

(740)  $\beta$  型チタン合金の電子ビーム溶接継手強度

金属材料技術研究所

○藤田充苗 河部義邦  
入江宏定緒言

チタン合金は難加工性材料であるので切削加工により製品が作られることが多く、一般にコスト高である。しかし、冷間加工性の良好な $\beta$ 型チタン合金を用い、製品の組立に溶接を採用することによって、材料の歩留を向上させ、組立工程を簡略化させると、コストの低減をはかることが可能になる。それには、溶接継手の性能が明確にされなければならない。そこで、3種類の $\beta$ 型チタン合金に電子ビーム溶接を施し、溶接部の組織、硬さ分布、継手強度を測定し、溶接継手の性能を検討した。

実験方法

実験に使用した3種類の合金の化学組成をTable 1に示す。これらの合金をプラズマ・ビーム溶解炉で10 kg溶製した。その後、30 mm厚さの板に鍛造し、14 mm厚さまで熱間圧延し、800°C×1hの溶体化処理を行ない、90%の冷間圧延によって1.3 mm厚さとし、溶接を施した後、500°C×8hの時効処理を行なって、引張試験した。なお、溶接は電子ビームを用いてビードオンプレートで行なった。その条件はビームの焦点位置を板表面とし、加速電圧40KV、ビーム電流20mA、溶接速度80~250 cm/minであった。

実験結果

Table 1 Chemical compositions. (wt%)

| alloy          | Al   | Sn   | Zr   | V     | Mo    | Cr   | Fe   | C     | N      | O    | H(ppm) |
|----------------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|--------|------|--------|
| Ti-8-8-2-3 (A) | 2.92 | -    | -    | 8.25  | 8.34  | -    | 1.87 | 0.013 | 0.0103 | 0.11 | 13.7   |
| Ti-15-3-3-3(B) | 3.20 | 2.72 | -    | 13.93 | -     | 2.32 | -    | 0.020 | 0.0209 | 0.12 | 57.2   |
| Beta III (C)   | -    | 3.24 | 6.21 | -     | 11.53 | -    | -    | 0.012 | 0.0062 | 0.13 | 15.3   |

溶接金属に  
おける樹枝状  
組織はTi-8-8

-2-3 (A)と $\beta$  III (C)

で明瞭に認められた  
がTi-15-3-3-3(B)  
合金では認め難かった。  
熱影響部の組織は、  
溶接済の場合、溶  
接金属から離れるに  
したがって、粗大 $\beta$

Table 2 Tensile properties of welded joint in beta titanium alloys.

| alloy          | specimen     | yield strength<br>kgf/mm <sup>2</sup> | tensile strength<br>kgf/mm <sup>2</sup> | elongation<br>(%) | location of failure |
|----------------|--------------|---------------------------------------|---|-------------------|---------------------|
| Ti-8-8-2-3 (A) | base (CR-A)  | 162                                   | 166                                     | 1.1               | -                   |
|                | base (STA)   | 130                                   | 136                                     | 6.4               | -                   |
|                | welded joint | 130                                   | 134                                     | 1.3               | weld metal          |
| Ti-15-3-3-3(B) | base (CR-A)  | 155                                   | 158                                     | 4.7               | -                   |
|                | base (STA)   | 118                                   | 127                                     | 8.8               | -                   |
|                | welded joint | 124                                   | 128                                     | 3.0               | weld metal          |
| Beta III (C)   | base (CR-A)  | 150                                   | 157                                     | 1.2               | -                   |
|                | base (STA)   | 127                                   | 132                                     | 6.3               | -                   |
|                | welded joint | 121                                   | 124                                     | 1.6               | weld metal          |

粒、微細 $\beta$ 粒、未再結晶を伴って時効状態への遷移が認められた。しかし、溶接後時効処理を施した場合、未再結晶、時効組織と母材の組織とを識別出来なかった。

溶接部の硬さ分布は時効処理後では、溶接金属、粗大 $\beta$ 粒、微細 $\beta$ 粒の領域でほぼ同等の硬さを示し、これらの領域で最も硬さは低く、母材に近づくにしたがって硬さは上昇し、母材の硬さに達する。最も硬さの低い領域の硬さと、冷間圧延による硬化を取り除いた溶体化時効処理材のそれとを比較すると、AとB合金では差がなく、C合金では前者の方が低下していた。すなわち、C合金では溶接部に溶体化時効処理材より強度が低下する領域が存在する。

引張試験結果をTable 2に示す。いずれの合金とも冷間圧延後時効した状態 (CR-A) よりも継手強度は30 kgf/mm<sup>2</sup>の低下が認められる。溶体化時効処理した状態 (STA) の強度と比較すると、AとB合金の継手強度は同等であるが、C合金では低下している。この結果は硬さの結果とも一致している。また破断位置は、いずれの合金とも溶接金属であり、熱影響部ではなかった。