美哉

# AZ31 マグネシウム合金細径丸棒を用いた摩擦圧接継手の機械的性質

#### 日大生産工 数良, 野本 光輝, 前田 将克 加藤

### 1. 緒 言

近年、材料の振動減衰能への関心は急速に高ま っている. 例えば交通機関の分野では, 輸送機が 発する騒音や、振動によって生じる疲労破壊が問 題となっており、振動を抑止する方法として、一 部の構造に高減衰能材料を置換する. あるいは, バネ等の構造部品を使用する方法に大別され、高 い振動減衰能を有する材料が求められている<sup>1)</sup>.

機械部品には接合工程を経て作製されたも のも多い. その接合法の中でも摩擦圧接はエネ ルギー効率が高いだけではなく接合界面の組 織が微細化されることが知られている.これに より、振動減衰が向上することが期待される<sup>2)</sup>. しかしながら,摩擦圧接継手の振動に関する報 告はほとんどない.

本研究では,振動吸収性が高いとされている AZ31 マグネシウム合金同士の摩擦圧接を行い, 得られた継手の機械的性質と振動特性につい て検討した.

#### 4. 供試材および測定方法

Upset time

供試材には市販の直径6mmのAZ31マグネシ ウム合金丸棒を長さ 40 mm に機械加工し, 摩擦 面を脱脂洗浄後実験に供した.母材の化学組成 を Table 1 に, 機械的性質を Table 2 に示す. 摩擦圧接には全自動摩擦圧接機を使用し,予備

Table 1	Chemical compositions of base metal.	(mass %)
---------	--------------------------------------	----------

Al	Zn	Mn	Fe	Si	Cu	Са	Ni	Mg
2.94	0.973	0.456	0.006	0.064	0.003	0.007	ND	Bal.

Table 2 Mechanical properties of base metal.								
Tensile strength		Elongat	ion	Hardness				
(MPa)		(%)		(HV0.3)				
273		12.5		56.3				
Table 3 Friction welding conditions.								
Rotational speed	N	(rpm)	1000	0 , 15000 , 20000				
Friction pressure F	<b>'</b> 1	(MPa)		40 , 55				
Friction time t	1	(s)		0.5				
Upset pressure F	2	(MPa)		2P1				

(s)

2

t2

実験より選定した Table 3 に示す条件を組合せ て行った.得られた継手の,外観観察,巨視的 および微視的組織観察,硬さ試験,引張試験, 倒立ねじり振動試験をいずれも室温で行った.

日大生産工(院) O村越

引張試験片は JIS14 号試験片に準じた形状と し,接合界面が平衡部中央となるように機械加 エした.

## 3. 実験結果および考察

Fig.1 に全寄り代の測定結果を示す. 全寄り 代は摩擦圧力および回転数の増加に伴い増大 した. 摩擦圧力および回転数の増加は、ともに 摩擦面の摩擦熱流速を増加させ最高到達温度 の上昇や接合界面近傍の軟化範囲拡大を生じ る.特に、後者が主たる原因となってばりとし て排出される素材が増加したためと考える.



Mechanical Property of Friction Welded Joint of AZ31 Magnesium Alloy with Small Diameter Fumiya MURAKOSHI, Kazuyoshi KATOH, Mitsuteru NOMOTO and Masakatsu MAEDA

**Fig.2**に摩擦圧力 P₁= 40 MPa の継手の巨視的 組織を示す. 熱影響部は回転数 № 20000 rpm の 条件を除いて, 接合部から軸対称に凸レンズ状 となった. 回転数の増加に伴い熱影響部は縮小 し, N= 20000 rpm の条件では摩擦圧力の大小に 関わらず, 中心近傍のくびれが少なくなった.

Fig.3 継手の微視的組織を示す. 接合部近傍で は明瞭な接合界面は認められず Fig. 3(a) に示 すように組織の繊維状組織は消滅し,母材と比 較して微細な組織が得られた. このことは,直 径の大きい材料を用いた摩擦圧接継手と同様で ある<sup>3)</sup>. また,摩擦圧力 P<sub>1</sub>= 40 MPa,回転数 N= 10000 rpm の条件では,軸心と外周の中間部(b) で未接合部が確認されたが,摩擦圧力および回 転数の増加に伴い未接合部は消滅した.

Fig.4 に継手軸心の硬さ分布を示す. 全条件 で接合界面は母材と比較して硬化し,摩擦圧力 の低い条件においてより硬化した. また,硬化 域は接合界面から約 1~2 mmの範囲であった.

Fig.5 に継手の引張試験結果を示す.引張強 さは摩擦圧力の増加に伴い向上した.回転数 № 15000,20000 rpmの条件では引張強さの差は ほとんどなく,最大値は摩擦圧力P<sub>1</sub>=55 MPa,回 転数 № 15000,20000 rpmの条件で270 MPa を示 し,継手効率は98%であった.伸びは摩擦圧 力および回転数の増加に伴い向上したが,摩擦 圧力P<sub>1</sub>=55 MPa,回転数№ 20000 rpmの条件で母材 の約48%であり,延性の低下が認められた.

**Fig.6** に継手のねじり振動試験の結果を示す. 全条件で継手の減衰率は母材より 20 %以上向 上し,継手に欠陥のない摩擦圧力  $P_{I}$ = 55 MPa, 回転数 N= 20000 rpm の条件では母材と比較し て最大約 50 %向上した.振動減衰能は材料の内 部摩擦が一因となる.継手の減衰率の向上は,接合 部近傍の微細化により内部摩擦が増大したためと 考える.また,摩擦圧力  $P_{I}$ = 40 MPa,回転数 № 10000 rpm の条件でより高い減衰率を示した.こ の原因は,微視的組織で観察された未接合部の 先端で振動エネルギーが,ラジアル方向とスラ スト方向に分散し振動モードが変化したためと 考える.

### 参考文献

- 1) 例えば、日本学術振興会、"材料の振動減衰能 データブック"、(2007)、1.
- 2) G. D. Fan, M. Y. Zheng, X. S. Hu, C. Xu, I. S. Golovin. Journal of Alloys and Compounds. 549 (2013), pp. 42.
- 朝比奈敏勝,加藤数良,時末光:軽金属, 41(1991),674.



Fig. 6 Relation between rotational speed and damping rate.