



ORIST

金属/金属間化合物積層材料の SPS 成形

キーワード：複合材料、SPS、金属間化合物、燃焼合成

はじめに

Ti/Ti-Al 系金属間化合物積層材料は、低密度であり、耐酸化性にも優れるため、軽量耐熱構造材料として注目されており、航空機材料や、耐熱性を要求される自動車部品材料の候補として実用化が期待されています。この材料は、市販の Ti 箔と Al 箔を交互に積層させて加熱圧縮成形することで、成形中に生ずる熔融 Al と Ti 箔との燃焼合成反応により、Ti 箔の隙間に in-situ 生成する Ti-Al 系金属間化合物を利用して、短時間で作製することができます。しかしながら、従来の真空ホットプレス法で成形した場合、得られる金属間化合物層中に、脆弱な Al_3Ti 金属間化合物が含まれるため、結果として、機械的性質は純 Ti のそれを大幅に下回ります。本研究では、放電プラズマ焼結 (SPS) 装置を利用して、試料に直接パルス通電し、試料内部に温度分布を与えながら成形することで、脆弱な Al_3Ti の生成を避け、強度と伸びを併せ持つ金属/金属間化合物積層材料を開発することに成功しました。

Ti/Ti-Al 積層材料の SPS 成形

図 1 に放電プラズマ焼結 (SPS) 装置の模式図を示します。本装置は、パルス通電可能な直流電源と、加圧装置により構成されます。本来は、金属やセラミックス粉末の焼結に用いる装置ですが、箔の積層にも応用できます (図 2)。

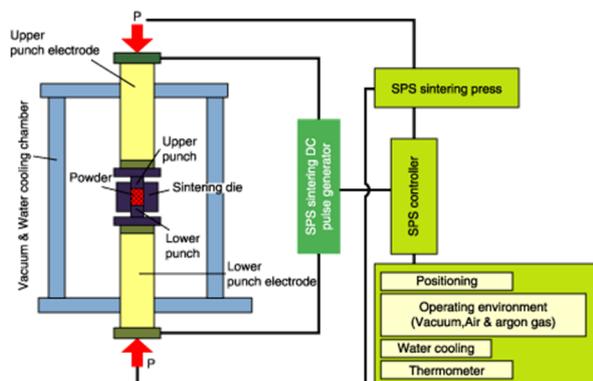


図 1 放電プラズマ焼結 (SPS) 装置

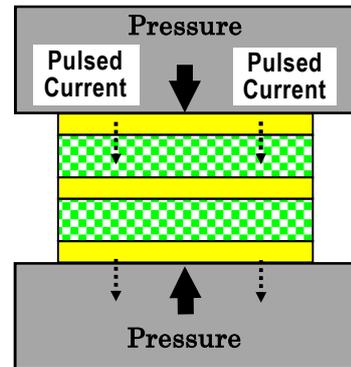
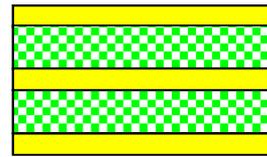
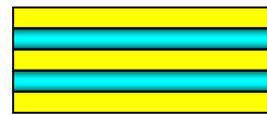
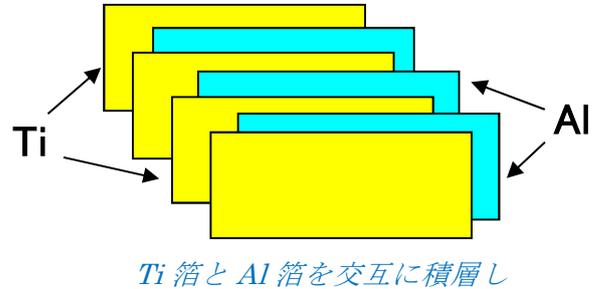


図 2 Ti 箔と Al 箔を交互に積層して SPS により Ti/金属間化合物積層材料を短時間成形

試料に直接通電するので、外部加熱のホットプレスよりエネルギー効率に優れ、また、成形中の試料内部に、材料間の電気抵抗差に起因する温度分布を与えることができます（図3）。

組織と機械的性質

1273Kで600 sのSPS成形により、従来のホットプレス材と比較して、1/10の成形時間にもかかわらず、1.5倍の強度（810 MPa）と2倍の伸び（3.6%）が得られています（図4）。耐熱性においても、600°Cで30年間変質しないことが明らかとなっています。また、Ni/Ni-Al 金属間化合物積層材料のSPS成形材においても、同様の結果が得られています（図5）。

