



機械工作実習の旋盤加工寸法のバラツキについて

| | |
|-------|--|
| メタデータ | 言語: jpn 出版者: 公開日: 2013-12-13 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 清水, 勉, 山内, 慎 メールアドレス: 所属: |
| URL | https://doi.org/10.24729/00007664 |

機械工作実習の旋盤加工寸法のバラツキについて

清水 勉 ※ 山内 慎 ※

Actual Dimension and its Tolerance of Mechanical Parts on Machining Practice

Tsutomu SHIMIZU ※ Makoto YAMAUCHI ※

ABSTRACT

Machining by lathe is worked on mechanical parts of a pulley and a shaft in order to practice machining for students. Standard deviation of each dimension in mechanical parts is calculated from actual sizes on each position of the pulley and the shaft. Standard deviation of radial direction is in the extent of 0.2 to 0.3 mm but longitudinal direction is 0.3 to 0.45 mm.

And also this level is not enough to satisfy real requirement. But from the viewpoint of practical learning, we recognize that students understand the relation of machining and machine design required on assembling of mechanical parts from practical learning.

キーワード: 機械実習, 旋盤実習, 加工寸法のバラツキ, 加工寸法の標準偏差

1. はじめに

本学システム制御工学科は「機械系」, 「電気系」, 「情報系」の三つの分野を学び, これら三つの技術を統合・連携するシステム技術を習得することを狙いとする学科である。このため, 2年次に電子機械工作実習の一環として旋盤による「機械実習」が課せられる。本報告は, 加工寸法のバラツキを通し学生の加工精度達成状況を評価するため, 実習レポートのデータを統計処理したものである。

この旋盤加工実習は, 学生が機械加工に取り組み, 機械加工と機械設計, 機械組立, 機械製作との関係を低学年で体験することに重点を置いた内容となっている。従って, 授業時間も1回当たり3時間の実習を4回行う内容のもので, 機械そのものを専門に学習する機械工学科で実施している実習とは授業時間, 加工の内容, 加工の難易度を異にするので加工到達度を比較する対象とはなり難い点がある。

2. 実習の課題

課題は旋盤加工の手順を理解し, 旋盤や器具を使って作業を行うことにより, 設計・製図・加工・組立のプロセスが理解できるよう, 図1と図2に示す

プーリとシャフトの加工・製作を課している。

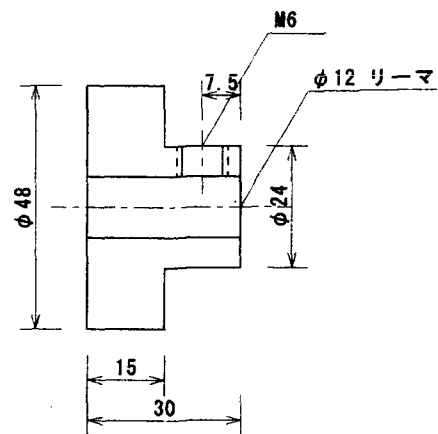


図1 プーリの仕上寸法

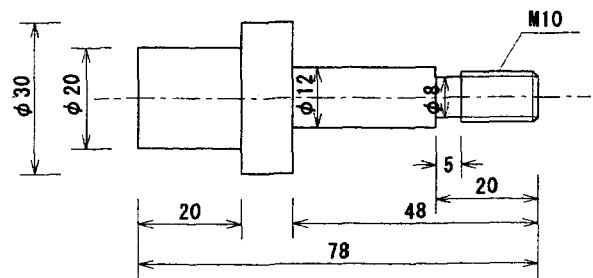


図2 シャフトの仕上寸法

2004年3月30日 受理

※ システム制御工学科

Department of System and Control Engineering

3. 素材と切削条件

プーリとシャフトの切削条件を表1に示す。
 なお、シャフトには引抜丸棒材を用いたので、実習では「黒皮削り」と称する外周加工は行わなかった。

表 1 プーリとシャフトの素材寸法と切削条件

| | 材質 | 素材寸法 | 回転数 | 切込量 |
|------|----|--------|--------|-------|
| プーリ | 鋳鉄 | φ50×32 | 450rpm | 1~2mm |
| シャフト | 軟鋼 | φ30×82 | 900rpm | 1~2mm |

送り：0.11mmの自動送り

4. 旋盤加工の仕上り寸法

(1) 寸法測定位置と測定結果

図3,図4にプーリとシャフトの寸法測定位置を示し、表2,表3に測定結果の平均値と標準偏差を示す。
 なお、測定データ数は部分的に使用できないデータも含めて、平成13年度42点、14年度36点、15年度40点、合計118点である。

