

材料表面の機能性金属箔 接合による表面改質

兵庫県立大学 大学院
工学研究科 機械工学専攻
教授 原田 泰典

2019年11月12日

9 産業と技術革新の
基盤をつくろう



兵庫県立大学
工学部・大学院工学研究科
UNIVERSITY OF HYOGO
SCHOOL OF ENGINEERING & GRADUATE SCHOOL OF ENGINEERING

研究背景

- 近年、国内外において、エネルギーの有効活用や地球温暖化問題に対して**省エネルギー社会の実現**が重要な課題

自動車や航空機のような搬送機器の場合重量とその構成要素である機械部品の軽量化が強く求められている。

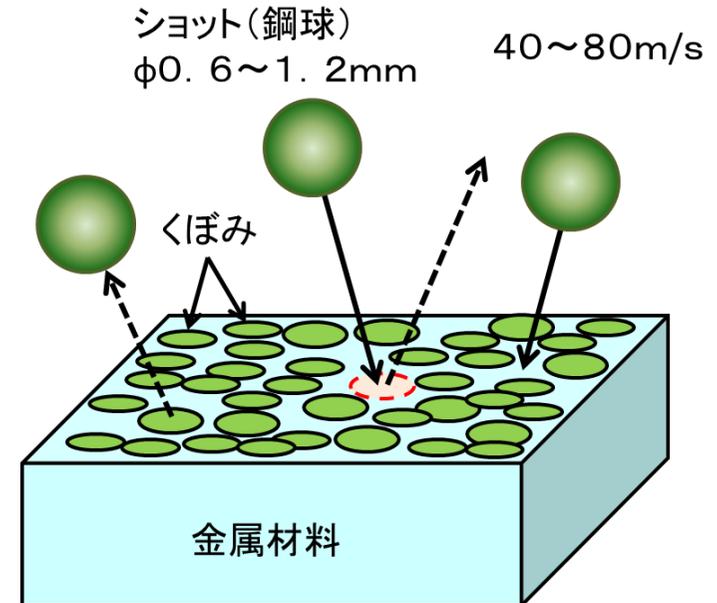
- 製品の小型化とともに軽量材料の利用拡大性能は維持しなければならないため、製品の長寿命化に対する**表面特性改善**や**疲労強度向上**は重要