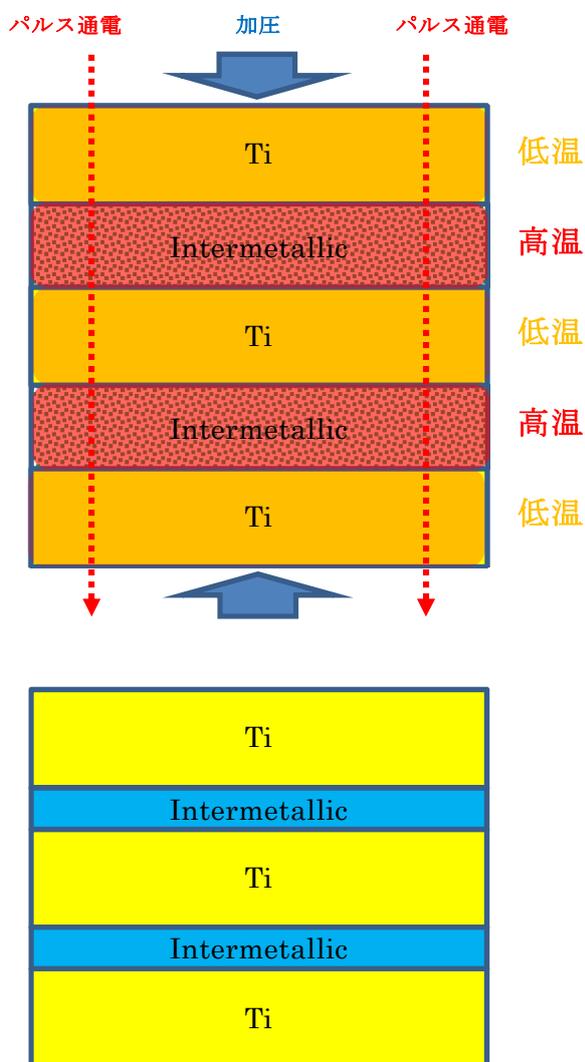


図3 SPSによる温度分布付与型成形。多孔質な金属間化合物層がより高温に。

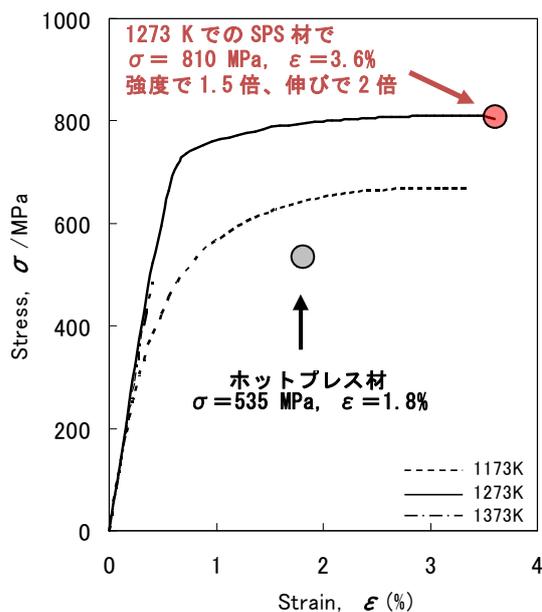


図4 Ti/Ti-Al 金属間化合物積層材料のSPS成形材とホットプレス材の機械的性質の比較。SPS成形材では、強度で1.5倍、伸びで2倍。

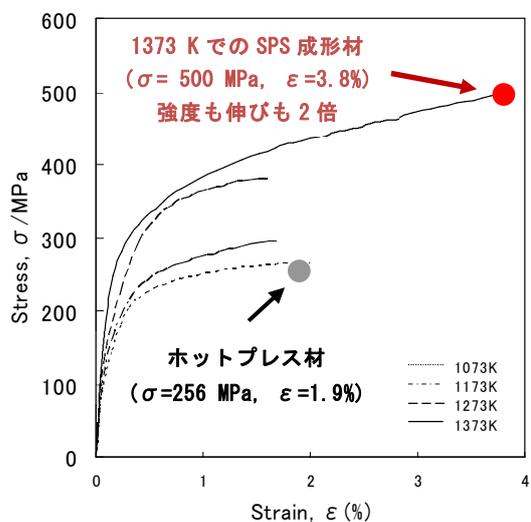


図5 Ni/Ni-Al 金属間化合物積層材料のSPS成形材とホットプレス材の機械的性質の比較。SPS成形材では、強度も伸びも2倍。