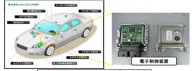


プラスチック射出成形を用いた アルミ - エンプラマルチマテリアルの創成と実用化

研究の背景 (産業界のニ - ズ)

自動車などの輸送機器を **軽量・低コスト化** する



鉄鋼部品 → **アルミニウム合金、樹脂部品**

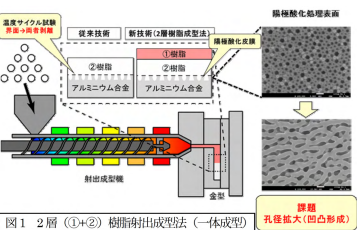
- 異種材料の **接着 (接着)**: 表面処理技術 (乾式処理... 設備が高価で量産に向き、湿式処理... 複雑形状、量産に対応可能) (湿式処理の現状)
- 溶着 (接着) 技術... 欧州が技術的に優位
- 先行研究 **2層酸化皮膜 / 熱溶融 (熱可塑性) 接着法** → 高い接着強度を実現

- 耐久性 (接着 / 接着強度) 耐食性、熱応力緩和** -40 ~ 120 の熱サイクル試験 (目標 → 接着界面で剥離しない)

- 低コスト化** 射出成形による異種材料の接着 (アルミ / 樹脂部品の **接着強度を向上**)

先行研究 (技術シ - ズ)

ダブル陽極電解処理 → 皮膜との接着性と耐食性の両立 (戦略的基板技術高度化支援事業 平成 26 年 - 29 年)



2層酸化皮膜 { 100nm 程度の細孔 } アンカ - 効果 化学的親和力 → 接着強度を改善

接着工程 生産性向上 **射出成形** (熱可塑性エラストマ -) による **一体成形**

要素技術と研究課題 (目標)

- 表面処理 (接着強度 / 耐食性)

ダブル陽極酸化 (細孔径: 200nm 以上、皮膜厚さ 5μm 以上)

陽極酸化で形成される皮膜の孔徑を粗大化 ⇒ 充填する樹脂と強固な接合 (第 1 酸化皮膜) 第 1 酸化皮膜の下層に耐食性に優れた緻密な皮膜を形成 (第 2 酸化皮膜)

大気圧プラズマジェットを用いた **表面改質**

陽極酸化した表面を **大気圧プラズマジェット** 処理 ⇒ 化学的な結合作用による接着強度の向上

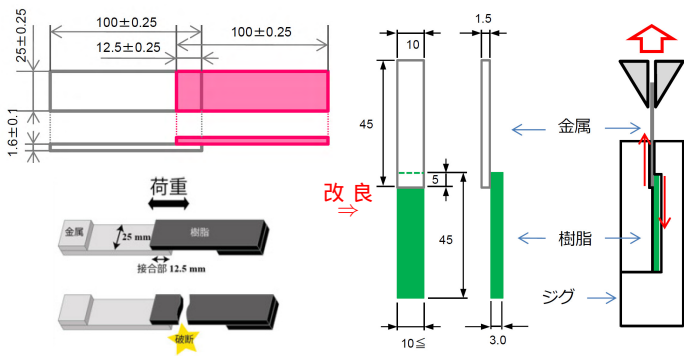
陽極酸化処理を行ってから日数が経過した試料に対し、**接着強度の回復**可能性について検討 (サ - テック永田、広工大、**兵工技センター**、兵庫県立大、富山県大、岡山理大)

- 熱応力緩和技術の開発

熱可塑性エラストマ -、フィラ - 添加、2層樹脂射出成形技術

接着強度 35MPa 以上 樹脂成型メ - カと協力し、PPS 樹脂をフィラ - で強化 ⇒ 熱応力の緩和、サイクル耐久性

広工大、富山県大、岡山理大、サ - テック永田、兵工技センター

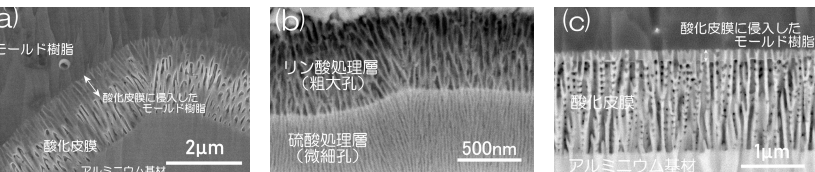
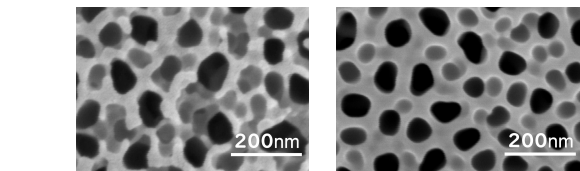


JIS K6850 (ISO 4587)