研究背景

高強度および疲労強度の改善を同時に満たす方法
=> **ショットピーニング技術**

さまざまな利点

- ◎ 施工が簡便であるとともに
霧困気の制御が比較的不要
- ◎ 処理に伴う有害物質が
ほとんど発生しない



表面処理技術として広く利用されている
例 ばねや歯車などの自動車部品の
疲労向上に対して適用



研究目的

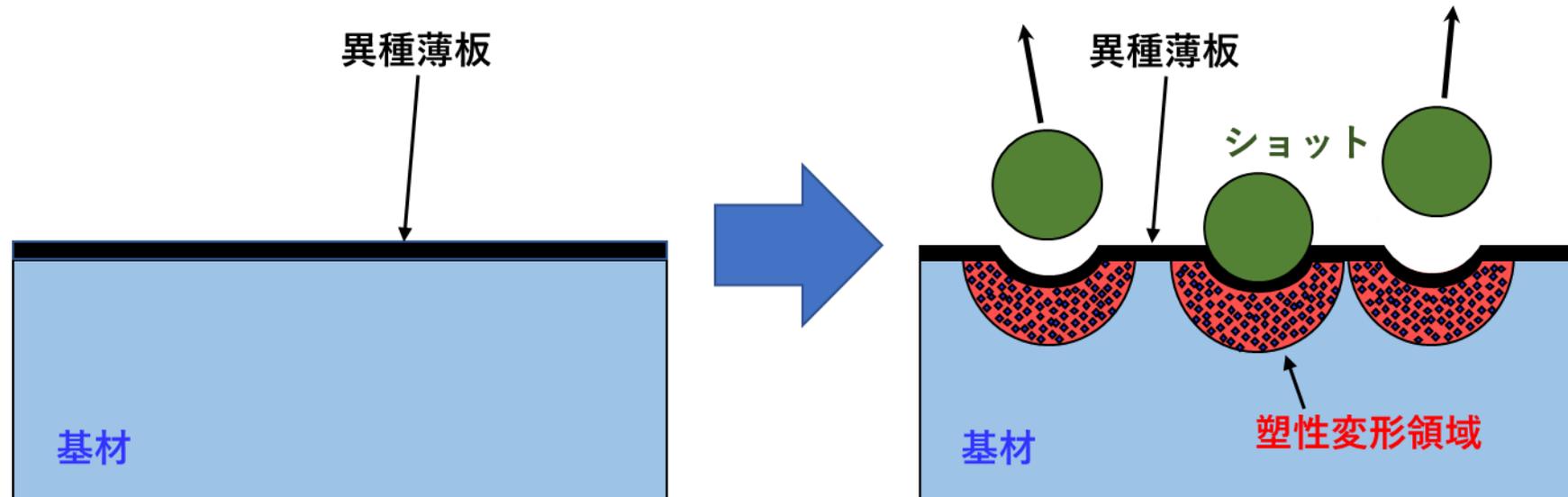
ショットピーニングを応用した接合技術の開発

ショット（鋼球）が衝突した基材表面は大きく塑性変形するため、加工硬化層の形成によって耐摩耗性が改善

基材への大きな作用

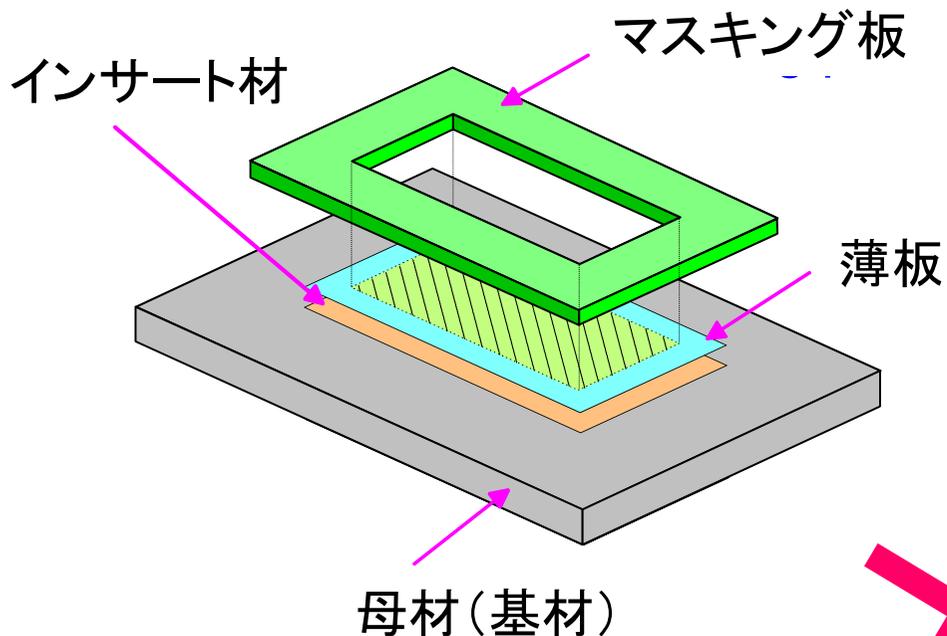
⇒ 表面近傍を大きく塑性変形すること

この作用を利用すると、異種材の接合が可能



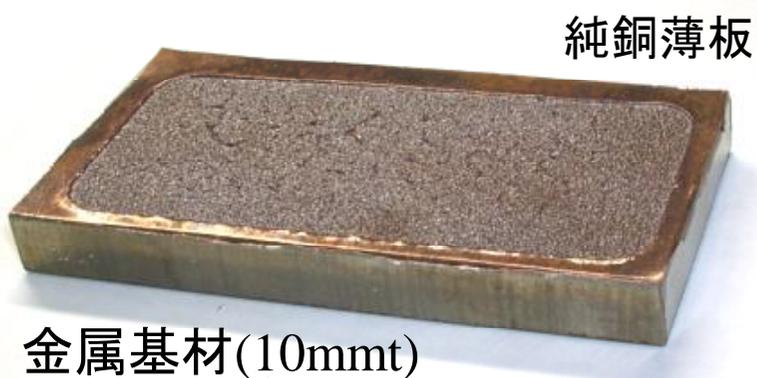
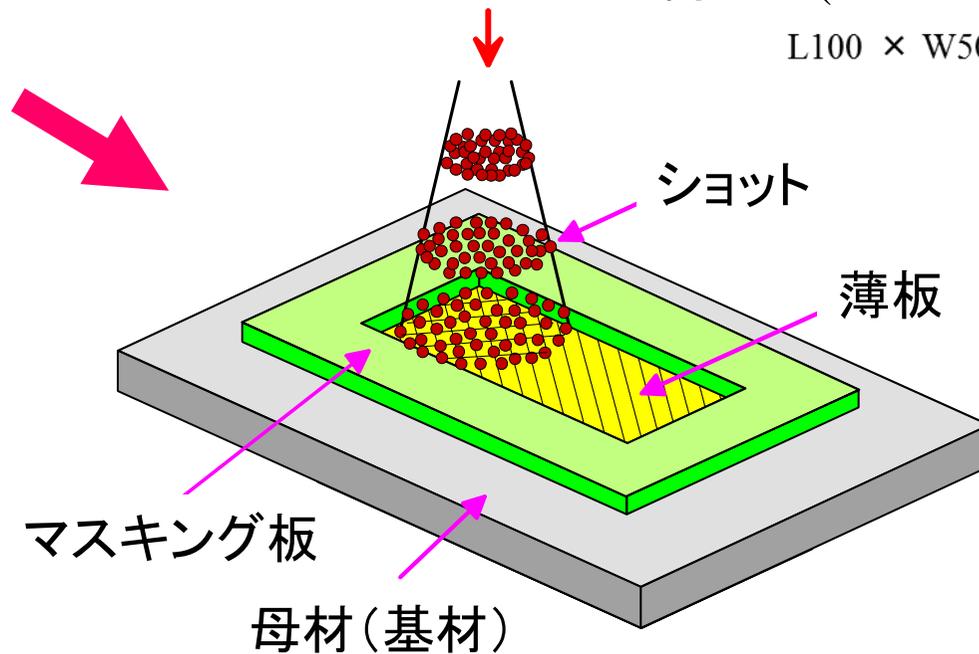
研究成果 薄板

事例



金属基材(10mmt)

L100 × W50

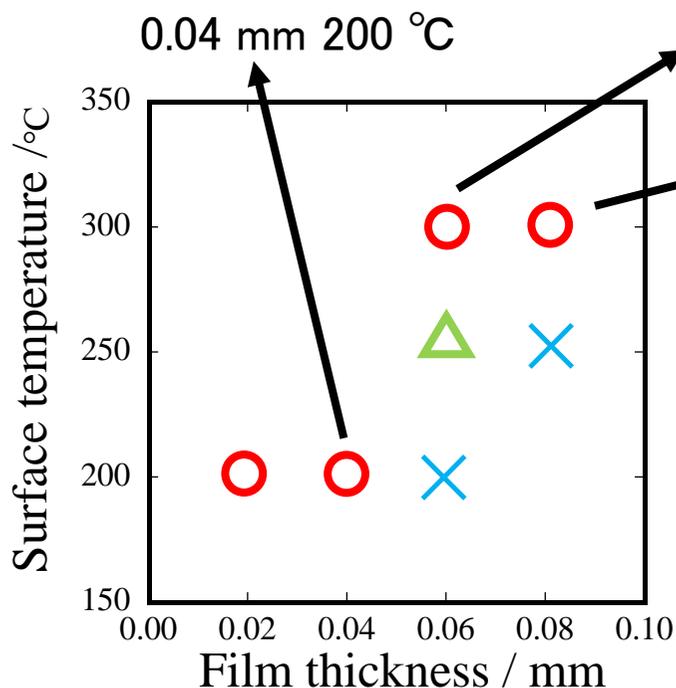
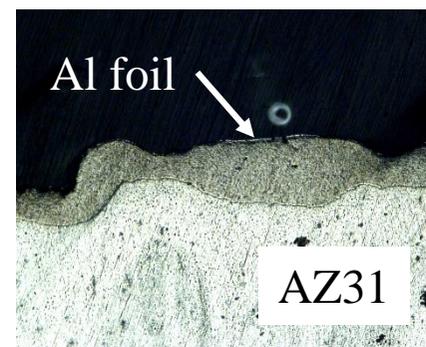
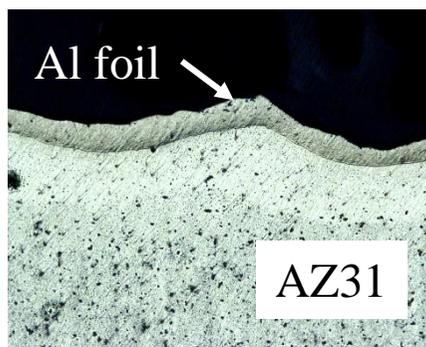
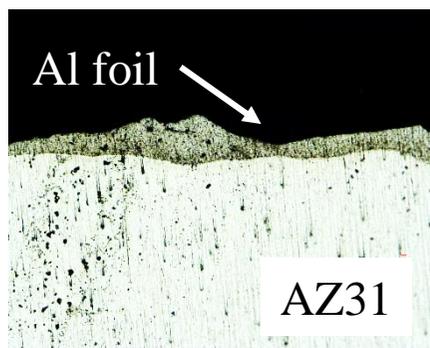


