

[21035]

軽量構造用マグネシウム合金押出し管材の ミクロ組織がプレス成形性に及ぼす影響に関する基礎研究 Basic Study on Effect of Microstructure of Magnesium Alloy Extruded Tube for Lightweight Structure on Press Bendability

長谷川収^{#A)}, 徐平光^{B)}, 諸岡聡^{B)}

Osamu Hasegawa^{#, A)}, Pingguang Xu^{B)}, Satoshi Morooka^{B)}

^{A)} Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

^{B)} Materials Sciences Research Center Japan Atomic Energy Agency

Abstract

In order to reduce greenhouse gases, there is a strict demand for material and energy saving for automobiles, and there is an urgent necessity to reduce the weight of each part. Under this background, processing technology for effectively utilizing tube that can achieve both high rigidity and light weight as structural materials, so-called tube forming, is being energetically researched in the field of plastic forming. The research subject remains in how to improve productivity. When we bend magnesium alloy extruded tube with press bending, there is a problem that cracks occur on the compression side generally, but applicant have found cases where cracks did not occur. However, since the difference in mechanical properties is not remarkable, it is necessary to investigate the effect of microstructure on the formability in compression side. This is a study which has target of clarifying the effect from more global observation than EBSD.

Keyword: magnesium alloy extruded tube, press bending, microstructure, formability in compression side

1. はじめに

1.1 研究背景と目的

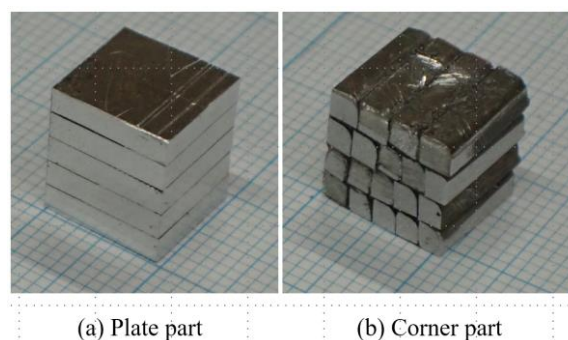
これまで入手した AZ31 マグネシウム合金押出し角管は新旧 2 ロットあり、押出しの際の初期ビレット温度はそれぞれ 350°C、450°C の 2 水準で、機械的性質とプレス曲げ加工性に与える影響を調査してきた。一方、EBSD による結晶方位解析も行っている。旧ロットの 350°C、450°C（圧縮の破断形態に違いあり）と新ロットの 350°C のコーナー部で行った。中性子線を照射する方法では、新ロットの 350°C、450°C で、角管の板部とコーナー部の結晶方位解析を実施した。すなわち、350°C 材のコーナー部については 2 通りの方法で結晶方位を調査できている。しかし、この両者の結果は一致しなかった。そこで、旧ロットの 350°C、450°C 材においても、中性子線を用いた結晶方位解析を試み、EBSD による結晶方位解析の結果と比較するとともに、350°C と 450°C 材とで破断形態や強度に違いが生じた原因を考察する。

電子後方散乱回折による EBSD を用いる方法は、試料の準備に、観察面の研磨やエッチングといったひずみ（加工変質層）を除去するための高度な技術を要する。ところが、中性子線を照射する方法を用いれば、試料は圧倒的に簡単に準備できる。また、EBSD 解析では、試料の観察面から 5nm ほどの深さまでしか調査できないが、中性子線を照射することで、試料

全体の結晶方位を大局的に調査することができ、すべり系の違いや、肉厚変化の仕方に違いが生じる原因の解明が進展すると考えられる。

1.2 実験方法

試料は、識別番号 4-5（旧ロット、350°C 材）、1-7（旧ロット、450°C 材）で、それぞれ角管の板部とコーナー部から小片を切出したものを接着剤で接着しつつ積層して製作した。その際、押出しの向きが判別できるようにけがき線でマーキングを行い、順番に注意深く積層し、一辺が約 10mm の立方体状に仕上げた。端面は、板部のものについてはフライス盤で加工し、コーナー部のものについてはベルトサンダーなどで研削した。450°C 材の例を Figure 1 に示す。



(a) Plate part

(b) Corner part

Figure 1. Appearance of Specimens (450°C).

