

労働大臣賞（入選） 三次元測定機の実習教材

栃木県立県央高等産業技術学校 半田 伸子

1. はじめに

最近の機械加工では三次元CAD/CAMが多用されるようになり、複雑な形状の加工も可能になってきている。しかし複雑な形状であるがゆえに、正確に加工されているかを測定する難しさを痛感する。そのようなときに用いられるのが三次元測定機（図1-1）である。

この測定機は、ノギスやマイクロメータでは測定不能な箇所、すなわち、より高度な箇所の測定を能率よく行うことができ、また、測定値に個人差が現れないなど利点が多く、三次元CAD/CAMと同様に三次元測定機の重要性も注目されつつある。この測定機の最大の特長は「加工品 図面」というように、2つの手順に可逆的に利用可能ということである。また加工品を図面化する場合には正確な寸法を

計測することができ、図面を加工する場合は、正確に加工されているかといった検査用に使用することもできるのである。

しかし、このような優れた機能を十分に理解するにはかなりの時間を要する。さらにそれに加え機器購入時に付随してきたテキストは冊数が多く、何冊も併用しないと理解することが難しい。またモデル（図1-2）では同じような測定形状が多数あるなど、理解度や効率を妨げる要因が多くみられた。そこで、テキストの見やすさやモデルの簡素化が理解度や効率に大きな影響を与えると考え、短時間で効率よく学生にも理解できる教材を目的とし、テキストおよびモデルの改良（図1-3）を行ったので報



図1-1 三次元測定機BRT504 (株)ミットヨ製

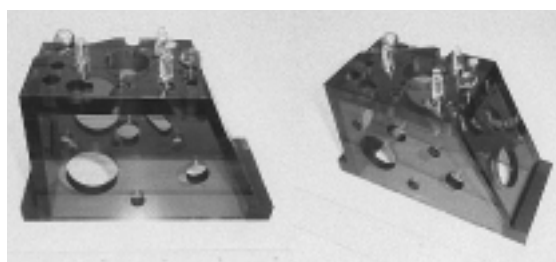


図1-2 従来モデル

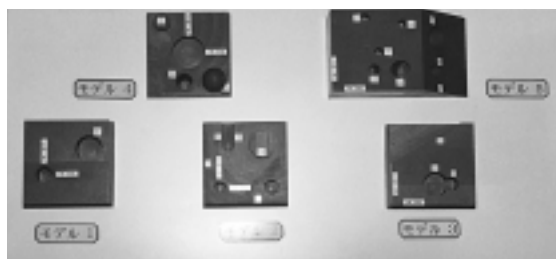


図1-3 新規モデル

告する。

2. 三次元測定機の原理

三次元測定機の各軸にはスケールが1本ずつ設けてあり、測定機を動かしたときにその移動した量を検出器がスケールから読み取る。そしてその移動量は、スケール信号としてパソコンに送られ、三次元測定機データ処理システム(株)ミットヨMICROPAK)で計算され、パソコンにて測定値が表示される。

2.1 座標系

三次元測定機には、機械座標系と測定物座標系の2種類の座標系がある(図2-1)。機械座標系は、三次元測定機のX、Y、Z各軸に取り付けられている測長ユニットに沿った座標系で、機械固有のものである。一方、測定物座標系は、機械座標系とは関係なく、測定物の形や方向によって任意に決定することができる座標系のことをいう。

この座標系は、測定物を測定することによって、その中の基準となる寸法をもとに座標系を組み立てるものである。測定中は、この座標系での値を中心に作業を行う。

2.2 軸と基準面

図面では立体的な部品を正面図、平面図、側面図

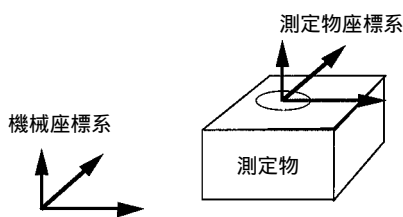


図2-1 三次元測定機の座標系

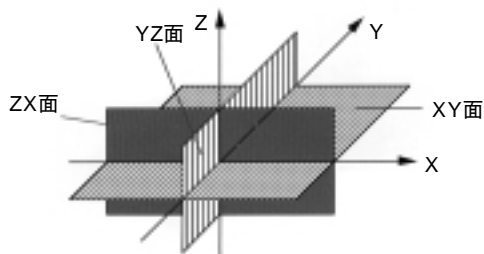


図2-2 基準面

などを用いて、通常は平面上での寸法によって表す。

三次元測定機では、どの面上の寸法も測定できるがX、Y、Z軸という表現では測定面によって軸名称が異なってくる。そのため測定面に平行な軸を第1軸、第2軸、そしてその測定面に垂直な軸を第3軸と設定している。また、第1軸と第2軸に含まれる面を「基準面」と呼び、その基準面はXY面、YZ面、ZX面の3種類が考えられる(図2-2)。

