

抄 録

1 高強度アルミニウムボルトの塑性加工プロセスと組織制御技術の開発

森下勇樹, 長岡 孝, 府山伸行, 横田浩一, 下川慎也, 勝山仁義

アルミニウム合金製ボルトは冷間鍛造で製造され、素材からボルト形状への成形加工は前方押し鍛造、据込み鍛造、頭部成形、ねじ転造の組合せにより行われる。本研究は 7000 系アルミニウム合金を対象材料として、種々の加工率で鍛造成形した試料の組織変化を検証した。ボルト成形の主要な鍛造方法である据込み鍛造および前方押し鍛造について、加工率と溶体化処理後の回復・再結晶組織との関係を調

査した。

これらの鍛造成形は加工率を高くして材料に大きなひずみを導入することにより、平均結晶粒径が約 $30\mu\text{m}$ の供試材に対して $10\mu\text{m}$ 以下まで微細化することができた。また、据込みや前方押しを繰り返す多段鍛造で組織制御したアルミニウムボルトの強度特性を測定した結果、試作ボルトは JIS 規格に基づく機械的性質を満たしていることを確認した。

2 高速かつ均等に加熱冷却可能な 3D 造形大型 CFRP 成形用金型の開発

大川正巳, 松葉 朗, 柳田大樹, 北野幸一, 石田幸平

当センターでは CFRTP のヒートアンドクール成形用金型として高速かつ均等に加熱冷却できる金型を開発してきた。この金型は熱伝導性に優れる材料と劣る材料を組み合わせ、厚さの比率を適宜変えることにより実現する。この異なる材料の接合を従来は拡散接合で行っていたが大型化が困難なため、レーザー肉盛り溶接 (LMD) の適用を試み、試作した金型の

均熱性を評価した。

260°C を目標に高周波誘導加熱で金型を加熱し、冷却水で冷却したところ、目標とした上下金型あわせて 15°C 以内の均熱性を実現できた。また、非定常熱伝導解析の解析結果が実験結果と概ね一致し、温度推移と均熱性の予測が可能であることがわかった。

金型高精度加工システムの開発 (第 7 報)

3 異形工具の加工誤差予測システムの開発

姫宮一輝, 西川隆敏, 前田圭治, 久保田将矢

工具径を変えずに切削領域を広げることができる異形工具が注目されている。その 1 つであるバレルレンズ工具について、工具たわみを起因とする加工誤差の予測システムを開発した。予測計算にはバレルレンズ工具の刃先形状のモデル化や等高線・走査線の掃引形状をモデル化するため、その手法も提案した。

開発した計算システムは傾斜面の切削実験によって検証し、予測された切削力や加工誤差は測定結果と比較して概ね一致していた。また、実金型モデルで生じる加工面段差に当システムを活用して切削条件の再検討を行うことで、加工面段差が $32.3\mu\text{m}$ あった部分を $5.9\mu\text{m}$ にまで低減することができた。

抄 録

4 負荷曲線データを活用した鉄工やすりの切削性能に寄与する形状パラメータの検討

藤本直也, 府山伸行, 長岡 孝, 石本洋介

鉄工やすりはハンドツールの1つとして使用されている。切削性能の向上を狙って、新たにやすりを開発する際の性能評価は、切削試験装置を用いて被削材の切削重量や切削抵抗から測定されてきたが、これらの試験には長時間が必要である。

本研究では、やすり刃の形状から切削性能の予測

を可能にすることを目的に、鉄工やすりの負荷曲線データから得られる形状パラメータと切削性能について、相関性の検討を行った。また、機械学習や多変量解析を用いたデータ分析を行った。これらにより、切削性能に寄与する形状パラメータを発見し、切削性能の予測が可能であることを確認した。

5 リサイクル可能な資材を用いたかき養殖筏の開発

友國慶子, 小玉 龍, 横山詔常, 佐々木憲吾, 三保達郎, 三保弘太郎

廃棄物を出さず、リサイクル可能な資材で構成されるかき養殖用筏を開発し、筏の強度及びかきの生育状況について検討を行った。PE管を円形に繋いだ内径25mのかき養殖用筏を設計・試作した。強度解析を行い、かき養殖操作に用いるのに十分な強度を持つことを確認した。試作したPE管製筏を用いてかき育成試験を実施したところ、トレー式養殖を実施する上で実用

