Method to measure thermal, mechanical and electrical properties simultaneously

正 ○松島 栄次 (阪工大)
渡辺 直行 (阪工大学)

小原 翔介 (阪工大学)

Eiji MATSUSHIMA, Shosuke OHARA and Naoyuki WATANABE, Osaka Institute of Technology, 5-16-1, Omiya, Asahi-ku, Osaka

1. 緒言

熱物性、機械物性および電気物性の情報を提供することを目的として、電磁力を応用する物性値同時測定法を開発する。本報では、電磁力による電磁場変動、弾性変形および温度変動の検出実験について報告する。

2. 測定原理

本方法では、測定対象に対して、次の仮定をする。(a)形状は、無限平板状であり、電磁誘導、弾性変形および熱伝導は、半径方向と厚み方向の軸対称二次元現象である。(b)物性は、均質かつ等方性である。(c)電磁誘導と弾性変形は、時間に対して三角関数的に変化し、熱伝導は、時間に対して階段関数的に変化する。(d)境界となる上面と下面には、表面力があり、断熱されている。

Table 1. Properties¹⁾ of metals.

Metals	Units	Titanium	Aluminum
Electrical conductivity	MS/m	2.13	36.4
Density	kg/m ³	4506	2688
Young's modulus	GPa	118	70.8
Modulus of rigidity	GPa	44.1	28.4
Specific heat	kJ/(kg·K)	0.522	0.905
Thermal diffusivity	mm ² /s	9.25	96.8

Figure 1. Schematic diagram of the experimental apparatus. 1, generative coil; 2, sample; 3, 4, laser displacement meter at top and bottom; 5, sample support; 6, device to cool the coil; 7, circulator of cooling water; 8, power supply of A. C.; 9, current transformer; 10, band pass filter; 11, digital memory; 12, digital multi-meter; 13, personal computer; I_f and V_f , amperage and voltage of generative coil; D_t and D_b , displacement at top and bottom; E_t and E_b , thermal expansion at top and bottom.

3. 実験装置と方法

図1に、実験系統図を示す。試験部は、誘導加熱コイル、コイル冷却装置、試料、試料支持具およびレーザー変位計により構成される。測定系は、フィルター、デジタルメモ

リおよびパーソナルコンピュータで構成される。誘導加熱コイルに加えられる交流電流は電流検出器により電圧に変換され、レーザー変位計の電圧はフィルターを介して、それぞれ、デジタルメモリとデジタルマルチメータに記録される。表1に試料の物性を示す。

4. 結果と考察

図2に、周波数を0.5kHzとして計測された交流電流の波形を示す。電流と電圧の振幅比と位相差は、コイル近傍にある試料の電気伝導率に依存して変化するものと考えられる。図3に、レーザー変位計により観測された熱伝導による変位と弾性変形による変位の波形を示す。熱伝導による変位は、試料の温度伝導率に依存して変化するものと考えられる。弾性変形による変位の周波数は、交流電流の周波数の2倍(1.0kHz)となる。また、その変位は、周波数と試料の弾性係数に依存して変化するものと考えられる。

Figure 2. Current flowing in the coil as a function of time for aluminum.

Figure 3. Displacement at bottom as a function of time for aluminum by thermal expansion and vibration.

参考文献

- 1) JSME, *JSME Data Book: The modulus of elasticity of metals and alloys*, (1996), 159, 174, Sanbi printing Co. Ltd., (in Japanese).