

カップリング振動モデルに基づく共振周波数の荷重補正法 II

Correction of resonance frequency shift in terms of coupling vibration between sample and transducers

米田 明[1]

Akira Yoneda[1]

[1] 岡大・固地研

[1] ISEI, Okayama Univ.

<http://ultra3.misasa.okayama-u.ac.jp/>

共振法における周波数の荷重依存性が試料とトランスデューサー間のカップリング振動に原因することを明らかにした。カップリング振動の‘バネ定数’は球接触理論で説明でき、周波数-荷重間の関数形も明らかになった。OS0モードでは周波数の2乗が荷重の1/3乗に比例し、Tモードでは周波数の2乗が荷重の2/3乗に比例する。その他のSモードでは1/3乗と2/3乗の平均を取れば妥当な値が得られる。本成果は共振法で求められた弾性定数の信頼性向上に貢献する。本研究を進めるために荷重制御の自動化を行った。本装置の概要も報告する。

共振法は試料の複数の固有振動数から試料の弾性定数を決定する方法である。原理は地球自由振動の周波数から地球内部構造を求めるのと同じである。

現行の共振法では2個のトランスデューサー（1個は発振用、他方は受振用）が使われる。試料をトランスデューサー間に固定しかつ振動エネルギーを伝達するため、試料とトランスデューサーは数グラム重の力(荷重)で接触している。このため試料の測定共振周波数は本来の自由固有振動数からずれることになる。

サンプル保持力(荷重)の増加とともに測定共振周波数が増加することは実験的にも周知の事実である。このため、測定周波数の荷重補正、すなわち、荷重を変化させて測定した複数のデータからゼロ荷重周波数を外挿することが行われてきた。しかしながら、この現象の原因や周波数-荷重間の関数形は未知であった。測定周波数の変化量は荷重による試料の変形や物性の変化では説明不可能である。

周波数の荷重依存性を試料とトランスデューサー間のカップリング振動で説明することを試みた。カップリング振動の‘バネ定数’は球接触理論で説明でき、周波数-荷重間の関数形も予測できる。

本モデルを検証するため、ソーダガラス球（直径2.89 mm; 質量: 3.18×10^{-5} kg; 密度: 2.52×10^3 kg/m³）を用いて共振周波数の荷重依存性測定を行った。その結果、OS0モード（球表面の変位は法線方向）では周波数の2乗が荷重の1/3乗に比例し、Tモード（球表面の変位は接線方向）では周波数の2乗が荷重の2/3乗に比例する事を確認した。

モード間の関数形の違いは球表面の振動方向の違いに原因すると解釈される。この違いはモデルからも予想できる。その他のSモード（球表面の変位は法線方向と接線方向の合成）では1/3乗と2/3乗の平均を取れば妥当な値が得られることが実験で確認された。本成果は共振法で求められた弾性定数の信頼性向上に貢献する。

本研究を進めるために荷重制御の自動化を行った。本装置の概要も報告する。