

岐阜大学 学生員 ○堀 口 浩 司

岐阜大学 正会員 六 郷 恵 哲 小 柳 治

1. まえがき

通常、レジンコンクリートは、セメントコンクリートに比べ曲げ強度が大きいためそれを利用して曲げ部材として使われることが多い。また、レジンコンクリートに鋼繊維を混入することにより、破壊時の靱性は著しく改善される。本研究においては、衝撃作用を受けるレジンコンクリート(REC) はりならびに鋼繊維補強レジンコンクリート(SFREC) はりの曲げ破壊性状について時間-荷重-変位の関係を基に検討した。

2. 実験方法

用いた供試体の種類は、鋼繊維補強レジンコンクリート(SFREC) はり、鋼繊維無混入のレジンコンクリート(REC) はりの2種類とした。はり供試体の寸法は 7.5x7.5x115 cm、载荷スパン長は 90 cmとした。衝撃試験方法は重錘落下方式とし、供試体の中央上面に重錘を自由落下させた。SFRECはり(合計4個)に対しては 50, 60, 70, 80 cm のうちのいずれかの高さから重錘を繰返し落下させた。RECはり(合計2個)に対しては各供試体ごとに重錘の落下高さを 12cm から 28cm (破壊時)まで2cm 間隔で増加させて重錘をそれぞれの高さから1回ずつ落下させた。なお、本報告においては、RECならびにSFRECはりについて、いずれも1個ずつの供試体のみをとりあげ、その結果について検討する。静的強度試験によって求めたRECならびにSFRECの圧縮強度 σ_c 、曲げ強度 σ_b 、鋼繊維($\phi 1.0 \times 40 \text{mm}$)混入率 V_f を表-1に示す。衝撃試験においては、はり供試体の载荷スパンの4等分点の位置すなわち中央下面および支点と中央の中間の下面の加速度、ならびに重錘の加速度を計測した。重錘の質量は5.1 kgであり、重錘の加速度と質量との積を供試体に作用した衝撃荷重とした。供試体の4等分点の位置の加速度を時間で2回積分することにより、これらの位置の変位を求めた。また、供試体中央(载荷点)の変位は非接触変位計によっても直接計測した。

3. 結果と考察

RECはりに重錘を 26 cm の高さから落下させた場合について非接触変位計によって計測したスパン中央の変位 D_e 、加速度より求めた変位 D_a 、次に示す計算によって求めた変位 D_c の3種類の変位と時間との関係を図-1に示す。スパン長 L のはりの時刻 t の X 位置の変位 D_c は、次式により表わされる。

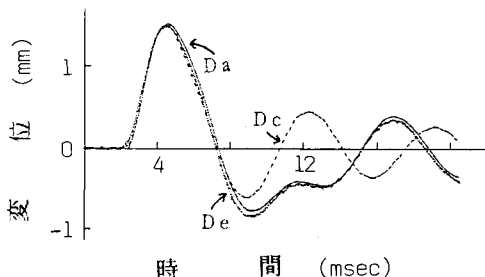
$$D_c = \sum_{j=1}^{\infty} q_j s \sin(j \pi X / L) \dots\dots\dots (1)$$

$$\ddot{q}_j + 2 p_j h_j \dot{q}_j + p_j^2 q_j^2 = F_j / M_j \quad F_j = P(t) \sin(j \pi X / L)$$

 M_j : はりの有効質量 p_j : j 次の固有振動数

ここでは簡便のため3次の項($j=1, 3$)まで考慮し、非接触変位計による実測の変位 D_e に計算による変位 D_c ができるだけ一致するようRECのヤング係数を $E = 275000 \text{kg/cm}^2$ とし、減衰係数を $h_1=0.09, h_3=0.04$ とした。また衝撃荷重 $P(t)$ は実測した衝撃荷重と時間との関係を用いた。図-1からわかるように変位 D_e と D_a はよく一致しており加速度より求めた変位 D_a は十分な精度を有するものと考えられる。計算によって求めた変位

SERIES	$\sigma_c(\text{kg/cm}^2)$	$\sigma_b(\text{kg/cm}^2)$	$V_f(\%)$
SFREC	1090	231	2
REC	1110	202	0

図-1 変位 D_e, D_a, D_c と時間との関係

Dc は半周期の時点まで Da, De とよく一致している。REC はりがちょうど 1 回の衝撃作用によって破断する高さ (26 cm) から重錘を落下させた時に非接触変位計により計測した変位 De (実線) ならびに、計算により求めた変位 Dc (破線) を図-2 に示す。最大変位までは両者は非常によく一致しているが、それ以後は供試体が破断したために一致していない。式 (1) より最大変位が生じた時点のたわみ分布と曲率分布を推定し、これと図-2 の計測結果を基に衝撃作用を受けた REC の動的曲げ強度を求めたところ $\sigma_{bd} = 196 \text{ kg/cm}^2$ であった。これは、曲げ供試体 (10x10x40 cm) より求めた静的曲げ強度 $\sigma_b = 202 \text{ kg/cm}^2$ とほぼ同程度の値であった。

