

テラヘルツ波を用いたガスタービン用 遮熱コーティングの非破壊検査技術

Nondestructive Testing of Thermal Barrier Coating for Gas Turbines Using Terahertz Waves

福地 哲生*、布施 則一*、岡田 満利*、藤井 智晴*、
水野 麻弥*¹、福永 香*¹

要 旨

ガスタービン翼などの高温に曝される部品には、金属表面の熱酸化を防止するために遮熱コーティング (TBC) が施されている。TBC はセラミック材であるイットリア安定化ジルコニア (YSZ) 製のトップコートと合金製のボンドコートから成り、トップコート膜厚はその遮熱性能を決める重要なパラメータである。また、トップコートとボンドコートの界面に空隙などの欠陥が生じると、トップコートの剥離の原因となるため、その早期発見が望まれる。光波と電波の中間の周波数領域の電磁波であるテラヘルツ波はセラミックを比較的良好に透過することから、トップコート膜厚測定とトップコート下の欠陥検出に有望である。トップコート膜厚測定に必要となる屈折率は、従来透過測定によって得られるが、透過測定は施工済みのTBCには適用できない。よって、反射測定で屈折率と膜厚を同時に求める手法を開発し、YSZ試験体の厚さ測定とTBC試験体のトップコート膜厚測定からその妥当性を示した。また、厚さ1mm超のYSZを面内空間分解能1mmで透視できることを示し、トップコート下に施工した幅1mmの模擬欠陥を検出した。

キーワード：遮熱コーティング、イットリア安定化ジルコニア、テラヘルツ波、膜厚、欠陥検出

Thermal barrier coating (TBC) is applied to high temperature components such as gas turbine blades in order to prevent thermal oxidation of the metal surface. TBC consists of the topcoat made of yttria stabilized zirconia (YSZ), which is a ceramic, and the bondcoat, which is an alloy. The topcoat thickness is an important parameter which determines the thermal insulation characteristics of the TBC. In addition, defects such as air gaps at the interface between the topcoat and bondcoat may cause delamination of the topcoat, so their early detection is desirable. Terahertz waves, which are electromagnetic waves in the frequency region between light waves and radio waves, penetrate ceramic materials reasonably well, and are promising for topcoat thickness measurement and detection of defects under the topcoat. A method to obtain the refractive index and topcoat thickness simultaneously by reflection measurement was developed. The validity of the method was confirmed by thickness measurement of YSZ specimens and topcoat thickness measurement of TBC specimen. Features behind YSZ of thickness exceeding 1 mm could be identified with an in-plane spatial resolution of 1 mm, and an artificial defect below the topcoat could be detected.

Keywords: thermal barrier coating, yttria stabilized zirconia, terahertz waves, layer thickness, defect detection

2012年8月8日受付

* FUKUCHI Tetsuo, FUSE Norikazu,
OKADA Mitsutoshi, FUJII Tomoharu

*¹ MIZUNO Maya, FUKUNAGA Kaori

1. はじめに

2011年の東北地方太平洋沖地震以降、原子力発電の先行きが不透明な状況が続いており、電力需要を賄うために液化天然ガス (LNG) を燃料とするガスタービン火力発電の重要性が増している。近年、火力発電用ガスタービンの運転温度は高温化が進み、現在は1500℃級が商用