

防衛大学校 学生員 ○高橋芳彦

防衛大学校 正員 角 和孝

防衛大学校 正員 石川信隆

1 緒言

近年、落石によるロックシェッドへの衝撃、航空機による原子炉への衝突、さらに船舶による海洋構造物への衝突など、衝撃的な荷重を受けるコンクリート構造物の動的応答に関する実験的および理論的研究が益々活発になってきた。^{1),2)}本研究は、コンクリート構造物の耐衝撃設計法を開発するための第一歩として、衝撃荷重を受けるRCはりの衝撃応答を基礎的実験により究明しようとしたものである。本報告では、両端支持のRCはりに重錘の自然落下による横衝撃を与え、鉄筋量(引張鉄筋径)をパラメータとして衝撃による変形状、すなわち、①破壊状況、②変位～時間曲線、③鉄筋ひずみ～時間曲線、④振動モードなどを調べたものである。

2 実験の概要

(1) 衝撃載荷装置 図-1に示すように、鋼製の重錘をガイドで誘導し、自然落下によりRCはりの中央点に横衝撃を与える。重錘の形状は試験体中央の幅方向に集中荷重が加わるように下部を半径5cmの半円柱形とし、重量は47kgとした。落下高さは、本実験を通じて1mとした。また支点の支持条件を単純支持とするため、試験体の上と下を鋼製の円柱に搭するようにし、支持台にボルトで締めつけた。

(2) 試験体 試験体の断面は図-2に示すように、長さ140cm、スパン長120cmで、引張側に2本の鉄筋を配置した単鉄筋はりである。なお、20cm間隔に異形鉄筋D6をスタップとして配置した。軸鉄筋は異形鉄筋とし、D10、D13、D16、D22の4種類(表-1参照)に変化させ、各2本について実験を行った。コンクリートは水セメント比53%、スランプ8cm、細骨材率42%、設計基準強度 240 kgf/cm^2 である。

(3) 計測装置 図-1に示すような位置にひずみゲージおよび変位計および加速度計をとりつけ、図-3に示すようなフローチャートにより計測装置を設置した。ひずみは鉄筋およびコンクリートについて箔ひずみゲージで測定し、加速度計は試験体中央下部にとりつけ、変位計は非接触型のものを用い、中央および1/4点の変形を測定した。測定したデータはディジタルメモリー(8bit、サンプリングタイム10μs)に記憶させ、その後パーソナルコンピュータで処理分析を行なった。

3 実験結果および考察

(1) 鉄筋量の破壊性状に及ぼす影響: 一般に衝撃荷重によって構造物に生ずる破壊は、硬質物体が高速で衝突する場合に生ずる局部的破壊(侵徹、多微、表面飛散、裏面剝離など)と重量が比較的大きい物体が低速で衝突する場合に生ずる全体的破壊の2つの破壊性状がある。本実験では、衝突速度が 4.4 m/s と比較的低速で重錘重量が試験体重量の約57%と大きいため、図-4のひびわれ状況からみかると、後者に属する変形状を示し、衝突面の侵徹など

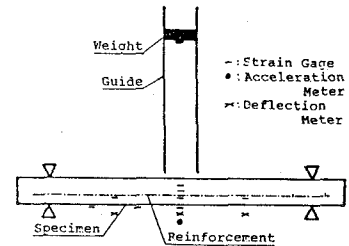


図-1 衝撃荷重載荷装置

表-1

試験体名	鉄筋量 (cm^2)
D 10	1.426
D 13	2.54
D 16	3.96
D 22	7.76

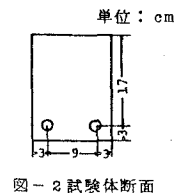
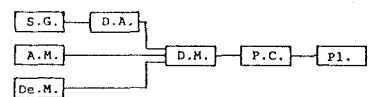


図-2 試験体断面



S.G. : Strain Gauge D.A. : DC Amplifier
A.M. : Acceleration Meter D.M. : Digital Memory
De.M. : Deflection Meter P.C. : Personal Computer
P.L. : Plotter

図-3 計測装置フローチャート

は観察されなかった。

次に図-4 (a) のD10では、はりの下側(引張側)にひびわれが大きく発生しているが、一方の図-4 (b) のD22では上側(A線)にひびわれ線がみられる。これは上下振動によって生じた引張破壊によるものと推定される。

