



|                  |   |
|------------------|---|
| Title            | Mg板の表面集合組織に及ぼす圧延条件の影響   |
| Author(s)        | 伊藤, 洋一; Ito, Yoichi   |
| Citation         | 北海道大學工学部研究報告, 48, 255-260   |
| Issue Date       | 1968-06-20  |
| Doc URL          | <a href="https://hdl.handle.net/2115/40867">https://hdl.handle.net/2115/40867</a> |
| Type             | departmental bulletin paper   |
| File Information | 48_255-260.pdf  |



# Mg 板の表面集合組織に及ぼす 圧延条件の影響

伊藤 洋一\*

(昭和43年1月16日受理)

## The Effect of Rolling Condition on Surface Texture of Mg Sheet

Yoichi ITO

(Received January 16, 1968)

### Abstract

This is the first report on a proposed series of studies on the surface texture of the rolling sheet. The effect of rolling temperature and reduction per pass on surface texture of Mg sheets were as follows. 1) The spread in orientation of the basal plane is remarkably less at the surface than at the center of a hot-rolled sheet. 2) A marked spread in orientation of the basal plane at the surface of a hot-rolled sheet was seen in the rolling direction but at the center it was seen in the transverse direction. 3) The surface texture of a cold-rolled sheet shows little or no difference from the inside texture. 4) A sheet rolled at 300°C and 0.5 mm/pass has the highest developed surface texture. 5) The depth of surface texture slightly increases as the reduction per pass increases.

### 1. 緒 論

金属材料を圧延すると、圧延面付近に内部と異なった集合組織が現われることは以前から知られている<sup>1)~8)</sup>。Varga-Wassermann<sup>3)</sup>によると、Al 冷延板の中心層では (110)  $[\bar{1}\bar{1}2] + (112)$   $[11\bar{1}]$  方位を持つのに対し、表面層では (100)  $[011]$  方位を持っており、この方位は厚さ 5 mm の板の表面から 1.2 mm の深さまで及んでいる。

集合組織が機械的性質をはじめとする諸性質に大きな影響を及ぼす事は良く知られているにも関わらず、従来機械的性質と集合組織の関係は内部集合組織にのみ着目して論じられている場合が多い。しかし、このように表面付近に内部と異なる集合組織があり、これがかなり内部にまで及んでいる以上、これが材料の性質に与える影響は無視できない。事実、この表面集合組織が Mg 合金の曲げ性質に悪影響を与えるという報告<sup>9)</sup>もある。しかし、表面集合組織の成

\* 冶金工学科

\* Department of Metallurgical Engineering

因、これと材料の諸性質との関連性などについての研究はほとんどなされていないのが実情である。

そこでこれらの諸点を明らかにする研究の第一段階として圧延条件と表面集合組織の関係を検討することにした。

X線により多結晶集合体の結晶配向を知るために現在最も一般的に使われている方法としては Schulz 法 (反射法) と Decker-Asp-Harker 法 (透過法) の二つの方法がある。しかし、このいずれの方法もその一方のみでは完全な極点図を描くことは出来ない。即ち反射法では極点図の円周付近、透過法ではその中心付近についてのデータを得ることができない。従って普通極点図の中心から  $50\sim 60^\circ$  までの範囲を反射法によって求め、 $30\sim 40^\circ$  から円周までを透過法によって求めて両者を合成し一枚の極点図を得ている。

所でこの両法を比較してみると、Mg を試料とし  $\text{CoK}\alpha$  X線を用いた場合、反射法では無限の厚さを持った試料からの回折 X線強度の 75% に相当する強度を得るためには約  $25\ \mu$  の層があれば良く、95% に相当する強度を得るには約  $50\ \mu$  の層があると良い。これに対し透過法では最大の回折強度を得るためには約  $100\ \mu$  の試料厚さを必要とし、得られる結果はこの厚さ全体にわたっての平均値である。従って表面集合組織のように非常に薄い層として存在し、しかも表面から内部にかけて急激に変化する組織を調べるには反射法のほうが適していることは言うまでもない。

立方晶金属の圧延集合組織を知るために普通良く使われる極点図としては (100), (110), (111) などがあり、六方晶金属では (0001) 極点図が広く使われている。しかし後述のとおりこれ等の極点図は反射法と透過法を併用しなければ描くことができず、表面集合組織の測定には適当ではない。所が好都合なことに、六方晶金属の一つである Mg は (0001) 面が圧延面と平行になる傾向が強く、それ故 (0001) 極点図の全容を反射法のみによって知ることが出来るという大きな利点を持っている。これが Mg を試料として選んだ理由である。