的であった。また、PE管製筏で育成したかきは従来の竹製筏に比べてむき身重量が大きくなり、少なくとも白水漁場における冬季の育成結果は優位であることを示した。この優位性は揺動特性の差によるものと推測されることから、加速度センサモジュールを用いて実際に揺動状況の検証を行い、従来の竹製筏より揺れが小さいことを確認した。

6 赤外分光分析による灯油中のオレイン酸の定量分析

大橋俊彦

FTIRにおけるATR法では、各波長における試料への赤外線の入射深さは、使用するクリスタルと試料の屈折率のみに依存するが多くの有機物質で屈折率はほぼ一定であるため光路長が一定とみなすことができる。ATR法では測定後の試料の除去・洗浄が容易であることから、このことを利用して、ATR法により揮発性のある溶液試料を従来の固定液体セルを用いる方法より

も簡便に定量できる可能性について検討した。

その結果、灯油にオレイン酸を濃度0.01w/v%程度の濃度で溶解した試料を十分な精度で定量できた。この濃度はクリーニング溶剤中の油溶性汚れの管理に使用できる程度である。また、測定時間を短くし密閉性を工夫すれば、更に揮発性の高い溶液についても測定できる可能性がある。

抄 録

7 接着剤の材料非線形性を考慮した CFRP 接着継手の混合モード破壊じん性評価

河野洋輔, 今中 誠, 原 圭介, 福地雄介

接着剤の塑性ひずみが、接着継手の破壊じん性に与える影響を明らかにするため、接着継手の混合モード（モード I+II）破壊じん性試験を模擬した有限要素モデルにおいて J 積分解析を行い、接着剤の機械的特性が弾性体および弾塑性体と仮定した 2 種類の解析モデルの J 積分値を比較した。

その結果、モード II 成分の増加に伴い、き裂先端

の塑性ひずみ分布が拡大することがわかった。

混合モード破壊じん性試験において、接着剤の塑性変形が J 積分値に与える影響は、モード II 成分の割合が高い条件で顕著であり、接着層のせん断変形による塑性変形が破壊じん性値に影響することがわかった。

金型高精度加工システムの開発（第 8 報）

8 エンドミル加工のびびり解析 NC シミュレータの開発

西川隆敏, 姫宮一輝, 菊田敬一

エンドミル加工ではびびり振動が発生しやすく、びびりは加工面性状の悪化や工具損傷を引き起こすため回避すべき課題である。

本研究では、エンドミル加工の NC データから加工箇所毎のびびり安定度を計算して可視化し、びびり安定度が低い箇所に工具経路を追加してびびりを回避する NC シミュレータを開発した。

これを、スクエアエンドミルのポケット加工に適用した結果、元の NC データではびびり安定度が 1 以下の箇所でびびりが確認され、本シミュレータで自動修正された NC データではびびりの無い良好な加工面が得られた。また、ボールエンドミルによるサンプル金型の加工事例では、加工工程の違いによるびびりの有無を予測できた。

9 顕微赤外法による光化学改質樹脂板表面の分子構造分布解析（第 2 報）

小島洋治, 野尻秀智, 大越昌幸

光改質法により表面処理を行った試料について、改質による化学構造の変化を赤外スペクトル形状の変化で確認するとともに、作製条件が異なるサンプルの間における光改質効果、分布を比較した。

メッシュマスクを試料表面に密着させた場合と、メッシュマスクと試料の間に間隔を設けた場合では、マスク下部にレーザー光が回り込むことに起因する、改質領域と非改質領域の境界部での構造変化の差異が生じていることが分かり、赤外マッピング分析により、改質条件の異なる試料の分子構造分布を視覚

的に比較することで、改質パターン全体の形状やその周期的分布の特徴をより詳細に把握することができた。

メッシュマスク開口部の範囲をより詳細に分析した場合、試料によっては比較的改質が進行している部分と改質が進行していない部分が開口部内で局在化して分布していることが認められた。これは、開口部の形状とレーザー光の波長の影響による、回折光の光干渉に起因した現象と考えられる。

