

機械工学科

経管腔的内視鏡手術用柔軟把持鉗子

安藤 大樹

Flexible Gripping Forceps for NOTES

Hiroki ANDO

経管腔的内視鏡手術（Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery, NOTES）は、主に腹腔内での手術を軟性内視鏡を口腔から胃を経由させることにより、体表に一切キズをつけずに行う超低侵襲な手術法である。しかし NOTES では、狭い消化管内での使用を前提とした軟性内視鏡の構造上、硬く短く太い腹腔鏡下手術用の高性能で種類豊富な手術器具を利用できない。軟性内視鏡の鉗子口から挿入され、細く長い管路を通して使用可能な器具は、概して性能が低く、種類も限られている。本研究では、軟性内視鏡の細く長い管路を通過可能な高性能把持鉗子の開発を目的として、柔軟部材の弾性変形を利用した柔軟把持機構の研究を行っている。

防衝撃波防災ヘルメットの研究開発

小板丈敏, 小林 晋, 福島祥夫

Study and Development of the Helmet for Shock Wave and Disaster Prevention

Taketoshi Koita

爆発火災および爆発的火山噴火等で発生する衝撃波による外傷性脳挫傷の軽減を目指し、衝撃波工学と射出成形技術を融合した防衝撃波防災ヘルメットの研究開発を行っている。本研究は埼玉工業大学と東洋化工株式会社（射出成形企業）との産学共同研究であり、埼玉工業大学にて衝撃波圧力を減衰させるヘルメット内部の最適構造の基礎研究を行っている。本研究では衝撃波管（埼玉工業大学所有）を使用し、衝撃波管内部にヘルメット模擬モデルを設置し、衝撃波を干渉させる。本研究を遂行するために必要な衝撃波管を整備、構築している。今後、可視化計測および圧力計測を用いて衝撃波圧力を減衰させるヘルメット内部の最適構造を調査する。

放電誘起水中衝撃波と気泡を活用した

高効率放電成形法の確立の研究

小板丈敏

Study on High Efficiency Electrohydraulic Forming Using an Underwater Shock Wave Induced by Electrical Discharge and a Bubble

Taketoshi Koita

放電成形の高効率化を目的とし、放電誘起水中衝撃波と気泡を活用した高効率放電成形法を確立した。本研究により、従来の放電成形法と比べ、同放電エネルギーで 3.4 倍の薄板の塑性変形量の促進を実現させた。金属薄板にミリバブルを付着させ、放電誘起水中衝撃波とミリバブルの干渉で誘起されるリバウンド衝撃波圧力および放電誘起単一気泡とミリバブルの相互干渉による薄板への衝撃力を用いて、本高効率放電成形法を開発した。可視化計測を用いて、薄板の塑性変形過程を詳細に解明した。最大塑性変形量の測定を行い、金属薄板の塑性変形を促進させる最適な放電電極と薄板壁面との間の距離を解明した。これら解明により、本高効率放電成形法を確立した。

固体熱物性値計測装置の研究開発

高坂祐顕

Research and Development of Measuring Device of Thermophysical Properties

Masataka KOSAKA

機械製品であれ電子機器であれ、動作するときには熱を発生し、その熱を廃熱として捨てる。限りあるエネルギーを有効に利用するためにはあらゆる所で発生する熱を制御し、有効に利用することが必要不可欠である。これらの技術開発を確実に進めるためには使用する材料の熱伝導率や比熱などの種々の熱物性値を正確に知ることが重要であり、正確でかつ簡便な熱物性値測定方法の開発が望まれている。その一つとして 1 次元熱伝導方程式の逆問題解を利用した熱伝導率と温度伝導率の計測方法がある。この方法に基づき温度伝導率および熱伝導率を同時計測するための実験装置を開発作成した。

水素急速充填時の容器壁面への熱損失解析

高坂祐顕

Numerical Analysis of Heat Transfer from Hydrogen to Vessel Wall Being Filled with High Pressure Hydrogen