## 2. 実験方法

### 2.1 押出し

市販の Mg インゴット (純度 99.9%) から  $50\ \text{mm}\ \phi \times 50\ \text{mm}$  の丸棒を切り出し、鑄造組織を破壊するために次の条件で押出した。

|        |                                      |
|--------|--------------------------------------|
| 押出し板寸法 | $10 \times 45 \times 150\ \text{mm}$ |
| 押出し温度  | $350 \pm 10^\circ\text{C}$           |
| 押出し速度  | $300\ \text{mm/min}$                 |
| 加工率    | 約 80%                                |

### 2.2 圧延

上記の板を径  $100\ \text{mm}$ 、長さ  $150\ \text{mm}$  のロールを持つ実験用 2 段圧延機で一方向に圧延し、

Table 1. Rolling condition.

| Rolling temperature<br>(°C) | Reduction/pass (mm) |      |      |      |      | Temperature of rolls<br>(°C) |
|-----------------------------|---------------------|------|------|------|------|------------------------------|
|                             | 0.08                | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 1.50 |                              |
| 20                          | ...                 | ○    | ...  | ...  | ...  | 20                           |
| 100                         | ...                 | ○    | ...  | ○    | ...  | 100                          |
| 200                         | ...                 | ○    | ...  | ○    | ...  | 200                          |
| 300                         | ○                   | ○    | ○    | ○    | ○    | 250                          |
| 400                         | ...                 | ○    | ...  | ○    | ...  | 250                          |

厚さ  $1.00 \pm 0.02$  mm の板とした。加工率は 90%，圧延速度は 3 m/min である。圧延条件の詳細は Table 1 に示すとおりであり、潤滑剤は一切使用していない。

各試料は 1~3 パスごとに電気炉中で加熱し、圧延中試料表面温度が所定温度に対して  $+10^{\circ}\text{C}$ 、 $-30^{\circ}\text{C}$  の範囲を越えないように注意した。

### 2.3 X 線 回 折

極点図の測定には  $\text{CoK}\alpha$  特性 X 線を用い、(0001) 極点図の中心から  $55^{\circ}$  までの範囲を  $5^{\circ}$  おきに Schulz 法で強度分布を測定した。なお試料はその面内で振動させ  $20 \times 20$  mm の X 線照射面積を持たせた。

各圧延板はまずその表面に関して極点図測定を行なった後、板の片面のみを希塩酸で板厚中心まで化学研削し同様の測定を行なった。一部の板については表面集合組織の及ぶ深さを知るために表面から 0.03 mm, 0.05 mm, 0.10 mm, 0.20 mm, 0.50 mm の各深さにおける (0001) 極点図を測定した。

## 3. 実 験 結 果

表面及び内部集合組織の (0001) 極点図を Fig. 1 (a)~(c) に示す。

(a) 図は  $300^{\circ}\text{C}$ , 0.25 mm/pass で圧延した板の内部集合組織を示す極点図であるが、この内部集合組織は本実験で採用した圧延条件の範囲内ではほとんど変化しない。(b) 図は上と同じ条件で圧延された板の表面から得られた極点図であるが、冷間圧延板を除く他の圧延板では極の分散程度の違いこそあるものの形の上では類々の極点図が得られる。この極点図を (a) 図と較べると次の二つの大きな相異点のあることが分る。その一つは板の表面では極の分散が小さいことであり、他は極の分散方向が内部のそれに対して  $90^{\circ}$  変化していることである。(c) 図は冷間圧延板の表面から得られた極点図であり、内部集合組織のそれと良く似ている。

(a) 及び (b) 図から熱間圧延板では表面と内部の集合組織の間に大きな違いのあることが分ったが、表面集合組織に及ぼす圧延条件の影響を知るためには極点図より更に数量的な表示法が望ましい。そこで表面集合組織では (0001) 面の極の分散が小さいという点に着目し、この分散の大小によって表面集合組織の発達を知る目安とすることにして次の式を考えた。

