

遮熱コーティングの評価・試験方法に関するJIS 3件を制定

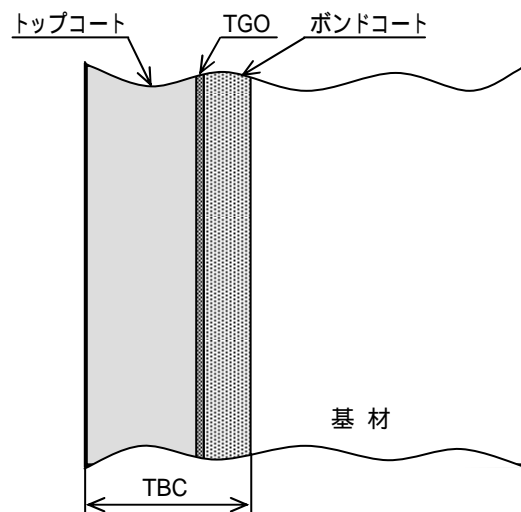
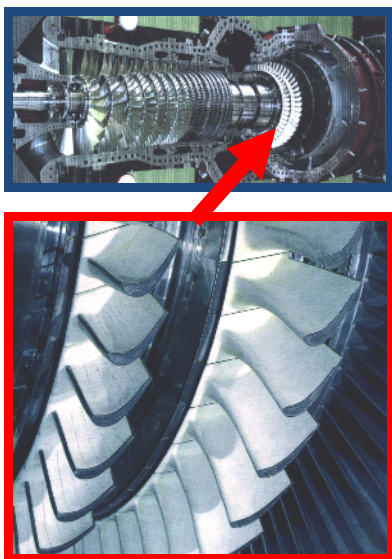
- 省エネ・高効率化技術の普及、産業競争力強化をめざして -

平成22年11月22日
経済産業省産業技術環境局
産業基盤標準化推進室

発電用ガスタービン、ジェットエンジン等の高効率化による省エネルギーの推進を図るためには、高温部材の耐熱性向上を図ることのみならず、部材表面に施される遮熱コーティング^{注1)}の導入による性能向上が有力視され、我が国をはじめ世界各国で精力的に技術開発が進められています。基材を含めた遮熱特性・信頼性評価のために熱伝導率、縦弾性係数、線膨脹係数等の物性値を把握することが重要であり、これらの統一的な評価・試験方法の確立が望まれていました。

そこで、標準化調査研究を実施するなど遮熱コーティングに関する評価・試験方法が検討・審議されてきましたが、この度、平成22年11月22日付けで、日本工業規格（JIS H8453 遮熱コーティングの熱伝導率測定方法 外2件）として制定しましたのでお知らせします。

注1)遮熱コーティング(TBC)：燃焼ガスによる高温部材の温度上昇を抑制するために、耐熱性に優れた超合金などの基材にボンドコートし、その表層に形成される界面酸化物(TGO)の上に、高融点、低熱伝導率のセラミックスであるトップコートを被覆した多層コーティング。



応用例(ガスタービン)
(資料:三菱重工業(株)パンフレットより)

遮熱コーティングの構造(断面図)

1. 背景

- (1) 発電用ガスタービン、ジェットエンジン等の高効率化による省エネルギーを推進するためには、可能な限り高温で運転することが望まれます。そのため、これらに用いられる部材の耐熱性向上だけでなく、部材表面に施される遮熱コーティング技術の導入が必要です。遮熱コーティングの性能向上が効率改善の鍵を握ることから、我が国をはじめ世界各国で精力的に技術開発が進められています。

こうした動きを加速させ、我が国の優れた遮熱コーティング技術の普及を図るためには、その耐久性及び信頼性を評価するための試験・測定方法が標準化されていることが重要です。

- (2) そこで、経済産業省は、平成15年度から(財)大阪科学技術センター附属ニューマテリアルセンター^{注2)}(以下、「NMC」という。)に対して、標準化のための調査研究委託事業^{注3)}を開始しました。

NMCに設置された委員会では、まず耐熱コーティング技術の動向調査に着手し、将来有望と考えられる遮熱コーティングの評価方法の調査及び解析実験を行うとともに、関連規格の調査等を行いました。その後、この調査研究の成果に基づいて日本工業規格(JIS)の原案を作成し、既に3件のJISを制定しています。(参考3参照)

注2)(財)大阪科学技術センター附属ニューマテリアルセンター:昭和61年に(財)大阪科学技術センターの附属機関として設立され、金属新素材の評価方法の確立及び標準化の促進、研究開発等を行っている。また、これらに関連するJIS原案作成及び国際規格の国内審議団体としても活動している。