(2) 鉄筋量の変位応答に及ぼす影響: 図-5は試験体中央変位~時間曲線を鉄筋径D10, 13, 16, 22をパラメータとして示したもので、D16, D22の場合は最初の半周期($1/2T=6.0\text{ms}$ および 5.5ms)は正弦波的であり、弾性体として1次振動をしていることがわかる。一方、弾性計算によりこれらの1次固有周期を求めると、 $T=6.25\text{ms}$ および 5.14ms となり、実験値の約半分となっている。これに対して、D10, D13の場合は1次の非弾性振動を行っており、特にD10では塑性変形が残留していることが認められる。

(3) 鉄筋量の鉄筋ひずみに及ぼす影響: 図-6はスパン中央部の鉄筋ひずみ~時間曲線を鉄筋径をパラメータとして示したもので、最大ひずみ量はD10で約 6000μ , D13で約 3000μ , D16およびD22で 2000μ 以下となっている。これより、D10では鉄筋も降伏しており、塑性変形が大きく生じていることが確認される。

(4) 鉄筋量の振動モードに与える影響: 図-7(a)および(b)はD10およびD22の変形性状の時間的経過すなわち振動モードを示したもので、D10の場合は下方側のみで振動しているが、D22の場合上下で振動していることが認められる。これはD10の場合剛性が小さいため、塑性変形を生じて上方まで弾性回復できる能力がないのに対し、一方のD22の方は剛性が大きいため、弾性振動しているものと思われる。

4 結言

本研究では、単鉄筋はりの鉄筋量(鉄筋径)のみをパラメータとし、他の条件をすべて一定として衝撃応答実験を行なったもので、これより鉄筋径D10の場合は塑性変形が明らかに生じたが、D22の場合は弾性応答をしていることが認められた。

謝辞 本実験を行なうに際し、防大本科学生星川辰雄君、後藤一郎君の御協力を得、また防衛庁第4研究所藤本一男氏の御援助にことを付記して謝意を表します。

参考文献

- 1) Ohnuma, H. et al.; Impact Behavior of R.C. Beam Loaded by Moderate Speed Gun, Proc. of the 27th Japan Congress on Materials Research, pp. 209-214, Kyoto, Japan, 1984.
- 2) 竹田仁一, 立川博之, 藤本一男; コンクリートと衝撃(衝撃をうけるコンクリートの性状と実験), コンクリート工学, Vol. 15, No. 4, pp. 1-11, 昭和52年4月.

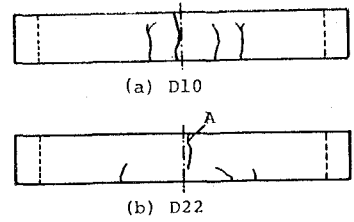


図-4 ひびわれ状況

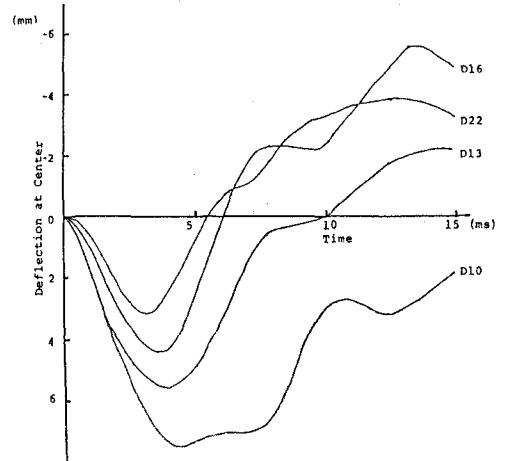


図-5 変位~時間関係

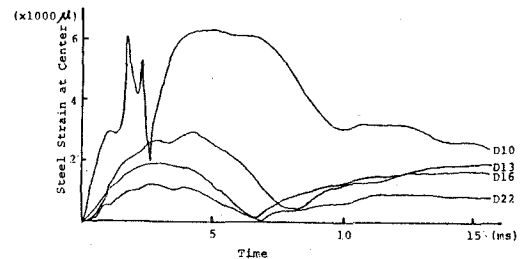


図-6 鉄筋ひずみ~時間関係

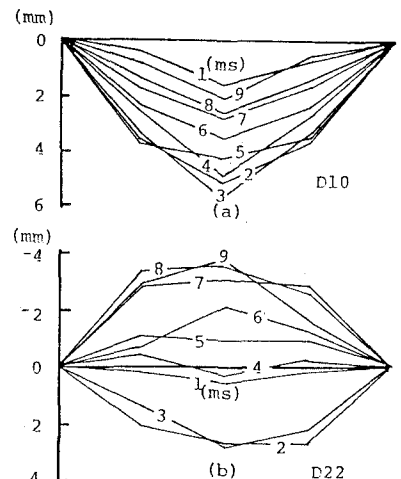


図-7 振動モード