

名古屋大学技術職員研修（装置開発コース）を受講して

○立花健二^{A)}、岡本久和^{A)}、鷺見高雄^{B)}、小塚基樹^{B)}、中西幸弘^{B)}、中木村雅史^{B)}

^{A)} 教育・研究技術支援室 装置開発技術系

^{B)} 工学系技術支援室 装置開発技術系

概要

我々は、昨年8月に行なわれた名古屋大学技術職員研修において、「装置開発コース」を受講した。研修テーマは「測定技術」であり、研修の目的は、「装置開発および機械工作に必要な測定技術における知識および測定方法を習得し、研修を通して交流を図る」であった。内容は一般講義、専門講義、および実習に分かれており、それぞれの分野において高度な専門知識を持った職員が講師となって行なわれた。以下、研修受講者の立場から、研修の概要説明と感想を述べる。

1 はじめに

我々の所属する装置開発技術系では、研究者の依頼に基づいて、様々な実験機器を製作している。従来から備えられている汎用旋盤や汎用フライス盤といった工作機械に加え、超精密NC旋盤、マシニングセンタ、ワイヤカット放電加工機などが導入されている。加工品の形状を測定するために、サブミクロンオーダーの形状を非接触で三次元測定できる測定器なども導入されている。しかし、通常の業務では、どこにどのような測定器があるのか、存在自体を知らない場合が多い。今回の研修は、普段触れることの少ない測定器について知る貴重な機会であった。

2 一般講義と専門講義について

今回の研修では、まず研究者から開発中の衛星搭載用X線望遠鏡についての講義があった。紙面の関係で詳細は割愛するが、最先端の研究と技術職員の業務との関わりが良くわかる内容であった。

技術職員の中には、永年、研究開発業務に関わるうちに特に優れた技術を身に付けた者も少なくない。専門講義として、測定工具の使い方と超精密加工についての講義があった。

3 実習について

3.1 マシニングセンタを用いた実習

今回の実習の最初のテーマは、CAD/CAMマシニングセンタを用いた加工に関するものであった。使用したマシニングセンタ（Okuma MB-46VAE）の外観を図1に示す。また、機械の諸元を表1に示した。

加工物は、後の非接触三次元形状測定の実習で使用するカマボコ形状の試験片（寸法：30×30×20、材料：A2017）であった。



図1 マシニングセンタの外観

講師が実際の加工手順について説明を行いながら、一連の作業が行なわれた。

加工に必要なNCプログラムは、あらかじめ準備してあるCADデータをCAM端末に送り、加工条件などを設定することで、ほぼ自動的に生成されるものであった

(使用ソフト：日本ユニシス(株) CADCEUS Ver.6、端末の外観を図2に示す)。



図2 CAD/CAM 端末

表1 マシニングセンタの概要

	項目	単位	
移動量	X軸移動量	mm	762
	Y軸移動量	mm	460
	Z軸移動量	mm	460
テーブル	作業面の大きさ	mm	460×1000
	テーブルの大きさ	mm	460×1000
	最大積載質量	kg	700
主軸	回転速度	rpm	50~8000
ATC	工具収納本数(OP)	本	20(32、48)
大きさ	所用床面積(幅×奥行き)	mm	2160×2700
	機械質量	kg	6500
その他	案内形式		3軸リニアガイド

加工品の外観を図3に示した。2種類あるがこれは工具の送り方向およびスキャンピッチが異なるものであり、他の実習テーマ（非接触三次元形状測定実習）での試験片として使用される。



図3 加工した試験片

3.2 ワイヤ放電加工実習

ワイヤカット放電加工機（AQ327型 ソディック(株)）を用いた実習を行なった。ワイヤ放電加工機の外観を図4に示す。

また、加工機の概要を表2に示した。

まず、講師からワイヤカット放電加工についての説明を受けた後、実際の加工手順について説明を受けながら一連の加工作業を行なった。

加工材料はステンレス（SUS304、10mm厚）であり20×20mm正方形の試験片を切り出した。ワイヤカット放電加工は、単に形を切り出すだけでなく、一度切り出した面を弱い放電条件で再加工することで面粗さを改善できる。そこで、表面粗さ計による測定実習のサンプルとして加工条件の異なる試験片を加工した。加工品の外観を図5に示した。



