

I-PS 2

CGによる内部欠陥を有する長方形ばりの  
応力波動伝播解析

永代エンジニアリング	正員	井上	聖
中神土木設計	正員	本間	美樹治
北見工業大学	正員	大島	俊之
同	正員	三上	修一

1. まえがき

非破壊評価による構造部材の健全診断の中で、超音波による診断法では、材料中を伝播する応力波動を詳細に解析して、構造部材内部の情報を精度良く取り出すことが必要である。本研究では内部欠陥を有する長方形ばりを対象として、これに継続時間の短い衝撃的入射波を作用させ、この入射波が材料中を伝播する過程で部材内部の欠陥により、どのように変形するかをFEMを用いてシミュレーションを実施した。また、得られた結果をWS上のCGソフトウェアを用いて応力波動の変形過程をコンピューター・グラフィックスにより表示し、直観的に現象を捉えることができることを示すとともに、現象の物理的解釈をよりの確に行うことができることを示す。

2. 解析モデル及び解析条件

シミュレーションに用いた解析モデルは4角形要素で分割された、長さ70cm、高さ30cmの二次元長方形ばりで両端単純支持されている。計算では左右対称のため左半分について要素分割し、長軸方向35分割、鉛直方向30分割となっており、メッシュは正方形である。入射波ははりの上面中央に作用させているが、その波形は同様の構造について実験を実施しているので、実験から得られた入射点近傍の波形を加速度入力波形として用いており、0.5μsec間隔で180μsecの継続時間の波形である。構造の材料定数は弾性定数 $E = 3 \times 10^6 \text{ t/m}^2$ 、ポアソン比 $\nu = 0.17$ 、単位重量 $\rho = 2.3 \text{ t/m}^3$ である。r次の減衰定数hrについてはr次の固有振動数 $\omega_r$ に対応して

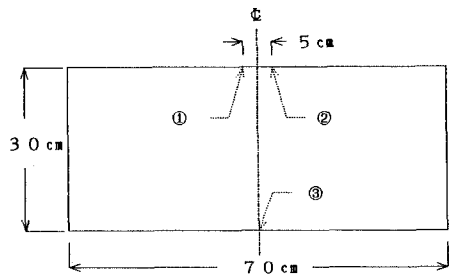


Fig.1 解析モデル

$$2 \omega_r h r = \alpha + \beta \omega_r^2 \quad (1)$$

により決定している。ただし $\alpha$ 、 $\beta$ はモルタル供試体の減衰定数に関する実験結果のうち、周波数依存性についての結果を参照して決定している。内部欠陥については Fig. 2 に示すようにはり上部にクラックをモデル化した薄いスリットのある場合とこのスリットを鉄筋に置き換えた2種類のケースを比較のために用いた。Fig. 3 にははりの下縁における応答結果と実験結果を比較した例を示している。

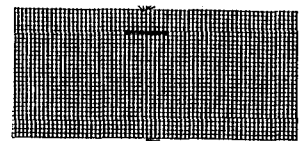
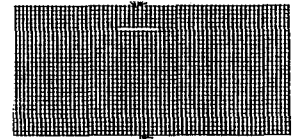
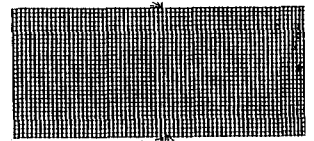


Fig.2 要素分割

3. 解析結果

シミュレーション結果の表示においてはワークステーション(WS)上のコンピュータグラフィックス(CG)ソフトウェアを用いて、スク

リーン上にカラーで可視化して示しているが、Fig. 4には各節点の水平、鉛直変位応答値の絶対値を二次元濃淡表示した結果について示している。はり上面に作用した入射波がスリットを回折していく状況が見られる。またこの二次元表示では応答値の大小の詳細や方向性を示すことができないのでここでは画像処理における三次元表示の手法を用いて、変位応答値を明確に表示した結果についてFig. 5に示す。具体的操作としてはCGの機能のうち、三次元表示された立体に対して陰影(shade)をつけて表示し現実感をもたせたものである。

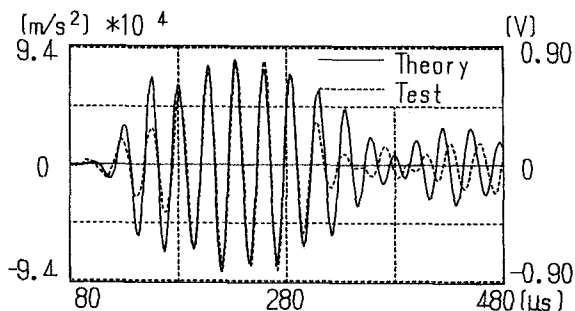


Fig.3 実験結果との比較

#### 4. まとめ

高機能のコンピュータグラフィックスをもちいて、内部欠陥を有する長方形はり中を伝播する応力波動を可視化することにより、この物理現象をよりの確に表現することができ、物理的解釈の把握をより正確に行うことができることを示した。本研究の実施に当たっては富士通北海道通信システム(株)の大科統和氏の助力を得たのでここに感謝致します。

#### 参考文献

- 1) Precision Visuals Co.Ltd: PV-WAVE Overview, 1988

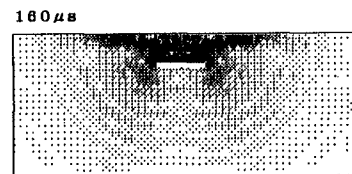
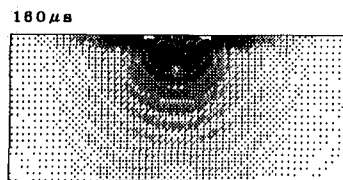


Fig.4 合成変位の二次元表示

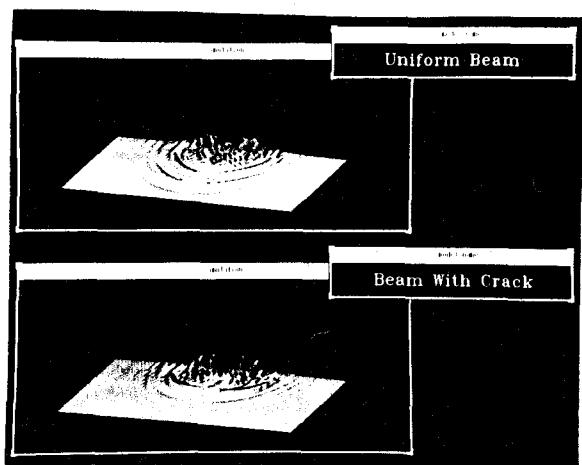


Fig.5 応答結果の三次元表示