L100 × W50

研究成果 薄板

事例

マグネシウム合金への純アルミ箔の接合性
接合温度に及ぼす純Al薄板板厚の影響



- ・ Al薄板に割れは見られない
- ・ 基材AZ31とAlホイルの接合領域に空隙はない

↓
接合性は良好

研究成果 薄板

事例

アルミニウム合金基材A2017へ
各種異種金属薄板を接合した表面



(a) ニッケル



(b) ステンレス



(c) チタン



(d) 銅

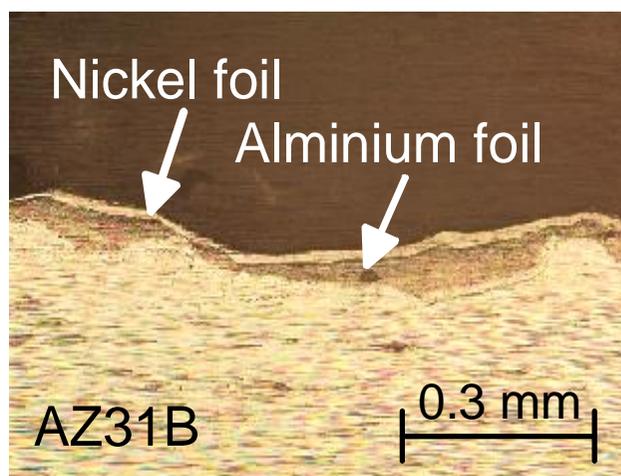
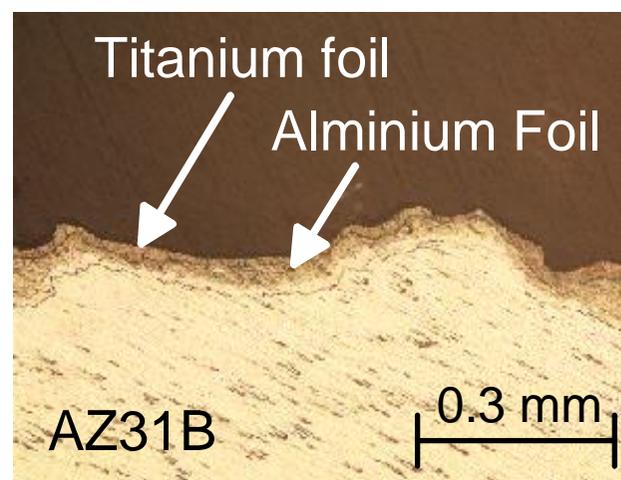
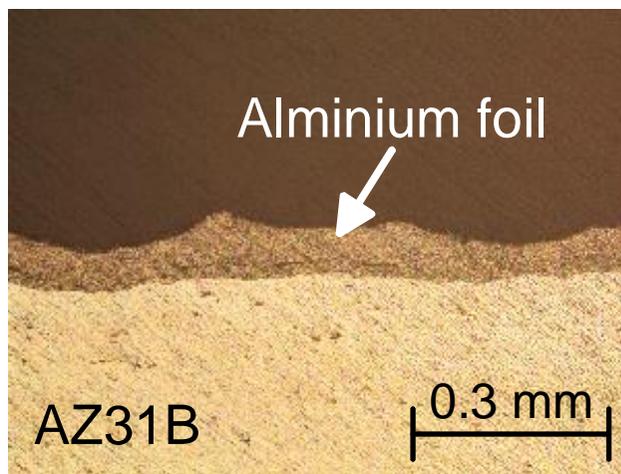
($t=0.02\text{mm}$, $v=80\text{m/s}$, #120, $d=1.0\text{mm}$)

研究成果 薄板

事例

ライニング加工後の表面近傍断面

各種金属薄板



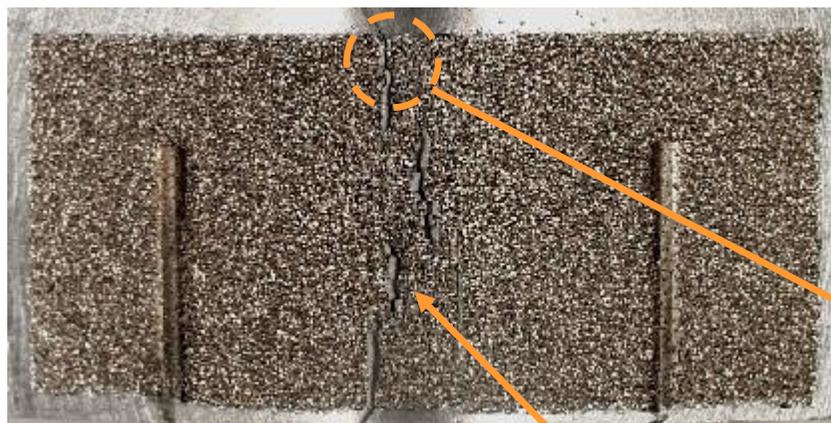
チタン、ニッケル、銅などの
異種金属薄板

接合性の向上
インサート材の使用
アルミニウム薄板（箔）

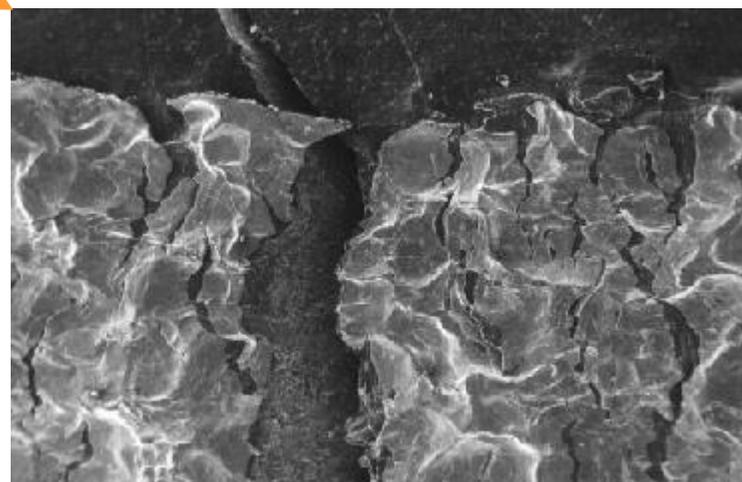
基材：マグネシウム合金AZ31B

研究成果 薄板

事例



3点曲げ加工による
接合強度の評価



割れ

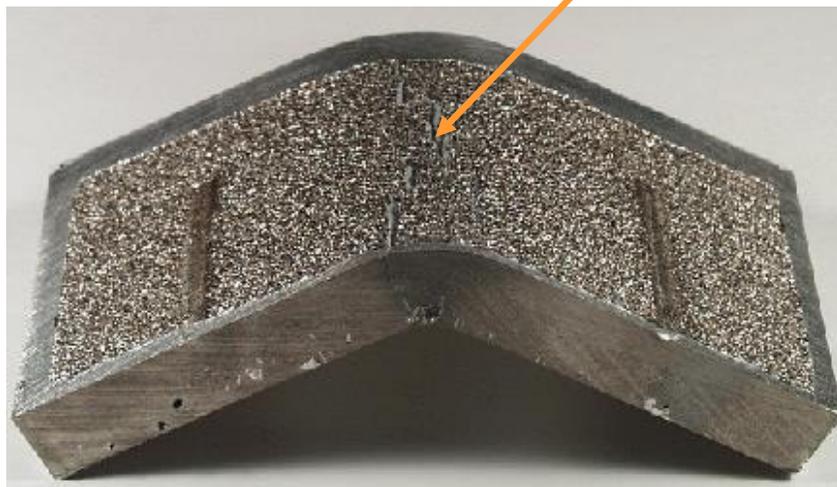


図 割れ表面部の外観

(基材A2017, 金属薄板Ni, $t=0.02\text{mm}$, $v=80\text{m/s}$, #120, $d=1.0\text{mm}$, $T=300^\circ\text{C}$)

研究成果 薄板

事例

耐食性試験 マグネシウム合金の場合

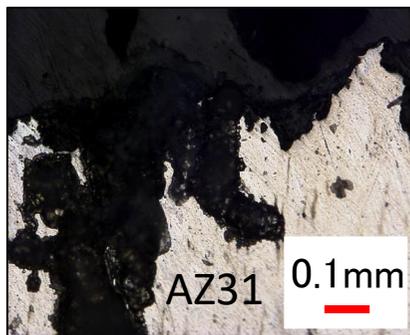
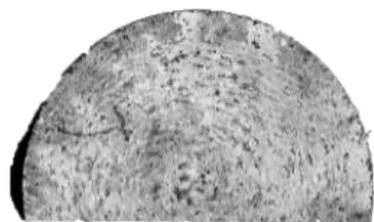
腐食条件

過飽和 塩化ナトリウム水溶液 3.6ks

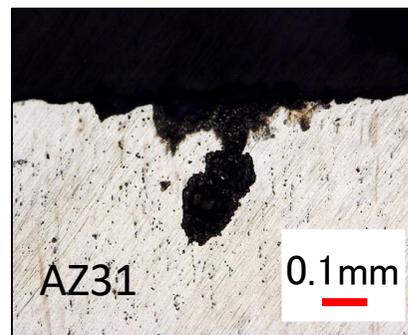
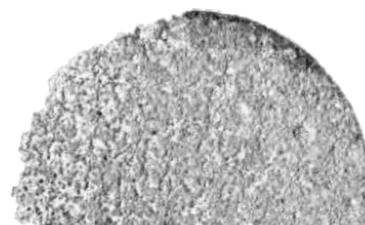


