

(742) Ti及びTi-6Al-4V溶接継手の中性子照射効果

東京大学・工学部

○香山 晃、浅野恭一、井形直弘

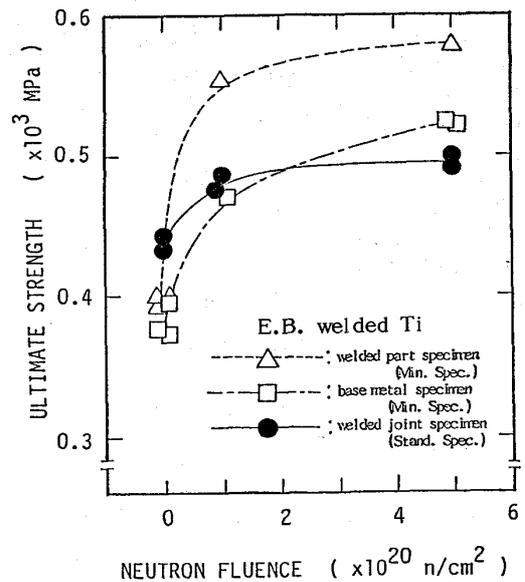
目的： Ti及びTi-6Al-4V合金は宇宙・航空用材料のほか、将来の核融合炉用材料としても期待されている。これらは比較的溶接性に優れているものの、溶接部の微細構造を介しての継手強度の評価は充分にはなされていない。本研究の目的はこの点にあり、溶接継手性能の評価への微小試験法の応用を検討し、照射効果の評価も含めた継手性能評価手法を確立する事、更に核融合炉における最大の問題である照射損傷効果の基礎的理解を得る事も重要な目的である。

方法： Ti及びTi-6Al-4Vの電子ビーム溶接部より継手引張試験片を制作し、原研・大洗研究所の材料照射用原子炉(JMTR)において 1×10^{24} n/m² (420 K) 及び 5×10^{24} n/m² (540 K)の中性子照射を行なった。照射後試験片を200 μmに研磨し溶接継手各部より微小引張試験片(3x13 mm/mm)及び3 mmφディスクを打ち抜いた。強度試験としては引張試験のほか、3 mmディスクによるマイクロビッカース硬度試験、バルジ試験を行ない検討を加えた。3 mmディスクはTEM 試料としても用いられた。

結果及び考察： 両供試材とも照射による継手強度の上昇、及び伸びの低下が観察された。Ti-6Al-4Vでは540 K照射により破断位置が母材より溶接金属中央部へ移行した。Fig.1に継手強度の中性子線量依存性をしめす。強度特性上問題があると考えられるHAZ部での破断は起こらなかった。Tiの継手では全て母材破断であり、位置による硬度差は極めて小さいが、微小引張試験結果では溶接金属の強度が大であった。強度の上昇はほぼ中性子線量の1/3乗に比例している。照射硬化の線量依存性はTi-6Al-4Vでも同様であった。この時、溶接金属にはマルテンサイト(α')が形成されており、熱収縮時の塑性変形による双晶の形成が母材との強度特性の違いの原因のようであった。一方、継手各部の微小引張試験及び微小バルジ試験からは継手強度の推定の上で更に有効な情報を得られる事が示された。特にEB溶接のように溶接部の小さい溶接法や強度特性に強い異方性のある部材に関しては微小試験法の応用が効果的である事が判明した。

TEMで観察された欠陥集合体は50-300 Åの寸法で高密度に形成されており、組織の違いには殆ど依存していない。純Tiでは照射欠陥集合体の成長速度は大きく、PHOTO.1Aに示すように転位ループの形成が確認出来る。一方、Ti-6Al-4VではPHOTO.1Bに示すように、微細な欠陥集合体が高密度に形成されており、結果として欠陥集合体の成長速度は小さい。この

場合、欠陥集合体は単純な微小転位ループではなく、微細析出(照射誘起析出)を伴ったものと思われる。照射による強度の上昇は欠陥集合体による分散強化機構でほぼ理解出来、溶接金属と母材との照射硬化挙動の違いも微細組織から理解できた。



Comparison of Ultimate Strength (True) among Welded Part and Base Metal of Irradiated or Unirradiated Titanium

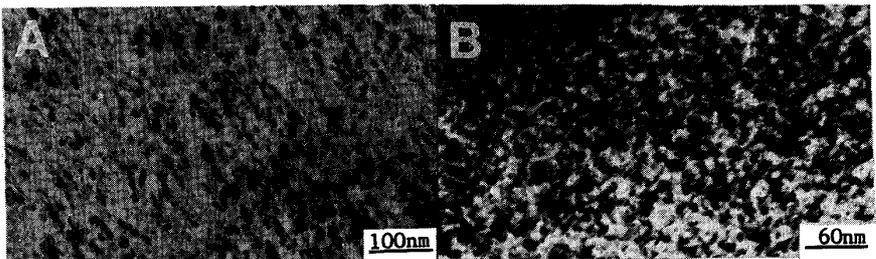


Photo.1 A) Dislocation loops in Ti and B) defect clusters in Ti-6Al-4V observed in the electron beam welded joints irradiated to 1×10^{24} n/m².