アルミニウムの高温加工性に関する電子顕微鏡的研究

ELECTRON MICROSCOPIC STUDIES ON THE HOT WORKING OF ALUMINUM

森 永 卓 一^{*}
TAKUICHI MORINAGA

塩 田 信 雄^{**}
NOBUO SHIOTA

The changes in mosaic blocks of aluminum subjected to deformation by hot working are studied by means of electron microscope. The said hot working is carried out the following four types (shown in Fig. 1). The growth and rotation in mosaic blocks are markedly influenced by working temperatures compared with reduction. In the secondary annealing process, a block worked at 350° has a larger length than that of a block worked at 450°, as it is shown in the table.

Working temperature	350°	450°
As hot rolled	17 μ	17 μ
Annealed at 300°	33 μ	21 μ

I 緒 言

高温加工は金属の高温での降伏点の低下による加工性の改善と加工硬化しない点を利用したことは周知の通りである。さらに有利な点は結晶粒の微細化、偏析の消失、気孔及び収縮孔の消失による比重の上昇等があげられる。以上のような諸性質の改善は種々の測定法で求められているが、著者等は電子顕微鏡によつて解明しようと試みた次第である。

II 試料の調製

純度 99.96% の Al の鑄造材を 300° で 3 時間焼鈍後 Fig. 1 に示したような 4 種類の圧延方式を採用した。

Fig. 1 で示された I の場合は、始から終りまで同一圧延率の 50 % で行い、III の場合は或る圧延回数まで同一

圧延率を増加し、それ以後は圧延率を漸次減少して行くもの、II の場合は始めに高い圧延率で圧延し、その後は III の場合に殆んど並行して圧延率を減少して行くもの、IV の場合は始めは圧延率を低く、漸次圧延率を増加して或圧延回数からは同一圧延率で進むものである。以上の 4 種類の圧延方式の中で現場作業に略々類似する方式は III 及び IV の型で、他はあまり意味がないが、その方式の或る部分を取りあげるならば現場作業と密接な関連性が生れて来る。

電子顕微鏡試料の調製は HCl 3, HNO₃ 1 の混合溶液で瞬間腐蝕をして、次に飽和 (NH₄)₃ BO₃ の溶液で陽極酸化した。

III 高温加工度、圧延回数及び温度との関係

圧延温度 350° 一定として Fig. 1 に示した I の場合を採用して見た。最後の圧延の 5mm → 2.5mm のときの結果が Photo. 1 で、これを冷間加工で同一圧延率をかけたもの、Photo. 2 に較べるとブロックの大きさが非常にちがっている。即ち焼鈍によつて結晶粒が成長している所へ、350° で 50 % の圧延率で加工しても結晶の微細化は行われていないことが判る。もう 1 つ Photo. 1 と Photo. 2 を較べて判ることは、前者は後者に較べてブロックとブロックとの間の方向性が少ないことであ

^{*} 東京工業大学教授 工学博士
The Institute of Technology

^{**} 茨城大学 工学部
Ibaragi University

る。方向性がはつきりしないことは高温加工であると云う意味が多分に含まれている。

圧延率の小さい場合にも方向性が不明瞭になり勝ちであるが、この場合にはあてはまらないと考えた方が正しいように想われる。

Fig. 1 のⅡの場合の1例で、 $5\text{mm} \rightarrow 3.5\text{mm} \rightarrow 2.5\text{mm} \rightarrow 2\text{mm} \rightarrow 1.5\text{mm} \rightarrow 1\text{mm} \rightarrow 0.5\text{mm}$ のような圧延率で進んで仕上寸法附近まで進むと Photo. 3 に示すような組織になつて来る。即ち圧延方向にモザイク・ブロックが伸びて、それと同時に試料面は主として(100)→(110)の変化傾向を探ることが判る。尚矢印は大体の圧延方向を示すものである。

次に圧延温度 450° 一定として Fig. 1 に示した様式で圧延を進めた結果は次のようになる。Photo. 4 は Fig. 1 のⅢ場合に從つたもので、圧延の始めにモザイク・ブロックに多少の彎曲が認められ、モザイク・ブロックも比較的細く分割されている。前述のモザイク・ブロックの彎曲した例の著しいものは Photo. 5 で圧延温度 450° で 50 % の圧延率を加えたものである。両者を比較すると明かに彎曲度の大小においては相違があるが同一傾向を示している。圧延が進んでゆくとモザイク・ブロックの擾乱及び圧延方向への伸びを伴うが、この傾向も Fig. 1 で示したⅡ、Ⅲ及びⅣの場合においては良く行われる。然しながらⅠの場合において全くこの傾向をとらないでモザイク・ブロック間の間隙が増大して来

