

A E の発生機構と波動伝播に関する考察

京都大学工学部	正 員	丹羽 義次
京都大学工学部	正 員	大津 政康
京都大学大学院	学生員	○仲村 治朗

1. はじめに

A E 現象は、変形・破壊過程の時々刻々に対応した多種多様な情報を含んでおり、その諸特性を解明することにより、材料試験や構造物の非破壊検査・健全度の推定などに応用することが期待される。本研究では、このような A E 現象の有用性を考慮して、A E 波動の発生機構とその放射形式、さらに、材料の空隙による波動伝播について、縦波初動を対象として理論的・実験的考察を行ったものである。

2. A E 波動の発生機構と縦波初動の放射形式

A E 波動は、材料内部の微小破壊など動的な過程により発生する弾性波動であると考えられる。したがって、検出される波動は、理論的には動弾性問題として検討することが可能であろう。そこで、縦波初動の振幅に関しては、半無限弾性解が無限弾性解の遠方項で近似できることを確認したのち、転位（応力、変位の不連続）の考えに基づいて、A E 波動の発生機構を 3 種の転位モデルで表わした。そして、無限遠方近似解をもとにして、各転位モデルからの縦波初動の放射形式を求めた。

Fig.1 に、(a)ポイントフォース、(b)引張りクラック、(c)ダブルカップルの各場合の放射形式を示す。ただし、実線は正の変位、点線は負の変位を示している。

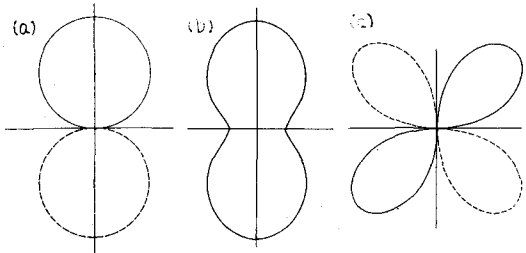


Fig.1 縦波初動の放射形式

この結果より、逆に破壊源探査において、各検出点で検出した縦波の初動の向きと振幅の大きさから破壊源での縦波の放射形式を求めれば、破壊源での転位モデルが推定できることになる。

たとえば、Fig.1 の放射形式より引張りクラックの場合には正の変位だけであることから、得られた波形の縦波初動の向きが同じであれば、その破壊源では引張りクラックが生じていたことが簡単に予想される。

また、従来の破壊源探査より得られる破壊源の位置と破壊源から各トランスジューサーへの方向余弦をもとに、縦波初動の放射形式によって、ポイントフォースではカウ方向、引張りクラック・ダブルカップルでは転位の進行する方向、つまり、クラックの走る方向が求められる可能性があることになる。

3. 実験概要

実験で用いたコンクリートとモルタルの供試体の配合を以下に示す。

コンクリート 骨材最大寸法 10mm, W/C 63.5%, S/a 34.2%, 単位量(kg/m³) 水: 199,
セメント: 313, 細骨材: 626, 粗骨材: 1252, 圧縮強度 407.4 kg/cm²

Yoshiji NIWA, Masayasu OHTSU, Jiro NAKAMURA

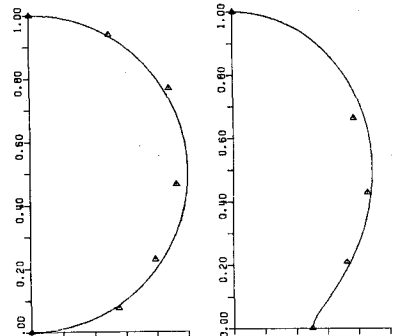
モルタル 水：セメント：砂 = 0.6：1：2 (重量比)，圧縮強度 435.4 kg/cm^2

供試体の種類は、割裂用 ($\phi 15\text{cm} \times 15\text{cm}$) およびその半円柱 ($\phi 15\text{cm}$ の半円 $\times 15\text{cm}$)，一軸圧縮用 ($\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$)，曲げ試験用 ($10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 40\text{cm}$)，立方体 ($10.5\text{cm} \times 10.5\text{cm} \times 10.5\text{cm}$) を使用した。

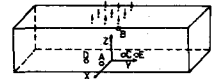
実験装置は、変換子としては 905S あるいは 900BA を使用し、従来の 5 チャンネルの AE 計測装置を用いた。方形波パルス入力による擬似 AE 発生源の実験では、ペンレコーダーに記録された波形から縦波初動を読み取った。また、破壊源探査の実験では、デジタルカセットテープに 1 波形につき、1024 words，サンプリング間隔 1 μsec で記憶させた。

4. 放射形式の検証と破壊源探査

ポイントフォースにおける放射形式の検証は、半円柱供試体に方形波パルスを入力して波形を検出した。また、引張りクラックにおける放射形式の検証では、割裂試験を行って波形を検出した。それぞれの実験結果を Fig.2，Fig.3 に示す。両方のグラフとも実験値 Δ が、縦波の放射形式を表わす実線にあることが確かめられ、これにより、縦波初動の放射形式の検証ができた。



また、ポイントフォースにおける破壊源探査は、曲げ試験用供試体の中央部 9 箇所 AE 変換子にパルス入力することにより外力を生じさせ、入力点とその入力方向とを実験的に求めた。その結果を Fig.4 に示す。破壊源の位置については、誤差はほぼ 1cm 以内で得られている。入力方向も



得られているが、精度良く求めるためには、半無限解が無限遠方解のほぼ 2 倍で近似できることとトランスジューサーへの入射角が浅すぎないことの 2 条件が必要であることが確かめられた。以上の結果より、クラックの走る方向を組み込んだ破壊源探査も期待できる。

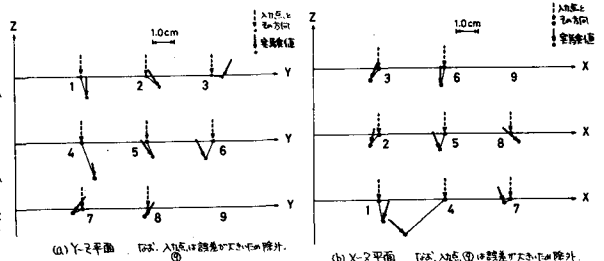


Fig.4 入力点とその入力方向の実験結果

5. 空洞の存在による AE 波動の影響

$\phi 10\text{mm}$ と $\phi 25\text{mm}$ の空洞のある立方体と空洞のないものの 3 種の立方体の一端でパルス入力による外力を生じさせ、波形を検出して空洞の影響について実験的に考察した。Fig.5 は空洞 $\phi 25\text{mm}$ を持つ立方体において、立方体の縦波の放射形式と各検出点での縦波初動の振幅比とを比較したものである。グラフから、空洞の存在によって振幅が小さくなっているのがわかり、空洞による波の散乱が認められる。なお、空洞による波の回折現象その他の結果および詳細については当日発表する。

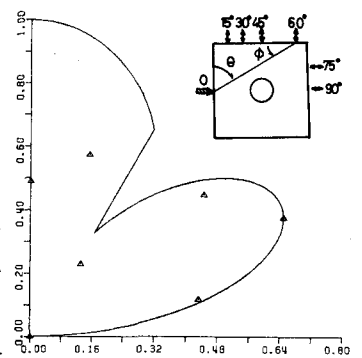


Fig.5 空洞 $\phi 25\text{mm}$ の立方体の縦波の振幅比