

## マグネシウム合金のレーザー溶接性

大阪大学 溶接工学研究所

中田 一博

### 1. 緒言

軽量構造用材料であるAl合金のレーザー溶接性に関して、最近では多くの研究がなされてきているが、同様に軽量構造用材料として注目されているMg合金のレーザー溶接性に関する研究はほとんど行なわれていない。Mg合金の溶接はアーク溶接が一般的であるが、レーザー溶接の特徴を生かせれば、今後、小型部品の精密溶接や厚板の高速度溶接等への適用も考えられる。

本研究では、工業用純Mg及びMg合金AZ31BのCO<sub>2</sub>レーザー溶接性について検討を行なったものである。

### 2. 実験方法

使用した工業用純Mg及びMg合金AZ31Bの化学成分をTable 1に示す。いずれも押出材(F材)であり、熱処理は行なっていない。板厚は6mmである。

レーザー溶接はCW CO<sub>2</sub>レーザーにより、放物面鏡（焦点距離254mm）を用いて、アルゴンガスセンターシールド（ガス流量30 l/min）で行なった。溶接に先立ち試片表面をエメリー紙#1000で研磨後アセトン脱脂を行なった。溶接条件は、レーザー出力：1.5～5 kW、ビーム焦点位置Ddf：+6～-6 mm、溶接速度：1～15 mの範囲で変化させた。溶接はビード溶接とした。溶接試片はビード外観検査、ビード溶込み形状ならびにX線透過試験及び断面組織検査による気孔及び割れ発生傾向に関する検討を行なった。また一部最適溶接条件で突合わせ溶接を行ない、継手強度を測定し、アーク溶接継手との比較検討を行なった。

Table 1 Chemical compositions of materials used.

| Material | Chemical composition (mass%) |       |       |       |       |       |       |      |
|----------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|          | Al                           | Zn    | Mn    | Fe    | Ni    | Cu    | Si    | Mg   |
| Mg       | 0.005                        | 0.004 | 0.003 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.004 | Bal. |
| AZ31B    | 2.85                         | 0.85  | 0.62  | 0.003 | 0.001 | 0.001 | 0.005 | Bal. |

### 3. 結果

Fig. 1 はビード溶込み形状に及ぼすビーム焦点位置の影響を示す。純MgではDdfが±3の範囲内でビードが形成されるのに対して、AZ31Bでは±6にまで拡大しており、後者の方がレーザービーム吸収特性は良好である。このことはFig. 2のビード溶込み形状に及ぼすレーザー出力の影響からも明らかであり、ビードが形成可能な最小レーザー出力は純Mgの2.5 kWに対してAZ31Bでは2.0 kWと低下している。Fig. 1やFig. 2に示すようにDdfやレーザー出力のある値を境に不連続的にビードが形成される現象はAl合金の場合と同様であった。

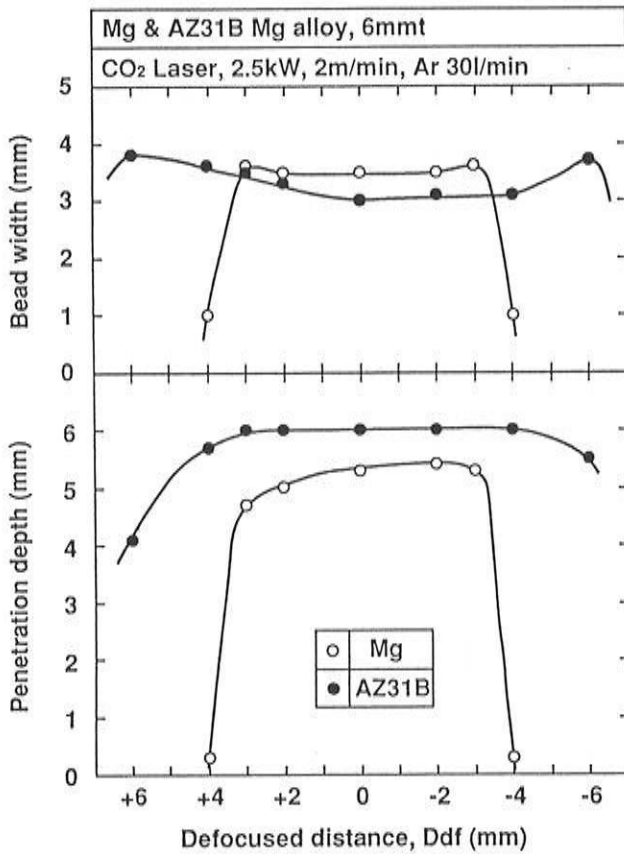


Fig.1 Effect of Ddf on penetration depth and bead width.

