

TQC 導入による実習教育方法の改善（その 3）

（統計的手法による実習データの分析）

中 津 正 志*・林 忠 夫**

Improvement on the method of Education for Workshop Practice by Introducing TQC(part3)

(An Analysys of the Data from Workshop practice using Statistical Methods)

Masashi NAKATSU and Tadao HAYASHI

要 旨

実習における旋盤部門の課題「施盤の試験及び検査」、及び溶接部門の「溶接部の曲げ試験」によるデータを統計分析し、以下の結果を得た。

1. 施盤の回転数試験の場合、回転数の測定はセンタ穴よりも周速を測定した方が低く計測される。
2. 年度（クラス）が変わっても、溶接曲げ試験の可否の数に変化が認められない。
3. 曲げ方向（表曲げ、裏曲げ）によって、試験の可否は大きく異なる。
4. 裏当て金の有無によって、曲げ試験の可否に変化は認められない。
5. 溶接棒の種類によって最大曲げ強さが異なった。
6. 実習データに統計手法を活用することによって多くの有益な情報を得ることができた。

Abstract

Using statistical methods, the authors analyzed the data that these were gained from the test of revolution speed and the bending test of weld. In workshop practice, the task of the tests had been set from the department of turning and welding. As the result of analyzing, we obtained the following conclusions.

1. In the case of the test of revolution speed, measured value of the revolution from the center hole were smaller than the value of it from the peripheral velocity.
2. On the bend test of the welding, it was not affected with the defferent fiscal year that the number of pass or not pass changed.
3. The rate of pass was influenced significantly by the direction of the face bend or the root bend.
4. The number of pass or not pass were not influenced by the backing trip exist or not.
5. Maximum bending strength was different from the kinds of coated electrode.
6. The authors were able to gain many instructive informations using statistical methods on the workshop practice.

* 助教授 機械工学科

** 技 官 機械工学科

1. は じ め に

TQCは有効な管理手法、作業改善手法として広く利用されている。最近では製造業のみならず、銀行や官公庁などサービス業にも導入され成果をあげている。高専における実習教育は実習課題そのものが製造業における生産活動と同じであり、実習工場の管理は企業における機械工場の管理活動と同様であり、教育活動は対象が社員でなく学生であるだけで教育訓練、技術向上という点では一致しており多くの点でよく似ている。従ってTQC手法を実習教育活動に導入することは質の高い教育をする上で有効と思われる。

本校では'83年度よりTQC手法を導入し、様々な教育改善をおこなっている¹⁾²⁾³⁾。本報では統計手法の活用を目標に、実習から得られたデータを分析してみた。具体的には、機械工学科3年の旋盤部門の実習課題(資料1)として行っている「旋盤の試験及び検査」、溶接部門の「溶接と曲げ試験」のデータを、'87年度～'90年度について分析してみたので結果を報告する。

2. 旋 盤 実 習

2.1 回転数試験方法

旋盤部門ではJIS Z 6202 旋盤の試験及び調査方法に従って各種試験をおこなっている。回転数試験は、旋盤の表示回転数と実際の回転数の違いを調べるものである。回転数の測定は、ハスラー形回転計で試験片のセンタ穴から直接測定する方法と、周速を測定し試験片の径から算出する方法を用いた。測定は各3回行いその平均値を取った。分析に利用したデータは通常の実習教育中に、指導員の説明と実習テキストの作業手順に従って、学生が測定したものである。

2.2 試験結果と分析

A) 基準回転数：表示回転数と実測回転数についての差(−499〜+50 rpm)を、表示回転数との比で表すと−28.8〜+11.9%もあり、表示回転数を基準値(真の回転数)として用いられないことがわかった。従って各回転数における各測定法による値の中間値を基準回転数とした。また2つの測定法による回転数の差は+52.3〜−2.2 rpmであった。この差は回転数によって大きく左右されるのでこのまま統計処理すると回転数の多い場合のデータの影

響を導けない。一般にこのようなデータは指数関数的な変化を示すから、両測定

の差を基準回転数との比(%)で表すことにした。
B) 学生による測定のバラツキ：多数の学生による測定であるので、測定法の差の分析をする前に学生によって測定のバラツキに差がないか調べる必要がある。表1は学生の違いによって測定値に違いがあるか一元配置で分散分析した結果(分散分析表)である。分散比が $F_0=2.63 < F(2, 15, 0.05)=3.63$ となり学生による測定の差がないことがわかった。

C) 測定値の分散：表2は3台の旋盤について測定した回転数測定データの一例である。 X_a ：センタ穴による測定値、 Y_b ：周速による測定値である。2つの測定値の違いを検定するまえに、測定値の分散の検定を行い、"有意でない"必要がある。対のデータの場合は分散の代わりに、差が一様になっているかR管理図で見ればよい。調べた結果、図1のようになった。上限界線の値が8.41の管理

