

摩擦接合によって生成した 5052 アルミニウム合金突起の組織と機械的性質に及ぼす工具外径の影響

日大生産工 (院) ○岩上 嵩 日大生産工 野本 光輝

日大生産工 加藤 数良

1. 緒 言

電子機器の筐体などの組立てにはネジ部などが必要となる。このためスタッド溶接やプレス加工、ダイカストなどにより予め突起を設ける方法によっているが、スタッド溶接では裏面への影響が問題となり、その他の方法は金型が複雑になるなどの問題がある。著者らは先に摩擦接合を利用した突起生成法を提案した¹⁾。本方法は、その概略を Fig.1 に示すように基材の上に突起材を重ね、工具を回転させながら押込むことにより突起を生成するものである。これまでにアルミニウム合金板およびマグネシウム合金板上へ同種材を用いた場合、あるいは SPCC 鋼板やマグネシウム合金板上へアルミニウム合金の突起生成を行い、適正な条件を選定することで実用上十分な強度を持つ突起が得られることを報告した²⁾。これまでの実験では突起の大きさや高さを変化させる方法として突起部となる上板(以後突起材)の厚さを変化させて行った。しかし、この方法では突起生成時に厚さを変化させた突起材を種々準備する必要がある。

本研究では 5052 アルミニウム合金を用いて突起材の厚さを一定とし、回転工具の形状を変化させることで突起高さの制御を行うための基礎的データをを得る目的で、回転工具外径を種々変化させて突起生成を行い、得られた突起の組織および機械的性質について検討した。

2. 供試材および実験方法

供試材は、5052 アルミニウム合金(板厚:1.0mm, $\sigma_B=263\text{MPa}$, $\delta=8.30\%$, 86.6HK0.05)を $\square 30\text{mm}$ に機械加工して使用した。実験は数値制御全自動摩擦圧接機を用い、予備実験より選定した Table 1 に示す条件で行った。使用した工具は合金工具鋼(SKD61)の丸棒に $\phi 4\text{mm}$ の穴をあけ C0.8 の面取りを行い、工具外径 d を $\phi 8\text{mm} \sim \phi 12\text{mm}$ となるよう機械加工した。

突起の外観観察、巨視的および微視的組織観察、

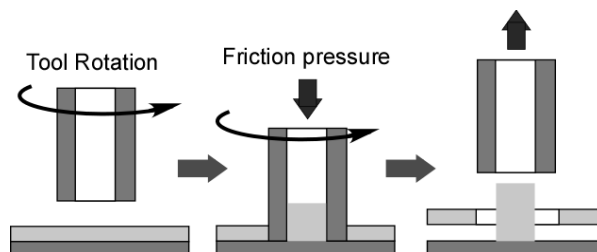


Fig.1 Schematic illustrations of protrusion forming process.

Table 1 Conditions of protrusion forming.

Rotational speed	N (rpm)	1000 ~ 1500
Friction pressure	P ₁ (MPa)	120
Upset pressure	P ₂ (MPa)	120
Upset time	t (s)	1.0
Pushing depth of tool	H (mm)	1

硬さ試験、引張試験、締付けトルク試験を室温で行った。引張試験、締付けトルク試験は突起部に M3 のネジ加工を行い、鋼製のネジを挿入して行った。

3. 実験結果および考察

Fig.2 に得られた突起の外観を、Fig.3 に突起高さを示す。突起部側面には突起生成時に工具との接触による擦過痕が観察された。また、基材裏面には工具外形に相当する範囲で僅かに変色が観察され、高回転数および工具外径の大きい条件では熱影響による変形が認められた。突起高さは工具外径が大きくなるのに伴い高くなり回転数 1250rpm, 工具外径 $\phi 12\text{mm}$ の条件で 7.46mm となった。また回転数の増加によっても突起高さが高く

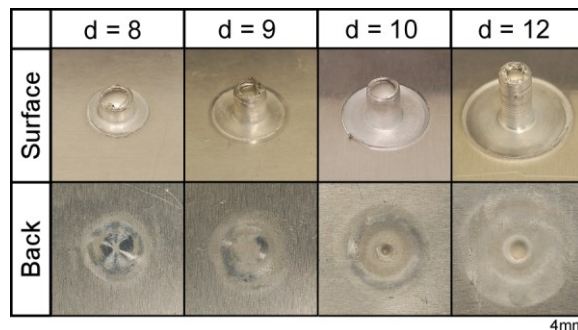


Fig.2 Appearances of protrusions. (N=1250rpm)

Effect of outside diameter of tool on microstructures and mechanical properties of

5052 aluminum alloy protrusion by friction welding

Shu IWAGAMI, Mitsuteru NOMOTO and Kazuyoshi KATOH

なる傾向を示した。このことは工具外径が増加することにより突起部となる素材の量が増加し、さらに回転数の増加により入熱量が増加し基材が上方へ持ち上げられた状態となるためと考える。

