

岐阜大学 正 六郷 恵哲
 岐阜大学 学 内田 裕市
 岐阜大学 正 小柳 治

1. まえがき

コンクリートの靱性を評価し比較するためには、コンクリート供試体の破壊時の荷重変位関係を計測しなければならない。また、RC構造物全体の靱性や変形能を評価するには、各構成部材の最大耐力突後の荷重変位関係を知る必要があると考えられる。しかし、コンクリート供試体やRC部材の最大耐力突後の破壊現象は、従来の変位速度を制御する載荷試験条件のもとでは不安定となって計測が困難となる場合が少なくない。本研究においては、完全な荷重変位曲線を計測するための一般化した手法を確立することを目指しており、ここでは、高強度コンクリートならびにレジンコンクリート供試体を対象として、最大耐力突後に荷重も変位もともに減少する極めて不安定な破壊現象を、破壊現象の進展速度を制御する載荷方法により、通常の耐圧試験機を用いて計測した結果を報告する。

2. 破壊現象の安定性

荷重変位曲線として、図-1に示す曲線Aと曲線Bを考える。本研究での変位は、すべて載荷突下での荷重方向の変位を意味する。

1) 荷重増加速度を制御する載荷方法。この載荷方法では、曲線A,B上の最大耐力突a,bの後には、荷重が曲線上の突に対応しないので、突a,bの後には不安定となり、最大耐力突後の曲線を計測できない。

2) 変位増加速度を制御する載荷方法。この載荷方法によれば、曲線A上の突は変位と一対一に対応するので曲線Aを計測できる。一方、曲線Bは、突Cで急激な不安定破壊、すなわち、突Cから突eへの不連続な変化が主じ、突C以降の区間Cdeを計測できない。

3) 破壊現象の進展速度を制御する載荷方法。曲線Bのような、荷重も変位もともに減少する区間Cdを含む場合に急激な破壊を生じさせないためには、曲線上の突と一対一に対応する破壊現象をパラメタとし、これを制御する載荷方法を用いなければならないと考えられる。本研究では、パラメタとして、消散エネルギー量あるいはAE (Acoustic Emissions) 発生数を選び、これらの増加速度を抑制する方法を用いた。

4) 載荷方法に関する従来の研究。Hudson¹⁾は、主として岩石供試体の荷重変位曲線の計測方法について検討しており、荷重変位曲線が曲線Aの場合には、試験機の剛性が供試体の剛性よりも高くすれば変位制御により曲線を計測でき、また、曲線Bの場合には、載荷突変位の代わりに構ひずみ(圧縮供試体の場合)や開口変位(曲げ供試体の場合)をフィードバック(Feedback)信号として使えるクローズドループ(Closed Loop)油圧サーボ制御方式の試験機を用いれば、曲線の計測が可能であると述べている。

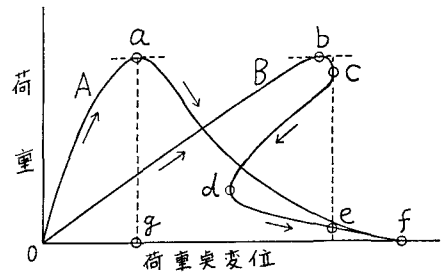


図-1 載荷方法と荷重変位曲線

3. 荷重変位曲線の計測結果

1) 高強度コンクリート曲げ供試体。高強度コンクリート(圧縮強度 $\sigma_c = 112.3 \text{ kgf/cm}^2$)の曲げ供試体の断面寸法を $7.5 \times 7.5 \text{ cm}$ とし、載荷スパンを 30 cm 、 60 cm 、 90 cm の3種類として、3等分突に載荷して計測した荷重

変位曲線の代表曲線を図-2に示す。これらの代表曲線は、最大耐力突後の領域で消散エネルギー量が急激に増加しないように、載荷除荷の操作を繰返して得られた荷重変位曲線の包絡線(1~3本)を図上で平均した曲線である。載荷スパンが長くなると最大耐力突以後、荷重も変位もともに減少する現象が顕著にあらわれる。載荷スパンが60cmと90cmの場合には、最大耐力突までの加力エネルギー W_p (%)が、全消散エネルギー W_f (%)よりも大きい。これらの供試体を変位速度一定の条件下で試験すると、最大耐力突を超えたところで不安定破壊が生じ、余分のエネルギー($W_p - W_f$)が供試体を飛散させると考えられる。

