



自由落下式実験は3点曲げ、空気銃式実験は1点曲げで実験を行います。

それぞれの実験の特徴は、入力棒を用いる場合は、試験片と入力棒が接しているため、衝撃棒を直接試験片に衝突させるより、片当りが少ない実験ができます。また、空気銃式は、自由落下式より衝撃棒を高速にできます。入力棒を用いた場合は、入力棒内を伝播する応力波が弾性限度以下にしなければならないので、衝撃棒を試験片に直接、衝突させた方が、高速変形の実験ができます。以上より、Table2に示す変位速度で実験を行いました。

Table 2 Range of Displacement Speed

	Displacement Speed (Striker Speed) [m/s]	$\log_{10} dK/dt$ [MPa m <sup>1/2</sup> /s]
Static Test	$8.33 \times 10^{-6} \sim 8.33 \times 10^{-3}$	-3 ~ 0
Dynamic Test A	0.3 ~ 0.8	2 ~ 3
Dynamic Test B	1.0 ~ 5.4	3 ~ 5
Dynamic Test C	6 ~ 12	3 ~ 5.5
Dynamic Test D	32 ~ 64	5 ~ 7

3. 実験結果

Fig.4に実験によって得られた応力拡大係数  $K_I$  の時間変動を示します。破壊靱性値  $K_{Ic}$  は、応力拡大係数の最大値であり、応力拡大係数の時間変化率  $dK_I/dt$  は、Fig.4(b)に示すように、応力拡大係数と時間軸との傾きとなります。

Fig.4(a)は、静的3点曲げ試験によって得られた結果です。実線は、実験で得られた荷重を破壊力学ハンドブックなどに記載されている式<sup>2)</sup>より応力拡大係数に変換し、破線は、ひずみゲージの応答より応力拡大係数を求めています。この二つの線を比べると、良く一致しており、ひずみゲージによる測定の有効性が分かります。Fig.4(a)~(c)を見ると、変位速度(衝撃棒の速度)が速くなると、破壊時間が早くなるのが分かります。

Fig.5に実験によって得られた破壊靱性値  $K_{Ic}$  と応力拡大係数の時間変化率  $dK_I/dt$  の関係を示します。応力拡大係数の時間変化率は、広範囲であるため、 $\log_{10} dK_I/dt$  で示します。静的3点曲げ試験では、ひずみから求めた破壊靱性値(■)と荷重から求めた破壊靱性値(□)は、応力拡大係数の時間変化率  $dK_I/dt$  に関係なく、共に  $2.0 \text{ MPa m}^{1/2}$  に付近にあり、良く一致しているのが分かります。動的試験では、 $\log_{10} dK_I/dt$  が  $2 \text{ MPa m}^{1/2}/\text{s}$  が最小であり、その時、破壊靱性値が  $0.9 \text{ MPa m}^{1/2}$  となり、もっとも小さな値となります。その後、応力拡大係数の時間変化率が、増加するにつれて、破壊靱性値が、増加する傾向にあることが分かります。

5種類の試験装置で得られた  $\log_{10} dK_I/dt$  をTable2に示します。これより、静的試験と動的試験Aとの間に、測定できない領域 ( $\log_{10} dK_I/dt$  が  $0 \sim 2 \text{ MPa m}^{1/2}/\text{s}$ ) があることが分かります。この領域を測定することが、今後の課題となります。

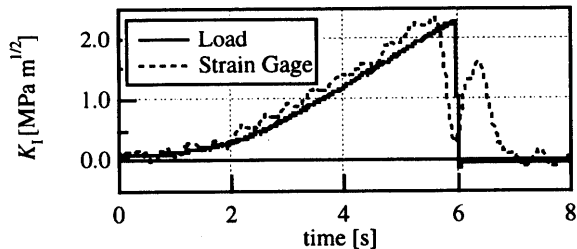
4. 結 言

- (1) 5種類の曲げ試験装置を用いた結果、広範囲での応力拡大係数の時間変化率  $dK_I/dt$  における接着層の破壊靱性値  $K_{Ic}$  を測定できます。
- (2) 接着層の破壊靱性値  $K_{Ic}$  は、応力拡大係数の時間変化率  $dK_I/dt$  が増加するにつれ  $\log_{10} dK_I/dt$  が、 $0 \text{ MPa m}^{1/2}/\text{s}$  まで

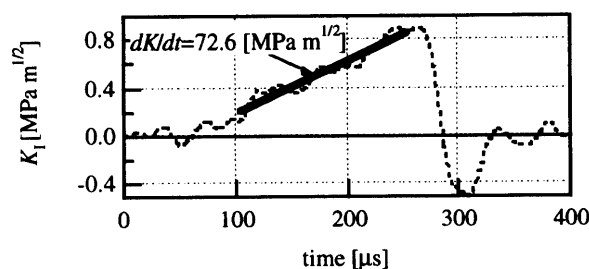
で、ほぼ一定で、 $\log_{10} dK_I/dt$  がおよそ  $2 \text{ MPa m}^{1/2}/\text{s}$  付近で減少した後、増大する傾向にあります。

参考文献

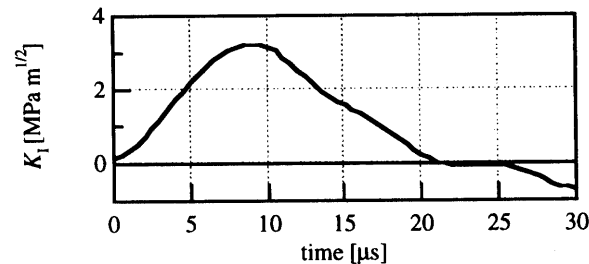
- (1) Jonathan S Epstein, Experimental Techniques in Fracture, John Wiley & Sons, 1993
- (2) 矢川元基, 破壊力学, 培風館, 1988



(a) Static Test (Displacement speed : 5mm/min)



(b) Dynamic Test A (Striker Speed : 0.44m/s)



(c) Dynamic Test C (Striker Speed : 12.8m/s)

Fig.4 Stress Intensity Factor - Time Curve

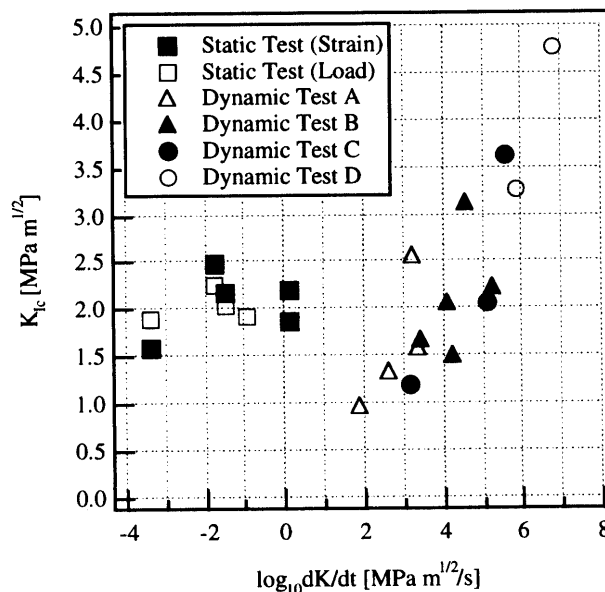


Fig.5 Plot of Fracture Toughness