

NIMS の耐熱・耐環境材料研究 —発電プラントの効率向上・長寿命化を目指して—

SATテクノロジー・ショーケース2014

■ はじめに

火力発電プラントの効率は蒸気温度・圧力によって決まるため、世界的に高温・高圧化の競争が進められており、耐熱・耐環境材料の性能が成否のカギを握っている。日本のプラントは効率とクリーンさで世界のトップレベルだが、材料研究を継続しなくてはその位置は維持できない。NIMSは、耐熱鋼、コーティング、ニッケル基超合金、長期間のクリープデータベースなどで世界トップレベルの研究実績、研究者と設備群を有している。

■ 活動内容

1. 新しい耐熱鋼・耐熱合金

フェライト系とオーステナイト系耐熱鋼の研究開発を進めている。前者は主蒸気管等の厚肉部材をターゲットにしており、従来は焼き戻しマルテンサイトという微細組織によってクリープ強度を達成していたが、長期間使用中に組織が粗大化して強度低下するという問題があった。NIMSでは、クロムを15%入れることによってフェライト相を安定化し、その中に微細な金属間化合物を析出させて強度を維持するという新しい発想から優れたクリープ特性、熱膨張特性や耐酸化特性を実証しつつある¹⁾。耐熱オーステナイト鋼は、超合金の設計手法を応用して開発され、より高温での使用を目指している。図1に開発鋼と商用鋼のクリープ破断特性を示す。横軸は温度と時間を統一的に表現

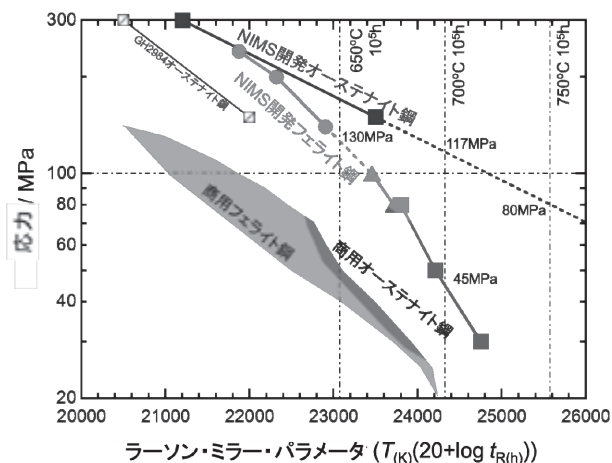


図1 NIMS 開発鋼と商用耐熱鋼のクリープ破断特性の比較

する変数であり、700℃、10万時間での応力値で比較するとNIMS鋼は商用鋼の約2倍のクリープ強度を有しており、次世代の発電プラントに有望な材料である。

2. 表面コーティング技術

高温環境で金属は酸化や腐食等の損傷を受けるため、材料表面を保護する必要がある場合が多い。使用中の基材との拡散現象があり、基材とコーティングを一体として設計することの必要性が近年、認識されている。また、設計通りの皮膜を形成するコーティングプロセスの研究も進めている。図2はNIMSが開発したウォームスプレー法の概略図である²⁾。原料粉末を溶融させずに高速度で基材に投射することによって、緻密で材料劣化の少ない皮膜の形成が可能であり、耐環境コーティングの手法として有望である。さらに、拡散現象を利用した耐酸化表面改質、基材と熱平衡する組成のコーティング、高温低摩擦コーティングなどの研究も進めている。

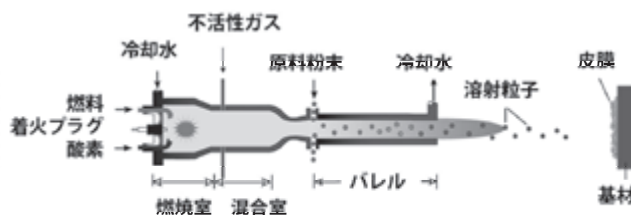


図2 ウォームスプレー法の原理図

3. 今後の研究動向

本稿で紹介した材料は、燃料電池、原子力、石油プラント等への応用も考えられる。また、NIMSは他にも多くの材料技術シーズを有している。構造材料の実用化には企業の協力が不可欠でありいくつもの共同研究が進行中であるが、更なるご支援・助言をお願いしたい。

■参考文献

- 1) 戸田佳明、澤田浩太: 金属 81 (2011) 666.
- 2) S. Kuroda et al., J. Thermal Spray Technol. 20 (2011) 653.

代表発表者 黒田 聖治 (くろだ せいじ)

所属 (独)物質・材料研究機構
先進高温材料ユニット

問合せ先 〒305-0047 つくば市千現1—2—1
TEL: 029-859-2444 FAX: 029-859-2401
KURODA.Seiji@nims.go.jp

■キーワード: (1) 合金設計
(2) クリープ強度
(3) 耐酸化性