表 1 測定者の違いによる分散分析

要 因	平方和	自由度	不偏分散	分散比
測定者間	22.90	2	11.45	2.63
測定者内	65.36	15	4.36	
計	88.26	17		

表 2 対のデータの平均の検定(旋盤の回転数測定法)

機 械	番 号	表示 rpm	Xa rpm	Yb rpm	差 rpm	基 準 回基数	比率% di	自乗 di²
旋 盤	1	32	36.7	34.2	2.5	35.5	7.0	49.00
	2	52	59.0	57.3	1.7	58.2	2.9	8.41
	3	88	98.0	93.5	4.5	95.8	4.7	22.09
	4	150	160.6	158.3	2.3	159.5	1.4	1.96
	5	250	264.7	262.1	2.6	263.4	1.0	1.00
No. 6	6	420	448.3	442.7	5.6	445.5	1.3	1.69
	7	710	742.0	738.3	3.7	740.2	0.5	0.25
	8	1200	1255.7	1244.5	11.2	1250.1	0.9	0.81
旋 盤	9	65	66.7	63.7	3.0	65.2	4.6	21.16
	10	160	146.7	141.7	5.0	144.2	3.5	12.25
	11	270	241.7	233.3	8.4	237.5	3.5	12.25
	12	445	375.0	366.2	8.8	370.6	2.4	5.76
	13	1030	841.7	843.9	-2.2	842.8	-0.3	0.09
No. 7	14	1730	1408.3	1390.9	17.4	1399.6	1.2	1.44
	15	65	64.0	61.0	3.5	62.5	4.8	23.04
旋 盤	16	160	141.3	143.0	-1.7	142.2	-1.2	1.44
	17	270	238.7	231.0	7.7	234.9	3.3	10.89
	18	445	369.0	365.0	4.0	367.0	1.1	1.21
	19	1030	832.0	818.0	14.5	825.0	1.7	2.89
No. 8	20	1730	1257.3	1205.0	52.3	1231.2	4.2	17.64
						合計 平均	48.5 2.43	195.27

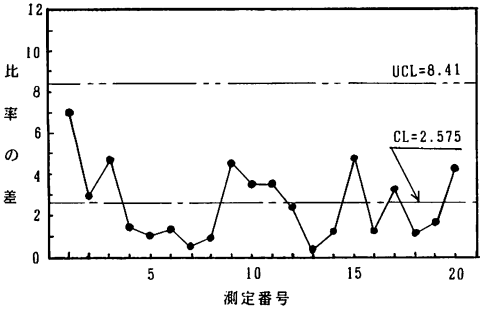


図1 R管理図

図となりすべての値がこの範囲にあることがわかった。

D) 二つの測定法の差：2つの測定法によるデータは、各回転数に対する測定値であるので各々対をなしている。従って対データの平均値の差の検定を行うのが適当である。

X_a , Y_b が対をなしているとき第1番目の値を各々 x_i , y_i としたとき、その差 d_i を下式であらわす。

$$d_i = (x_i - y_i) \times 100 / \text{基準回転数}$$
$$\bar{d} = \sum d_i / n$$
$$\sqrt{V_d} = \sqrt{\sum (d_i - \bar{d})^2 / (n - 1)}$$
$$= \sqrt{d_i^2 - (\sum d_i)^2 / (n - 1)}$$

とすると、次式 t は $\phi = n - 1$ の t 分布をなす。 δ を差の母数とすると

$$t_o = (\bar{d} - \delta) / (\sqrt{V_d} / \sqrt{n})$$

ここで $n = 20$ である。 $\delta = 0$ と仮定して計算した結果 $\sqrt{V_d} = 2.022$ $t_o = 5.37 > t(19, 0.01) = 2.861$ となった。

従って、二つの測定法には差があり、周速を測定した方が低く計測されることがわかった。原因として考えられることは、周速の場合、回転による振動のため回転計のピックアップ部が外径に密着せず回転ロスがあるためと思われる。これについては他のデータによる別報⁴⁾の場合も同様な結果が得られている。

3. 溶 接 実 習

3.1 溶接部曲げ試験方法

溶接部門では、JIS Z 3801(溶接技術検定における試験方法及び判定基準)に従い、表3の条件で溶接し、突合せ溶接継手のローラ曲げ試験(JIS Z 3124, ジグ型式A 3 型)を実習課題としておこなっている。

合否の判定基準は

- ①曲げられた外面においていかなる方向にも長さ 3.0 mm を超える割れがない。
- ② 3.0 mm 以下の割れの合計長さが 7 mm を超えない。
- ③割れ及びブローホールの合計個数が 10 個を超えない。
- ④アングカッ、溶け込み不良またはスラグ巻き込みの著しいものがない。

