

I-363

高速載荷に対するRCはりのエネルギー吸収能

防衛大学校 学生員 ○ 山田伊智郎 正 員 内田 孝
防衛庁第四研究所 正 員 藤本一男 正 員 山口 弘

1 まえがき

高速載荷を受ける材料の力学的特性は、静的な載荷の場合に比べてかなり異なることが知られている。一方、山岳施設に対する落石、火薬類の爆発あるいは衝突などのように衝撃荷重を受ける鉄筋コンクリート(以下RC)構造物の耐衝撃設計を確立するためには、高速荷重に対するRC部材の動的特性と各種限界性能を定量的に把握する必要がある。先に著者らは、衝撃を対象とした解析に関して報告しているが¹⁾、本研究は、鉄筋比をパラメータとして鉄筋コンクリートはりの高速載荷実験を行い、動的な荷重変形関係及びエネルギー吸収能に関して検討を行ったものである。

2 RCはりの高速載荷実験

(1)載荷方法 載荷には、図-1に示す多連式油圧ポンプによる高速載荷装置を用いた。載荷方法は、棒状の載荷体を試験体に接触させた状態からアクチュエータを急速に変位させて、試験体に載荷するものである。試験体の支持条件は単純支持であり、本載荷方法では支持点上での試験体の跳躍は生じないことを確認している。高速載荷実験の平均載荷速度は0.173tonf/ms(静的な場合0.005tonf/ms)、はり中央の変形速度は0.6m/sである。

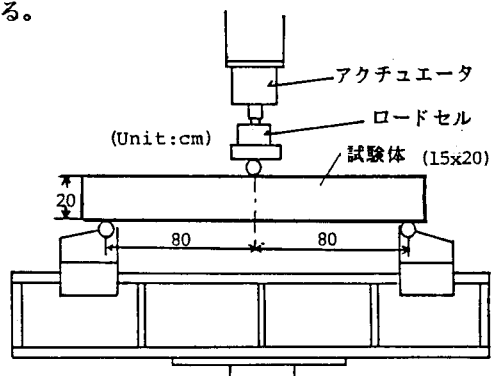
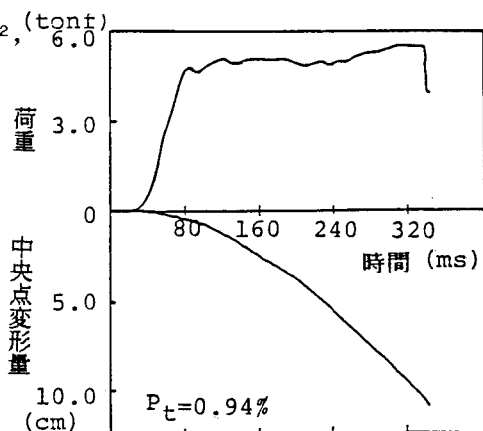


図-1 高速載荷装置

(2)試験体 試験体は、断面15x20cm、長さ180cm(スパン長160cm)で、引張り鉄筋を2本配置した単鉄筋コンクリートはりである。本研究では鉄筋比をパラメータとした試験体を用いた。使用したコンクリートは圧縮強度 $\sigma_c=304\text{kgf/cm}^2$ 、鉄筋(D10,D13,D16)の引張強度は3種ともばらつきが少なく、平均は3658kgf/cm²であった。

3 実験結果

図-2に、鉄筋比が0.94%の場合の荷重-時間およびはり中央の変形-時間関係を併せて示した。図より荷重は載荷直後から急激に上昇し、ほぼ一定になった後急激に低下する。この傾向はいずれの試験体においても同様であった。荷重がほぼ一定となる区間において、最大荷重を最大耐力とし、荷重が急激に低下する時間に対応する変形量を終局変形量とした。

図-2 高速載荷時の荷重～時間および
はり中央の変形～時間関係

(1)最大耐力と鉄筋比の関係 図-3は、最大耐力と鉄筋比の関係を示したものである。静的、動的な場合のいずれも、鉄筋比が大きくなるにつれて最大耐力は比例的に増大している。実験結果より得られる最大耐力 P_u と鉄筋比 P_t の回帰式は、動的載荷の場合では $P_u=5.38 P_t+1.24(\text{ton})$ である。静的載荷に対する耐力の上昇率は約24%であった。

(2)終局変形量と鉄筋比の関係 図-4からわかるように、鉄筋比が増加するにしたがい、静的、動的のいずれも終局変形量は比例的に減少している。動的載荷に対する終局変形量 δ_u と鉄筋比の関係も、(1)と同様に線形関係式として $\delta_u=-6.3 P_t+17(\text{cm})$ で表される。静的載荷に対する関係式は図中の破線で示した。動の場合と静的な場合との間には約20%程度の相違がみられる。

