

(1-9) 鉄筋コンクリート梁の耐衝撃限界性能

防衛大学校 学生員 山田 伊智郎
" 学生員 辻本 雅洋
" 正員 内田 孝

1. はじめに

最近、衝撃問題への関心が高まっている。しかし、RC材の高速曲げ変形時の吸収エネルギー限界量は今まであまり研究されていない。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曲げ吸収エネルギー限界量について検討したものである。

2. 実験

(1)実験装置と載荷速度 載荷には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急速に変位させて試験体に載荷するものである。試験体は単純支持した。静的実験の載荷速度は約0.024cm/sec、動的实验の載荷速度は約60cm/secであった。

(2)試験体 試験体は引張側に鉄筋(D10[0.53%]D13[0.94%],D16[1.47%])を2本配置した単鉄筋コンクリートはり、引張側と圧縮側にそれぞれ同量の鉄筋(D10,D13,D16)を配置した複鉄筋コンクリートはりである。せん断補強にはスターラップをφ6mmの鉄筋を8cm間隔で配置した。スパン長は単筋はりは160cm、複鉄筋はりは130cmである。コンクリートの圧縮強度はそれぞれ平均304kg/cm²と平均308kg/cm²、鉄筋の降伏強度は平均3658kg/cm²であった。

(3)結果

(a)単鉄筋コンクリートはり 終局変形量は荷重が急激に減少した点に対応する中央点の変形量とした。限界回転角 (終局変形量/半スパン長)は動的、静的とも鉄筋比が増加すると減少する。動的限制回転角は静的制限回転角に対し約20%増加する。最大モーメントは鉄筋比の増加にともなって上昇する。動的限制最大モーメントは静的に比し約25%の増加となった。吸収エネルギーを M_u (最大モーメント)と θ_u (制限回転角)の積とすると静的吸収エネルギーは、鉄筋比が1%程度で最大になる。動的吸収エネルギーは静的に対し約45%の増加となった。(図-1)

(b)複鉄筋コンクリートはり 制限回転角は静的、動的とも鉄筋比の増加にともない増大する。制限回転角は静的に対して平均20%増加する。しかし鉄筋比が0.53%時は静的、動的とも鉄筋が破断し動的限制回転角は静的と同じ程度であった。最大モーメントは動的、静的とも鉄筋比の増加にしたがって増加する。また、動的限制最大モーメントは静的に対して平均10%の増加となった。吸収エネルギーは鉄筋比が増加するにしたがって増加する。また、動的な吸収エネルギーは鉄筋比0.53%のものを除いて静的吸収エネルギーに比べて平均40%の増加になった。(図-1)

3. 動的限制吸収エネルギーの推定

ひずみ速度に応じたコンクリート、鉄筋の応力～ひずみ関係を決定し、さらにひび割れ範囲の変化を考慮して、動的限制回転角および最大モーメントを計算した。動的限制吸収エネルギーは動的限制回転

(tonf・cm)

(U_u)

(U_u)

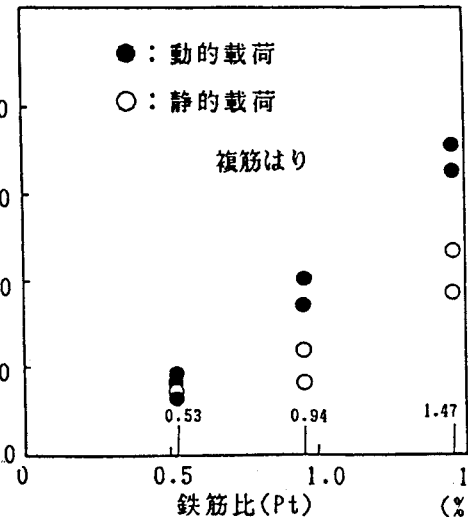
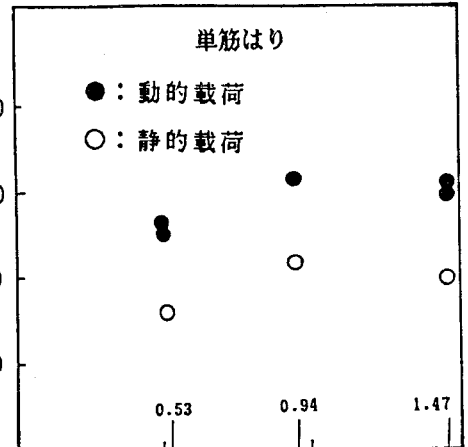


図-1 限界吸収エネルギーと鉄筋比

角と最大モーメントの積とした。動的限界吸収エネルギーを次に示す。

$$U_u = \frac{\epsilon_{dcu} \cdot l_p \cdot \mu_u}{X} \quad \begin{matrix} \epsilon_{dcu}: \text{コンクリートの動的終局ひずみ, } l_p: \text{ひびわれ範囲} \\ \mu_u: \text{最大モーメント, } X: \text{中立軸から圧縮縁までの距離} \end{matrix}$$

4. 限界吸収エネルギー靱性率 (図-2)

