

岐阜大学 正 小柳 治

岐阜大学 正〇 六郷 恵哲

岐阜大学 学 内田 裕市

1. まえがき コンクリートの靱性(破壊時のエネルギー吸収能力)を改善した鋼繊維補強コンクリートなどが近年開発されているが、これらのコンクリート材料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点以降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部材の最大耐力点以降の破壊現象は、従来の変位速度を一定とした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、完全な荷重変位関係を計測するための一般化した手法を確立することを目的としており、ここでは、コンクリート曲げ供試体を対象とし、最大耐力点後に荷重と変位がともに減少する極めて不安定な破壊現象を、現象(ひびわれ)進展速度を抑制する載荷方法によって計測・記録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。荷重増加速度を一定に保つ載荷試験方法では、曲線A, B上の最大耐力点a, bの後には、荷重が曲線上の点と対応しないので、点a, bで不安定となり、最大耐力点以降の曲線を計測できない。変位増加速度を一定に保つ載荷試験方法によれば、曲線A上の点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、点cで急激な不安定破壊、すなわち、点cから点eへの不連続な変化(カストロフィー)が生じ、点c以降の区間(c-d-e)を計測できない。

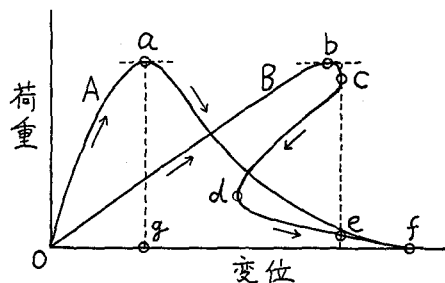


図-1

な変化(カストロフィー)が生じ、点c以降の区間(c-d-e)を計測できない。曲線Bのような、荷重も変位もともに減少する区間(c-d)を含む場合に急激な破壊を生じさせないためには、曲線上の点と一対一に対応する現象をパラメータとして選び、この現象の進展速度を一定に保つ載荷試験方法を用いればよいと考えられる。コンクリート曲げ供試体の破壊過程においては、最大耐力点で、供試体の引張縁に単一ないしは少数のひびわれが生じ、これが圧縮側へ進展して供試体全体の耐力力が失われる。¹⁾ また、ひびわれ進展量は、荷重変位図において載荷・除荷曲線で囲まれる面積(消散エネルギー)に比例する。¹⁾ そこで、本研究では、パラメータとして、ひびわれ進展量をとりあげ、これと比例関係にある消散エネルギー量の増加速度を抑制することにより供試体の破壊現象を制御することを試みた。

3. 実験概要 モルタル($\sigma_c = 44.2 \text{ kg/cm}^2$)と高強度コンクリート($\sigma_c = 112.3 \text{ kg/cm}^2$)の曲げ供試体を用いた。断面は $7.5 \times 7.5 \text{ cm}$ とし、長さは40, 70, 100 cmの3種類とした。それぞれ載荷スパンは30, 60, 90 cmであり、3等分点載荷を行なった。図-2に示すように、変位計測装置を供

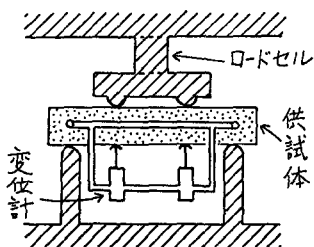


図-2

試体に直接取付け、載下桌下での荷重方向の変位を計測し、X-Yレコーダーに荷重変位関係を記録した。

4. 結果と考察 荷重変位曲線の一例を図-3に示す。最大耐力域以降の領域では、ひびわれ量(荷重変位図上の消散エネルギー量)が急激に増加しないように載荷除荷の操作を繰返した。モルタルならびに高強度コンクリートの荷重変位曲線を図-4, 5に示す。これらの曲線は、各試験条件下で得られた荷重変位曲線の包絡線(1~3本)を平均した曲線である。本実験の結果から、現象(ひびわれ)進展速度を抑制する載荷試験方法によって、荷重と変位がともに減少する区間を含む場合にも完全な荷重変位曲線を計測しうることも明らかになった。