注3)耐熱コーティングの健全性評価試験方法の標準化調査研究(平成15~17年度)

- (3) また、NMCは、平成19年度から経済産業省の委託を受け、国際提案のための調査研究を開始しました。この調査研究の成果に基づき、ISO/TC^{注4)}107(金属及び無機質皮膜)の国内審議団体である(社)表面技術協会^{注5)}の協力を得て、「温度傾斜場^{注6)}での耐熱試験方法」、続いて「遮熱コーティングの耐はく離性試験方法」を国際提案しましたが、平成21年に双方ともNP^{注7)}として正式登録され、審議が開始されています。

注4)TC:Technical Committee(技術委員会)

注5)(社)表面技術協会:昭和25年設立。めっき、熱処理、表面処理等に関する調査研究、技術の普及等を行っており、表面処理技術に関するJIS原案作成、ISO/TC107(金属及び無機皮膜)の国内審議団体になっている。

注6)温度傾斜場:加熱面と冷却面によって形成される温度こう(勾)配をもつ場

注7)NP:New work item Proposal(新作業項目)。Pメンバー(Participating member:積極的参加国)の1/2以上が賛成し、かつ、5カ国以上のエキスパートが指名されることが条件。

(4)さらに、NMCは、遮熱コーティングの遮熱特性・信頼性評価方法のJIS化を目指し、平成21年度に学識者、関係省庁、生産者及び使用者等の関係者からなるJIS原案作成委員会を設置し、3件のJIS 制定原案を作成しました。経済産業省は、このJIS原案について日本工業標準調査会(JISC)非鉄金属技術専門委員会における審議を行い、平成22年11月22日に以下3件のJISを制定・公示しました。

H8453 遮熱コーティングの熱伝導率測定方法

H8454 遮熱コーティングの縦弾性係数試験方法

H8455 遮熱コーティングの線膨脹係数試験方法

(5)遮熱コーティングの評価・試験に関する標準化が進展することによって、遮熱コーティングの適正な評価及び高温部材への導入が促進され、発電用ガスタービン、航空用ターボジェットエンジン、ディーゼルエンジン、ボイラー、廃棄物焼却炉等の運転の安全の確保、高効率化、省エネルギーに寄与することが期待されます。

2. 制定するJISのポイント

(1)規格番号・名称: JIS H8453 遮熱コーティングの熱伝導率測定方法

適用範囲	発電用ガスタービンの燃焼器、動翼、静翼などの高温部品に被覆する遮熱コーティングのコーティング面に垂直な方向の常温における熱伝導率測定方法について規定。
測定方法	フラッシュ法により、基材のみ、基材にボンドコートを溶射した2層材、及び基材にボンドコートとトップコートを溶射した3層材の3種の試料の比較測定から得られた熱拡散率と、別途求めた基材、ボンドコート、トップコートそれぞれの比熱、密度とにより、基材上に被覆した遮熱コーティングの熱伝導率を求める。
試料	熱拡散率測定用試料は、厚さ1.2mm以上3.0mm以下を推奨。 また、各層の厚さの適用範囲は下記の通り。 ・基材:1.0mm以上2.0mm以下 ・ボンドコート:0.10mm以上0.30mm以下 ・トップコート:0.10mm以上0.70mm以下
測定装置	測定装置は、フラッシュ法に基づく。2個の試料を同時に測定する示差方式、あるいは、試料を1個ずつ個別に測定する試料交換方式のいずれかを選択。

(2)規格番号・名称: JIS H8454 遮熱コーティングの縦弾性係数試験方法

適用範囲	発電用ガスタービンの燃焼器、動翼、静翼などの高温部品に被覆する遮熱コーティングの常温における縦弾性係数試験方法について規定する。
------	--

測定方法	4点曲げ法による試験片の変形に基づき縦弾性係数を評価する。基材上にコーティングを被覆した試験片に対して、コーティング表面にひずみゲージを貼り付け、4点曲げ法によって試験片の荷重 - ひずみ関係を測定し、組合せはり理論によって基材の縦弾性係数を基に、コーティングの縦弾性係数を求める。
試料	コーティング厚さの基材の厚さに対する比に測定精度が依存するので、コーティング厚さと基材厚さとの比に関し適切な範囲を規定する。
縦弾性係数の計算方法	基材のみ、基材 + ボンドコート、基材 + ボンドコート + トップコートの3種類の試験体について、組合せはり理論に基づく縦弾性係数の計算式を掲載し、各構成要素の縦弾性率を求められるようにする。