Φ50 × 10mmt

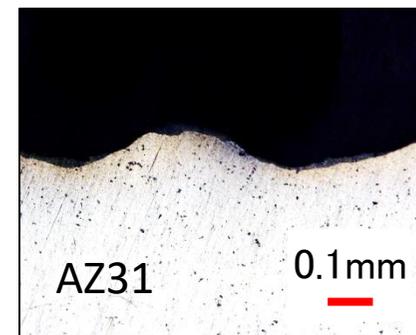
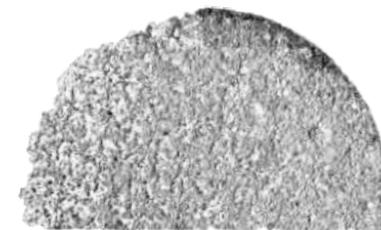
基材AZ31



未処理



ショットピーニング後



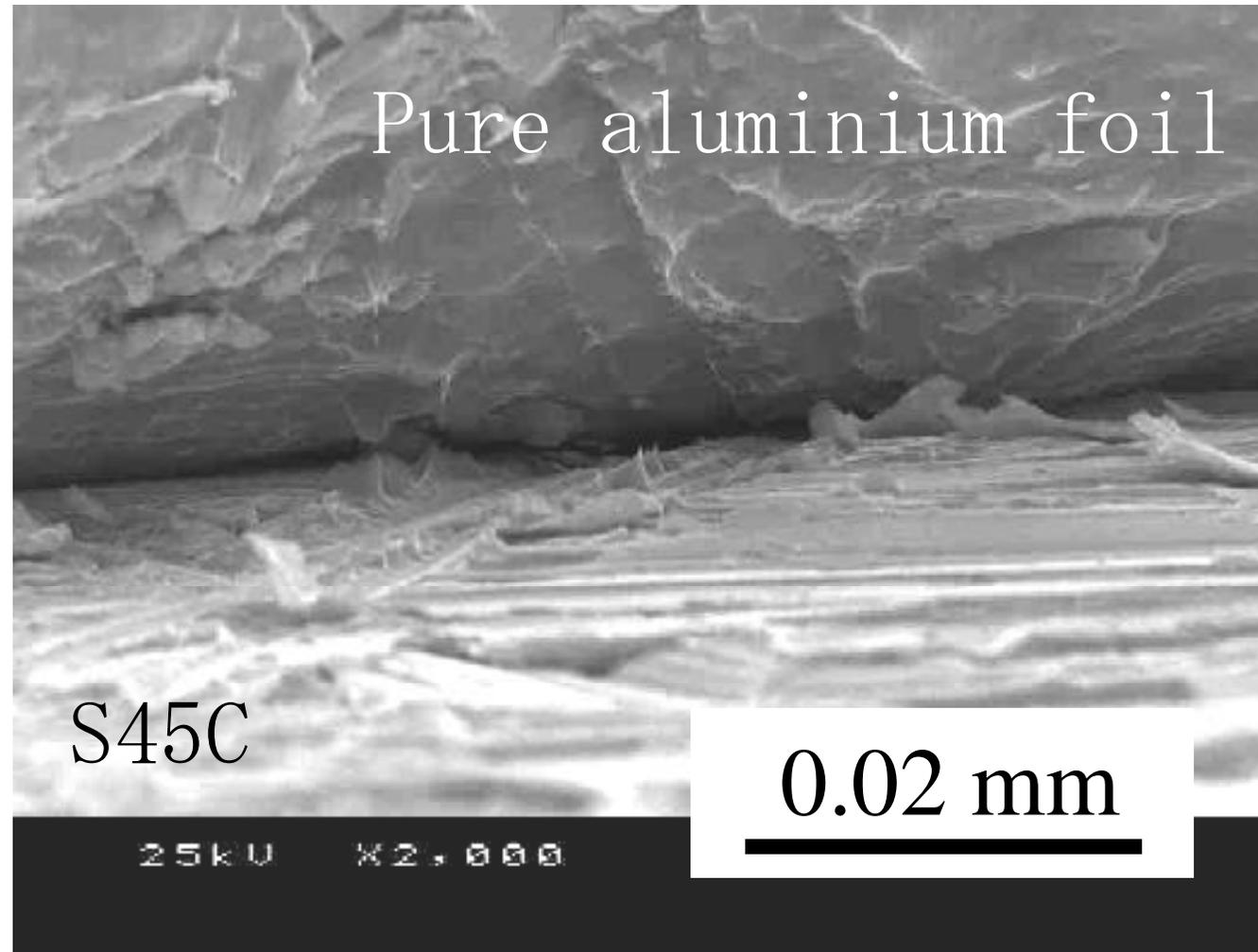
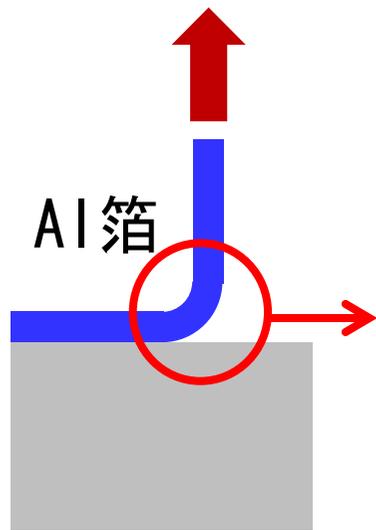
ショットライニング後

