402 純アルミニウム系線材の強度・導電性に及ぼす微量 Fe 添加の影響

Effect of small addition of Fe on strength and electrical conductivity of pure aluminum wires

○ 鹿川隆廣（茨城大学生） 鈴木俊亮（茨城大研究生） 正 伊藤吾朗（茨城大）
黒田洋光（日立電線㈱） 堀越稔之（日立電線㈱）

Takahiro SHIKAGAWA, Undergraduate Student, Ibaraki University

Shunsuke SUZUKI, Graduate Student, Ibaraki University

Goroh ITOH, Ibaraki University

Hiromitsu KURODA, Hitachi Cable Ltd.

Toshiyuki HORIKOSI, Hitachi Cable Ltd.

Recently, the materials need to save weight as a solution of global environment problems. Aluminum base alloys that lighten components, members and product have already been put to practical use for same applications. A possible and basic approach for spreading the use of aluminum base alloys is to improve the strength of aluminum with maintaining its high electrical conductivity. In the study, iron has been chosen as an additive element and the addition effect on strength and electrical has been investigated since iron is reported to have a marked strengthening effect at a given addition amount. Aluminum with 99.99mass% purity and Al-Fe alloys with iron up to 0.9mass% were induction-melted and continuously cast into a rod with 8mm diameter. Tensile test and electrical resistivity measurement were carried out on the rod. It was found that ultimate tensile strength increased while ductility and electrical conductivity decreased as the addition iron amount was increased.

Key Words : pure aluminum, iron addition, strength, electrical conductivity.

1. 緒言

近年、地球環境問題の解決として材料の軽量化が求められている。すでに、構造部材や架空送電線、配線材などに軽量化素材であるアルミニウム合金が実用化されている。さらに、他用途へのアルミニウムの適用を図るため、強度を向上させ、かつ、高導電性を得ることを目的とし、合金化の検討を開始した。そこで、上記目的の基礎検討として、アルミニウムにおいて少量の添加量で高い硬化能の得られる元素である鉄を選択し、強度・導電性に及ぼす鉄添加の影響について調査した。

2. 試料および実験方法

2.1 試料

純度 99.99%(Si:0.004%,Fe:0.003%,Cu:0.001%)の純アルミニウム、母合金として Al-50%Fe (Si:0.04%,Cu:0.01%,Ti:0.001%以下,V:0.001%以下) を無添加の純アルミニウムおよび、0.3, 0.6, 0.9%の鉄を含む合金配合組成をアルゴン雰囲気中にて高周波電気炉で溶解した。その後、連続鋳造によりφ8mmの棒状鋳塊を得た。

2.2 実験方法

上記棒状鋳塊からφ8mm、長さ150mmのJIS2号試験片を切り出し、インストロン型試験機を用い、室温にてクロスヘッド速度1.0mm/min(初期ひずみ速度 $2.6 \times 10^{-4} s^{-1}$)で引張試験した。

また、4端子法により電圧端子間距離を500mmとし、室温で電気抵抗を測定し、導電率を算出した。測定は最後端部から5区間について測定を行いそれらの平均値により導電性の評価をした。

3. 実験結果および考察

Fig.1に純アルミニウムおよび0.3, 0.6, 0.9%の鉄を添加した試料の応力-ひずみ曲線を示す。この結果から、鉄添加量を増やすことにより引張強さは増加し、今回の実験で最も添加量の多い0.9%の鉄を添加した合金では純アルミニウムに比べ約4倍の引張強さが得られる。一方、伸びは添加量が増加するほど減少する。Fig.2に鉄の添加量と引張強さの関係を示す。0.6, 0.9%Fe添加では1wt%当たり約90MPaが得られている。なお、耐力においては、1wt%当たり98MPaの増加が報告されている¹⁾。Fig.3には破断後の各試験片の概観を示す。鉄量を増加するとともに破断絞りが減少することがわかる。これはFig.1において、鉄量とともに破断伸びが減少したことに対応する。

Fig.4に鉄の添加量と導電率の関係を示す。添加量を増加させるにつれ、導電率は減少する。ここで、Al-0.3%Fe合金においては、Fig.2より他の添加量に比較し1%当たりの引張強さの増加がより多く得られ、またFig.4より1%あたりの導電率低下量も大きい。これは、この試料において鉄の固溶量が添加量の割に多かったことを意味する。

Fig.5 は 0.3wt%Fe の添加量における試料の先端部を走査電子顕微鏡で撮影したものである。この試料の先端部に割れが生じている。この原因の一つとして、固液共存温度範囲の広さが関係している可能性が高い。この合金での強度と導電性の特異な挙動が、本質的なものなのか、マクロ偏析によるものかなど、今後原因を詳しく調査する予定である。

4. 結言

鋳造状態において鉄量の増加とともに引張強さが増加し、伸び、絞りおよび導電率は低下した。

参考文献

- 1) 小菅張弓, アルミニウムの組織と性質, 軽金属学会, (1991), p.160.

Fig.1 Stress-strain curves of pure aluminum and Al-Fe alloys.

Fig.2 Relationship between addition amount of Fe and ultimate tensile strength, σ_u .

Fig.3 Macroscopic appearance of the tensile-test pieces after fracture.

Fig.4 Relationship between addition amount of Fe and electrical conductivity.

Fig.5 Surface appearance of an initially cast portion of the Al-0.3wt%Fe alloy ingot.