(3)規格番号・名称: JIS H8455 遮熱コーティングの線膨張係数試験方法

適用範囲	発電用ガスタービンの燃焼器、動翼、静翼などの高温部品に被覆する遮熱コーティングの線膨張係数及び焼結特性の試験方法について規定する。
測定方法	トップコートの試験片を支持ジグによって直立させ、熱機械分析によって線膨張特性を測定する。さらに、得られた線膨張曲線及び線膨張係数曲線から試験片の焼結特性(焼結開始温度、焼結収縮率及び平均焼結収縮速度)を決定する。
試料	試験片は、基材上に形成した遮熱コーティングから機械加工によって切り出し及び基材の除去を行い、以下に規定する寸法の矩形薄板とする。 ・長さ:10~15mm、幅:5mm以上、厚さ:0.3mm以上
測定装置	測定装置は、全膨張式もしくは示差膨張式の熱機械分析機を用いる。

3. JISの閲覧方法

平成22年11月22日付で制定公示し、同日以降、次の日本工業標準調査会のJIS検索のURLで閲覧が可能です。

<http://www.jisc.go.jp/app/JPS/JPSO0020.html>

(本件に係る問い合わせ先)

産業技術環境局 基準認証ユニット 産業基盤標準化推進室

担当者:根岸、南口

電話:03-3501-1511(内線 3423~5)

(参考1) 国内外の主な遮熱コーティング関連企業

< ガスタービン、航空機タービンメーカー >

米国 : General Electric、Pratt & Whitney

ドイツ : Siemens

英国 : Rolls-Royce

スイス : Alstom

日本^{注)} : (株)日立製作所、(株)東芝、三菱重工業(株)、(株)IHI、川崎重工業(株)

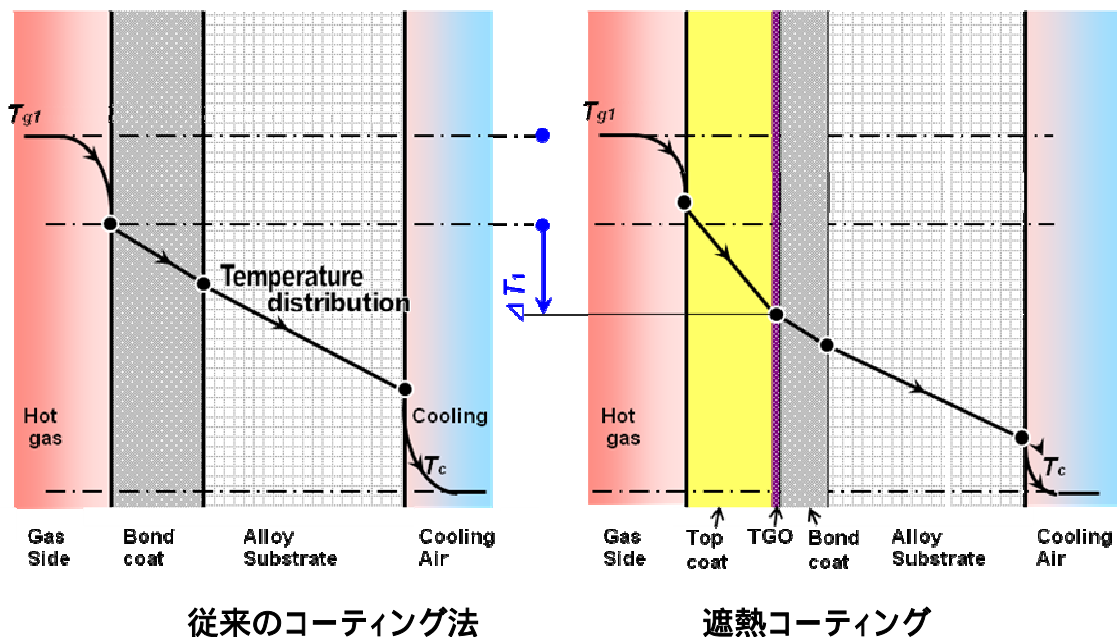
< コーティングメーカー >

スイス : Sulzer Metco

日本^{注)} : トーカロ(株)

注) NMCが実施したISO提案のための調査研究への参加企業を示す。

(参考2) 遮熱コーティングと従来のコーティング法との比較



上図は従来のコーティング法及び遮熱コーティングの温度分布を示している(資料提供: NMC)。ガスタービン動翼に厚さ0.2~0.3mmの遮熱コーティングを適用することで、機材温度を60~100℃低減することが可能であるとの報告がある(日立評論 2005.04 より引用)。

(参考3) 既に制定されたJIS

H7851(2005) 温度傾斜場での耐熱試験方法

H8451(2007) 遮熱コーティングの耐はく離性試験方法

H8452(2007) 耐酸化金属コーティングの耐はく離性試験方法