とし、いずれかに該当する場合は不合格とした。実際の判定は参考資料 2, 3 を用い基準が一定になるよう心がけた。

表3 溶接曲げ試験条件 (JIS Z3801)

項 目	内 容
溶 接 姿 勢	下向き (F)
溶接作業区分	中板 (2) 板厚 9 mm アーク溶接 裏当て金有 (A) 裏当て金無 (N)
使用溶接棒	イルミナイト系 D4301φ4.0mm 神鋼製 B-10 高酸化チタン系 D4313φ4.0mm 神鋼製 B-33
試 験 片	材質 SS 41
溶 接 電 流	A-2F の時 150 A ~ 180 A N-2F の時 90 A ~ 170 A
曲 げ 試 験 機	油圧式万能材料試験機

3.2 試験結果と分析

A) 年度別の曲げ試験の合否：表 4 は過去 4 年間 ('87 ~ '90 年度) の曲げ試験の合否である。各年度の不合格率は 41% ~ 56% であった。年度 (クラス) の違いによる合否の数に差があるか分析してみる。データが計数値なので χ^2 分布をなすと考え $m \times n$ 分割表 (m は年度の水準数, n は合否の水準数) を用いる。帰無仮説 (H_o) として年度によって合否が一樣であるとする。表 4 より '87 年度の合格の場合、期待値は $147 \times 78 / 283 = 40.5$ となる。以下同様に計算し表 5 ができる。つぎに χ^2 の値を求め表 6 を作成する。計算方法は '87 年度の合格の場合、表 4, 表 5 より $(38 - 40.5)^2 / 40.5 = 0.154$ ここで自由度は $\phi = (4 - 1)(2 - 1) = 3$ である。表 6 より $\chi_o^2 = 2.989 < \chi^2(3, 0.05) = 7.81$ なので帰無仮説 (H_o) は棄却されない。従って年度 (クラス) の違いによる合否の出方は一樣であることがわかった。4 年間の平均不合格率は 48% である。

表4 年度別曲げ試験の合否

年 度	表・裏	合 格	不合格	計
'87	表曲げ	28	10	38
	裏曲げ	10	30	40
	小 計	38	40	78
'88	表曲げ	36	5	41
	裏曲げ	7	32	39
	小 計	43	37	80
'89	表曲げ	34	5	39
	裏曲げ	11	27	38
	小 計	45	32	77
'90	表曲げ	17	7	24
	裏曲げ	4	20	24
	小 計	21	27	48
合 計	表曲げ	115	27	142
	裏曲げ	32	109	141
	合 計	147	136	283

表5 各年度期待値

年度	合	不	計
'87	40.5	37.5	78.0
'88	41.6	38.4	80.0
'89	40.0	37.0	77.0
'90	24.9	23.1	48.0
計	147.0	136.0	283.0

表6 χ^2 の計算

年度	合	不	計
'87	0.154	0.167	0.321
'88	0.047	0.051	0.098
'89	0.625	0.676	1.301
'90	0.611	0.658	1.269
計	1.437	1.552	2.989

自由度 $\phi = (4-1)(2-1) = 3$

表7 曲げ方向による不合格率

年度	表曲げ	裏曲げ	全	$ U_0 $
'87	0.263	0.750	0.513	4.30
'88	0.122	0.821	0.463	6.26
'89	0.128	0.711	0.416	5.19
'90	0.292	0.833	0.563	3.78
計	0.190	0.733	0.481	9.81

B) 表曲げ, 裏曲げの合否: 表7は各年度ごとに曲げ方向によって不合格率に差があるか調べた結果である。正規分布による方法を用いると計算方法は, '87年度の場合, 表4より表曲げの不合格率 $P_a = 10/38 = 0.2632$ 裏曲げの不合格率 $P_b = 30/40 = 0.750$ 全体では $P = (10+30)/(38+40) = 0.5128$ となり,

40) = 0.5128 となり,

$$U_0 = \frac{0.2632 - 0.750}{\sqrt{0.5128(1-0.5128)(1/38+1/40)}} = -4.30$$

となる。以下同様に計算した。その結果, どの年度においても $|U_0| > U(0.01) = 2.57$ であり表曲げ, 裏曲げによる合格率は異なることがわかった。これは一層目のビードが技術的に難しいため溶け込み不足やスラグの巻き込みをおこしやすく, 一層目が引っ張り側となる裏曲げの場合, その影響が顕著に出るため不合格率が大きくなると考えられる。