Al 0.020mmt

Mg合金AZ31における表面近傍断面

研究成果 薄板

事例 引張りによるアルミニウム薄板の剥離



剥離後の炭素鋼基材表面および薄板表面

従来技術とその問題点

軽金属製品の場合

既に実用化されているものには、表面処理によるめっきや蒸着等があるが、

- 皮膜の厚膜化に起因する剥離が発生
- 皮膜形成に長時間必要
- 組合わせの材質に制限

等の問題があり、実用化の上で障害となっているのが現状である。

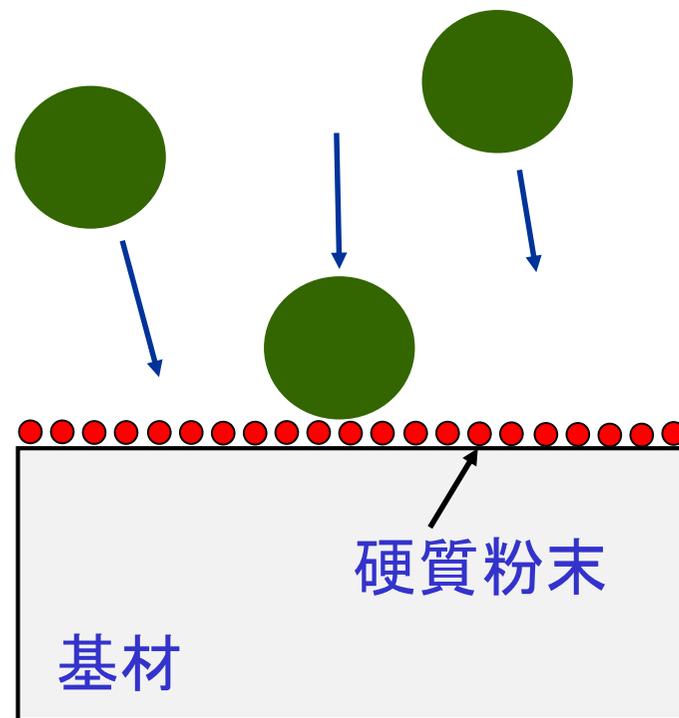
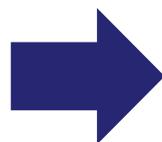
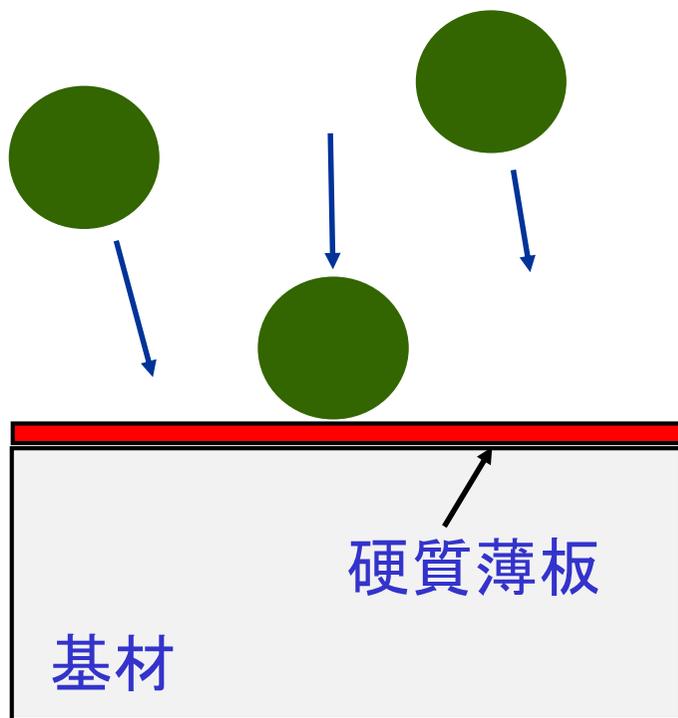
研究成果 粉末

塑性変形しない硬質な異種材の接合について

硬質な材料の接合
(超硬合金、セラミックス)



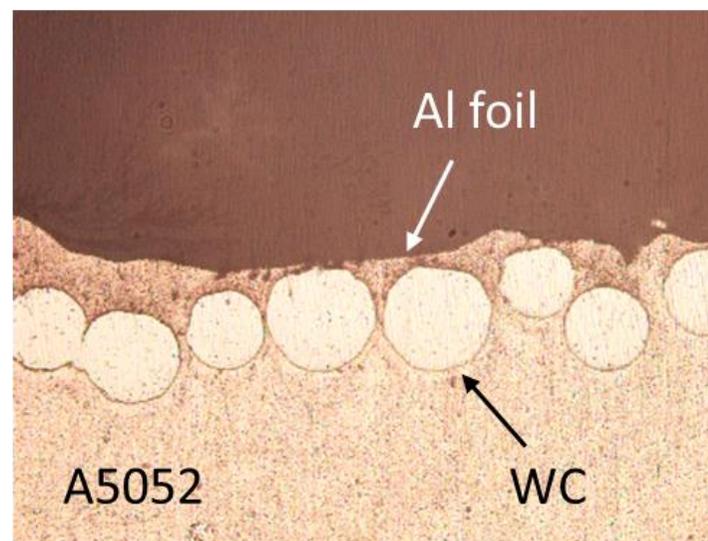
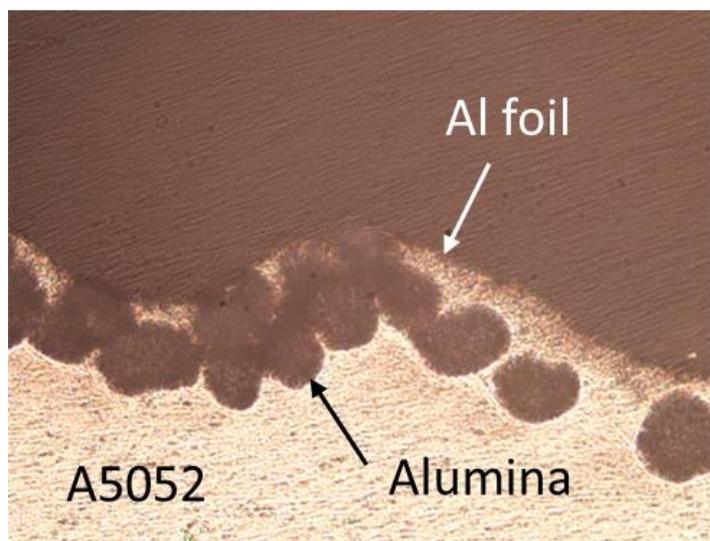
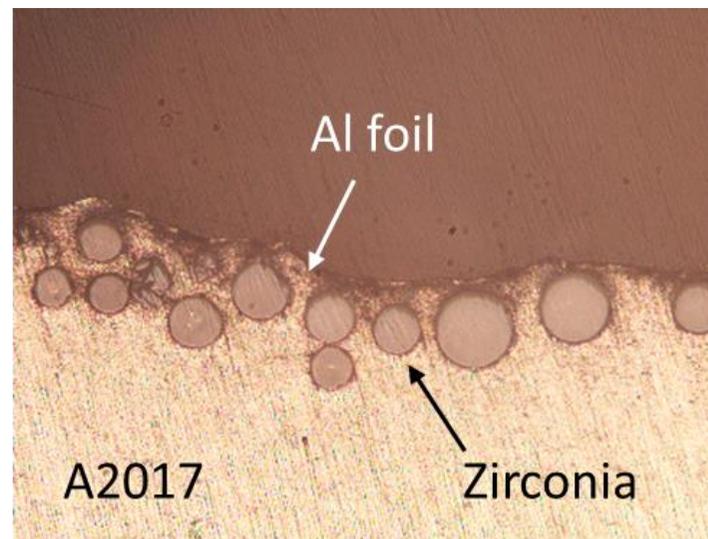
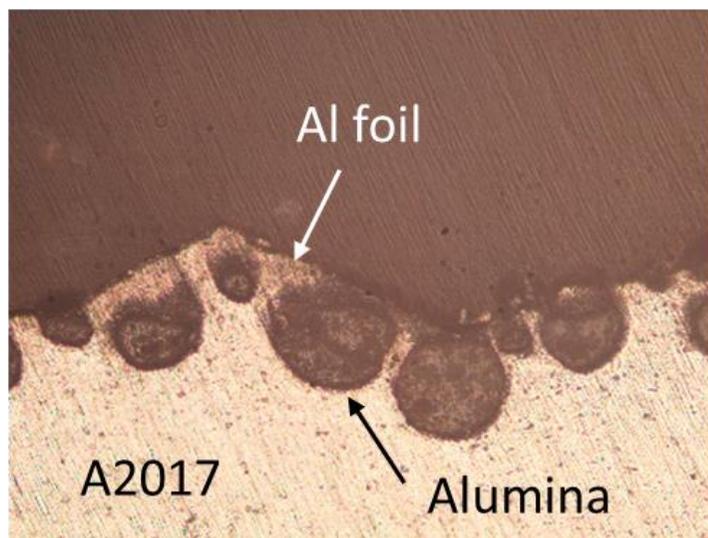
耐摩耗性の向上