(2) 半径方向の加工寸法の特長

- ①それぞれの加工寸法の平均値は実習年度に関係なくほぼ同じ値である。

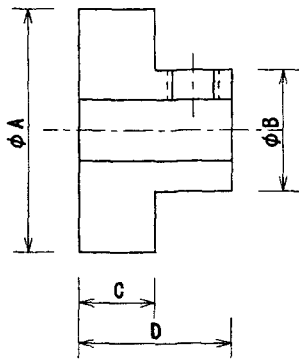


図 3 プーリの寸法測定部位

表 2 プーリとシャフトの加工寸法(半径方向) 単位：mm

| | プーリ | | | | シャフト | | | | | |
|-----|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|
| | A部 | | B部 | | a部 | | b部 | | h部 | |
| | 平均値 | σ | 平均値 | σ | 平均値 | σ | 平均値 | σ | 平均値 | σ |
| H13 | 47.78 | 0.28 | 23.89 | 0.26 | 19.86 | 0.29 | 11.77 | 0.24 | 7.94 | 0.29 |
| H14 | 47.83 | 0.29 | 23.77 | 0.30 | 19.99 | 0.20 | 11.75 | 0.24 | 7.89 | 0.29 |
| H15 | 47.83 | 0.24 | 23.77 | 0.35 | 19.88 | 0.24 | 11.74 | 0.21 | 8.00 | 0.22 |

σ：標準偏差

表 3 プーリとシャフトの加工寸法(軸方向) 単位：mm

| | プーリ | | | | シャフト | | | | | | | |
|-----|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | C部 | | D部 | | c部 | | d部 | | e部 | | f部 | |
| | 平均値 | σ | 平均値 | σ | 平均値 | σ | 平均値 | σ | 平均値 | σ | 平均値 | σ |
| H13 | 14.73 | 0.41 | 29.93 | 0.40 | 19.75 | 0.36 | 48.01 | 0.61 | 77.69 | 0.62 | 20.25 | 0.53 |
| H14 | 14.80 | 0.37 | 29.90 | 0.31 | 19.85 | 0.41 | 47.95 | 0.62 | 77.91 | 0.29 | 20.19 | 0.37 |
| H15 | 14.83 | 0.38 | 29.86 | 0.29 | 19.77 | 0.41 | 48.12 | 0.45 | 78.03 | 0.29 | 20.04 | 0.33 |

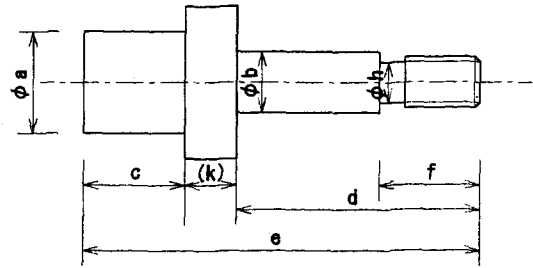


図 4 シャフトの寸法測定部位

- ②標準偏差は0.2~0.3mmの間にある。

- ③プーリ(鋳鉄)とシャフト(鋼)の標準偏差間には差異がない。

(3) 軸方向の加工寸法の特長

- ①半径方向同様に、それぞれの加工寸法の平均値は実習年度に関係なくほぼ同じ数値である。
- ②標準偏差は一部の部位を除き、0.3~0.45mmの間にある。
- ③H13年度のシャフト側に特異な数値がみられるが、それは端面加工時の条件設定が不十分のまま加工したことによる影響と考える。

(4) 夏季と冬季の寸法変動

夏季と冬季の気温差による寸法への影響を考え、実習期間を表4のように設定し、気温差による寸法へ影響を調べた。その結果を表5に記す。
 尚、サンプル数はH15年度が7、他年次は6である。

表 4 夏季と冬季の実習期間

| 年度 | 夏季 | 冬季 |
|-----|---------------|---------------|
| H13 | H13 5/31~6/28 | H14 1/10~1/31 |
| H14 | H14 5/23~6/27 | H15 1/9~1/30 |
| H15 | H15 5/15~6/19 | H16 1/15~2/5 |