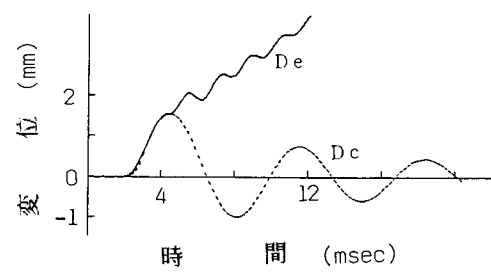


図-2 変位-時間曲線の実測値と計算値

重錘落下高さを 50 cm として SFREC はりに重錘を落下させた場合の 1, 4, 12, 22 回目のたわみ分布の時間的推移を図-3 に示し、それぞれの重錘落下時の衝撃荷重-変位曲線を図-4 に示す。重錘の落下が 1 回目でもまだ供試体に破壊が進展していない場合には、通常の弾性体のはりとしての下側に凸のたわみ分布となっている。重錘の落下回数が増え、破壊が進展すると、図-4 からわかるように最大衝撃荷重はほぼ同程度であるにもかかわらず最大たわみが増大し、振動周期はしだいに長くなってゆく。また図-3 に示すたわみ分布においても下側に凸であった分布が重錘落下回数が増え破壊が進展するにつれスパン中央のたわみが局部的に増大し、むしろ支点付近ではたわみが減少する。これは破壊が進展するにつれスパン中央部にヒンジが発生し回転が集中するとともに慣性力の影響が顕著となるためと考えられる。

4. まとめ

本試験においては、衝撃作用をうける REC はりの衝撃曲げ強度は、静的曲げ強度とほぼ同程度の値であった。破壊が進展していない場合、SFREC はりのたわみ分布は、通常の弾性体のはり が示す下側に凸の形状となるが破壊が進展するにつれ、スパン中央部の回転量が増大し支点付近のたわみは減少した。

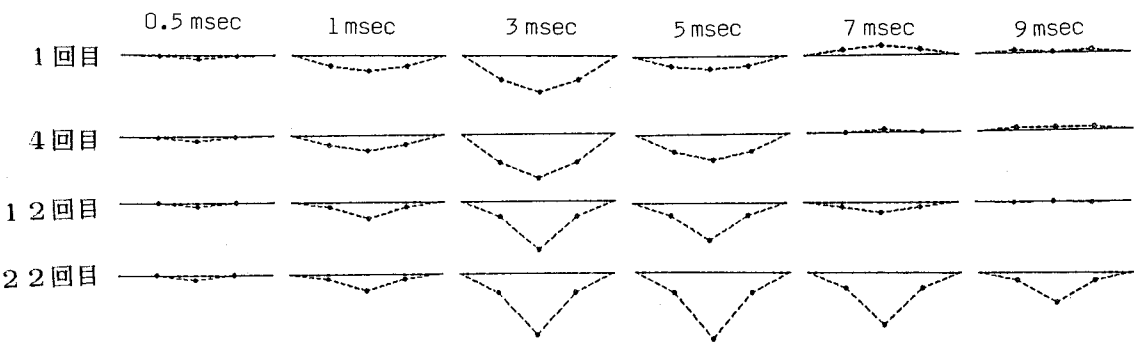


図-3 重錘落下ごとのたわみ分布

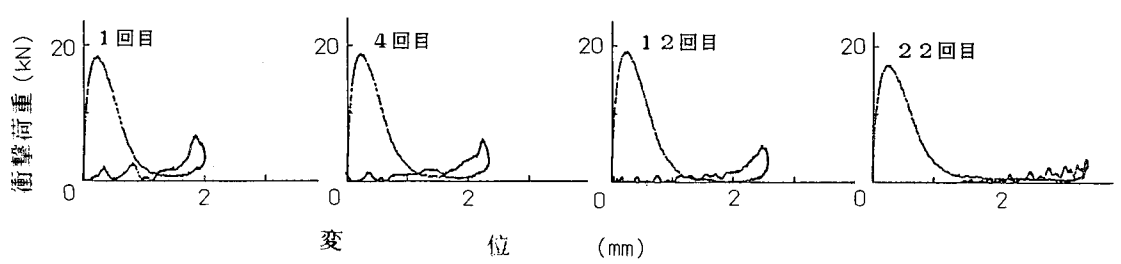


図-4 重錘落下時の衝撃荷重-変位曲線