

(831) Ni基合金の超塑性および760℃の強度に対する γ' 量の影響

1) 粉末のHIP材を押し出したものの超塑性と強度

金属材料技術研究所

○中沢静夫、富塚 功、原田広史、小泉 裕、前田達之、山崎道夫

1. まえがき

合金の粉末を押し出しによつて固化再結晶させたのち超塑性鍛造を行う方法はゲートライジング法として知られており、この際、与えられた合金の押し出しが可能かどうか、可能であるとすればどれほどの力が必要か、また押し出された材料が実際に超塑性を起こすかどうか、さらに得られた最終製品が十分な機械的特性を有しているかどうかなどが重要な問題となる。これらの点は合金を作製する際の加工条件、合金の組成、さらに析出強化型の耐熱合金の場合は、マトリックス相の機械的特性、析出相の機械的特性、析出相の大きさ、析出相の量などを変動因子として整理ができるはずであるが、本報ではこのうち γ' 析出強化型ニッケル基合金を試料とし、加工条件および合金のマトリックス相と析出相の組成をそれぞれ一定に保ちながらこの両者の割合を変化させて検討した結果を報告する。

2. 実験

今回の実験に使用した合金は、 γ 、 γ' 共存領域中での760℃でのRené 95の組成を通るタイライン上もしくはその延長上に存在する組成となっているもので、この温度での合金の γ' 含有量($\phi_{\gamma'}$ と略記)は0%から115%(2相領域のタイラインの延長上で、その15%だけ γ' 相内に入った点の組成)となっている。試料は、まず一定形状のメルティングストックを作製し、これからガスアトマイジング法によって粉末を調製したのち、この粉末を一旦鋼製の缶に入れ1100℃、900気圧(ただし一部の試料は1500気圧)で2時間HIP処理し、これを機械加工によって円柱形に仕上げ、軟鋼製のケースに入れて押し出した。押し出しの温度は1100℃(一部は1150℃)、押し出し比は5.0とした。試験片の採取にあたっては、まず棒状の押し出し材から適当な長さの部分を取り、この軸方向にそってワイヤカット法で径約10mmの円筒形の棒を切り出して、これから旋盤加工によって所定の形状の試験片を作製した。ただし、一部の試料についてはひび割れが多く所定の形状の試験片を採り得る場所が存在しなかったため、小型の試験片を作製し、超塑性変形時の最大変形抵抗のみを測定した。

3. 結論

1. 押し出しに必要な圧力は $\phi_{\gamma'}$ が小さい領域では $\phi_{\gamma'}$ の増加とともに減少したが、 $\phi_{\gamma'}=55\%$ 付近からは $\phi_{\gamma'}$ の増加とともに逆に増加した。

2. 押し出された試料の組織には $\phi_{\gamma'}$ の増加とともに再結晶していない部分が増え、また、肉眼的な規模でも顕微鏡的な規模でもボイドや割れ目などの欠陥の量が増加した。

3. 変形抵抗や超塑性伸びを基準にした押し出し材の超塑性変形能は $\phi_{\gamma'}$ の小さい領域では $\phi_{\gamma'}$ の増加とともに減少したが、 $\phi_{\gamma'}=40\%$ 付近から増加に転じた。 $\phi_{\gamma'}=80\%$ 以上の領域の挙動は明かでないが $\phi_{\gamma'}$ の非常に大きい所では超塑性変形能は再び減少するようであった。超塑性変形能が $\phi_{\gamma'}$ の増加とともに増加する領域に対応する $\phi_{\gamma'}$ の範囲は超塑性変形を行った温度でこれらの合金が γ/γ' 2相を保っている $\phi_{\gamma'}$ の範囲と一致しているものと考えられる。

4. 押し出された試料の760℃での強度は $\phi_{\gamma'}$ の小さいときは $\phi_{\gamma'}$ とともに増加し、 $\phi_{\gamma'}=55\%$ 付近で最大となり、その後減少に転じた。なお、押し出された試料を再びHIP処理すると一般に強度が増加した。