実習年次間ではやや差異があるものの、全体を通して見ると夏季寸法が冬季寸法より大きいのは12件中5件で、それらの寸法は同じような分布をしていた。

これらから、夏季と冬季の気温差による寸法への影響は少ないと考えた。

表 5 夏季と冬季の加工寸法の平均値(単位: mm)

| | プーリ | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| | A 部 | | C 部 | |
| | 夏 | 冬 | 夏 | 冬 |
| H13 | 47.72 | 47.71 | 14.92 | 14.85 |
| H14 | 47.60 | 47.98 | 14.49 | 14.95 |
| H15 | 47.66 | 47.93 | 14.82 | 14.46 |

| | シャフト | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| | a 部 | | C 部 | |
| | 夏 | 冬 | 夏 | 冬 |
| H13 | 19.70 | 19.93 | 19.67 | 19.97 |
| H14 | 19.99 | 20.26 | 19.77 | 20.58 |
| H15 | 20.01 | 19.90 | 20.05 | 19.56 |

5. 寸法特性について

上述の通り、半径方向と軸方向では寸法特性に差異が見られるが、学年次、年間、材質による変動は少なく、寸法特性の評価では全体を一つの母集団とみなし考察する。

(1) 寸法のバラツキと標準偏差

測定寸法の分布状況を図5、図6、図7に示す。他の測定部位の分布も同じような分布を示しているので、半径方向のA部と軸方向のD、e部を代表例として表示した。

これらの図より以下のことが指摘できる。

- ①加工寸法のバラツキは正規分布となる。
 - ②基準寸法から離れた大きい側と小さい側、図6の場合では48.9mm以上と46.5mm以下に離れ島がある。
- この状況はいずれの部位にも見受けられる。
- ③基準寸法より大きい側のズレは図面寸法を十分確認せずに次の加工工程へ移行したためと考えられる。
 - ④小さい側のズレは測定寸法の読み間違いや切り込み量の設定ミスによる削りすぎが原因と思える。
 - ⑤これらの特異データの発生を抑えれば、標準偏差は小さくなると考える。

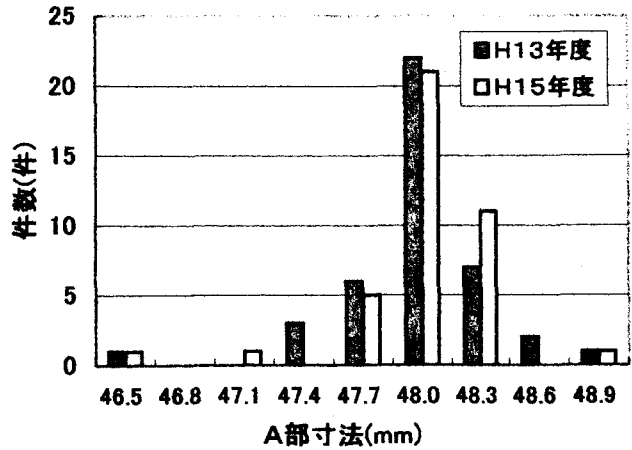


図 5 A 部寸法の分布

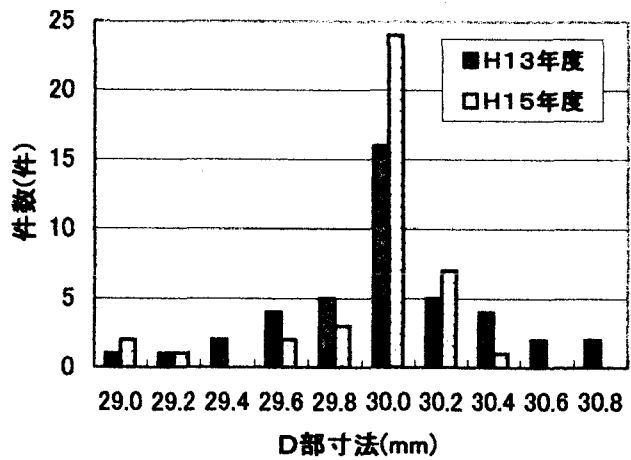


図 6 D 部寸法の分布

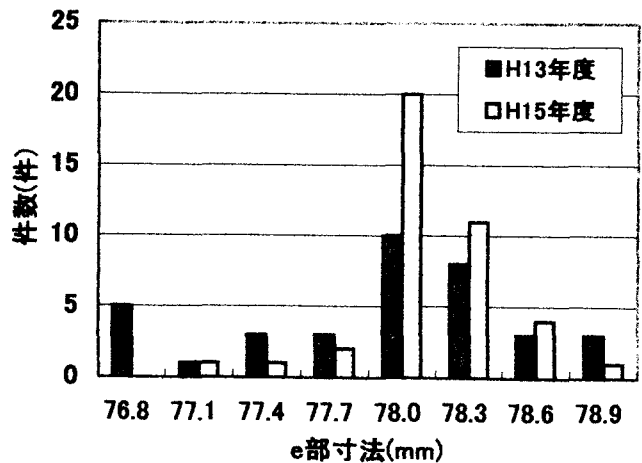


図 7 e 部寸法の分布

(2)長さ寸法の許容差

基準加工寸法に対する実寸法(半径方向)の標準偏差を図8に示す。同図には JIS B0405 公差等級中級(m級)の長さ寸法の許容差も図示した。半径方向のφ4.8mm 部では規格を満たしているが,それ以外の部位では JIS m 級の水準に達していない。それは上述の基準寸法より大きい側と小さい側に発生した寸法ズレによるものと考えられる。