限界吸収エネルギー靱性率は限界吸収エネルギー (U_u) を静的載荷時のはりの降伏までの吸収エネルギー (U_{sy}) で割ったものと定義する。限界吸収エネルギー靱性率は複筋比 0 の場合は鉄筋比が増加するにしたがって減少するが、複筋比 1 の (U_u/U_{sy}) 場合は増加するがその増加率は小さい。図中、丸印は実験値を、実線は計算値を表している。

5. 最少鉄筋比 (図-3)

引張鉄筋比が小さく、複筋比が大きい場合、限界吸収エネルギーが動的な場合と静的な場合とほぼ同じになる。これは引張り鉄筋が破断するために生じると考えられる。そこでこの様な引張り鉄筋の破断を生じさせないために、実験により鉄筋の終局破断ひずみを25%とした。平面保持の仮定と釣合条件によって最少鉄筋比を定めた。最少鉄筋比を次に示す。

$$\rho_{t, \min} = \frac{0.706 \cdot f_c \cdot X}{(f_y - r \cdot E_s \cdot \epsilon_s \cdot (X - d')) / (d - X)} d$$

P t : 鉄筋比, f_c : コンクリートの圧縮強度, X : 中立軸から圧縮縁までの距離, d : 有効せい f_y : 鉄筋の破断強度, d' : 圧縮鉄筋から圧縮縁までの距離, E_s : 鉄筋のヤング係数, ε_s : 鉄筋の破断ひずみ。図中、丸印は実験値を、実線は計算値を表している。

6. 結論

(1) 単鉄筋はりの場合, 引張り鉄筋比 1 % 以上では鉄筋量が増加しても限界吸収エネルギーの増加は望めない。

(2) 限界吸収エネルギー靱性率は鉄筋比が増加すれば単鉄筋はりでは減少し、複鉄筋はりでは増加する。しかし、増加率は小さい。

(3) 最少鉄筋比を提案することにより、複鉄筋比 1 の場合より安全な設計が可能となった。

参考文献

1) 山口弘, 藤本一男, 野村設郎: 高荷重を受ける鉄筋コンクリート梁の動的応答解析, 構造工学論文集 vol. 328, 1986, 3

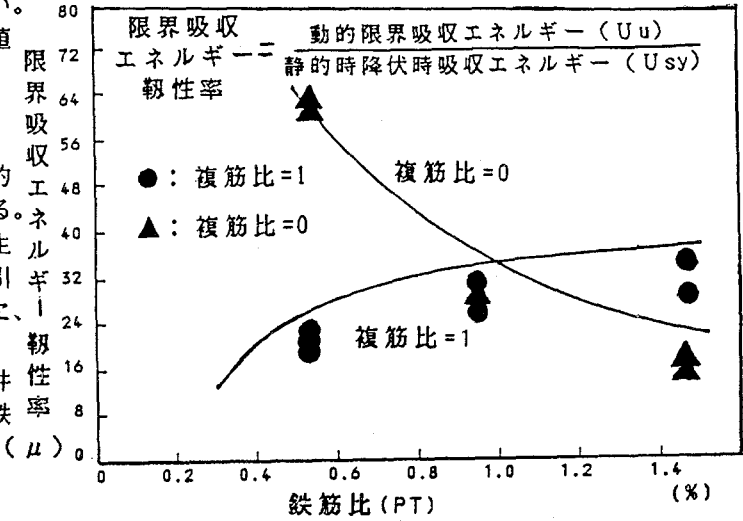


図-2 複筋比と動的限界吸収エネルギー靱性率

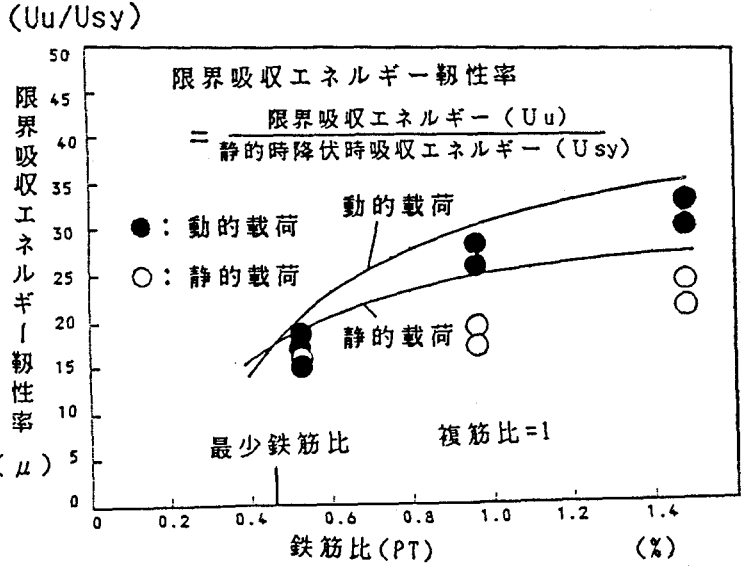


図-3 変形速度と限界吸収エネルギー靱性率