

**Q-17** FSW の板厚限界について一下向きでの平面板接合の場合

**A-17** FSW はご存知のごとく母材が固体状態で接合されます。つまり、母材に回転するツールのプローブを挿入するとともに、ショルダー部を母材表面に接触させます。この時、プローブの周囲並びにショルダー部の母材との接触面で摩擦熱が発生します。この摩擦熱が母材を加熱し、母材の変形抵抗が低下してアルミの場合、変形抵抗が $50 \text{ N/mm}^2$  ぐらいになると、ツールの回転によって生じる遠心力と、ツールの直線運動によって生じる力の合成力、ならびにピン部にきられたネジによって生じる板厚方向の力などによって、母材が塑性流動を生じます。ツールが移動することによって、熱源が遠ざかり、流動していた材料は急速に冷却されて変形抵抗を回復し、接合が完了します。プローブには材料の板厚方向の塑性流動を可能とするために、通常ネジがきられています。

このような接合を可能とするためには、最小板厚をきめる因子として

- ① 母材については接合中局部的に加熱されても、ツールの進行を円滑ならしめるためにある程度剛性を有する事。接合中、ツールには下方に荷重が負荷されています。そのため常温における材料の変形抵抗及び板厚に依存します。アルミ箔のようなものでは、ツールの進行につれて、材料そのものが変形してしまうでしょう。
- ② プローブには上述のごとくネジが加工されています。板厚が薄くなるとともに、ツールも小さくなりますが、その際ネジ加工が可能な大きさがあります。あまり板厚が小さいと、プローブの加工やネジ成形が非常に困難になるとともに、加工時に割れなどの不完全部が残り、ツール寿命を著しく低

下させます。

以上の理由により、アルミニウム合金の場合には現在、FSW 施工が可能な最小板厚は約 $0.8 \sim 1 \text{ mm}$  が限界です。

一方、厚板側については、基本的にはFSW 設備の設備限界と母材の製造限界に依存します。母材は板厚が増すにつれて熱容量が増すとともに、接合中の熱伝導が3次元状態に近づくので、材料が塑性流動を開始するまでの必要熱量が増加します。ツールの回転によって摩擦熱を生ぜしめるには大きな回転力が必要になります。すなわち、ツールを駆動させるモータには大きなトルクが必要となります。さらに、プローブを材料に挿入した時のヘッドにかかる垂直反力、ヘッドが進行するときの、進行方向と逆向き反力に耐えるヘッドを支持する高い剛性なども必要となります。これらを考慮すると、現状で実現されている最大板厚は、アルミニウム合金を対象とした場合、1パスでFSW 施工しうる最大板厚は $75 \text{ mm}$  程度です。参考までに Fig. 1 に TWI のご厚意によって $6000$ 系合金の $75 \text{ mm}$  厚の板をFSW したときの断面を示します。

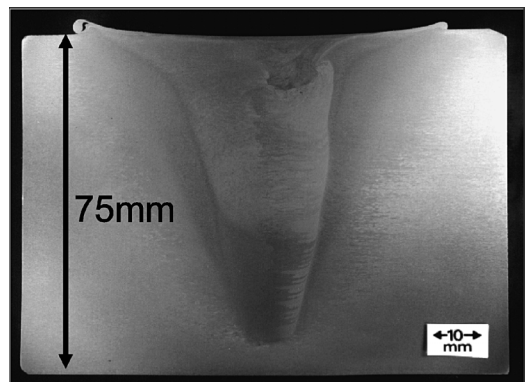


Fig. 1 6000系合金厚板のFSW例  
(TWIのご厚意により掲載)