3. モデルの製作

モデルは、各要素ごとに学習しやすいように分け、5つの新規モデルを製作した。モデルの加工は、マシニングセンタ(株)日立精機VK45)を用いて、自動プログラミングにて行った。切削中は、切り粉が歯に絡みつくためエアを用いることによって絡みつきを防いだ。また、モデルの材質は長期教材での使用を考え、持ち運びしやすく軽量で腐食もない樹脂(株)日本石油化学 CYCOWOOD(サイコウッド))を用いた。

3.1 モデルNo.1

図3-1にモデルの測定図面を示した。このモデルでは、X、Y原点を円1の中心にとる座標系の設定方法、測定の基本となる平面測定(円測定)を理解することを目的とし製作した。

3.2 モデルNo.2

図3-2にモデルの測定図面を示した。このモデル

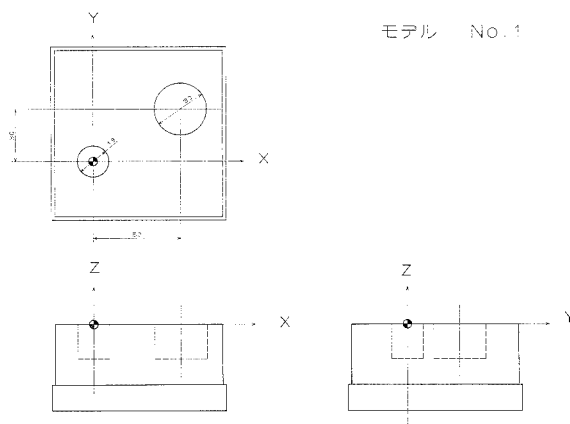


図3-1 測定図面(モデルNo.1)

ルでは、モデルNo.1とは別方法での座標系の設定方法、測定の基本となる平面測定（端面測定、投影要素端面測定）を理解することを目的とし製作した。

3.3 モデルNo.3

図3-3にモデルの測定図面を示した。このモデルでは、測定物の角に原点をとる座標系の設定方法、測定の基本となる平面測定（交点測定）を理解することを目的とし製作した。

3.4 モデルNo.4

図3-4にモデルの測定図面を示した。このモデルでは、測定物の中心に原点をとる座標系の設定方法、測定の基本となる平面測定（多点測定、円筒測定、円錐測定、球測定）を理解することを目的とし製作した。

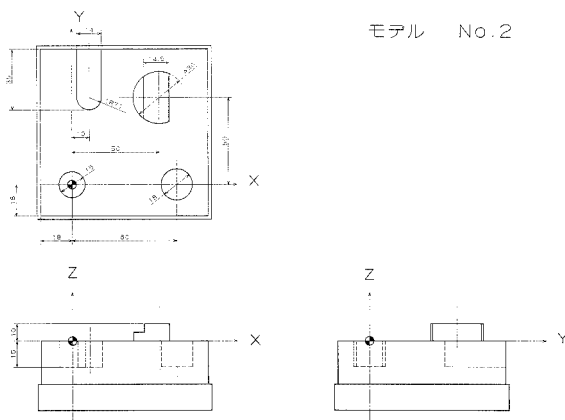


図3-2 測定図面（モデルNo.2）

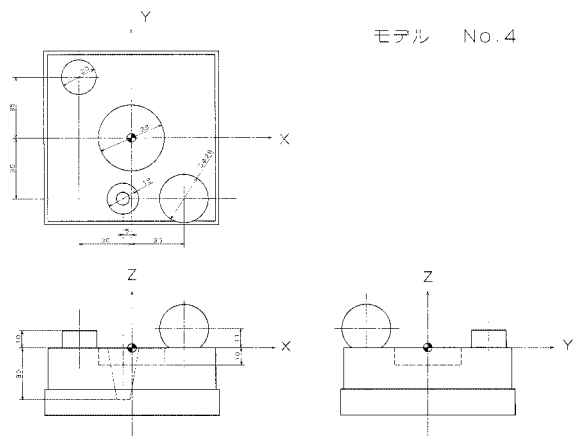


図3-4 測定図面（モデルNo.4）

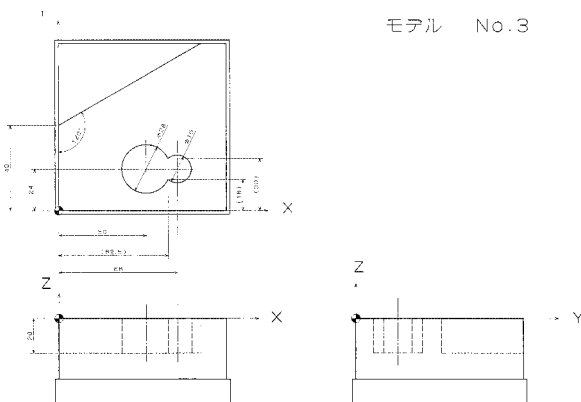


図3-3 測定図面（モデルNo.3）

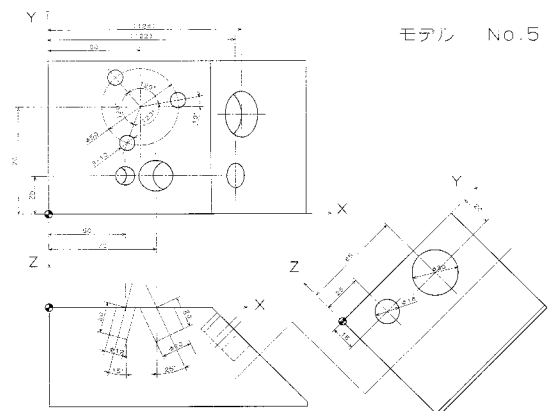


図3-5 測定図面（モデルNo.5）

3.5 モデルNo.5

図3-5にモデルの測定図面を示した。このモデルでは、基本的な立体測定（円測定、交線要素測定、円筒測定、斜面設定の方法および斜面上の測定）を理解することを目的とし製作した。