[21035]

2. 実験結果

2.1 RESA を用いた今回の実験結果

極点図を Figure 2 に示す。

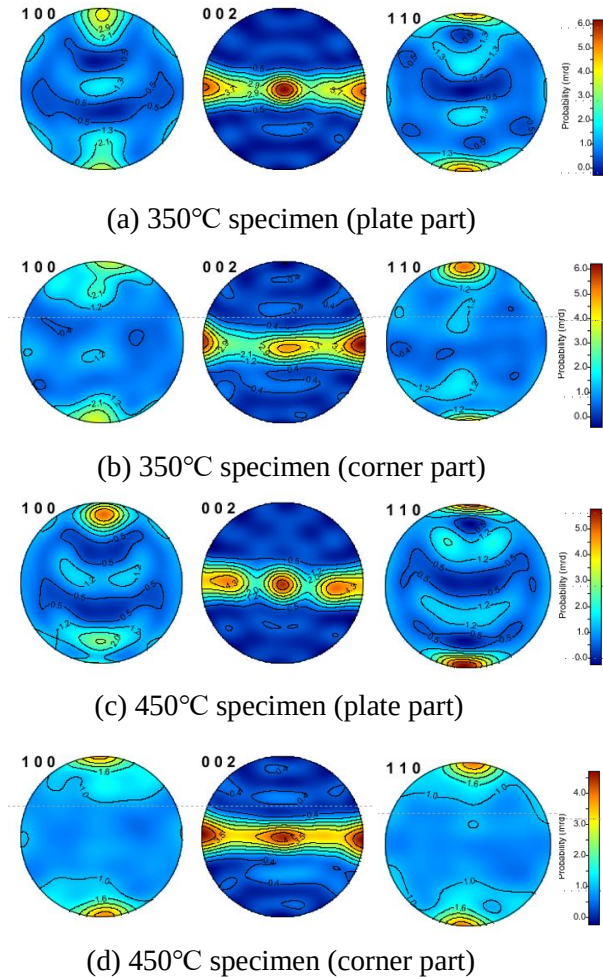


Figure 2. Pole figure obtained by RESA.

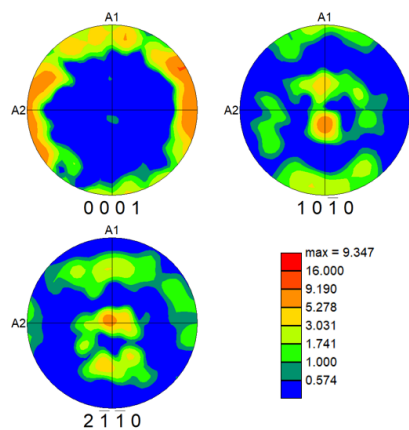


Figure 3. Pole figure obtained by EBSD.