研究成果 粉末

事例

アルミニウム合金へ硬質粉末の接合

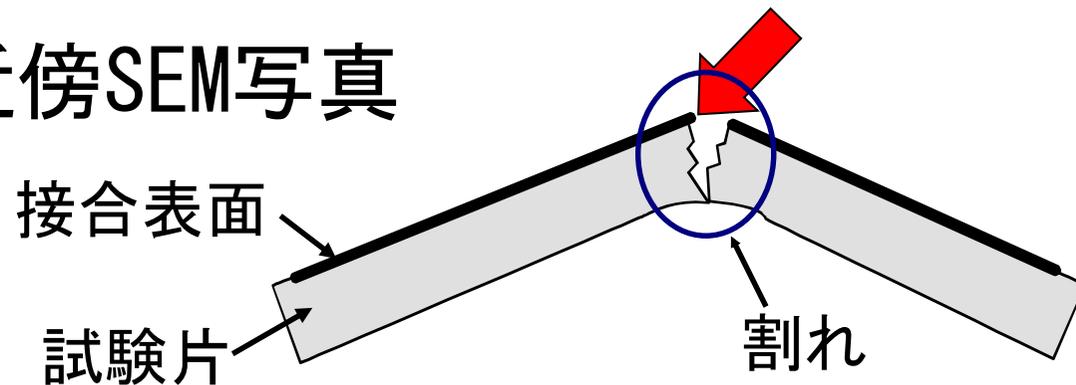


粉末
平均直径
0.1mm

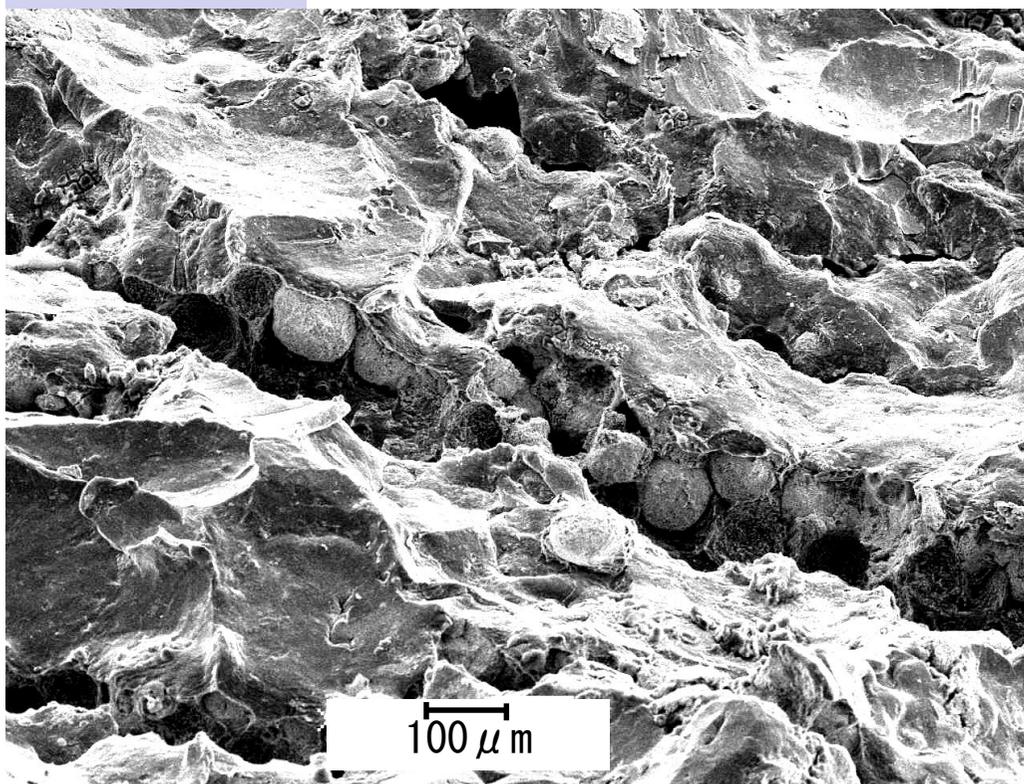
研究成果 粉末

事例

曲げ試験後の表面近傍SEM写真



接合表面



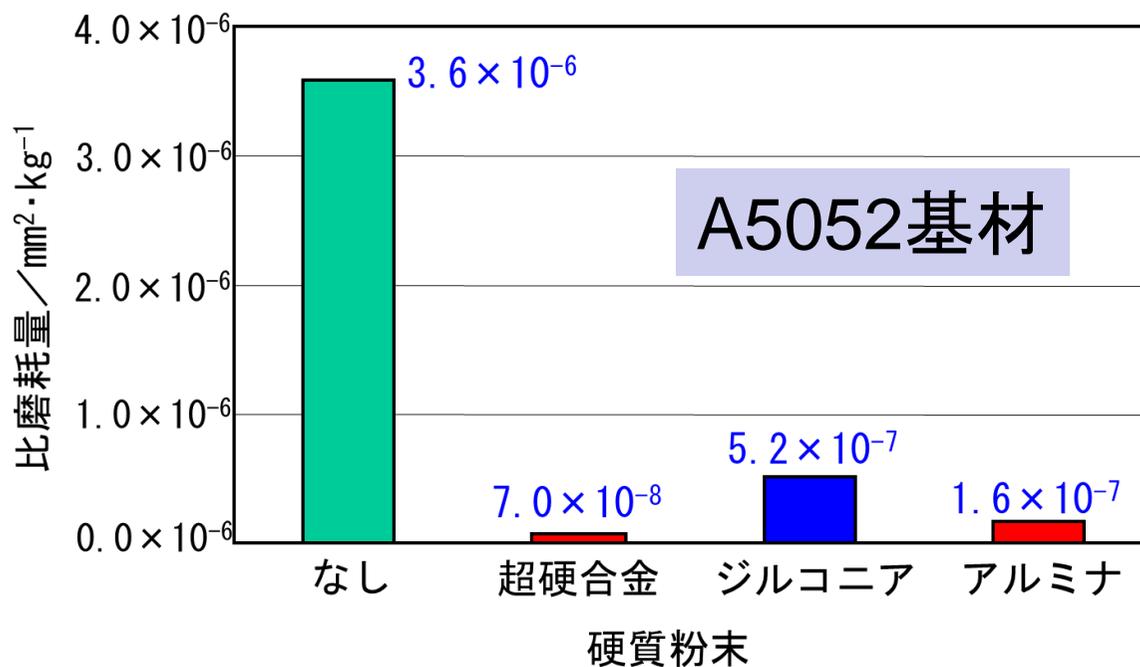
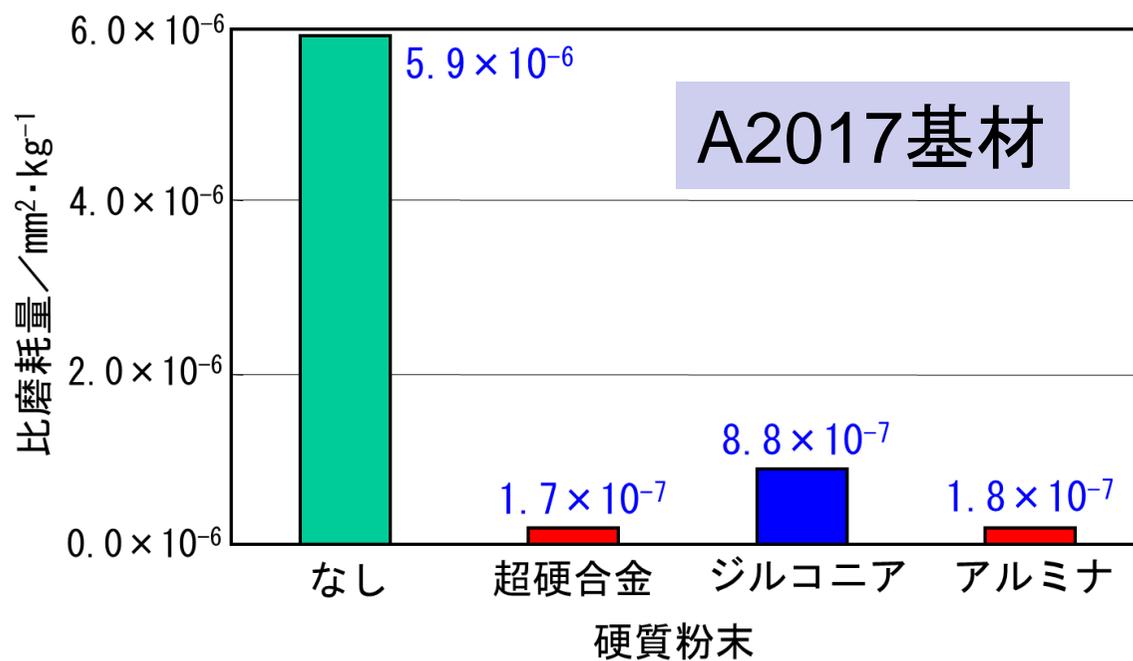
割れ