4. テキストの作成

本テキストは、三次元測定機のシステム構成から、さまざまなモデルを用いた測定物の測定方法までを学ぶことを目的とし作成したものであり、以下に示す6章から構成されている。

- 第1章 三次元測定機システムについて
- 第2章 三次元測定の基本事項
- 第3章 システムの起動・停止
- 第4章 正しいプローブの当て方
- 第5章 測定物座標系の作り方

第6章 測定の方法

第1章では、一次元測定機から三次元測定機までをノギスやマイクロメータなどといった測定器の例をあげ、さらにそれらの原理等の説明をつけ加えた。

第2章では、三次元測定機を使用するうえで最低限知っておかなければならない測定機固有の座標、軸、基準面等の考え方について述べた。

第3章では、三次元測定機本体および三次元測定機データ処理システムの起動、および停止方法について操作手順を示した。また、1つひとつの手順にはデジタルカメラで取り込んだ画像を付け加え、見やすくそして理解しやすくなるよう工夫した(図4-1)。

第4章では、計測エラーを防ぐよう測定の際の注意点を、特にプローブについて述べた。

第5章では、測定の前段階として、測定物座標系の設定方法(5通りの方法)について述べた。

第6章では、5つのモデルを用い、段階的に測定方法を学習できるように、詳細に測定手順を述べた(図4-2)。

本テキストで特に気をつけた点は、なるべく図を多く入れること、字のフォントを大きくすること、また学生に興味を持ってもらうようにカラーで作成したことなどである。

5. 結果・考察

今回の実習教材は、三次元測定機の特長である「加工品 図面」の可逆的な利用法の1つ、「加工品 図面」つまり図面を加工する場合、正確に加工されているかを調べるための検査用として作成を試みた。しかし、作成した教材(モデル)は、ノギスやマイクロメータでも測定可能な一次元測定、あるいは二次元測定が中心になってしまい、本来の目的である三次元の測定にはほとんど及ばず、初歩的な測定方法を記したものとなってしまった。また、実状として三次元測定機は高価であるため何台も購入できない。ゆえに何人も同時に操作することができず、その場での理解度に個人差が生じてくるといったテキストやモデルを改良しただけでは改善できない問題点も見つかった。

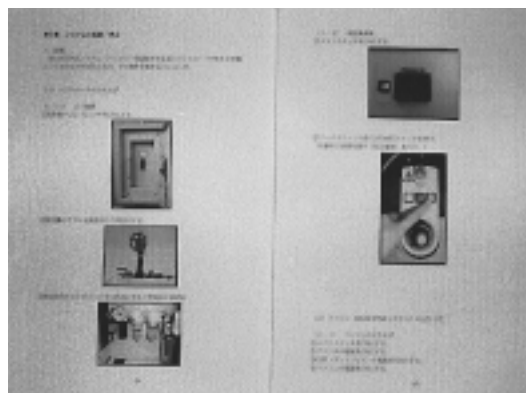


図4-1 三次元測定機の実習教科書(第3章)

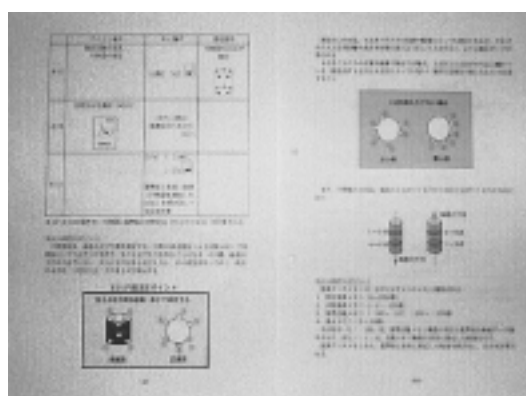


図4-2 三次元測定機の実習教科書(第6章)

そこで今後は、今回作成した教材を応用し、その他の高度な測定方法についての教材も開発していくと同時に、もう1つの利用方法である加工品を図面化させる課題を加えていくなど、三次元測定機の目的と特長が十分理解できる教材作製を心がけ、取り組むことの重要性が示唆された。

また、その場での理解度に個人差が生じることは、何度も「ビデオ」を見ることにより解消できるのではないかと考え、早急にテキストに沿ったビデオ製作が必要であることも考えられた。

6. ま と め

三次元測定機の従来のテキストやモデルを改良することにより学生に以下の所見が得られた。

テキストの理解度を早めることができた
要素ごとに測定方法を確認することができた
実習に対する興味を引くことができた