Masataka KOSAKA

2014年度に日本では燃料電池自動車の一般普及が開始され、第一段階は無事に遂行された感がある。現在の水素充填は車載水素容器圧力および外気温で最終充填圧力をまとめた Lookup Table を基に充填されるため、安全に充填できるが満充填 ($\rho(15^\circ\text{C}, 70\text{MPa}) \times \text{容器容積} V$) することはできない。2017年には通信による充填が開始されることにより、車両から容器内水素ガス温度・圧力等の情報が得られるため、この充填方法に応じて計算速度が速く、かつ、精度の高い容器内水素温度推定法の確立が望まれている。これまでの方法と比較して、より少ないプロセスで車載用器内水素温度を推定可能にするための新しい充填方法を提案するための第一歩として、SAE J2601 Lookup Table に従い容器外壁からの熱損失の算出を行い、その結果をまとめた。

ディーゼル噴霧の火炎角および火炎位置を推定する実験式の導出

小西克享

Deviation of Empirical Formulas for Predicting Flame Angle and Location of Diesel Sprays

Katsuyuki KONISHI

排気ガス濃度の評価を含め、シリンダ内圧力・温度、熱発生率等の船用ディーゼルエンジンの性能をシミュレートする目的で、サイクルシミュレーション計算法を開発した。この計算手法自体は、シミュレーションに不可欠な燃焼基礎データさえ得られれば、粗悪重油噴霧のみならず様々な燃料噴霧に適用が可能である。シミュレーションの適用範囲を広げる目的から、灯油、軽油、重油に関してディーゼル噴霧の燃焼実験を行い、噴霧火炎角および火炎位置などの計測を行った。現在、それぞれの燃料に対する火炎角および火炎位置を推定する実験式を導出し、精度の検証を行っている。

衝撃波の透過波に関する研究

小林 晋, 小坂丈敏

Research on the Transmitted Wave of Shock Wave through Various Materials

Susumu KOBAYASHI, Taketoshi KOITA

衝撃波が様々な物質に入射すると、物質の背後に透過波として伝播する。例えば爆発によって発生した衝撃波が人体や建造物に入射すると、反射される波と同時に透過波も発生し、これが人体の内蔵や脳、建造物内の設備等に入射することになる。実際、イラクなどの紛争地帯でアメリカ兵が爆発による後遺症に悩まされているという事例もある。このように現実的な観点から重要であるにもかかわらず、透過波の研究は反射波に比べればほとんど行われていない。本研究では様々な材質を用いた実験を行って透過波の特性を調べ、爆発等による衝撃波の透過に対する損傷の少ない材料を探していく。また、材質がどのようなプロセスによって透過波に影響を与えるのか、その物理的機構を明らかにすることも目的としている。

ノイマン・パラドクスに関する研究

小林 晋, 足立 孝

Research on the von Neumann Paradox of Oblique Shock Reflection

Susumu KOBAYASHI and Takashi ADACHI

弱い衝撃波の反射現象においてフォン・ノイマンの古典理論と実験結果が一致しない現象はノイマン・パラドクスとして広く知られている。その原因については、これまで多数の研究者によって様々な研究が行われ、場の非一様性や非正常性などが指摘されてきたが、まだ最終的な解決には至っていない。本研究は、ノイマン・パラドクスが発生する物理的メカニズムを実験的および理論的に特定し、ノイマン・パラドクスの最終的な解決を目標としている。最近の本研究室における研究によって、いわゆるノイマン反射と通常のマッハ反射の間には、両者とは性質の異なる中間的な反射形態が存在し、明らかに理論との不一致が見いだされた。この中間形態においては、マッハステムが三重点近傍で曲率を有するというノイマン反射の特徴を持ちながら、マッハステムが三重点で入射波と滑らかに接続しないという点がノイマン反射とは異なっている。したがって、マッハステ