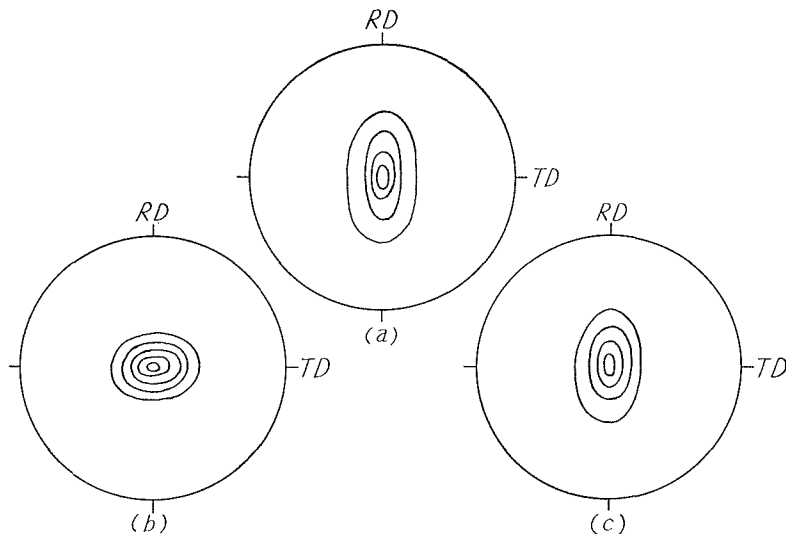


Fig. 1. (0001) pole figure of (a) center layer of hot-rolled sheet at 300°C and 0.25 mm/pass, (b) surface layer of the same sheet, and (c) surface layer of cold-rolled sheet.

$$P_n = A/B$$

A: 圧延面と 15° 以下の傾きを持つ (0001) 面からの回折 X 線の積分強度

B: すべての (0001) 面からの回折 X 線の積分強度

この  $P_n$  値が大きい程 (0001) 面が圧延面と平行になる傾向が強い、即ち表面集合組織が良く発達していることを意味する。

Fig. 2 は  $P_n$  値と圧延温度の関係を示したものである。板の中心では圧延条件とは無関係に一定の  $P_n$  値を示すが、表面では圧延温度と共に  $P_n$  値は増加し、300°C で最大となる。

これに対し、Fig. 3 は圧延温度を一定に保ちパス当りの圧下量を変えた場合の  $P_n$  値の変化を示したものである。この図から内部集合組織はパス当りの圧下量の影響は殆んど受けないが、一方表面集合組織はパス当りの圧下量が大きくなるにつれて発達し、0.5 mm/pass を頂点としてそれ以上の圧下量では逆に多少弱くなることが分る。最後にこの表面集合組織が圧延面からどの程度内部までに及んでいるかを求めた結果が Fig. 4 である。これから表面集合組織の及ぶ深さはパス当りの圧下量に影響されることが分る。

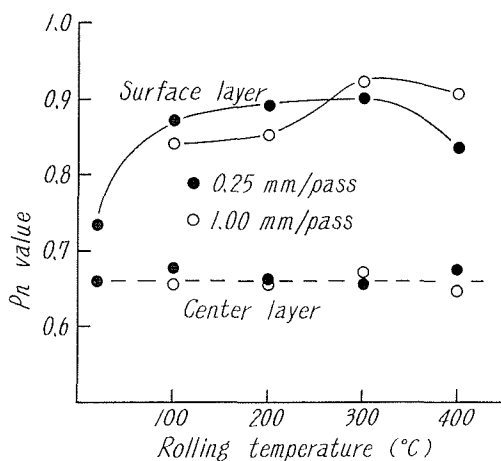


Fig. 2. Dependence of  $P_n$  value on rolling temperature.

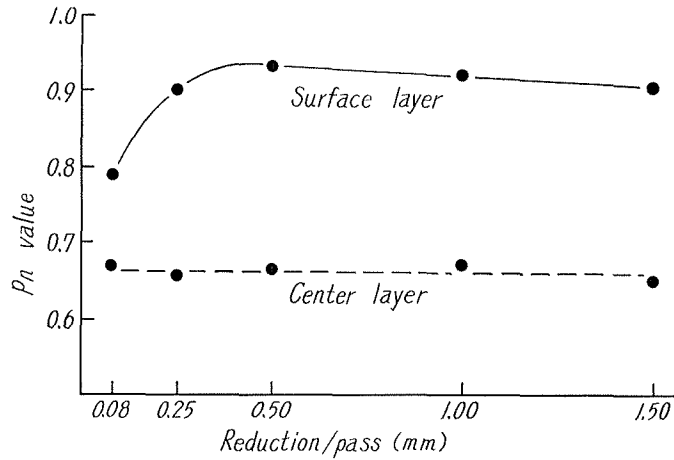


Fig. 3. Dependence of  $P_n$  value on reduction/pass. Each sheet was rolled at 300°C.