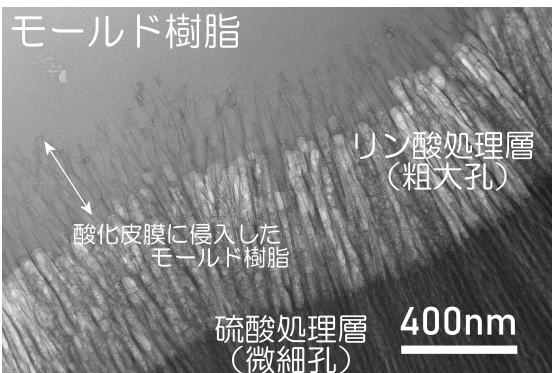
新たな接合技術の開発による **接着性の向上** にとともに、接合部分より弱い樹脂部分が **先に破断** してしまい、適切な評価が出来ない事がある。

樹脂 - 金属接合特性評価 (引張せん断試験)

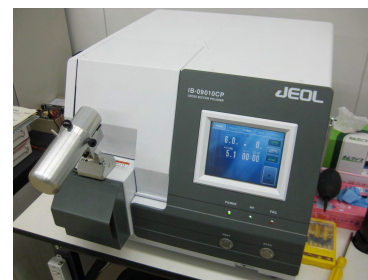
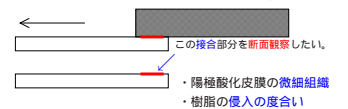
模式図は <http://www.djklab.com> より引用しました。



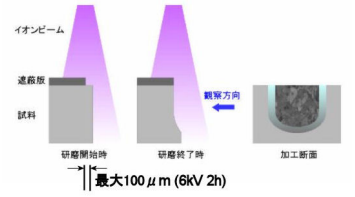
ダブル陽極電解処理法を用いて形成された 2層酸化皮膜の表面、および、断面の SEM 像 (上方の濃い部分はインサ - ト成形によって異種接合された樹脂。酸化皮膜は硫酸処理で形成された微細孔組織 (下層) と、リン酸処理で形成された粗大孔 (上層) の 2層から成っており、粗大孔の表面付近には、インサ - ト成形の際に侵入した樹脂を確認できる。)



ダブル陽極電解処理法を用いて A5052 の表面に形成された細孔径の異なる 2層酸化皮膜、および、モ - ルド樹脂との異種接合界面の断面 TEM 像



クロスセクションポリッシャ (IB-09010CP) 最大 6kV のアルゴンイオンを照射して **断面加工** 非接触で処理可能なため、余計な外力がかからない 熱に弱い試料を加工する場合は要注意 (Liq. N₂ オプション)



最大 100μm (6kV 2h)

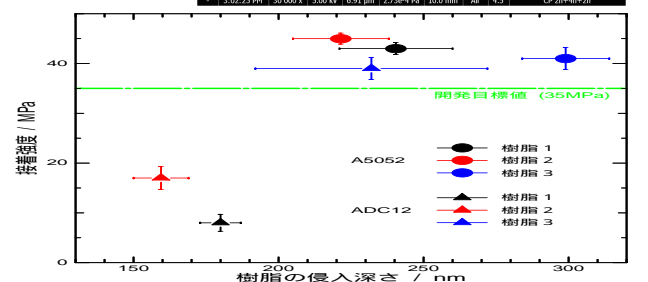
模式図は <http://www.jeol.co.jp> より引用しました。

- 接合部分を正しく SEM 観察するための前処理
- 加工部の周辺になるべく **外力をかけずにトリミング** 作業
- 観察対象部位の **近傍 100μm 以内** を精密トリミング

反射電子像 (BSE 像)

試したアルミニウム合金 / 樹脂接合部の断面観察像

クロスセクションポリッシャにより断面を **精密イオン研磨** した後、FIB-SEM で **断面観察**



結果と考察

- 2層酸化皮膜の断面組織において、帯電の影響を受けにくい **反射電子像** を活用することで、導電コートティングを施さなく高分解能の細孔組織の観察が実現できた。
- アルミニウム基板として A5052 材、ADC12 材を比較した結果、A5052 材では厚みのそろった 2層酸化皮膜を確認することができた。
- 3種類の樹脂で **インサ - ト成形** した試料に対して、接着強度の評価を行った結果、A5052 材についてはいずれの樹脂に対しても安定して高い接着強度を得ることができた。
- 生産性・量産性に有利なダイカスト成形が可能な ADC12 材においては、樹脂によって接着強度に大きな違いが確認された。
- プラズマ処理で **密着性が回復**した結果なども加味すると、酸化皮膜表面の **凹凸の微細組織**の違いに加えて、**化学的界面活性** (ぬれ性など) が接着強度に影響していると示唆される。