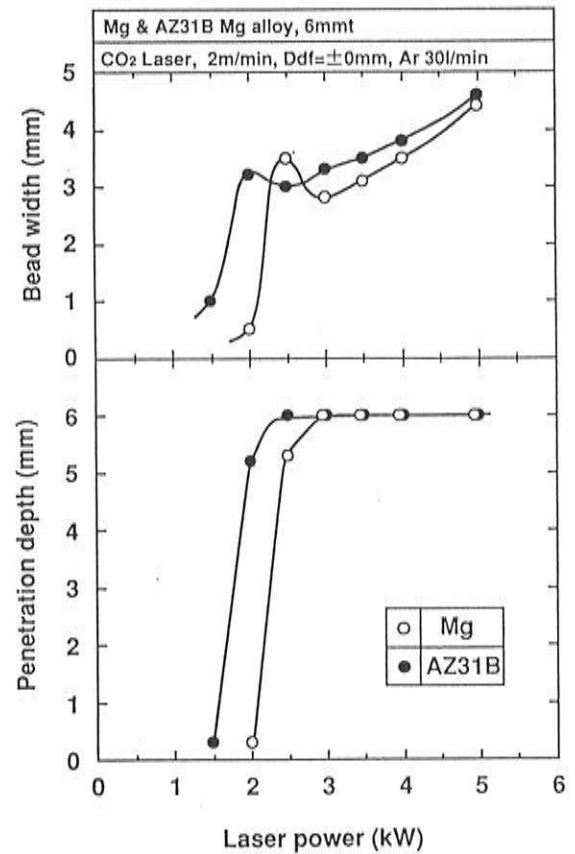


Fig.2 Effect of laser power on penetration depth and bead width.

Fig. 3はレーザー出力に対するビード断面形状とビード表面及び裏面外観の変化を示す。レーザー出力3～4 kWでは安定なキーホール溶接が可能であり、Al合金（特にAl-Mg合金）で見られたような激しいスパッタやヒュームの発生は見られなかった。また、同一溶接条件で比較した場合<sup>1)</sup>、Mg合金の方がAl合金よりも概して溶込み深さが大きく、かつビード幅は狭い傾向にあった。

Al合金ではビード部に多数の気孔が発生する傾向にあったが<sup>1)</sup>、純Mgでは若干の気孔が認められたものの、AZ31Bではほとんど認められなかった。また、割れに関しては純Mgでは全く認められず、AZ31Bではクレータ部とビード幅が極端に広がった条件で凝固割れが発生したものの、良好な裏波ビードでは全く認められなかった。


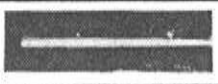
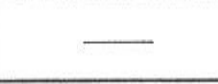


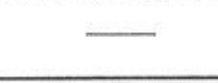
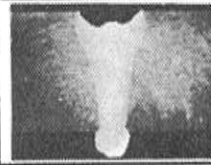

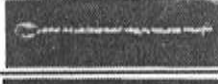






| AZ31 Mg alloy, 6mmt                                 |   |  |
|---|---|--|
| CO <sub>2</sub> Laser, 2m/min, Ddf=±0mm, Ar 30l/min |   |  |
| Laser power   | Crossectional macrostructure  | Top surface  |
|   |   | Back surface   |
| 1.5kW   |   | <br>  |
| 2.0kW   |  | <br> |
| 2.5kW   |  | <br> |
| 3.0kW   |  | <br> |
| 4.0kW   |  | <br> |

Fig.3 Bead appearance and macrostructure on crossection at different laser powers.