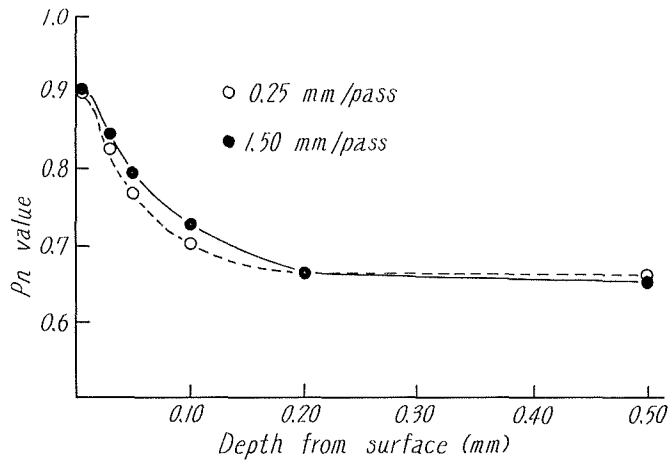


Fig. 4. Change of  $P_n$  value due to depth from surface. Each sheet was rolled at 300°C.

#### 4. 考 察

圧延表面から得られた (0001) 極点図は非常に特異なものであり、圧延温度、パス当りの圧下量、最終加工率などの圧延条件をかなり広範囲に変化させても、これと類似の極点図が板の中心層で得られたという例はない。これは板の表面付近では内部とは全く異なった metal flow が存在することを暗示している。この異常な metal flow を起させる要因としてまず第一に考えられるのはロールと材料の間に働らく摩擦力である。

摩擦力は圧延面に平行に働らく力、即ち剪断力であり、ロールから材料に加えられる垂直力と摩擦係数の積で与えられる。ロールと材料の接触面内における摩擦係数の分布を知る手段

が開発されていない現在この摩擦力の大きさを正確に知ることはできないが、少なくとも冷間圧延では摩擦力は材料の降伏点よりもはるかに小さいと考えられる。しかし、圧延温度が上昇するに従い、材料の降伏点が低くなる反面摩擦係数は冷間に較べて大きくなるため、metal flow に及ぼす摩擦力の影響は相対的に見て大きくなると考えられ、極端な場合には摩擦力によって板の表面付近が塑性変形を起す可能性すらある。

冷間圧延板では表面集合組織と内部集合組織の相異が小さいこと、又潤滑剤を使って Mg 合金を熱間圧延すると表面集合組織が余り発達しない<sup>8)</sup> ことなどは摩擦力が表面集合組織の発達と密接な関係を持つているという考えを裏づけるものである。

しかしこの実験結果を十分に理解するためには圧延温度と摩擦力の関係、圧延時の metal flow の詳細、表面集合組織と再結晶との関係などについてより定量的な知識を持つことが必要であり、これは今後の課題である。

## 5. 結 論

表面集合組織に及ぼす圧延条件の影響について検討した結果次のような結論が得られた。

- a) 冷間圧延板では表面と内部の集合組織の間に大きな相異は認められない。
- b) 熱間圧延板の表面では内部に較べて (0001) 面の圧延面に対する傾きが小さい。
- c) 熱間圧延の板表面の (0001) 極点図は圧延方向と直角な方向に分散が大きい。
- d) 表面集合組織は圧延温度の上昇に伴い、300°C までは発達するが、それ以上の温度では弱くなる。
- e) 表面集合組織はパス当りの圧下量が増すに従い発達するが、0.5 mm/pass 以上では逆に僅かながら弱くなる。
- f) 表面集合組織の及ぶ深さはパス当りの圧下量が増すと僅かに増加する。

## 謝 辞

本報告を終えるにあたり、懇切なる御指導を賜りました北海道大学工学部松原嘉市教授、名古屋大学工学部西成基教授に深く感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) Möller, H. and Stäblein, H.: Arch. Eisenh., 29 (1958), p. 377.
- 2) Hu, H. Sperry, P. R. and Beck, P. A.: J. Metals, 4 (1952), p. 76.
- 3) Varga, G. V. and Wassermann G.: Metalwirtschaft, 12 (1933), p. 511.
- 4) Lücke, K.: Z. Metallk., 45 (1954), p. 86.
- 5) Schmid, E. and Wassermann, G.: Z. Metallk., 23 (1931), p. 87.
- 6) Edmunds, G. and Fuller, M. L.: Trans. AIME, 99 (1932), p. 175.
- 7) Hargreaves, A.: J. Inst. Metals, 71 (1945), p. 73.
- 8) Dietrich, R. L.: Trans. AIME, 185 (1949), p. 621.