

鉛および鉛合金の結晶粒度に関する研究

—微量の As, Ag, Cu, Te の 影 響—

加 藤 正 夫・西 川 精 一

鉛合金の強さ、特に耐疲労強度はその材料の結晶粒度に左右されることが大きい。微細な結晶の材料ほど一般に疲労限が高いとされている。このような意味で電線鉛被では結晶粒度の問題が重要な研究の対象となる。著者等は 99.99%高純鉛の結晶粒度に及ぼす微量添加元素の影響として Ag, As, Cu, Te をそれぞれ0.02%加えた場合について実験を行ったがその概略を報告する。

実験試料：地金は三菱細倉の 99.99%Pb を用い、これに As, Ag, Cu, Te は、それぞれ 0.31% As, 2.5% Ag, 1% Cu, 1% Te の母合金の形で添加した。溶解は黒鉛ルッポ中で木炭粉と塩化アンモンの混合フラックスを用いて行った。湯の最高温度は約 500°C、鑄込み温度は 420°C ± 10°C、金型温度は 150°C ± 2°C、厚さ 12mm のスラブに鑄造してこれを常温で圧延厚さ 3.6mm の板にした。鑄造スラブの肉眼組織は各試料とも大きい柱状晶の集合で Ag, As を加えた試料の粒度がやや細かい傾向を示した。元来このような研究目的には均一な固溶体の試料でないと不適當であるが、顕微鏡下で明瞭に異相を認めたのは Pb—Cu 系のみで、他は大体均一の固

溶体であった。写真1は Pb—Cu 系の組織を示したもので粒界には無関係に共晶らしい組織が網目状に規則正しく分布している。Pb—Te 系は異相はないが加工後常温放置の状態では加工されたままで再結晶していない結晶粒が多く残っていた。写真2のように微小硬度計で各部分の硬度を測定してみると、左上の再結晶完了部分では硬度は低く右下の加工されたままの部分は硬度が高い。その値はビッカース硬度値で前者の約 5 に対し後者では約 10 であった。このような関係から結晶粒度が部分によって大小まちまちであったので粒度の測定試料から除いた。鉛が Te の添加によってその再結晶温度がこのように高くなることは今後の研究課題として興味深い。

Grain-Growth に関する実験：Pb, Pb+0.02%Ag, As, Cu の 4 種類の試料について加熱にともなう結晶粒の生長をしらべた。粒度の測定は Jefferies の方法で行い、顕微鏡写真機の一定視野面積中に含まれる結晶粒の数を数え、その値より粒の平均直径 D を算出した。第1図、および第2図はその結果の一部であるが、これにより大体の傾向を述べると Ag, As, Cu はいずれも Pb の再結晶粒を微細化するとともにその Grain-Growth を押える作用がある。As がその作用最も強い。

また Ag の加わったものは高温で異常生長をおこしやすいことも観察された。初期生長速度を求め、その自然対数と絶対温度の逆数の関係より結晶粒界移動のための活性化エネルギー Q を求めてみると試料により大差なく、 $Q=25400$ cal/mol で Pb の自己拡散のための活性化エネルギー 28000 cal/mol よりやや低い程度である。粒界拡散の活性化エネルギーの値は上の値の約半分位であるから得られた結果からしても粒界の移動は単なる原子の移動拡散のみで説明づけられないことがわかる。一般に金属の結晶粒の大きさと加熱時間の関係は $D=A(t+C)^n$ の形で示されるが、鉛の場合、この n の値がどのような大きさをとるか、また温度とともにいかに変化するかを検討してみる必要がある。そうでないと活性化エネルギーを一義的にきめてしまうのにも問題が残る。今後 Cd, Sn, Bi 等の微量を添加した場合についても同様の研究を行い、さらに精しく検討を進めたい。(1955. 8. 3)

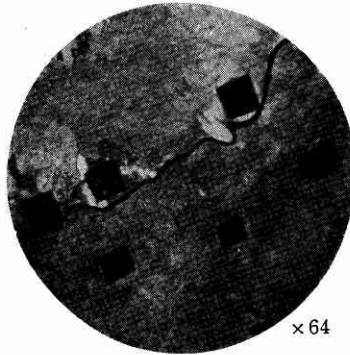
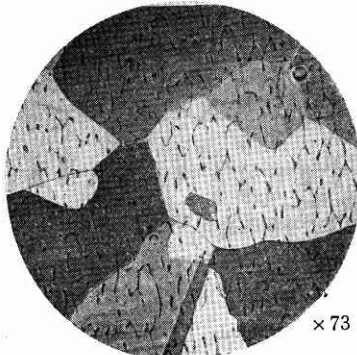
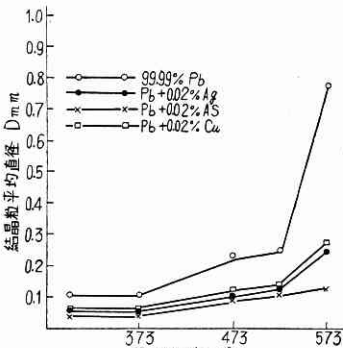
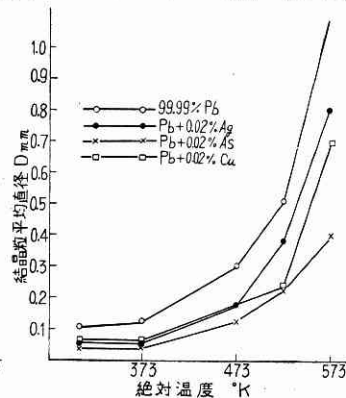


写真1 Pb+0.02%Cu合金の組織

写真2 Pb+0.02%Te合金の微小硬度



第1図 30秒保持した場合の結晶の大きさ



第2図 900秒保持した場合の結晶の大きさ