技 術 論 文

工業用純 Al 板に現われる二三の現象につて (IV) 高温加工の影響 (續)

池 野 尚 志*

Takashi Ikeno: Some Studies on Industrial Pure Al Sheets (IV). On the Effect of Hot-Rolling on Grain Size and Mechanical Properties of 2S Sheets (Continued).

The effect of the roll-temperature, the rolling temperature and the distribution of two phase compounds upon the recrystallization in cold-rolled 2S sheets was studied. The following results were obtained: The recrystallized grains become finer in size and their temperature higher, with the rise of the roll- or slab- temperature, when slab ingots are hot-rolled, even when the conditions of temperature and time of heating prior to the hot-rolling are similar. It is concluded that they are affected by the distributing conditions of two phase compounds, by the investigation of the recrystallization of rapid or slow-solidified ingots.

(Received September 25, 1953)

I. 緒 言

著者は工業用純 Al 板製造上の諸問題に関連して一連の實驗結果を報告した。又、裏に報告した高温加工の影響⁽¹⁾については、鑄塊の加熱温度と時間の影響を取り扱った。本報告では、鑄塊の加熱条件を一定にして、壓延時の鑄塊温度およびロール温度の相違による影響を検討した結果を報告する。

II. 實 驗 結 果

1. ロール温度の影響

* 北陸輕金屬工業株式會社技術課

(1) 池野, 横本, 野原, 本誌, 17(1953), 292.

熱間壓延においては壓延条件を支配するものの一つとしてロール温度が考えられる。先づ、ロール温度を常溫(熱間壓延開始)と 150° 前後(表面温度を Thermochrom pencil で測定したので概數であるが、普通鑄鋳中の温度である)の 2 種類として、55×300×300 mm. 約 14 kg の鑄塊を 550° で 4 時間加熱した後、直ちに熱間壓延して 4 mm 板に仕上げた。鑄塊の頭部に孔を明け、熱電對を封入して、温度降下を測定した結果、ロール温度 150° 前後で最終 330° となつた。測定に時間を要するので、この間の温度降下を考慮に入れると實際にはこれ程著しくは降下しないであろう。しかしロール温度が低い場合には更に急速に降下し、290° となつた^{**}。ただし、使用した地金は前報⁽¹⁾同様 99.06 % Al である。熱間壓延板の表面はロ

ール温度が低いと滑かで光澤があるが、温度が高いと荒れて来て白つぼくなる。これ等の板の切断面および表面の組織は Photo. 1 に示すようで、前者では表面疵が細く、し

Temperature of roll is 20° Temperature of roll is 150°

Above=surface of hot rolled plates $\times 400$

Under=section of hot rolled plates $\times 50$

Photo. 1 Structure of hot rolled plates.

かも浅いが、後者では太く且つ深くなっている。また、切断面を見ると、前者では組織的に斑があり、細長い紡錘状の縞が層状にならんで見え、後者では非常に均質的な組織となり、第二相成分の分布状態も均一度が高くなっている。これら断面のマイクロ硬度値は Fig. 1 に示すようで、

Fig. 1 Change of microhardness.

るので、当然の現象である。

次に、冷間で熱間圧延方向と直角に圧延した 0.5 mm 板について、各温度で 1 時間加熱して機械的性質の變化を調べると、Fig. 2 に示すように、ロール温度の高い方で再結晶温度が高くなり、また焼鈍後の伸びも高くなっている。更に、再結晶粒度は Photo. 2 に見るようにロール温度が高い方でより微細となり、しかも粒状も比較的等方的

に発達し、揃っている。(しかしロール温度が低いと粒状の

Fig. 2 Change of mechanical properties at 0.5mm sheets.

Roll temp. = 20° Roll temp. = 150°

Photo. 2 Recrystallized structure. $\times 100$.

不揃が目立

っている)。

また、實際

深絞り加工

した場合の

伸びおよび

耳の発生

模様にも

Fig. 3 に見

るように極

めて著しい

相違が生じている。

Fig. 3 Change of elongation by deep drawing test.