ム後方の流れ場が非一様で、ノイマンの仮定に反しており、ここに理論と実験が異なる原因であるとわれわれは考えて、さらに研究を進めている。

修正 PID 補償器の設計法に関する研究

萩原隆明

Study on a Design Method for Modified PID Controllers

Takaaki HAGIWARA

PID 制御は、P(比例)I(積分)D(微分)パラメータの役割が理解しやすく調整しやすいことから、広く普及し活用されている制御法である。これまで、制御系の安定性を保証するパラメータの集合を求める問題が検討されているが、各パラメータが影響し合い、利点であった調整が煩雑になる問題がある。さらに、従来の PID 制御では適用できないシステムが存在する。本研究では、これらの問題を解決するため、各パラメータを独立に調整でき、任意の制御対象に対して安定性を保証することができる修正 PID 補償器の設計法を検討している。

PID 補償器で安定化可能な制御対象のクラスに関する研究

萩原隆明

Study on a Parameterization of All Plants Stabilized by a PID Controller

Takaaki HAGIWARA

PID 制御はパラメータの役割や調整がしやすいことから多くの制御系で用いられている制御法である。これまで、パラメータの調整法については多く検討されているが、PID 制御が適用可能な制御対象の形式については検討されていない。任意の制御対象に対して PID 制御を適用する際、その制御系が PID 補償器を用いて安定にすることが可能かどうかを事前に判断することができれば、制御系を設計する際に有用である。本研究では、PID 補償器を用いて安定化可能な制御対象の形式を明らかにし、さらに、その制御対象に対し、制御系の安定性を保証する安定化 PID 補償器のすべてを求めるための研究を行っている。

モデルフィードバック制御に関する研究

萩原隆明

Study on Control Design Method Using Model Feedback Control

Takaaki HAGIWARA

高性能な制御系を構成するには、制御対象の正確なモデルが不可欠である。しかしながら、制御対象は様々な環境に置かれるため、特性が変動し、正確なモデルを得ることは困難な場合が多い。モデルの不確かな部分を考慮する制御法にモデルフィードバック制御があるが、この制御系には構造的な制約がある。すなわち、補償器のクラスが小さくなり、保守的な制御系しか設計できない可能性がある。本研究では、モデルフィードバック制御系を用いても補償器のクラスが小さくならないような設計法を検討している。

微小径ドリル加工における AE 計測を用いた折損予知

長谷亜蘭

Prediction of Breakage of Micro Drill Using AE Technique

Alan HASE

直径 1 mm 以下の微小径ドリルを用いた穴あけ加工において、切りくずの詰まりや絡まり、被削材の凝着などが折損の要因となり得るが、その加工状態の認識は現状困難とされている。アコースティックエミッション (AE) 計測は、材料の変形・破壊時に発生する弾性波を計測する非破壊検査手法であり、切削抵抗などの力計測と異なり、実験系の剛性を変えることなく高感度な計測が可能である。本研究では、変形・破壊モードによる AE 信号波形の周波数変化を利用し、微小径ドリル加工における加工状態監視および工具摩耗の進行状況の認識と折損予知を試みる。

旋削工具形状による AE 伝播特性への影響に関する研究

長谷亜蘭

A Study on Influence of Shape of Turning Tool to AE Propagation

Alan HASE

工作機械の IoT 化・知能化、スマートファクト

リー化に向け、AE センシングの工具接触検知および加工状態監視への有用性が注目されている。その実現のためには検出精度を高める必要があるが、使用する工具が変わることで AE 波の検出感度に変化してしまう。そのため、多岐にわたる切削工具の AE 伝播特性を明らかにしておかなければならない。本研究では、異なる旋削工具（ホルダー形状およびチップ形状・材種）を用いて、AE 信号の検出感度および周波数特性の比較調査を行う。

古代における巨石運搬の摩擦実験検証

長谷亜蘭

Verification Experiment of Friction for Transporting Huge Stone in Ancient Times

Alan HASE

古代エジプトや古代アッシリアなどの古い時代に描かれた巨大な石像を運搬する壁画等が残されており、そこには摩擦を減らすための工夫（潤滑剤や丸太の使用）が描かれている。しかし、古代人が実際に摩擦低減に使用した資材や具体的な手法については不明な部分も多い。そこで本研究では、当時の様々な状況や環境を想定した摩擦実験を行い、摩擦力計測および摩擦面観察から当時の巨石運搬に使用した資材と手法を検証する。