(3)エネルギー吸収能と鉄筋比の関係 図-5にエネルギー吸収能(終局変形にいたるまでの荷重と変形の積

として求めた）と鉄筋比の関係を示している。図中の●印および○印は、それぞれ動的および静的荷重実験の結果から得られたエネルギー吸収能の値である。エネルギー吸収能 U と引張り鉄筋比 P_t との関係は(1)、(2)で得られた線形関係とは異なっており、いま2次曲線を仮定して求めれば、静的荷重に対しては $U = -12.7(P_t - 1.07)^2 + 41.1(t \cdot \text{cm})$ のように得られ、図-5の破線のようにになる。また、それぞれの鉄筋比における動的荷重の場合のエネルギー吸収能を求め、その平均値をとると動的荷重の場合、静的荷重に対する増加率は約15%程度である。そこで、静的な場合の式を増加分だけ平行移動したものを実線で示した。図より、動的な場合でも同じような傾向があることがわかる。本実験の場合、引張り鉄筋比が1.0%程度でエネルギー吸収能が最大となっている。

4 結論

今回行った実験によって、高速荷重に対するRCはりの動的特性のうち、主として最大耐力、終局変形およびエネルギー吸収能に関して以下のことが明らかとなった。

- (1) 高速荷重時の最大耐力は鉄筋比の増加にともなって上昇し、その関係はほぼ比例する。また、静的荷重に対して約24%程度耐力が増大する。
- (2) 終局変形量は鉄筋比の増大にともなって比例的に減少する。また、動的荷重時の終局変形量は、静的な場合の約20%程度大きい。
- (3) エネルギー吸収能と鉄筋比の間には、ほぼ2次曲線で表される関係があり、高速荷重時、静的荷重時とも、引張鉄筋比が1%程度で最大となる。
- (4) 高速荷重に対するRC部材のエネルギー吸収能は、静的時に対して15%の増加が認められる。

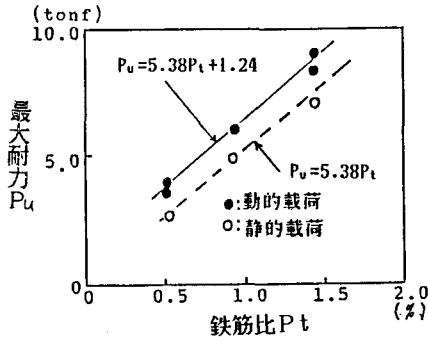


図-3 最大耐力と鉄筋比の関係

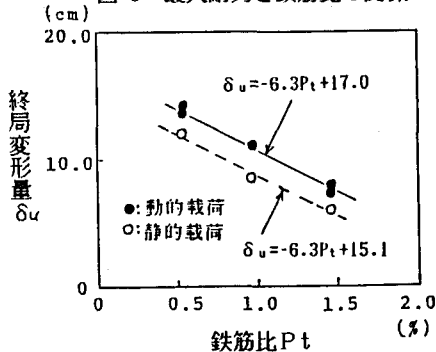


図-4 終局変形量と鉄筋比の関係

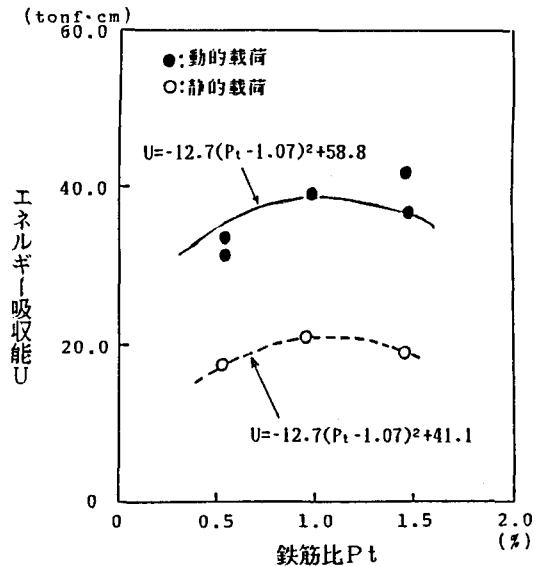


図-5 エネルギー吸収能と鉄筋比の関係

- 1) 山田、高橋、大野、内田：RCはりの衝撃応答解析法における衝撃外力の取扱について

土木学会関東支部、pp.26-27, 1986.3.

- 2) 高橋、塩治、大野、石川、内田：ひずみ速度効果を考慮した鉄筋コンクリートはりの衝撃曲げ応答解析、構造工学論文集Vol.32A, pp.669-682, 1986.3.