

TiAl の燃焼合成と生成物の緻密化

沼津工業高等専門学校 機械工学科 新富雅仁, 高橋直希
豊橋技術科学大学 機械工学系 松岡常吉

1. 研究目的

軽量の耐熱材料であるTiAlは、元素間で生じる燃焼反応を利用する燃焼合成法で合成が可能である。前年度の共同研究プロジェクトにてφ20×100 mmの大きさの生成物を燃焼合成することに成功し、曲げ試験を実施したが、合成中に試料が膨張して生成物が多孔質になるため、脆性破壊する結果となった。本研究では、燃焼合成時に試料を拘束するなどし、追処理なしで緻密な生成物を得るための手法を考案するとともに、各種条件と生成物の強度の関係について明らかにすることを目的とする。

2. 研究成果

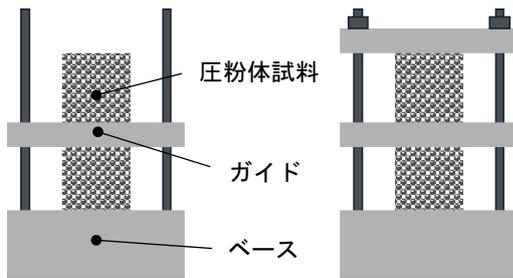
2.1 拘束方法と相対密度

本研究では生成物内部に存在する気孔の密度に関係し、材料の強度に影響を及ぼすパラメタとして、相対密度(見かけの密度と理論密度の比)に注目し、これを变化させた圧粉体試料の燃焼合成を行う。

図1は燃焼合成時の試料の設置方法を示したものであるが、図1(a)は従来の方法で、直径20 mm、高さ約100 mmの圧粉体試料が転倒しないように、ベースとガイドを設置している。一方、図1(b)は本研究で採用した設置方法で、試料の長手方向への膨張を抑制するために試料上部に耐熱レンガ製の蓋を設置し、さらにナットで固定するという拘束を行った。

図2は圧粉体試料の相対密度 $\rho_{rel,R}$ と燃焼合成後の生成物の相対密度 $\rho_{rel,P}$ の関係を示したものである。図中○印は拘束なしの従来の設置方法で合成した場合で、△印は長手方向の拘束を行って合成した場合である。なお、生成物の相対密度算出の際の理論密度はTiAlの密度を用いて計算している。

拘束の効果を相対密度が70%程度の反応物に対して比較すると、長手方向の拘束がない場合、生成物の相対密度は25%程度低下したのに対し、拘束を行った場合は相対密度の低下は15%程度に抑えることができた。ただし、合成後の生成物を確認すると、半径方向への膨張が確認できた。このことから長手方向のみならず、半径方向への膨張を抑制する必要があるが、TiAl系金属間化合物の燃焼合成の場合、試料の初期温度を



(a) 拘束なし (b) 拘束あり

図1 試料の設置方法

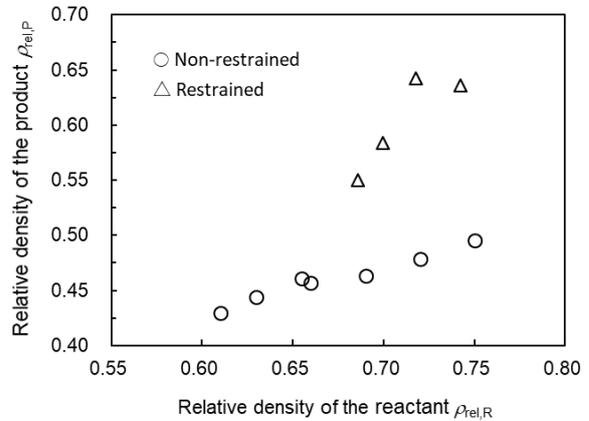


図2 燃焼合成前後の試料の相対密度の関係

300°C程度まで上昇させる必要があるため、その手法については今後さらなる検討が必要である。

2.2 生成物の相対密度と曲げ強さ

昨年度までの研究では、圧粉体試料(反応物)の相対密度 $\rho_{rel,R}$ で曲げ強さを評価しており、傾向を明確にできなかったため、本研究では燃焼合成後の生成物の相対密度 $\rho_{rel,P}$ で曲げ強さを評価することとした。図3はその結果である。曲げ強さは相対密度の上昇とともに単調増加するのではなく、一度大きく低下したのちに上昇することを明確にすることができた。

3. 今後の課題と展望

相対密度と曲げ強さの傾向については、前年度の研究にてTi₃AlからTiAlへの組成の変化が影響している可能性を示していたが、今後さらなる分析を行い、検討する予定である。また、生成物の緻密化のためには、試料の半径方向への膨張を抑制する方法についても検討が必要である。

参考文献

1) 高橋直希, 藤田英虎, 坂部凌央, 新富雅仁, 金顯凡, 松岡常吉, 牧野敦, 第61回燃焼シンポジウム講演論文集, P107, 2023.

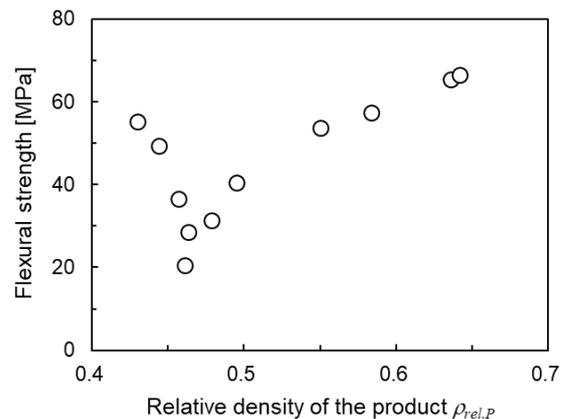


図3 生成物の相対密度と曲げ強さの関係