各試験条件下での曲げ強度 σ_b 、全消散エネルギー W_f (図-1で $\triangle$ -Oaf)、最大耐力域での加力エネルギー W_p (図-1で $\triangle$ -Oag)を表-1に示す。供試体の自重の影響を考慮して補正した曲げ強度の値を表-1の()内に示す。表-1の σ_b と W_p の値は4~5個の供試体の平均値である。曲げ強度 σ_b は、供試体長さが異なるにつれて低下する傾向にあるが、本実験の供試体長さの範囲では、その低下の度合は小さい。全消散エネルギー W_f は、測定値の数が少ない(1~3個)ことを考慮すれば、供試体長さの影響をほとんど受けていないと考えられる。載荷スパンが90cmの場合には、最大耐力域での加力エネルギー W_p が全消散エネルギー W_f をうわすわっている。これらの供試体を変位速度一定の条件下で試験すると、図-1の点Cに相当する点で不安定破壊が生じる。すなわち、すでに蓄えられているエネルギーは、破断に必要なエネルギーに変換され、さらに残りのエネルギーは供試体を飛散させると考えられる。

1) 岡田・小柳・六郷: 土木学会論文報告集, 285号, 1979年5月。

表-1

	載荷 スパン cm	曲げ強度 σ_b kg/cm ²	全消散エネ ルギー, W_f kg·cm	最大耐力域での 加力エネルギー W_p , kg·cm
モルタル	30	58.0 (58.2)	4.9	2.1
	60	53.6 (54.4)	4.4	3.7
	90	50.1 (52.0)	4.2	4.6
高強度 コンクリート	30	94.6 (94.8)	11.8	4.3
	60	99.4 (100.2)	7.6	8.4
	90	94.3 (96.2)	8.8	11.4

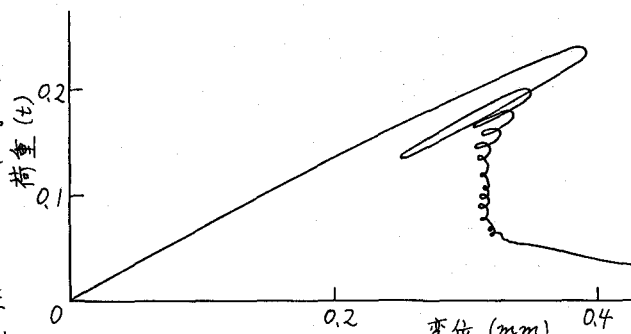


図-3 荷重変位曲線の一例 (モルタル)

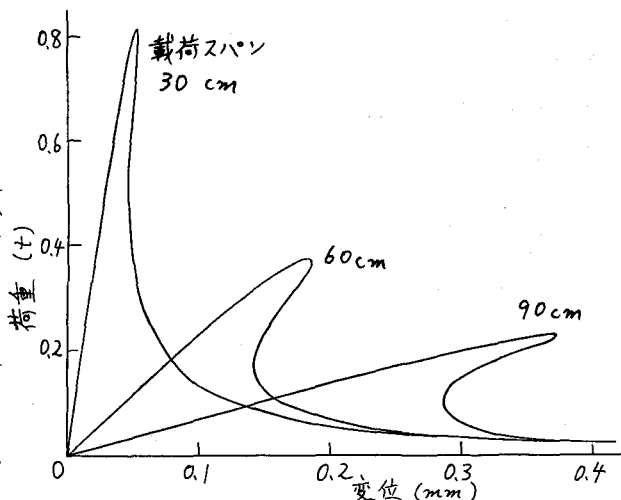


図-4 モルタルの荷重変位曲線

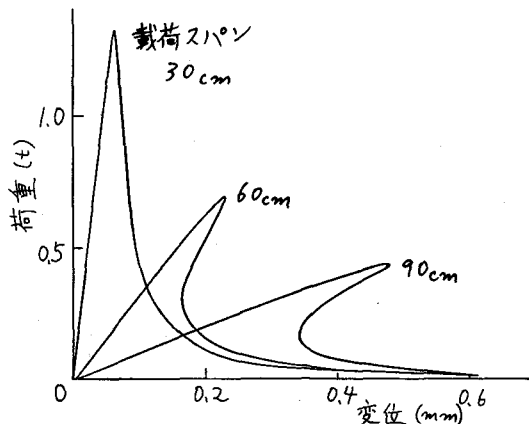


図-5 高強度コンクリートの荷重変位曲線