

Generation and propagation of the fourth wave

大内 徹[1]

Toru Ouchi[1]

[1] 神戸大学都市安全研究センター

[1] Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University

既存(初期)応力の存在のもとでの弾性波動の伝播に関しては、フランスの研究者による一連の研究がある。Brillouin (“tension de radiation”, 1925) は Poincare(1892)、Cocccera(1909)の弾性に関する有限歪の一般的な定式化にもとづき詳細な検討を行っている。これらの定式化では良く知られた Lamé 定数 λ , μ の他 ν が考えられており、この ν が既存応力の効果を表す。静水圧 P の下では $\nu = P$ である。既存応力下では弾性波動の伝播への影響は μ は $\mu - \nu$, $\lambda + 2\mu$ は $\lambda + 2\mu - \nu$ と表される。従って、 P の増加とともに速度は減少する。さらに、波動の Intensity (tension of radiation) も ν に依存する。この結果は前回(2002年秋季大会)報告した、弾性体の格子モデルを用いた既存応力に対する結果とほぼ同等である。

一方、Murnaghan(1937)、Birch(1938) は圧力(初期応力)とともに速度が上昇するという逆の結果を導いた。これに対しては、Biot (1940) が批判している。現実の地球での初期応力はクリープのような非可逆過程で達成されるので、可逆過程を仮定している点が不適当なことを指摘した。さらに Biot は弾性波に対する初期応力の効果を調べ、静水圧の影響は生じないが、差応力(P 正)の存在下では、弾性波の速度は減少することを示した。

Biot の研究は無歪、従って 1 次の変形を扱っている。実は回転と伸縮の 2 次以上の変形を考慮すると、静水圧の場合でも Brillouin の結果とほぼ同等の結果が得られる。問題は 2 次以上の変形の影響であるが、従来では無限小歪理論のように 2 次以上は無視できるという思い込みがあった。前述のパラメタ ν は 2 次の変形を通じた既存の応力の影響を表している。この点で局所的な弾性効果を考える λ や μ とは異なっており、非局所的な効果を表す。既存応力といった広域に及ぶ非局所的な効果を考える場合には 2 次以上の変形効果を考える必要があることを示している。こうした効果は表面張力の場合と同様であると考えてもよいだろう。弦や膜の振動、それに基づく弾性体の格子モデルでの安定構造からのずれをもとに戻すといった効果も、基本的には Poincare の考えと同じである。格子モデル、Biot モデルも表現の仕方は異なっても本質は同様であると考えてよく、こうした一致はむしろ当然である。

地球内部は長時間におよぶクリープのような非弾性レジームと地震波動現象のような弾性レジームが表裏一体となって共存している。従って、既存応力場の波動伝播に対する影響は大変重要な問題である。以前には既存応力としては静水圧が主な興味の対象であったが、近年の地球科学では張力場が非常に重要な問題となってきている。この場合には、張力を原動力とする波動 (F 波) の可能性が出てくる。流体系での S 波的振動の発生が予想される。また、張力場は局在したり、2 次元的に面分布することが予想されるので、固有振動の発生や 1、2 次元的な伝播が考えられる。面的に分布する場合波動が遠距離まで効率よく伝播するといった現象が発生することが考えられる。