

第 31 回新素材・新技術研究会・例会

日時 平成 18 年 3 月 30 日(木)

場所 愛知産業株式会社 講堂

主催 財団法人国民工業振興会

「新素材の開発と利用の動向」

(株)超高温材料研究所 技術顧問

新素材・新技術研究会 会長

東京工業大学名誉教授

田中良平氏

形状記憶合金、超伝導材料、制振材料、非晶質合金、超塑性材料、水素吸蔵合金、希土類磁石合金等の金属系新材料について、その開発経過と最近の動向について資料と OHP を用いて詳細に解説された。

形状記憶合金は、適当な熱処理によりある形状を与えておくと、その形が記憶され、その後塑性変形を加えても、ある温度以上に加熱すると元の形に戻る現象を示す合金で、Ni-Ti 合金及び一部の銅合金(Cu-Zn-Al, Cu-Al-Ni)がある。また、超弾性とは、塑性変形領域と思われる領域まで大きく引き伸ばした後に加重を除くと元の形に戻る性質を言う。家電、自動車分野、マイクロマシン駆動素子等では形状記憶効果を利用しており、ブラジャーワイヤ、眼鏡フレーム、携帯電話、コードレيفونのアンテナ線、歯列矯正材料、医療分野のガイドワイヤでは超弾性効果を利用している。更に、形状記憶合金は新しい用途としてセンサーとアクチュエーターの機能を兼ね備えたスマート/インテリジェント材料としての研究が進められている。

制振材料は、機械や構造物の構成部材の振動を小さくすることによって騒音を低減させる目的で開発された材料であり、金属系材料の特性を生かしながら振動エネルギーを吸収する能力を高めた材料で、環境対策としても使用されるようになった。制振材料としては、制振合金(複合型、強磁性型、転移型、双晶型)、多孔質金属(ポーラス金属、ロータス金属)、金属/高分子の積層構造(拘束型・非拘束型制振鋼板)が開発されている。制振材料は、自動車ではオイルパン、エンジンカバー等に、建設関係では体育館、階段等に、機械関係では船舶のスクリュー、洗濯機の外板、コンプレッサー等に使用されている。

超電導(伝導)材料は、液体 He 等で極低温に冷却した時に電気抵抗が殆どゼロに激減する材料で、1 平方センチメートル当たり 100 万 A もの大電流を流すことが出来る。臨界温度のみならず臨界電流密度、臨界磁界の強さをも大きく出来るような材料を求めて研究が行われ、Nb-Ti 合金、金属間化合物では Nb₃Sn、V₃Ga 等が開発された。更に、セラミックス超電導材料(Y 系、Bi 系他)も開発されて、液体窒素の利用も可能となり大幅なコスト低減ができています。この超電導材料は、電気抵抗ゼロを利用して、超電導発電機、電力エネルギー貯蔵、磁気浮上列車、超電導トランジスタの開発、ジョセフィン効果により卓上コンピュータ、高感度磁気センサーの開発、マイスナー効果の利用により磁気シールド等に応用することが可能である。

アモルファス(非晶質)合金は、超高速で冷却する場合とか、物理的又は化学的蒸着法によりガス状態から直接固体に変化させることで得ることが出来るもので、メタル/メタロイド系、メタル/メタル系アモルファスは、ロールによる超急冷技術により薄帯形に、成膜法によって薄膜状に形成され、電子部品材料や構成部品材料として実用化され始めている。更に、Mg 基、Ln 基、Zn 基、Fe 基、Pd 基、Ti 基等の多くの合金系で安定な過冷却状態が実現出来ることが発見され、金属ガラスとして数 mm ~ 数百 mm のバルク金属ガラスが製造されるようになってきている。金属ガラス製の光ファイバーのコネクターとか、アモルファスシリコン太陽電池(変換効率約 20%)等が作られている。

超塑性とは、多結晶材料の引張変形において、変形応力が高いひずみ速度依存性を示し、局部収縮を生ずることなく数百%以上の巨大伸びを示す現象を言う。実用アルミ青銅合金で 8000%以上に達し、最適プロセスで製造された 3 ミクロン以下の超微細組織の材料では通常の工業生産速度で超塑性が発現するところまで進歩している。航空機の機体への適用、ジェットエンジンのタービブレード等に適用されている。

水素吸蔵合金は、多量の水素ガスを金属中に吸蔵し、温度を少し上げるか、周囲の圧力を減らすだけで容易に分解して水素を取り出すことができる合金で、水素を貯蔵するための手段として使用される。圧縮水素よりもコンパクトに吸蔵することができ、MgNi系では水素含有量 3.6%が得られている。3%水素吸蔵合金では、1cc中に1,680mlの水素を吸蔵可能で、水素を350気圧に圧縮した場合の321mlに比較して大量に保存することができるが、自動車用として実用的には5%水素吸蔵合金の開発が必要とされている。燃料電池自動車では、水素貯蔵のために水素吸蔵合金と高圧水素貯蔵方式、液体水素方式が現在競合している。

磁性材料は、保磁力により2種に大別され、保磁力は小さいが高透磁力を示す軟磁性材料は、モーター・トランスの磁心材料、磁気記録用ヘッド材料として使用される。保磁力も透磁力も大きい硬磁性材料のうち代表的なものが永久磁石で、希土類、フェライト、Al-Ni-Co系鑄造磁石があるが、フェライト磁石の生産量が極めて多い。希土類磁石であるネオジウム(Nb-Fe-B)磁石は生産金額ではフェライト磁石を凌駕しており、コンピュータ関連やヘッドフォンステレオ、ビデオカメラ、携帯電話のマイクロスピーカーや振動モーター等エレクトロニクス機器の小型化や軽量化、更には医療用の永久磁石式磁気共鳴診断装置MRI等に使用されている。

講演の最後に、新材料開発に際しての問題点として、1)開発実用化に伴うリスクが大きい、2)ニーズの把握が難しい、3)試験・評価方法の未確率、4)新素材の価格が高い、5)人材が不足している、6)資材・資源、特にレアメタル等の供給の不安定、7)製造工程での排出物、使用済みの廃棄物等による環境問題、8)リサイクルの容易さを含めて、原料採掘から廃棄処分に至るまでの全ライフサイクルにおける環境負荷性等を挙げ、今後の解決の必要性を指摘された。

以上