図4 ワイヤカット放電加工機

表2 ワイヤカット放電加工機の概要

	項目	単位	
移動量	X軸移動量	mm	370
	Y軸移動量	mm	270
	Z軸移動量	mm	250
テーブル	補助テーブルストローク(U軸×V軸)	mm	120×120
	ワークテーブル寸法(幅×奥行き)	mm	606×396
	加工タンク内寸法(幅×奥行き)	mm	850×620
	最大加工物寸法	mm	570×420×240(浸漬:230)
	最大積載質量	kg	500(浸漬:350)
	テーパ加工制御角度	°	±25°(ワーク厚み100mm)
大きさ	ワイヤ径	mm	φ0.15~φ0.30
	機械本体寸法	mm	2125×2200×2220
	機械質量	kg	3400kg
その他	駆動方式		リニア駆動



図5 加工品

3.3 非接触式三次元測定器による測定実習

高精度が要求される精密加工部品の検査において必要不可欠となっている非接触式三次元測定器についての実習が行なわれた。

まず、非接触式三次元測定器の測定原理などに関する説明の後、受講者が自ら操作マニュアルを見ながら、マシニングセンタ実習で製作した試験片（図3）を測定した。今回使用した非接触式三次元測定器（NH-6 三鷹光器㈱）の外観を図6に示した。また主な仕様を表3に示した。



図6 非接触式三次元測定器の外観

表3 非接触式三次元測定器の概要

	項目	単位	
可動範囲	X、Y	mm	400×500
	Z	mm	170
測定精度	X、Y	μm	1.5+10L/1000
	Z	μm	1+50L/1000
	測定再現性	μm	σ=0.03
その他	測定物の最大重量	kg	100

L:測定長 [mm]

3.4 表面粗さ計の使用方法

まず、表面粗さについての講義があった。JISの粗さ規格は、国際規格であるISO規格の変更に対応するため、1982年、1994年および2001年に改定されている。我々の職場でも加工品の面粗さを測定する事があるが、粗さについて系統的に学ぶ機会は少ない。そこで、講師から規格改定後の様々な粗さ定義についての詳しい解説があった。その上で、ワイヤカット放電加工機で加工した試験片（図5）の表面粗さを表面粗さ計（Form Talysurf 50e Taylor Hobson 社）で測定した。



図7 表面粗さ計



図8 表面粗さ計で測定中の試験片

3.5 接触式三次元測定器の使用方法

我々は、機械加工後に図面通りの寸法になっているかをノギスやマイクロメータを使用して調べる。図面には、従来の寸法公差の他に、幾何公差が示されている場合が多い。そのような場合、三次元測定器を用いると、比較的簡単に加工品の同軸度や真円度、平面度などを測定できる。そこで、今回は接触式三次元測定器を使って、試験片を測定する実習を行なった。

測定器（ミットヨ QM-MEASURE 353）の外観を図9に示す。

被測定物は、形状の部分ごとに、加工方法や手順が変えてある。例えば、円筒形状のものについては、三つ爪チャックで把握して旋削したものと、生爪を用いて旋削したものの比較や、ドリル穴とエンドミル穴の直角度の比較などを通して、精度の違いが理解できるように配慮されている（図10）。



図9 接触式三次元測定器

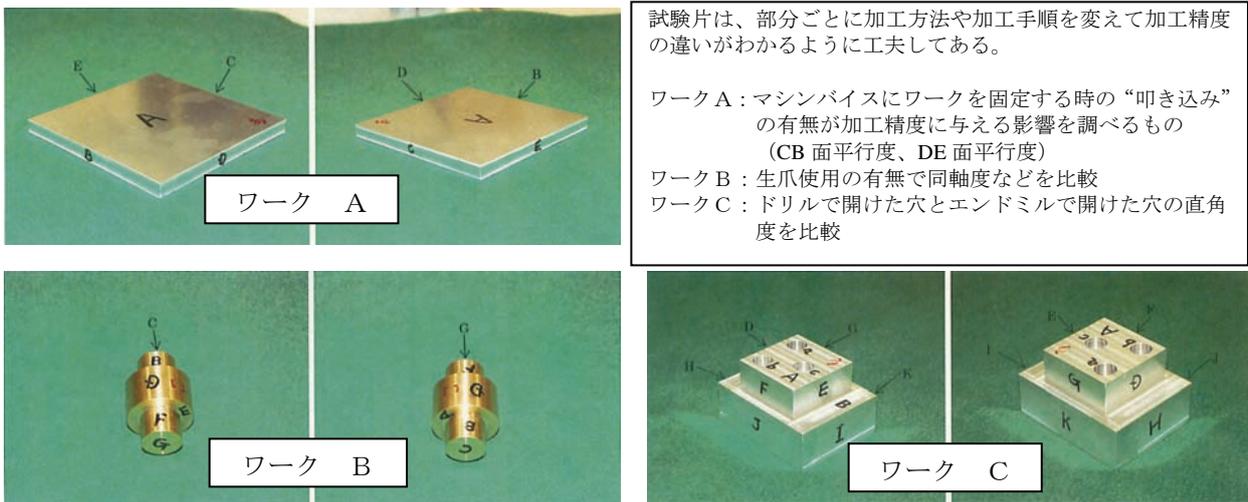


図 10 接触式三次元形状測定 試験片 (3種類)

