

水平多層構造内を伝播する2次元SH波に関する保存量

Conserved quantity of 2D SH waves in multi-layered media

後藤 浩之^{1*}, 平井俊之², 澤田純男¹

Hiroyuki Goto^{1*}, Toshiyuki Hirai², Sumio Sawada¹

¹京都大学 防災研究所, ²(株) ニュージェック

¹DPRI, Kyoto Univ., ²NEWJEC Inc.

弾性体を伝播する波は、エネルギー、運動量などの基本的な物理量を保存し、かつ運搬することが古くから知られている。全無限均質媒質に対して、波のエネルギーはソースを取り囲むようにして設定した表面に関する面積分として定義することができ、面のとり方に依存せず保存する。またray tubeの概念を導入することで、限られた面に対して定義されるエネルギーがray tube内に捕捉されるため、エネルギー保存則を記述することができる。伝播する波が平面波であれば、単位面積あたりのエネルギーはインピーダンスと粒子速度の2乗を時間積分したものと定義することができる。ところが、波が反射・透過する媒質境界が存在する場合、反射波と透過波それぞれのエネルギーの和が入射波のエネルギーと等しくなるため、媒質の一方で観測される波で定義されるエネルギーと、もう一方で観測される波で定義されるエネルギーは一般に等しくない。

本研究では、水平多層構造に鉛直に入射する二次元SH波に対してエネルギーに類似する物理量を定義してその性質を調べた。ここで着目する物理量は、最下層の入射波の振幅に対する各層の上昇波の振幅比、すなわち地表であれば地盤の伝達関数の半分、の絶対値の2乗にインピーダンス比を掛けて周波数領域で平均を取ったものである。超関数の議論を避けて形式的に見れば、Wiener-Khinchinの定理により、最下層に周波数特性が一定値の波が入射した場合の各層の上昇波のエネルギーの定義に一致する。自由表面を有する半無限媒質を仮定し、これが表層と基盤の2層からなる場合を考えると、この物理量が基盤内と表層内で一致することを解析的に証明することができる。3層以上の多層構造の場合は、解析的な証明が困難であるためMonte Carloシミュレーションにより検証を行ったところ、3層構造、4層構造、10層構造のいずれの場合においても、各層で定義されたこの物理量が十分な精度で一致することが示された。

キーワード:保存量,水平多層構造,波動伝播

Keywords: conserved quantity, multi-layered structure, wave propagation