Fig. 4はAZ31Bの突合せ溶接部の断面組織をティグアーク溶接部と比較して示す。ティグアーク溶接は手溶接により共金溶加材を使用して両面各一層溶接を行った。開先形状はI形突合せとしたが、2層目溶接は十分に裏はつりを行ったのちに実施した。溶接条件は140A、0.2m/min、Ar 10 l/minである。1パス裏波溶接も試みたが溶落ちのために不可能であった。これに対してレーザー溶接では溶加材は用いずに、3.5kW、2m/minの溶接条件で1パス裏波溶接が可能であった。溶接能率の観点からはレーザー溶接はティグ溶接の20倍以上となる。またティグアーク溶接部では一部で気孔が認められたが、レーザー溶接部では認められなかった。Table 2に引張試験結果をまとめて示す。レーザー溶接部ではほぼ100%の継手効率を示し、伸びも母材の約90%であり、いずれもティグ溶接部よりも良好であった。

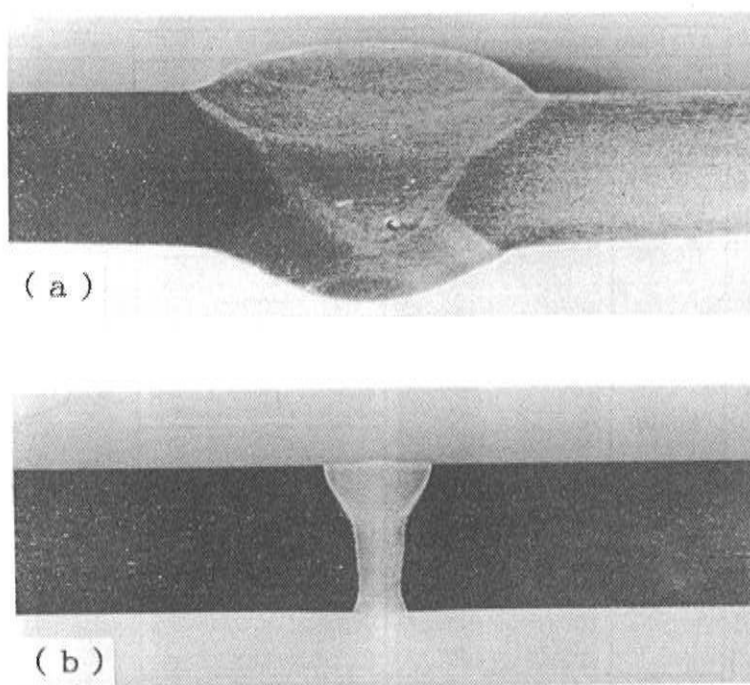


Fig.4 Comparison of macrostructure on crosssection of welded joint of AZ31B(plate thickness:6mm):  
 (a)GTAW, 140A, 0.2m/min, (b)LBW, 3.5kW, 2m/min.

#### 4. まとめ

純Mg及びMg合金AZ31B押出材ではCO<sub>2</sub>レーザー溶接により安定でスムーズな裏波ビード形成が可能であり、溶接継手部の機械的性質も優れていることを明らかにした。

レーザ溶接実験に協力された東成エレクトロビーム（株）に深謝いたします。  
 また、引張試験は昭和アルミニウム（株）、x線透過写真は千代田検査工業（株）  
 にお世話になりました。紙面をお借りしてお礼申し上げます。

参考文献：1)中田ら：溶接学会全国大会講演概要集、53(1993), 92.

Table 2 Tensile test results of AZ31B welded joints by GTAW and LBW.

| Welded joint | Tensile strength<br>(Mpa) | Elongation<br>(%) | Bead width<br>(mm) | Welding speed<br>(m/min) | No. of pass |
|--------------|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------------|-------------|
| Base metal   | 248                       | 18.3              | —                  | —                        | —           |
| LBW          | 248                       | 16.5              | 3                  | 2                        | 1           |
| GTAW         | 222                       | 10.6              | 15                 | 0.2                      | 2           |