2) 高強度コンクリート圧縮供試体 最大耐力突後の消散エネルギー量の急激な増加を抑制する方法によって計測した高強度コンクリート圧縮供試体の荷重変位曲線の代表曲線を図-3に示す。高強度コンクリートの圧縮供試体の荷重変位曲線においても、最大耐力突以後、荷重も変位もともに減少する現象が認められた。

3) レジンコンクリート曲げ供試体 不飽和ポリエステル樹脂を結合材としたレジンコンクリート($\rho_c = 1480 \text{ kgf/cm}^3$) 曲げ供試体の荷重変位曲線の代表曲線を図-4に示す。セメントコンクリートに比べ、レジンコンクリートでは、ゲル構造を含まないため、AE波の減衰が小さく、AE計測装置の感度が同一の場合には1桁以上多いAE発生数が計測される。このため、レジンコンクリートの曲げ供試体の場合には、AE発生数が急激に増加しないよう制御することにより、最大耐力突後の曲線を計測することが可能であった。

4. まとめ

消散エネルギー量やAE発生数といった、コンクリートの破壊現象の進展と対応する変数をモニターすることにより、通常の手動式油圧試験機を用いて、最大耐力突後に荷重も変位もともに減少する領域を含むコンクリート供試体の荷重変位関係を計測することができた。

参考文献

- 1) Hudson, J.A., Crouch, S.L. and Fairhurst, C.: Soft, Stiff and Servo Controlled Testing Machines, Dept. of Civil and Mineral Eng., Univ. of Minnesota, 1971.

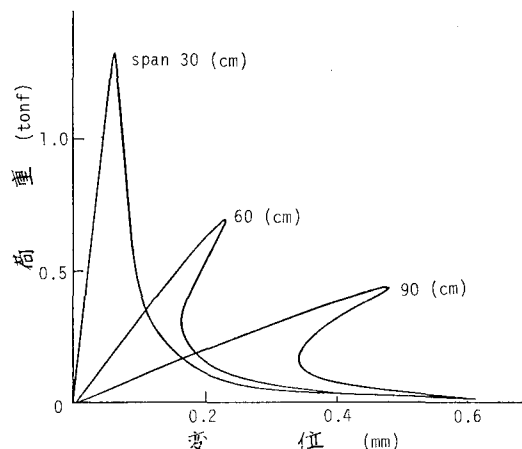


図-2 高強度コンクリート曲げ供試体の荷重変位曲線。

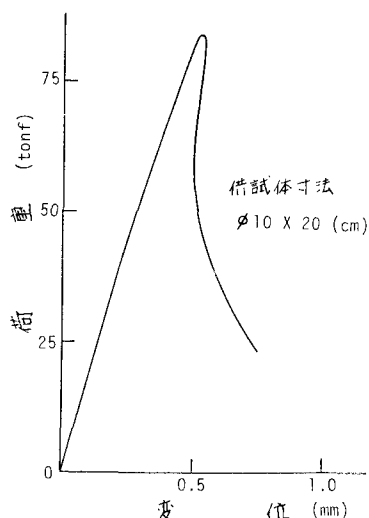


図-3 高強度コンクリート圧縮供試体の荷重変位曲線

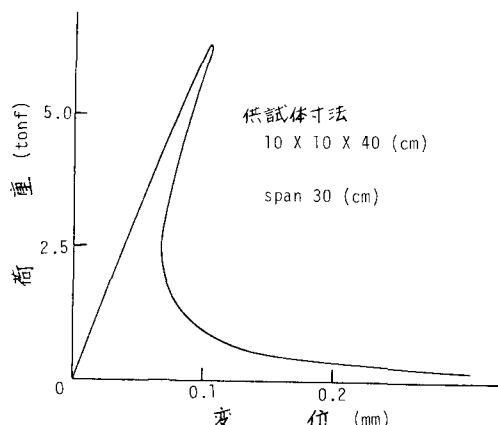


図-4 レジンコンクリート曲げ供試体の荷重変位曲線