



専門分野 衝撃工学, 機械力学
最終学歴 熊本大学大学院自然科学研究科
 生産システム科学専攻修了(平成18年3月)
学位 博士(工学)(熊本大学)
職歴 栗田工業株式会社, 熊本大学非常勤技術員



<はじめに>

本研究室では、「爆薬を利用した材料加工に関する研究」を主に、「CAD/CAM技術を利用したものづくり」に関する研究実習を行っている。以下に、今まで行ってきた研究内容の詳細を示す。具体的な内容に関しては、配属する際に話し合い内容を変更する。

<研究内容>

1. 高速度領域における金属材料の接合挙動に関する研究

本研究室では、「爆薬」を利用した材料加工、いわゆる、**爆薬加工法**に関する研究を行っている。爆薬加工法には、爆薬が爆轟することで発生する衝撃波を金属板に作用させて緻密な変形を達成させる「**爆発成形**」や、爆轟圧力を金属板に作用させることで金属板を高速度に飛翔させ、別の金属板へ高速度で衝突させて瞬間的に接合を行う「**爆発圧着(爆発圧接)**」、爆薬の爆轟圧力を金属粉末に作用させて固化成形を行う「**爆発圧搾(衝撃粉末固化)**」などがある。

本研究室では、主に「爆発圧着(爆発圧接)」に関して他大学の研究グループと共同で研究をすすめている。爆発圧着は、図1に示すような形式で実施されることが多い。均一な厚さの爆薬を載せた金属板(合わせ材)を、母材と呼ばれる金属板からある間隔だけ離して設置し、爆薬の一端から起爆する。爆轟したときの圧力で金属板は下方に向けて急速に加速し、高速度で母材に衝突する。一端から起爆するので、合わせ材はある角度を有しながら衝突する。

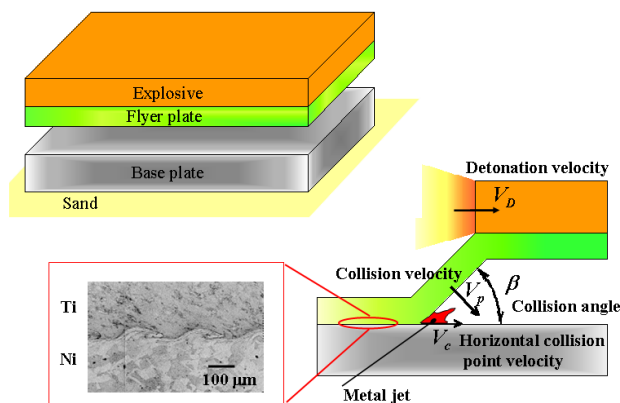


図1 爆発圧着法の概略図

衝突時における合わせ材の角度と衝突速度とが適した条件のとき、衝突点において金属材料が流体的な挙動を示し、衝突点から金属ジェットが発生し、波状の接合界面(金属の境界面)を形成する。この方法の特徴は、密度や融点などの特性が大きく異なる金属同士でも接合できる点である。しかし、異種金属組み合わせの場合では、衝突条件(衝突角度及び衝突速度)を最適にしなければ、接合境界に硬くて脆い合金を生成し、クラックや割れを生じて良好な接合を達成できない。

そこで、異種金属の組み合わせで最適な接合条件を明らかにするとともに、金属板が高速度に衝突する接合時にどのような挙動を示すのかを観測するために、特殊な実験装置(1μs 間隔で撮影できる高速度ビデオや撮影システム)や専用の数値解析ソフトウェアを用いて研究を行っている。

2. 爆発圧着法を応用した偏肉管材の開発

本研究では、爆薬の爆轟圧力を金属管の内側あるいは外側から作用させて2つの金属管を接合させる「爆発圧着法」を応用して、偏肉管材の製造とその技術開発を試みる。爆発圧着法では金属管を内側あるいは外側に配置し、爆薬をその外側に配置する方法がよく用いられるが、管材全体を爆薬で覆う必要があるため、1回で使用する爆薬量が多くなる。そのため、工業的に利用するためにはコスト面で難しい。また、現在、自動車用タイロッドやラックバー、二輪車用ヘッドパイプ等の製品に、偏肉管、つまり、厚さが一定ではない管材が用いられることが多い。軽量化を図るため、強度を必要とする部分だけにパイプ径を大きくする必要があるが、部分的に大きくするような加工は難しい。そこで、爆発圧着を応用して、偏肉管の製造・加工を試みる。図2に、平成30年度に予備試験的に実施した装置図を、また、実験後の試料例を図3に示す。

