70             | 194      | 46       | 3.0         |
|      | C0D1H3 | 70             | 194      | 46       | 3.0         |
|      |        |                |          |          |             |

2.2 実験結果および考察

(1) 破壊状況

図-3 に、実験終了後のひびわれ状況を示す。衝撃実験においては、スパン 200cm では、静的実験の同じケースに比べてひびわれの領域が広いことが確認でき、また载荷点付近での曲げせん断ひびわれと負の曲げモーメントによるはり上面でのひびわれも確認できる。スパン 110cm, 70cm では、はり中央の上面では圧壊や剥離、曲げせん断ひびわれが見られ、特にスパン 70cm では、斜め引張ひびわれがはっきり現れ、最終的には押し抜きせん断破壊に至っていることがわかる。

(2) 荷重・変位の応答特性

図-4 は、スパンが異なる場合の荷重および変位波形である。荷重波形より、スパンが長いほど荷重作用時間が大きく、力積が小さいことがわかる。また、荷重の最大値はスパンが長いほどわずかながら大きくな

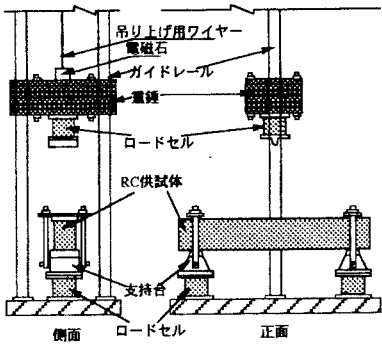


図-2 衝撃実験装置

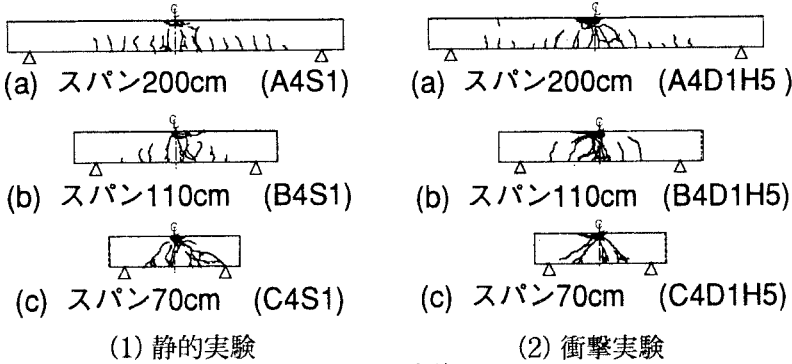
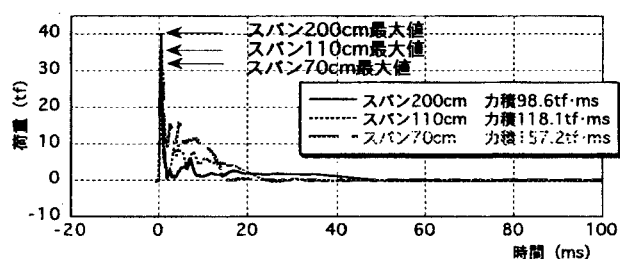
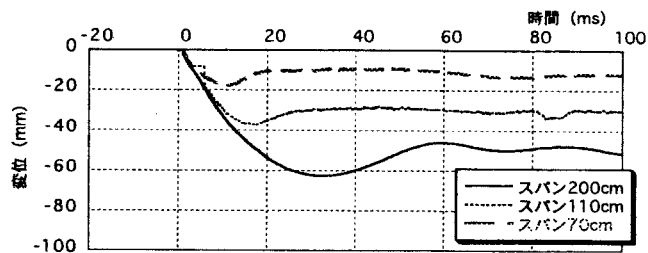


図-3 破壊状況



(1) 荷重応答



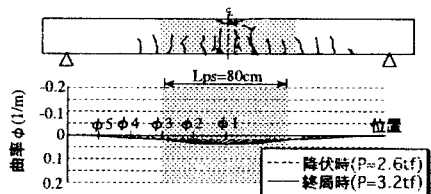
(2) 変位応答

図-4 スパンの相違による荷重・変位応答

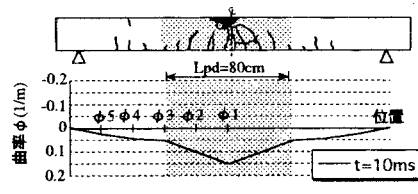
っている。また変位波形より、最大変位のスパンの相違による傾向は見られなかった。

### (3) 曲率分布

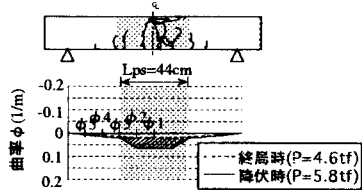
本研究では、静的実験、衝撃実験について、上側・下側両鉄筋に配置したひずみゲージの値から各断面における曲率 $\phi$  (1/m)を算出した。図-5は、静的実験での各スパンにおける曲率分布を示したものである。図中のハッチの部分には引張鉄筋が降伏し塑性状態に到達している領域を示している。ここで塑性状態に達している領域の長さを $L_{ps}$ とした。これよりスパン長 $L$ に対する静的塑性長さの比( $L_{ps}/L$ )は、スパン長が短いほど



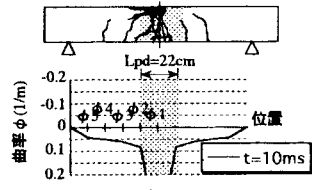
(a) スパン200cm A4S1



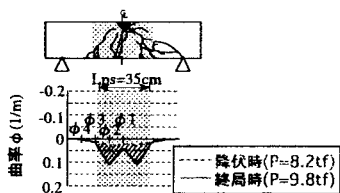
(a) スパン200cm A4D1H5



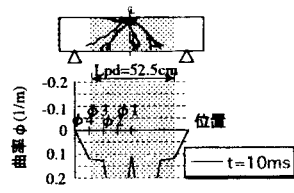
(b) スパン110cm B4S1



(b) スパン110cm B4D1H5



(c) スパン70cm C4S1



(c) スパン70cm C4D1H5

図-5 曲率分布(静的実験)

図-6 曲率分布(衝撃実験)

大きいことがわかる。図-6は、衝撃実験におけるスパン長の異なる場合の曲率分布を示したものである。ここでは、急激な曲率変化点により判断して、静的の場合と同様に動的塑性長さ( $L_{pd}$ )を定めた。これより曲げ破壊型のスパン 200cm および 110cm について、動的塑性長さは、スパン長の 0.2~0.4 程度、静的塑性長さの半分から同等程度であることがわかる。また、せん断破壊型のスパン 70cm について、動的塑性長さは、スパン長の 0.8 程度、静的塑性長さの 1.5 倍程度であることがわかる。

### 3. まとめ

- 1) RC はりの衝撃実験から、比較的スパンの短いはりにおいて静的実験では見られない衝撃荷重特有の押し抜きせん断破壊破壊が確認できた。
- 2) 本実験において、最大荷重および荷重作用時間については、スパンに影響し、また、スパンが短いほど力積が大きいことが確認できる。
- 3) 各断面の曲率 $\phi$ から、曲げ破壊型のはりについて、動的塑性長さは静的塑性長さの半分から同等程度、また、せん断破壊型のはりでは、動的塑性長さは静的塑性長さの 1.5 倍程度であることが確認できた。

### 参考文献

- 1) 土木学会：構造工学シリーズ 8、ロックシェットの耐衝撃設計、1998 年