

## (513) Fe-Cu合金の降伏応力に及ぼすE-Cu相の作用について

筑波大学 機械工学教室 石崎哲郎 ○玉井満徳

**1. 緒言** 析出物と降伏応力の関係については、Fe-Cu系が利用され、析出状態を示すパラメータとしては、析出粒径、粒子間隔、体積分率等が使用されている。しかしE-Cu相の析出状態と降伏応力との関係を単独のパラメータで表現するには限界がある。本研究では、含銅鋼の降伏応力と析出E-Cu相の関係を示すパラメータについて検討し、析出粒子の表面積で整理した場合に、降伏応力と直線関係が得られたので報告する。

**2. 実験方法** Cu 0.005~1.2%を含む鋼を大気中で7kg溶製し、13mm中に鍛造後Ar雰囲気中で1200°C×1hr加熱水冷し、600~700°C×1~20hrのE-Cu相析出処理を行った。引張試験は、平行部6mmφ×30mmの10mmφ×100mm丸棒試験片でインストロン型引張試験機を使用した。組織観察は、光学顕微鏡と透過型電子顕微鏡を使用した。E-Cu相は、約300Å以上で棒状に成長するが、すべて球形と仮定し5万倍の写真上で粒子の占める面積と個数から、薄膜厚を一律に1500Åとして、析出粒子径、粒子間隔及び粒子表面積等を計算した。

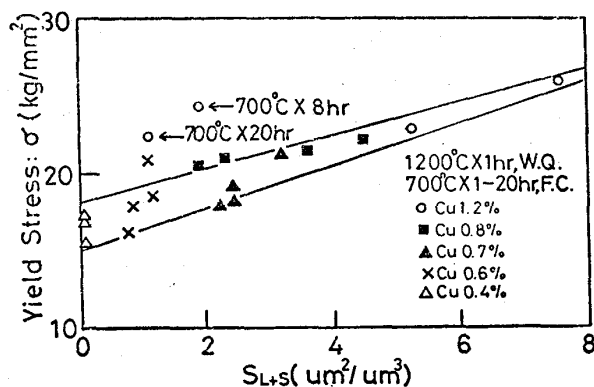
**3. 結果及び考察** 1図は、析出E-Cu相の表面積と降伏応力の関係を示す。Cu 1.2%を含む700°C×8hr及び20hrの析出処理をした試料を除けば良好な直線関係が得られる。2図は、Orowanの理論に基づき、粒子間隔と降伏応力の関係を示したものである。焼もどし中に析出する大きいE-Cu相(L型)は、同じCu量の試料では直線関係にあるが、Cu量により直線関係に差がある。また冷却過程で析出すると思われる小さいE-Cu相(s型)を含めた粒子間隔で整理するとバラツキが大きくなっている。

E-Cu相の体積分率は、同じCu量の試料でも変化が見られること及び2図で示すようにCu量により降伏応力との関係に差があることは、鋼の降伏応力に対しE-Cuの析出状態とCuを固溶している母相の状態が影響することを示している。

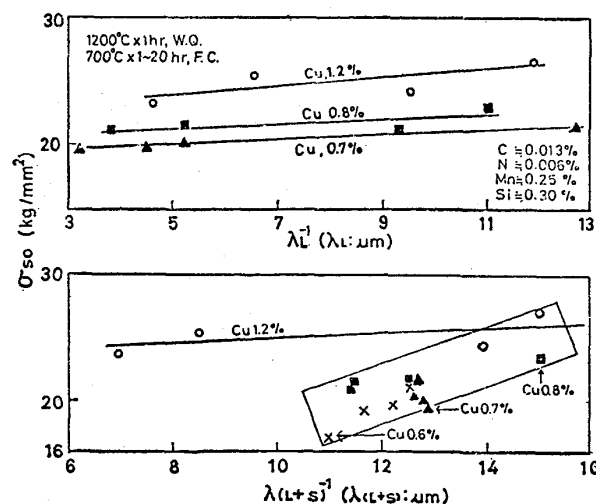
析出状態を、体積分率の変化を考慮し、これと粒径または粒子間隔の関数として降伏応力を示せば、ある程度の相関は得られるが、表面積で整理した場合よりもバラツキが大きくなった。

母相に固溶しているCu原子及びMiscibility Gapを生じているCu原子が、冷却過程において焼もどし間に析出したE-Cu相の表面に析出するとすれば、E-Cu相の表面積は、析出状態と固溶体の状態を示す有力なパラメータとなると考えられるので、図1に示す結果が得られたものと思われる。

母相に固溶しているCu原子及びMiscibility Gapを生じているCu原子が、冷却過程において焼もどし間に析出したE-Cu相の表面に析出するとすれば、E-Cu相の表面積は、析出状態と固溶体の状態を示す有力なパラメータとなると考えられるので、図1に示す結果が得られたものと思われる。



第1図. 降伏応力と析出粒子表面積との関係



第2図. 降伏応力と析出粒子間隔との関係