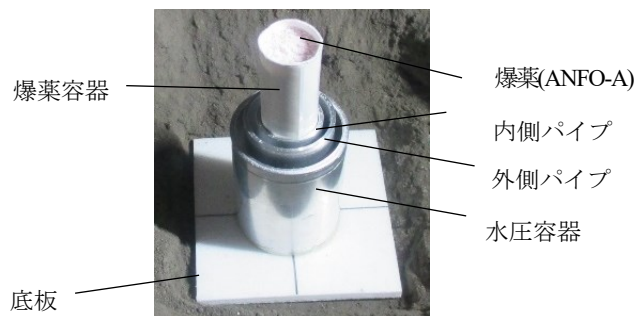


図2 管材の爆発圧着の装置図



図3 管材の爆発圧着後の試料（左：部分的に成功した例, 右:接合したものの試料が破損した例）

3. CAD/CAE 技術を利用したものづくり

コンピュータを用いて設計・解析する技術は、工業製品開発の迅速化と試作製作の経費削減を行いつつ最適設計を行うために非常に有効な方法である。機械関連の企業はもちろんのこと多くの分野においてコンピュータを用いた開発が行われている。そこで本研究では簡単な電子機器類を使用して機械の製作を実施しながら、機械の設計や開発に関する技術の発展を目指している。図4は平成25年度に作成した機械の3D-CADモデル図である。このモデル図を基に製作した機械である。最終的には鉄壁を自動的に移動することを目標にしていたが、この年度では図5のような障害物の回避運動を行うところまでであった。

図6は、障害物の回避運動を応用して、Webカメラで対象を追跡するロボットの全体図とカメラ部分の拡大図である。今後は、これまでの技術を発展させて、災害時に活躍できるロボットの開発を試みる。

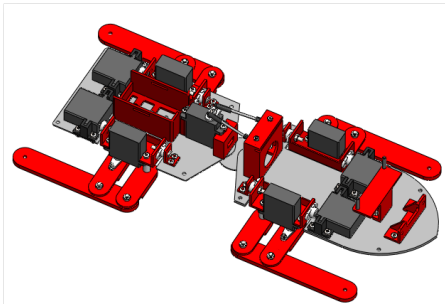


図4 ヤモリ型ロボットの3D-CADモデル

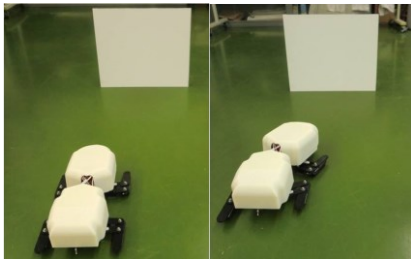


図5 ヤモリ型ロボットの障害物回避運動

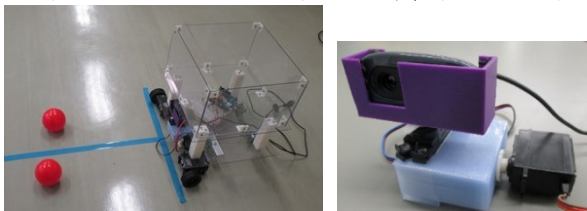


図6 対象色追跡運搬ロボット（左）および色測

定用 Web カメラのパン・チルト機構（右）

<卒業研究>

本研究室における卒業研究テーマの例を以下に示す。

- (1) 「金属板の高速斜め衝突現象の観察」
- (2) 「部材の極限軽量化に資する偏肉鋼管の製作」
- (3) 「AI 機能を有した簡易ロボットの開発」

<おわりに>

今後の計画として、爆発加工、特に、爆発圧接に関する研究とポーラス材に関する研究、CAD/CAM を利用したものづくりに関する研究を推進していく。

爆発加工関連の研究の場合では、高速度ビデオカメラで観察した画像データの処理（速度算出）、回収した試料の光学顕微鏡撮影が主になる。また専用の数値解析ソフトウェアを用いた解析も実施する場合がある。また、使用する実験装置は基本的に外注することなく自分たちで設計して製作し、実験後にはビデオカメラや光学顕微鏡の画像データを処理する必要がある。つまり、コンピュータを常に用いることになるので、「機械製図基礎」、「機械製図応用」、「CAD 基礎」、「機械要素設計」はもちろんのこと「情報処理応用」、「コンピュータ援用設計」/「機械製作実習」を好成績で修得していることが望ましい。

爆薬を用いる実験においては、半年に1度の割合で実施する安全保安講習に必ず参加しなければならない。学外の施設を利用して実験を行うこともあり、学生自身が爆薬を取り扱うことになるので、保安教育のみでは十分に理解しづらい点がある。可能であれば「甲種火薬類取扱保安責任者免状」の取得を志すこと。

CAD/CAM を利用したものづくりの場合、グループでの行動が基本であるが、同じグループとって各自でしなければならないことが複数ある。そのため、各グループで研究内容の担当を決めながら、個々で行動することが必要不可欠である。協調性を持ちつつ、自主的にも行動できることを強く望む。また、今年度から「AI」を組み込んだものづくりを推進している。新しい技術であるため、市場や細心の研究の調査を行い、市場のニーズと現状の技術を考えながら、自主的に進めていくことが必要不可欠である。

現在は、毎日 10:00 に研究室に来て、研究等を行い、帰宅時には電子メールによる報告書(日報)を必ず提出することを義務付けている。また、この他にも、研究室内でのゼミを行い、進展状況を確認し、パワーポイントによるプレゼンも実施している。このように卒研進行状況を把握するとともに、出席状況・課題達成状況をまとめ、各自の評価・成績(卒業)を判断している。