Fig.4 に突起の巨視的および微視的組織を示す。本実験では生成される突起の高さを制限していないため突起内部に空洞が認められた。空洞は突起高さが高くなるのに伴い拡大した。また回転数の増加に伴い基材の変形が大きくなる傾向にあった。突起上部の厚さは突起材の厚さとほぼ同じであったが、突起根元部では薄くなった。微視的組織では突起側壁部から上部にかけて流動組織が認められ、母材に比べて微細な組織を示し、突起根元部の組織は母材と類似した組織を呈した。なお突起材の一部は突起とならずに基材に押し込まれた状態で観察され、Fig.4のEに示すような界面が観察された。

Fig.5 に突起側面から内側に0.5mmの位置で測定した突起側壁部の硬さ分布を示す。硬さは突起根元部から突起上部へ向かうのに伴い若干軟化した。また工具外径が大きくなると界面近傍が軟化した。このことは工具外径が大きくなることで入熱量が増加するためと考える。

Fig.6 に引張試験結果を示す。引張荷重は工具径が大きくなるのに伴い向上した。本実験の範囲内では回転数 1250rpm、工具外径φ12mmの条件で引張荷重約 1170Nの値を得た。このことは工具外径が大きくなることにより、接合部の面積が増加したためと考える。破断は工具外径φ8mmの条件ではネジ部から破断し、他の条件では突起根元部または根元部付近から破断した。

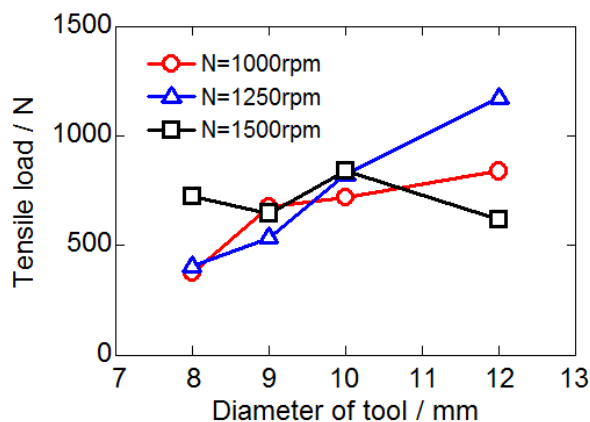
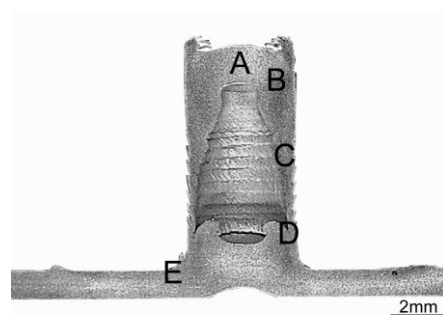


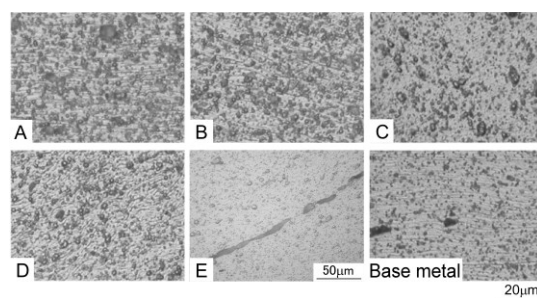
Fig.3 Measuring results of height of protrusion.

参考文献

- 1) 加藤数良:特許第 5187886 号(2013).
- 2) 例えば, 梅島一哉, 加藤数良:第 20 回機械材料・材料 加工技術講演会(2012), CD-ROM.



(a) Macrostructure of protrusion



(b) Microstructures of protrusion

Fig.4 Macro-and microstructures of protrusion.
(N=1250rpm, d=12mm)

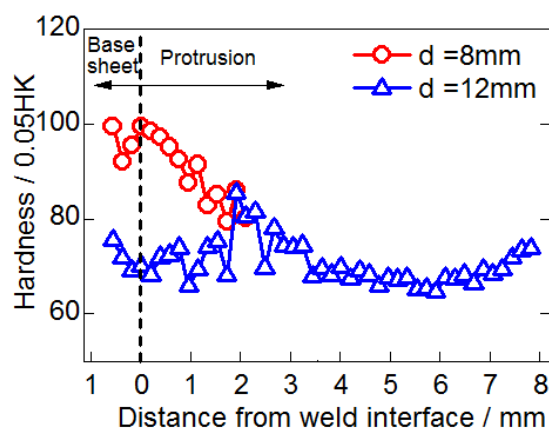


Fig.5 Hardness distributions of protrusion.
(N=1250rpm)

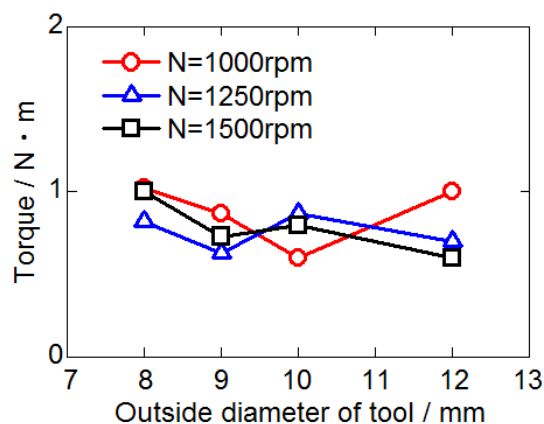


Fig.6 Results of tensile test.