3.6 硬度計の使用方法

硬度には色々な種類があるが、今回の実習ではロックウェル硬さについて実習した。試験機 (AKASHI ATK-600) の外観を図 1 1 に示す。試験片は 11 種類準備されており、材料が何であるかは事前に知らされていない。材料の色、手に取った時の重さ、そして測定した硬さデータから、材料が何であるかを当てるといふ工夫がされていた。



図 1 1 硬さ試験機



図 1 2 硬さ試験 試験片 (11種)

3.7 原子間力三次元測定器の使用方法

極めて微小な表面形状 (nm オーダー) を測定するためには、原子間力顕微鏡が用いられる。具体的な使用目的として、研磨面の形状測定などがあげられる。

今回使用した原子間力顕微鏡 (Nanosurf Mobile - S : Nanosurf 社) の外観を図 1 3 に示した。スキャンレンジ (X, Y) は $10 \mu\text{m}$ 、高さ方向レンジ (Z) は $1.8 \mu\text{m}$ 、測定分解能は 0.027 nm である (高分解能モード)。測定物は、アルミニウムの研磨面とステンレスの研磨面 (図 1 4) であった。測定結果を図 1 5 に示した。



図 1 3 原子間力顕微鏡

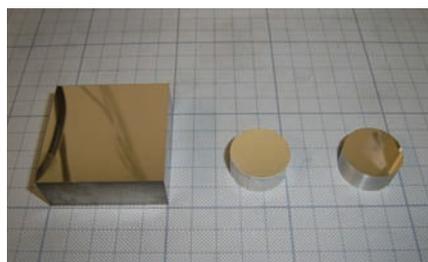


図 1 4 測定した試料

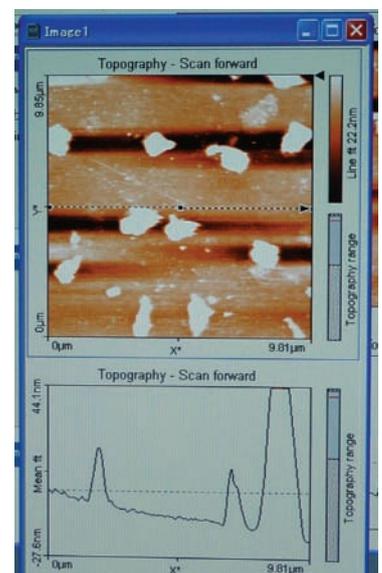


図 1 5 形状測定結果

3.8 アーム式携帯型 3次元測定器の使用法

測定場所によらず、簡単に部品の形状測定やCADデータとの比較ができる測定器としてアーム式携帯型 3次元測定器がある。今回使用した携帯型 3次元測定器 (Faro Platinum Arm) の外観を図 1 6 に示した。この測定器はアームの一端が固定され、反対側の先端取り付けられたプローブをワークに当てて形状測定するものである (図 1 7)。測定範囲は 2. 4 m であり、 $30\ \mu\text{m}$ の精度で測定が可能^[1]である。

今回は、実習課題としてベアリング外輪 (NU1038COP6: 外輪直径 290 mm) の真円度測定 (幾何公差測定機能)、アングルブロックの角度測定 (寸法測定機能)、および両端フランジ部品の 3次元形状測定 (測定した 3次元データを I G E S 形式で保存) を行なった。



図 1 6 アーム式携帯型 3次元測定機^[1]



図 1 7 実習の様子 (アングルブロックを測定中)

4 まとめ

4.1 実習全体

- 1) NC 工作機械の加工プログラムの作成 (マシニングセンタ、ワイヤ放電加工機) は CAD/CAM が活用されており、複雑な形状のプログラム作成が非常にスムーズな点が印象に残った。
- 2) 接触式の形状測定器では、測定物に変形するため正確に測定できないものや、サブミクロンのオーダーで測定しなくてはならないものなど、測定対象に応じた適切な測定器の選択が重要と感じた。

4.2 感想

- 1) 実習は 2 日間行なわれたが、テーマ数は 8 テーマと非常に多いので、テーマごとの時間が短いように感じた。
- 2) 測定器が使いやすい事に感心した (FARO Arm、接触式 3次元測定器 QM-MEASURE 353 (ミットヨ))。
- 3) 普段は交流の少ない技術職員と接する貴重な機会となった。

参考文献

[1] ファロー・ジャパン(株) Homepage (<http://www.faro-arm.jp/>)