(3)基準加工寸法と実寸法との差異

基準加工寸法と実寸法との差異を図9に示す。加工寸法が大きくなるに従い実寸法との差異が少なくなり,相対的精度が向上していくのが判る。

(4)基準加工寸法と実寸法との差異

加工誤差発生の一因として

- ①常温まで冷却せずに切削加工直後に寸法測定した熱膨張の影響。
- ②測定機器の副尺の読み取りミス。
- ③罫書き線を加工中消失し,目見当で加工を続行したことによる削り過ぎ。
- ④図面を確認し,寸法を測定しながら加工を行ない,次の手順へ移行していない。
- ⑤ゼロを基準とせずに切り込み量を設定した。

などが考えられる。

これらの要因が複合し,誤差が生じたと考えられるが,現有データからは要因を特定できない。このことは,実習実施前に実習内容説明のガイダンスの重要性と関連すると思える。

6. まとめ

全くの初心者が高速回転する旋盤と不馴れな計測機器を使つての実習ではあるが

- (1)基準寸法に対し,半径方向で 0.2~0.3mm,軸方向で 0.3~0.45mm の標準偏差の寸法精度を達成した。
- (2)加工精度は JIS B0405 のm級には至っていないが,実習を繰り返せば到達できそうに思える。
- (3)『ものづくり』の楽しさを実感させながら,機械加工と他教科との関連を体験させる場としても有効な教育効果が感じられた。

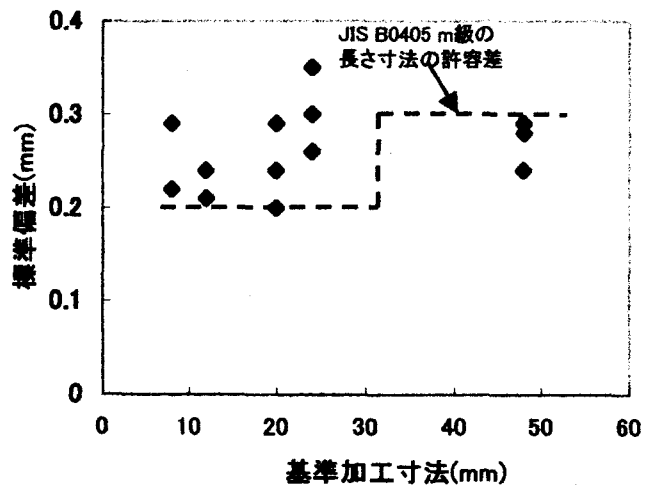


図 8 基準加工寸法(半径方向)に対する標準偏差

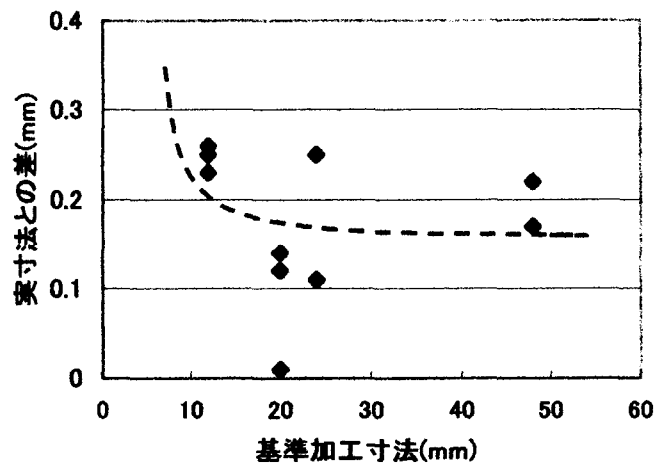


図 9 基準加工寸法と実加工寸法の差(半径方向)

7. おわりに

本報告は H13, 14, 15 年度の機械工作実習レポートのデータを基にとりまとめたものである。実習指導で助力下さった片岡幸旺技師及び各年次で実習に携わった教務技師補の方々に感謝のお礼を申し上げます。

なお,本機械工作実習はカリキュラム改変で本年度をもって終了したことも併せ記します。