

精密加工学 (Precision Machining)		1 年・前期・2 単位・選択 機械制御工学専攻・担当 和田 任弘	
	〔システム創成工学教育プログラム 学習・教育目標〕 D-1 (100%)	〔JABEE 基準〕 (d-2a)、(d-2b)	
〔講義の目的〕 精密加工法には、種々の方法がある。まず、製造技術の基本である機械加工（特に切削加工）によって高精度部品を製作するノウハウについて講義する。さらに、工作物の材質や形状の制約などで、切削加工のみで高精度部品を製作できないような場合も多くある。この場合、機械的エネルギー以外のエネルギー、たとえば電気・熱的エネルギーによって材料除去が行われる。このような特殊加工についても講義する。 以上のことから、本講義の学習目標は、精密加工に必要な基礎理論を理解し、工作物に対する最適な合理的精密加工法の選択能力を習得し、設計のために必要な知識を養うことにある。さらに、切削実験、実地見学などを通じて、実際の適用例を実践的に経験することによって、理解を助ける。			
〔講義の概要〕 切削加工、研削加工、精密加工および特殊加工について講義する。			
〔履修上の留意点〕 ノート講義であるが、理解を助けるために切削実験による実践的な講義や生産現場の実地見学も実施するので、積極的に受講し、最新の製造技術に触れることにより、技術者としての視野を広げて欲しい。			
〔到達目標〕 到達目標は、下記の項目とし、試験の成績、演習レポート、実地見学におけるレポートによって確認する。 1) 2 次元切削の状態を作図、各部の名称、2) 構成刃先、3) 2 次元切削における切りくずの変形状態、せん断ひずみ、せん断角、切削比、すくい面に直角な力、平行な力、すくい面と切りくずの摩擦係数、摩擦角、せん断面上における垂直力、せん断力、切削に消費される単位時間当たりの仕事と動力、切削によって発生する熱量の計算、4) 工具材料、切削時間と工具摩耗のグラフの作成、工具寿命時間の判定、V-T 線図の書き方、Taylor の寿命方程式、定数 n 、 C の求め方が理解できること。5) 理論仕上げ面粗さを計算によって求めることができる。6) 平面研削とフライス削りの相違、砥石の 3 要素と 5 因子、自生作用、砥石の研削状態、7) 加工エネルギーによる除去加工の分類、8) 精密加工と特殊加工			
〔自己学習〕 目標を達成するためには、授業以外にも予習復習を怠らないこと。また、次頁の講義項目、講義内容を十分理解して授業に望むこと。			
〔評価方法〕 試験の成績（60%）、演習レポート（30%）、実地見学におけるレポート（10%）を含めて総合評価する。			
〔教科書〕 ノート講義 〔補助教材・参考書〕 補助教材：配布プリント、ビデオ、参考書：「機械系教科書シリーズ3 機械工作法」，出版社コロナ社，著者平井・和田・塚本共著、「最新 機械製作」，出版社養賢堂，著者械製作法研究会編			
〔関連科目〕 機械工作法など			

講義項目・内容

週数	講義項目	講義内容	自己評価*
第1週	切削理論 (プリント)	複雑な切削機構を理解するために、2次元切削モデルを製作し、各部の名称を理解するとともに、2次元切削の状態を作図する。	
第2週	切削機構、切りくず、構成刃先 (ビデオ)、	切削機構、連続切りくずと不連続切りくず、構成刃先の消滅方法、功罪について説明する。	
第3週	切削抵抗 I (プリント)	2次元切削における切りくずの変形状態の説明後、せん断ひずみ、せん断角、切削比を計算する。 (電卓、グラフ用紙持参)	
第4週	切削抵抗 II、切削温度	すくい面に直角な力 N 、平行な力 F 、すくい面と切りくずの摩擦係数 μ (ミュー)、摩擦角 β 、せん断面上における垂直力 F_n 、せん断力 F_s 、切削に消費される単位時間当たりの仕事と動力、切削によって発生する熱量 Q は、どうなるかを求める。	
第5週	工具材料 (プリント)	炭素工具鋼、高速度鋼、超硬合金、サーメット、セラミックス、立方晶窒化ほう素、ダイヤモンド、コーテッド工具について説明する。 (各種工具材料のサンプル、実地見学にて理解を深める)	
第6週	工具の損傷、工具寿命	すくい面摩耗、逃げ面摩耗、境界摩耗、チッピング、欠損、破損。工具の摩耗状態の観察を行い、工具摩耗の形態を説明する。	
第7週	工具寿命 (プリント)	切削時間と工具摩耗のグラフの作成、工具寿命時間の判定、V-T 線図 (両対数グラフ) の書き方、Taylor の寿命方程式、定数 n 、 C の求め方など。(電卓、グラフ用紙持参)	
第8週	理論粗さ I (プリント)	被削材の表面粗さの測定を行う。さらに、送り方向と切削方向の仕上げ面粗さの違い、理論仕上げ面粗さの求め方について説明する。	
第9週	理論粗さ II (作図)	作図ならびに理論計算から、最大高さ R_z を求める方法について説明する。(A3 グラフ用紙 2 枚と、製図用具持参)	
第10週	研削加工、研削理論	砥石車について、砥石の 3 要素と 5 因子、平面研削とフライス削りの相違 (被削材の硬さの 3 倍以上、切れ刃の丸み、工具の再研削など)。(砥石車のサンプル)	
第11週	砥石の研削状態	自生作用、砥石の研削状態	
第12週	精密加工および特殊加工 I	概要 (1) 除去エネルギーの種類 (2) 加工法の一例	
第13週	精密加工および特殊加工 II	放電加工、電解研磨、電解加工、電解研削について説明する。(一部、実地見学にて理解を深める)	
第14週	精密加工および特殊加工 III	ホーニング、超仕上げ、ラッピング、超音波加工について説明する。(一部、実地見学にて理解を深める)	
第15週	まとめ	到達目標を確認するために、試験を行う。また、この週を、レポート提出の最終期限とする。	

* 4 : 完全に理解した, 3 : ほぼ理解した, 2 : やや理解できた, 1 : ほとんど理解できなかった, 0 : まったく理解できなかった.
(達成) (達成) (達成) (達成) (達成)