射出成形金型における設計最適化に関する研究

福島祥夫

Study on the Design Optimization of Injection Mold

Yoshio FUKUSHIMA

樹脂射出成形部品は製品の軽量化に大きく寄与するものであり、今後は自動車分野を中心として需要が拡大していくと思われる。部品・製品の品質の良し悪しを左右するのが金型であり、産業界では金型設計の能力を有する人材の育成と排出を強く求めている。本研究では簡易的な金型に関する基礎的な知識から設計製作までを一貫して取り扱い、CAD/CAE を中心として金型製作に関する技術について効率的な設計方法を探索する活動を行っている。

配管の振動応答に着目した健全性モニタリングに関する研究

皆川佳祐

Health Monitoring Technique for Pipe Focused on Vibration Response

Keisuke MINAGAWA

発電所や化学プラントなどの産業施設に設置された配管は、長年の使用により、内部流体との摩擦による内壁の摩耗（減肉）や、応力に起因する腐食（応力腐食割れ）が発生する。そのため、その発生箇所や進行度合を検査する必要がある。現在、配管の損傷検査手法として磁粉探傷や超音波探傷、放射線透過などが知られているが、大掛かりな装置が必要で検査箇所が限定され、時間もかかるなど経済的ではない。そこで、本研究では、配管の振動（加速度）を計測することで、減肉の有無を簡易的に把握する手法ならびにシステムを開発中である。平成27年度は、健全な配管および外周を部分的に削ることで損傷を与えた配管に水を流し、損傷の有無が流体レイキ振動に与える影響を検討した。その結果、損傷が深く、幅が広い配管においては、健全な配管と比べて卓越振動数が低くなる傾向を確認できた。これより、加速度を計測し、周波数分析することで、配管の健全性を検査できると考えられる。

画像処理によるワイヤロープの健全性診断手法

皆川佳祐

Health Monitoring Technique for Wire Rope by Image Processing

Keisuke MINAGAWA

ワイヤロープの切断と使用に伴う直径減少との関係が確認されていることから、現在、エレベーターや遊戯施設のワイヤロープの定期検査項目として、ワイヤロープの直径計測や赤錆の確認が設けられている。通常、直径計測はノギス等により行われるが、近年のエレベーター事故を踏まえれば、検査の均質化、検査結果・評価の集中管理が求められる。そこで本研究では、ワイヤロープをデジタルカメラで撮影し、撮影した画像をコンピュータにより画像処理することで、ワイヤロープの直径を検出するシステムを構築する。これま

でに、画像処理プログラムを構築し、解像度や明るさや背景などの周囲環境が計測精度に与える影響を検討した。その結果、4%以下程度の誤差で直径を推定することができた。

石炭火力発電所の耐震性向上に関する研究

皆川佳祐

Improvement of Seismic Performance of Coal Thermal Power Plants

Keisuke MINAGAWA

東日本大震災における福島第一原子力発電所の事故以降、日本のベース電源は原子力発電から石炭火力発電に移行している。通常、石炭火力発電所のボイラは、運転時の熱膨張を逃がすため、上部のみを支持構造物に固定されている。したがって、地震時は非常に揺れやすい構造である。現在、地震時のボイラの振動を抑制するため、鋼材製の振れ止めが設置されている。しかしながら、近年の石炭火力発電所の社会的重要性の増加や度重なる強大地震の発生を踏まえれば、さらなる耐震性の向上が望まれる。本研究では、石炭火力発電所に制振装置を適用する際の技術的課題の抽出ならびにデバイスの研究開発を実施する。これまでの検討では、質点系およびフレームモデルによる地震応答解析を実施した。その結果、振れ止めや配管などの金属疲労を考慮すれば、粘弾性材料を利用した制振装置が効果的で、地震時に発生する荷重を8%程度低減できることを確認した。