る。興味ある点はⅠの場合の圧延度をおし進めて $\sim 0.3\text{mm}$ 位になると、Photo. 6 に示すように、従来あつたモザイク・ブロックの方向とは相違するがモザイク・ブロック内に小さいブロックを発生して来る。圧延温度が高い場合、即ち実際の高温加工温度よりも、非常に高い場合の結果を示すと次のようになる。加工温度が高くなると(必要以上に)圧延方式を変化せしめても同一結果となつて来る。Photo. 7 (a) は Fig. 1 で示したⅡの場合、同じく (b) は Fig. 1 で示したⅢの場合であるが、何れもモザイク・ブロックの間隙が大きく、その形状も不整になつている。圧延温度の高すぎることを示している。

Ⅳ 中間焼鈍を加味した場合

Fig. 1 のⅢの場合に圧延途中に中間焼鈍を加えて見た。その中間焼鈍温度は 200、250 及び 300° の3つとして、保持時間は何れも 1 時間一定とした。さらに焼鈍温度を高めて 550° で同一時間焼鈍して再結晶の進行する程度も検討して見ると、明かに一連の関連性が認められる。Photo. 8 は 350° で圧延して 50 % の圧延を与えて 200° で 1 時間焼鈍したもの、即ち Photo. 1 に示したものを 1 時間 200° で焼鈍したことになる。そうするとモザイク・ブロックの辺長が伸びて来て、その辺長を測定した平均の長さは、 17μ (350° で高温圧延のまま) 焼鈍が 21μ (300° 焼鈍のとき) に変化している。即ち結晶成長を伴

つていることを示し、又試料面が(110)の面の方向に移動しつつあるように想われる。焼鈍温度が高くなるとこれと同一の傾向が迅速に行われるだけで、他に特記しなければならない現象は起らないから省略する。550°のような高温に加熱すると前述の廻転が活発となつて、Photo. 9 に示すようにモザイク・ブロックの廻転が略々完全に終了したように想われる。又 300°→550°に加熱した場合の平均辺長の変化は非常に増加して、大体40 μ 程度にまで成長する。参考のために同一条件のもとで単結晶について測定して見ても略々同一値を示すことも判つた。中間加温度の高いほど、モザイク・ブロックの辺長の成長及び或方向への延転等が迅速に行われる。

次に 450°で圧延したものについて、前述と同様な中間焼鈍を試みて見た。450°で 50 %圧延して 200°で 1 時間焼鈍したものが Photo. 10 である。著しい点はモザイク・ブロックの稜辺に突出部が認められ、ブロック内に毛状線が発生することである。250°に 1 時間加熱するとモザイク・ブロックが或長すると想われるが、逆に分割が行われてモザイク・ブロックが小さくなる傾向を示して来る。又ブロックの廻転も 350°圧延の場合に較べて顯著ではない。要するに 450°で高温圧延後再加熱した場合にモザイク・ブロックの増大の程度は、高温圧延 350°後再加熱した方がはるかに大きいことである。その 1 例を示すのが Photo. 11 である。高温圧延温度を 550°として試験片を採取して中間焼鈍でモザイク・ブ

ロックの変化を観察すると、生成よりもブロックの面の廻転が著しいようである。然しながら中間焼鈍によつて不整なモザイク・ブロックの生長とその間隙の増加も見逃すことは出来ない。その 1 例を示すものが Photo. 12 であつて、外観上はモザイク・ブロックの成長と間隙の増加が目される。著者の 1 人塩田は不純物として水素ガスをとり上げて次のような観察を与えているので附記したい。塩田は単結晶について求め、圧延温度 350°ではモザイク・ブロックの偏りが殆んど認められないで、僅かに地に点在している。この偏りの少ない傾向は、圧延温度が 550°になつても同様な傾向を示している。水素ガスの混入が増加するとモザイク・ブロックは大きくなつて稜角が丸味を呈し地が網脈状になることである。

V 総 轄

以上の結果を総轄すると次のようになる。圧延方式を 4 つに分けて実験を試み、従来行われている 430~450°附近の圧延温度がモザイク・ブロックとして不都合が現れないことを認めた。圧延温度が低いと中間焼鈍によつて、ブロックの成長が著しいことが認められ、450°附近の温度が適し、従来の圧延温度を肯定し、一方本実験でその間の関係を確認したことになる。要するに熱間圧延途中の様相を電子顕微鏡で観察して圧延中に起るモザイク・ブロックの変化から最適な圧延条件が従来から行われた条件に近いことを証明したわけである。

SHIN-NIPPON COMMERCIAL CO., LTD.

No. 10, 3-Chome, Tsukiji, Chuo-ku
Tokyo, Japan

EXPORT & IMPORT

Metals & Ores. Chemicals, Construction
Materials, Machineries & Light Vehicles,
Foodstuffs, General Merchandise, Textiles
& their Raw Materials.

Cable Address:

"SHINNIPPON" Tokyo.

Tel.:

Tsukiji (55)
2600, 3164

アルミニウム
アルマイト

製品特約店

日新アルミニウム株式会社

専務取締役 花井英雄

住所 中央区日本橋大伝馬町三ノ一
電話 茅場町(66) 六四七五番