2.2 EBSD による既往の実験結果

極点図を Figure 3 に示す。

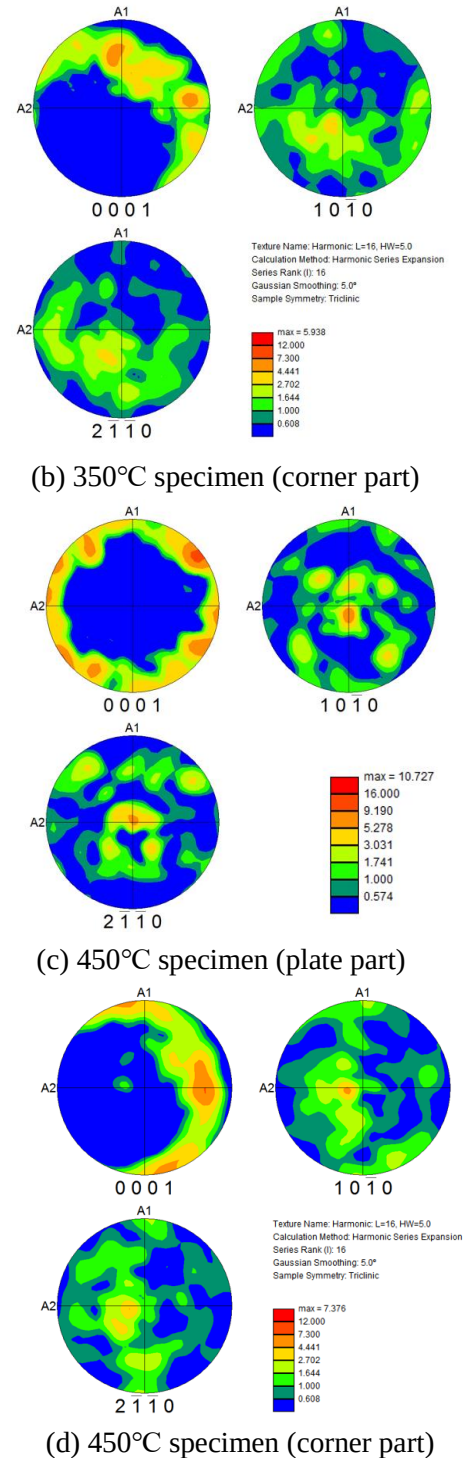


Figure 3. Pole figure obtained by EBSD (continuation).

3. 考察

3.1 RESA から得られた結晶方位の情報

左から第 1 型柱面、底面、第 2 型柱面の順である

[21035]

が、これら旧ロットの 350℃材と 450℃材においては、板部、コーナー部とも、結晶方位に大きな差異は見られなかった。

3.2 EBSD による結晶方位の情報

参考に、既往の調査結果を示す。まず板部であるが、底面を見ると、押出し方向にほぼ垂直になっており、350℃材ではやや TD 方向に向いているものが多い。同じく押出し方向に垂直ながら、450℃材の方が底面はランダムな方向に向いているようである。第 1 型柱面、第 2 型柱面は、いずれもほぼ押出し方向に向いていることを示している。

一方、コーナー部であるが、350℃材では底面は ND 方向と TD 方向に向いているようである。450℃材もそれに似ているが、やや TD 方向に向いているようである。それに伴って、柱面も傾いている様子がわかる。

3.3 RESA と EBSD の結果の比較

3.3.1 350℃材板部

両者はほぼ一致していると言える。

3.3.2 350℃材コーナー部

両者はほぼ一致していると言える。RESA では、板部とコーナー部に顕著な差は見られなかったが、EBSD では底面の傾きにやや差が見られた。

3.3.3 450℃材板部

柱面が押出し方向に向いているという意味では、両者はほぼ一致していると言える。RESA では、底面が明確に ND 方向に向いている様子を示しているが、EBSD ではそのような様子は明確には見られなかった。

3.3.4 450℃材コーナー部

柱面がほぼ押出し方向に向いているという意味では、両者は一致していると言える。RESA では、底面が ND 方向と TD 方向に向いている様子を示しているが、EBSD においても、ほぼそのような傾向が出ており、両者はほぼ一致していると言える。

4. おわりに

RESA と EBSD とでは、450℃の板部を除けば、ほぼ両者の結果は一致したといえる。

さらに、プレス曲げ実験結果から、旧ロットにおいては、350℃材、450℃材ともに、軸引張りを加えずに曲げた場合には圧縮側で割れが生じた^[1]。ミクロ組織にも大きな差異はないことが確認できたため、初期ピレット温度の違いによってプレス曲げ加工性に差が生じないことを裏付ける結果となった。

しかし、本研究の結果からは、軸方向の圧縮試験において 350℃材と 450℃材に破断形態の違いが生じる^[2]原因を説明するには至っていない。350℃材、450℃材ともに、板部とコーナー部とでは底面の方位にやや違いが見られたが、RESA の 350℃材の結果のみ、両者には違いが少なかった。このことが、コーナー部から発生したき裂が板部にも進展する理由の根拠として活かせるかどうかは、さらに検討を要する。

次年度は、新ロットにおいて、軸引張りを加えずに曲げた場合でも 350℃材には割れが生じなかった原因を明らかにすべく、RESA によって結晶方位のデータを得たい。

参考文献

- [1] 長谷川収ほか：第 62 回塑性加工連合講演会講演論文集(2011)，pp. 325-326.
- [2] 長谷川収：第 21 回 M&P CD-ROM 論文集(2013)，103.