2. 熱間圧延温度の影響

鑄塊の加熱温度を 500° 一定とし、4 時間加熱した後、一つはたぐちに、残りは 450° および 400° になった時に熱間圧延を開始した。たゞし、その時のロール温度は何れも約 150° である。それら熱間圧延 4 mm 板の切断面を鏡鏡すると、Photo. 3 のようになり、圧延時の鑄塊温度が高いほど、歪線の分布密度が低く、組織的により均一となっているが、鑄塊温度が低いほど歪線が増加し、その分布密度を測定してみると Fig. 4 のようになり、歪線間隔の對數と鑄塊温度の逆數 $1/T$ とはほぼ直線的になつてい

** この場合には最終板の温度のみを測定した。

Temperature of slab ingots when they were hot rolled.
Photo. 3 Microstructure of hot rolled plates $\times 400$

Fig. 4 Strain lines a hot rolled plates (4mm) and grain size at recrystallized sheets (0.5mm).

これらの板を冷間で0.5mmに壓延した板について機械的性質の変化を調べると Fig. 5~7のよ

Fig. 5 Change of mechanical properties by annealing

うになり。鑄塊温度が高いほど再結晶温度が高くなり、機械的性質回復の速度が遅くなっている。また Fig. 6 のエリクセン値と Fig. 5 の伸変化とは一致していない。これは既

Fig. 6 Change of erichsen value by annealing.

報⁽²⁾の結果と一致する。また、実際に深絞り加工した場合には Fig. 7 に示すように、45° 方向に耳が発生しているが、鑄塊温度が高いほど異方性が少くなることがわかる。さらに Photo. 4 に再結晶粒度の差異を示しているように、鑄塊温度が低いほど粗大と

Fig. 7 Change of elongation by deep drawing test.

Photo. 4 Recrystallized microstructure. $\times 100$

なり⁽¹⁾、その値は Fig. 4 に記入してある。

3. 第二相成分の分布とその寄与

以上の変化は何れも第二相成分分布状態の相違によつて説明され得るが、次にその影響を別の面から擴大して追求してみた。すなわち同一純度 (99.06%) の試料を用い、一つは水中に急冷し、他は Fire brick mould に鑄込んで特に徐冷し、これらの試料について、冷間壓延板の再結晶現象を比較検討した。Photo. 5 (a)~(b) は鑄造組織で、これを 500° で 4 時間加熱すると Photo. 5 (c)~(d) のようになり、さらに熱間壓延 (加工度 92.7%) すると Photo. 5 (e)~(f)、これを冷間壓延 (加工度 87.5%) 後再結晶せしめると Photo. 5 (g)~(h) のようになる。なおこれら冷間壓延板の焼鈍による硬度變化を Fig. 8 に示して置く。

Photo. 5(a)~(b) からわかるように兩鑄塊の結晶粒度の差は極めて大きく、急冷鑄塊の境界線が太くなっているのは鑄造歪の發生に伴い腐蝕され易くなっているためで (マクロ組織の大小はミクロ組織のそれと比例する)、(c)~(d) の加熱組織から第二相化合物の晶出分布状態の差異が明瞭に識別され、急冷鑄塊におけるそれらは粒界に細かく平均に分布されているが、徐冷鑄塊では大きい化合物が局所的に偏在集團となつて晶出している。従つてこれらを熱間加工して得られた (e)~(f) の組織でも上記鑄塊におけ

(2) 著者、本誌投稿中(第3報参照)。

Photo. 5

Relation between the microstructure of specimens and the process of treatment.

Grain size (g): $8.7 \times 10^{-4} \text{mm}^2$
(h): $23.4 \times 10^{-4} \text{mm}^2$

Fig. 8 Change of hardness by annealing.

きい。また、歪線の発生模様から見ても、化合物の附近に熱間加工時に発生したと思われる加工歪が残っていて、その程度および分布密度の差異も化合物の分布と密接な関係があり、この傾向は冷間加工によっても同様になることを豫測せしめるものである。従つて、再結晶組織の大小ある

る差異がそのまま繼承され、化合物は丸味を帯び、球状に連鎖して壓延方向に延びて介在しているが、その大きさおよび分布密度の差は極めて大

いは再結晶温度の相違が第二相成分存在状態の影響によることとした考察が間違いでないことがわかる。

III. 総 括

高温加工の影響をロール温度および鑄塊の壓延温度の相違の面から追求し、ロール温度が高い方が再結晶粒度を微細にし（ただし、再結晶温度は高くなる）、また鑄塊温度も高い方が良い結果を得た。これが原因としては第二相成分存在分布の相違にあるとし、さらにこの考察の基礎を詳細に追求するために、第二相成分析出状態の相違する極端に急冷あるいは徐冷して製作した鑄塊について、再結晶現象におよぼす第二相成分の影響を検討し、第二相成分が微細に均一に、しかして平均して分散している方が、そうでないものに比べて再結晶温度を高める代りに、再結晶粒度を微細にする事実を確認した。