A2017基材、超硬合金粉末

研究成果 粉末

事例

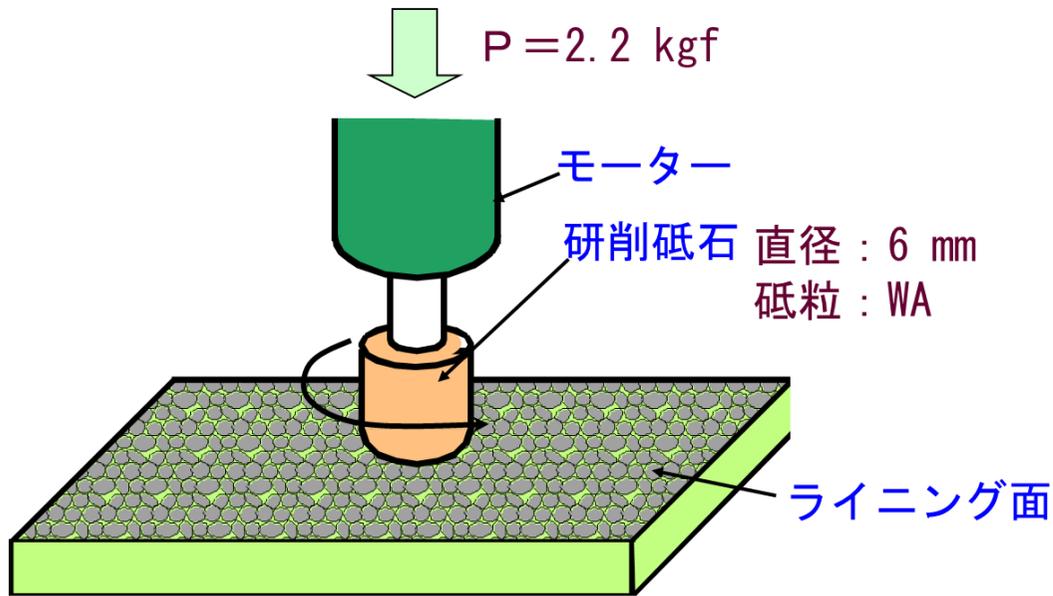
硬質粉末
超硬合金
アルミナ
ジルコニア



研究成果 粉末

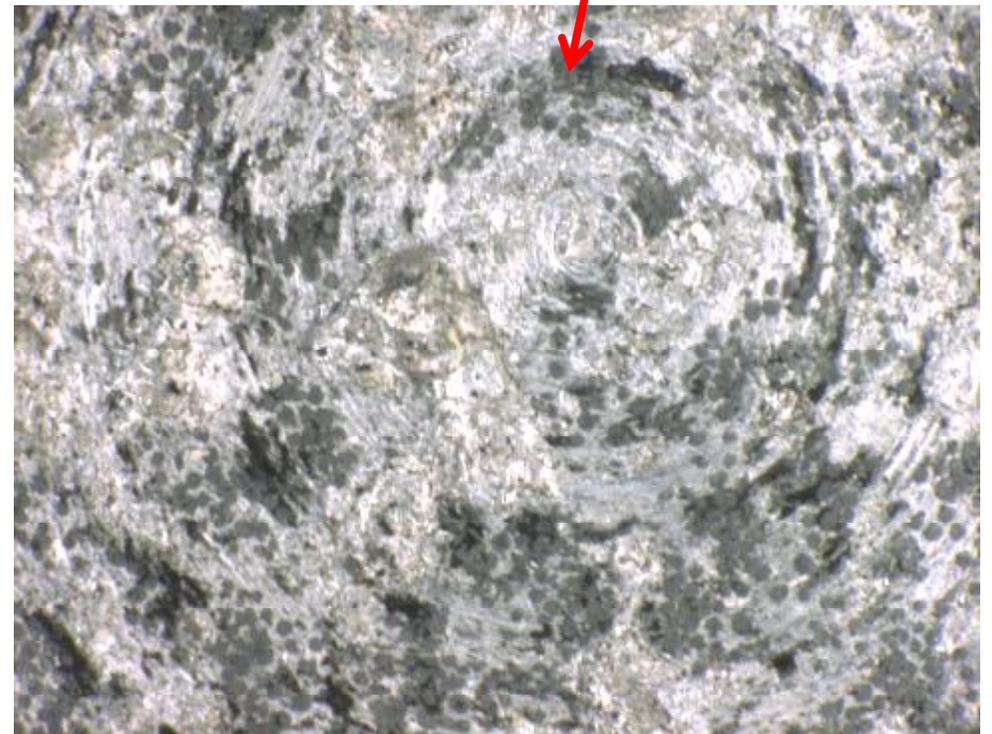
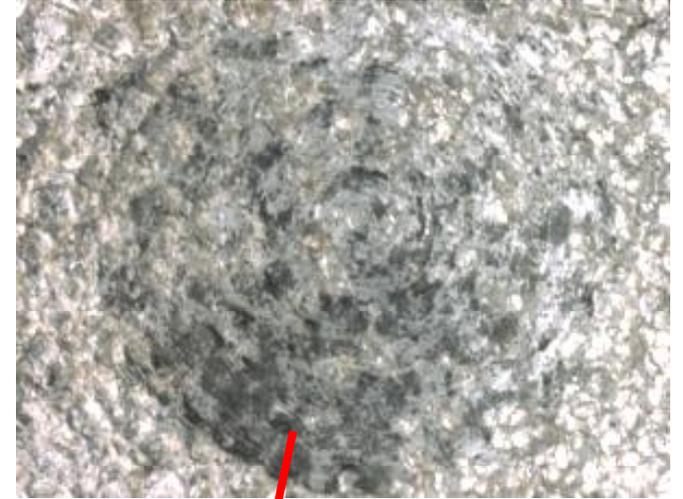
事例