抄 録

自動車部品を想定した断熱性能評価方法の検討（第7報）

10 冷却法による表面熱伝達係数の推定

筒本隆博, 長谷川浩治

我々は、断熱材の板状試料で銅板を挟み加熱し、それを大気中で冷却したときの温度変化から試料の断熱性を比較する方法を提案した。本報告では、50～80℃に加熱した銅板単体の水中および大気中での冷却曲線から表面の熱伝達係数（SHTC）を解析する方法を検討した。空冷の場合、風量、表面に黒体スプレーを塗布する影響を調べた。水冷時のSHTCの値は試料温度が高い領域で最高で1400～1800 W/(m²·

K)になり、試料温度が水温に近づくにつれて200～400 W/(m²·K)まで低下した。空冷時のSHTCは水冷時の値の数十分の一から数百分の一と小さい。無風の銅光沢表面では5～10 W/(m²·K)、風速を3.5 m/sとすると42 W/(m²·K)まで増加した。黒体スプレー塗布はSHTCを3～4 W/(m²·K)増加させる効果があることが分かった。

自動車部品を想定した断熱性能評価方法の検討（第8報）

11 サーモパイルを用いた断熱性能評価手法の開発

長谷川浩治, 筒本隆博

材料の断熱性能を測定するために、JIS A 1420の保護熱箱法による熱貫流率の測定方法がある。この方法は、定常法であり、加熱箱の隔壁から熱が移動しないように箱内外の温度を同一温度に制御する必要がある。そのため、温度の観測点も多数必要で測定が煩雑となる。本研究の目的は、この箱内外の温度制御を簡素化した断熱性能測定装置を提案することにある。加熱箱の隔壁に等面積間隔にサーモパイルの接点を取り付けて、隔壁全体における熱収支を

ゼロに制御することで、箱内部で発生する全ての熱エネルギーが測定試料を通過すると仮定して測定装置の簡素化を図った。隔壁には可撓性のある材料を使用して、測定対象物の形状に捉われない断熱性能測定装置とした。本手法で測定した断熱材の平均熱伝導率は、カタログ値に近い値となった。バックドアの熱貫流率は、4.83W/(m²·K)であり、バックドア全体におけるガラス部分の通過エネルギーは50%であることが把握できた。

12 サブミクロン領域 X 線 CT 断層像への線質の影響

田邊栄司

サブミクロンの分解能を持つ柵リガク製高分解能3DX線頭微鏡 nano3DX で得られる断層像の像質への、X線の線質の影響を調べるため、X線管のターゲットとフィルターの組み合わせを変えながら、竹串と阿蘇山の火山灰を撮影、再構成した。竹串は低エネルギーの連続 X 線を、火山灰は比較的高エネルギーの連続 X 線を使用した際に、最も妥当であると考えられる断層像が得られた。また、これら試料では特性 X 線を使用した場合の優位性は確認できなかった。

抄 録

1 3 原子間力顕微鏡像を特徴づけるパラメータを抽出する試み

大橋俊彦

目視での感覚が異なっている 2 種類の AFM の画像データからその形状の違いを特徴づけるパラメータを抽出する方法について検討した。高さ方向については高さの分布が異なり, その分布を表す代表値(算術平均, メディアン, モード)で違いが表せた。また, 断片形状も異なり凹凸を表すパラメータ(最大高さ, 算術平均粗さ, 二乗平均粗さ)でも違いが

表せた。

面方向については, 断面の平均ピーク間距離を求めることを試み, いくつかの方法で求めた値より拡大した画像に見られる組織の大きさにほぼ一致することが分かったが, 2 種類の試料で明確な違いは見られなかった。

1 4 IoT 技術を用いた設備モニタリングの取り組み

姫宮一輝, 小玉 龍, 村河亮利

IoT 技術を用いて設備監視の簡易的なセンシングシステムを構成した。簡易的な IoT システムでしばしば利用されるシングルボードコンピュータの RaspberryPi を使用し, 工作機械の主軸モータトルクの電流値を取得してリアルタイムにグラフ表示させることで, 工具の回転, ドリル加工中の状態を「見

える化」した。また, 近年注目されている無線長距離通信技術である LPWA について調査した。特に LPWA の中の LoRa 通信では, 既製の評価ボードを用いて実地テストを行ったところ, 約 423m の無線長距離センシングが可能であることを確認した。