

共振型ならびに広帯域圧電型弾性波センサーの較正

Calibration of resonant piezoelectric sensors and broadband piezoelectric sensors for elastic waves

川方 裕則^{1*}, 吉光 奈奈¹, 奥野 喬也¹

Hironori Kawakata^{1*}, Nana Yoshimitsu¹, Takaya Okuno¹

¹立命館大学

¹Ritsumeikan University

実験室内でおこなう岩石破壊試験時に振動を計測しようとする場合、周波数が数100kHzから数MHzと高く、またセンサーが小型であるという制約から、一般に圧電型のセンサーが用いられる。圧電センサーは大別して、共振型センサーと広帯域センサーがある。共振型センサーは感度のある周波数帯域が狭いだけでなく、共振による見かけの振動の継続が見られるため、真の振動とは程遠い記録になってしまう場合が多く、そのまま波形解析に用いることはできない。一方、広帯域センサーは、共振型の圧電素子の背後にダンパーを入れて共振を抑えているため、感度は低下するものの、帯域は広くなり、また共振による見かけの振動継続も抑えられる。しかし、広帯域センサーには耐油圧性能がないため、Yoshimitsu et al. (2009)の試験を除いては、三軸試験時にはもっぱら共振型センサーが用いられてきた。そこで、共振型センサーと広帯域センサーの性能を調べ、どの程度の情報が各々のセンサーから抽出可能であるかを検討する必要がある。

圧電センサーの較正には、シャープペンシル芯圧折法やTheobald et al. (2009)によるReciprocity法がある。センサー購入時には、これら手法を適用して得られた感度が提供されるが、これは振幅応答特性についてのみであり、位相に関する情報は無い。そこで、本研究ではレーザードップラー振動形 (LDV) を利用し、Reciprocity法に近い手法を適用したり、正弦波応答を調べることにより、センサーの較正を試みた。

今回使用したLDVは100Hzから6MHzまで応答が素直なものであり、我々の使用する帯域においては「真」の振動を記録することができる。ステンレス製の半円筒供試体を用意し、円筒軸を含む平面側に送振子を貼り付けて、送振子に電圧信号を与えて、弾性波を透過させた。送振子に対面する曲面部分に、受振子を貼り付けて振動を記録するとともに、LDVで受振子を貼り付けていた位置の真の振動を記録した。LDVでは絶対速度記録が得られるため、ここで得られる応答特性は絶対感度となる。

正弦波に対する応答をセンサー記録とLDVによる記録で比較することにより、振幅応答特性を、パルス電圧に対するセンサー記録とLDVによる記録を比較することにより、振幅および位相応答特性を取得する。これらの較正を実施することにより、感度帯域だけでなく、見かけの共振による振動継続の特性を調べ、広帯域センサーの利用意義について再検討したい。

キーワード: 圧電センサー, 較正, 共振, 広帯域, 振幅応答特性, 位相応答特性

Keywords: piezoelectric sensors, calibration, resonant oscillation, broadband, amplitude response, phase response