研削試験 軽金属の場合



研削時間 : 10, 30 sec

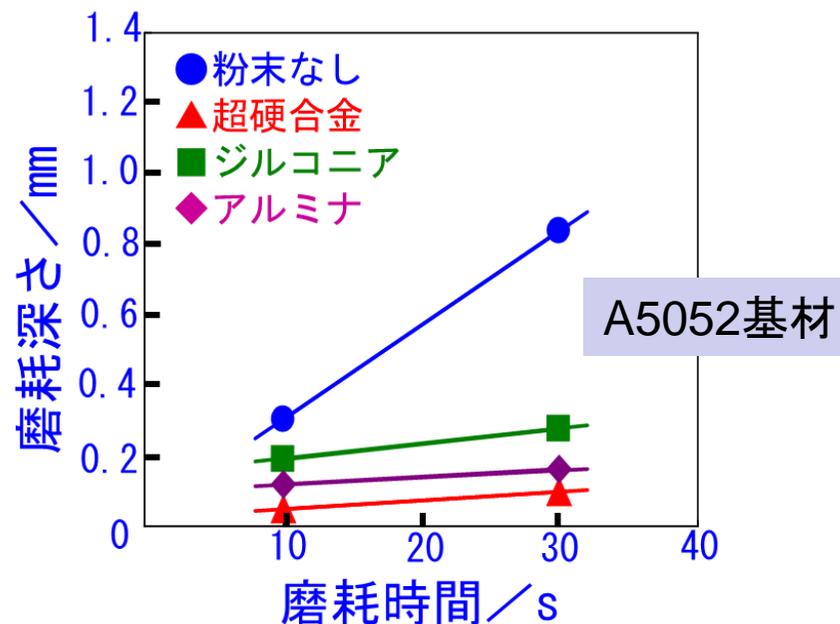
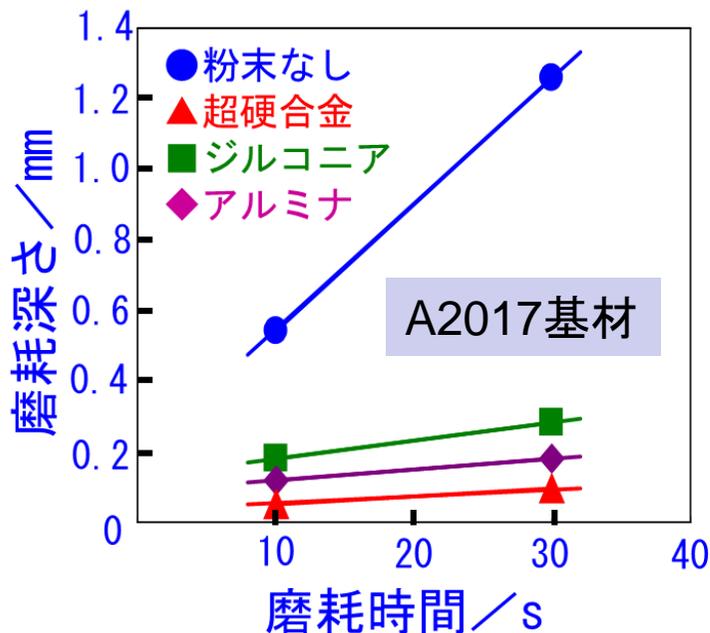
AZ31B



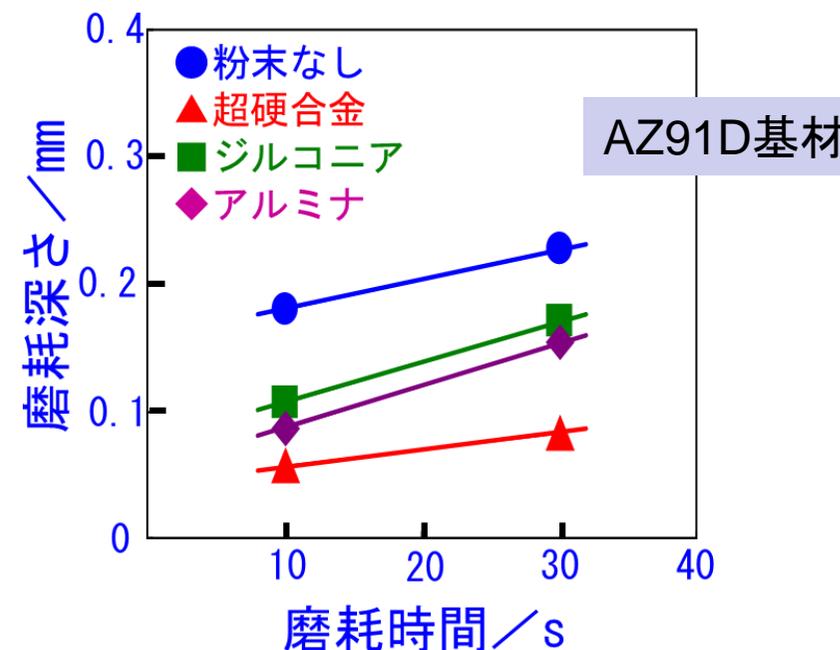
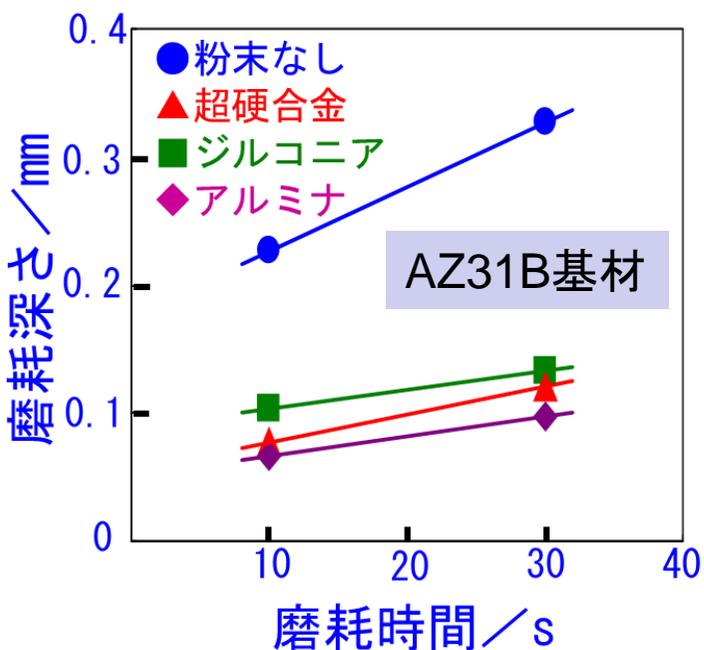
研究成果 粉末

事例

Al合金



Mg合金



新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、アルミニウムやマグネシウムの軽金属に対して難接合材料の接合性を改良することに成功した。
- 従来は電流の遮断が困難であった金属皮膜に対して、樹脂接合による絶縁の性能が向上できた。そのため、感電防止や電位分離が可能となった。

想定される用途

- 本技術の特徴を生かすためには、重工業から軽工業までと幅広い製造分野で用いられる部材や機械部品等に適用することで、長寿命化のメリットが大きいと考えられる。
- 上記以外に、ショットピーニング本来の効果が得られることも期待される。
- また、達成された耐食性および耐摩耗性の向上に着目すると、医療や福祉といった分野や用途に展開することも可能と思われる。

実用化に向けた課題

- 現在、軽金属材料について表面改質が可能などところまで開発済み。しかし、摩耗や腐食などの十分なデータ蓄積の点が未解決である。
- 今後、表面特性について実験データを取得し、軽金属部材に適用していく場合の条件設定を行っていく。
- 実用化に向けて、実製品における表面特性を評価する必要もあり。

企業への期待

- 未解決の電食防止については、表面処理の技術により克服できると考えている。
- 表面処理の技術を持つ、企業との共同研究を希望する。
- また、軽金属製品を開発中の企業、医療分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 表面改質金属とその製造方法
- 出願番号 : 特願2019-150902
- 出願人 : 公立大学法人兵庫県立大学
- 発明者 : 原田泰典



お問い合わせ先

兵庫県立大学
産学連携・研究推進機構 知的財産本部
知的財産コーディネーター
宮武 範夫

TEL 079-283-4560

FAX 079-283-4561

e-mail sangaku@hq.u-hyogo.ac.jp