C) 裏当て金の有無による合否の数: 一般に当て金があると一層目のビードがひきやすく合格の数が多くなることが予想される。特に裏曲げの場合に顕著にその影響が出る可能性がある。表8は裏当て金の有無による合否の数である。2×2分割表と考え各年度ごとの期待値と χ^2 の計算を行った。計算方法は3.2A)と同様なので割愛する。各年度の χ^2 は, '87年度0.889 '88年度1.262 '89年度0.128でありともに $\chi^2(1, 0.05) = 3.84$ より小であった。また2×2分割表は誤差が多いのでYatesの補正式を用いて計算したがこの場合も'87年度1.284, '88年度0.480, '89年度0.512であり3.84より小であった。従って溶接の際の裏当て金の有無は試験の合否に影響が認められないことがわかった。この結果は当初の予想に反している。原因として考えられるのは溶接技術が低いため裏当て金にかかわらず不合格が多かったことと, 試験片製作技術にも差があるため裏当て金による変化が検出されてこなかったものと思われる。

表曲げについても同様な計算を行った, 表9はその計算結果である。 χ^2 は'87年度0.626, '88年度, 0.812, '89年度1.904であり, いずれの年度も3.84より小で裏当て金の違いは出てこなかった。Yatesの補正式の場合, 同0.173, 1.91, 3.44でありこれも同様の結果となった。表曲げの場合は, 裏当て金の効果の出にくい表側が引っ張り側となるため, 合格が多く検出力が上がったにもかかわらず差があるとは出てこなかったものと思われる。

D) 最大曲げ強さ: 表曲げの合格したものについて, イルミナイト系溶接棒(x) 西風亀9醇チ2系溶接棒(y)を使用したものに分け, 最大曲げ強さに違いがあるか調べた。表10はその結果である。x, yを変換し各組の偏差平方和S, 自由度 ϕ ,

表8 裏当て金の有無による x^2 計算（裏曲げの場合）

年 度	当て金	合 否 の 数			期 待 値			x^2 の計算と Yates の補正計算値			
		合 格	不 合 格	計	合 計	不 合 計	計	合 格	不 合 格	計	
'87	有	5	20	25	6.25	18.75	25.0	0.250	0.083	0.333	Yates の補正
	無	5	10	15	3.75	11.25	15.0	0.417	0.139	0.556	
	計	10	30	40	10.00	30.00	40.0	0.667	0.222	0.889	
'88	有	4	11	14	2.69	12.31	14.0	0.638	0.139	0.777	Yates の補正
	無	3	21	24	4.31	19.69	24.0	0.398	0.087	0.485	
	計	7	32	38	7.00	32.00	38.0	1.036	0.226	1.262	
'89	有	5	14	19	5.50	13.50	19.0	0.045	0.019	0.064	Yates の補正
	無	6	13	19	5.50	13.50	19.0	0.045	0.019	0.064	
	計	11	27	38	11.00	28.00	38.0	0.090	0.038	0.128	
計	有	14	45	59	14.12	44.88	59.0	0.001	0.000	0.001	
	無	14	44	58	13.88	44.12	58.0	0.001	0.000	0.001	
	計	28	89	117	28.00	89.00	117.0	0.002	0.000	0.002	

表9 裏当て金の有無による x^2 の計算
（表曲げの場合）

年度	当て金	合 格	不 合 格	計	
'87	有	0.065	0.182	0.347	Yates の補正
	無	0.100	0.279	0.279	
	形	0.165	0.461	0.626	
'88	有	0.058	0.418	0.476	Yates の補正
	無	0.041	0.295	0.336	
	形	0.099	0.713	0.812	
'89	有	0.119	0.810	0.929	Yates の補正
	無	0.125	0.850	0.975	
	形	0.244	1.660	1.904	
計	有	0.067	0.329	0.396	
	無	0.038	0.341	0.379	
	形	0.105	0.670	0.775	

表10 2種類の溶接棒による最大曲げ荷重

x	u	u ²	y	v	v ²
2340	1.40	1.96	2650	0.50	0.25
2300	1.00	1.00	2650	0.50	0.25
2120	-0.80	0.64	2600	0.00	0.00
2330	1.30	1.69	2600	0.00	0.00
2260	0.60	0.36	2700	1.00	1.00
1890	-3.10	9.61	2500	-1.00	1.00
2130	-0.70	0.49	2600	0.00	0.00
2050	-1.50	2.25	2750	1.50	2.25
2290	0.90	0.81	2500	-1.00	1.00
2370	1.70	2.89	2570	-0.30	0.09
2250	0.50	0.25	2570	-0.30	0.09
2320	1.20	1.44	2560	-0.40	0.16
2390	1.90	3.61	2210	-3.90	15.21
2180	-0.20	0.04	2720	1.20	1.44
2250	0.50	0.25	2660	0.60	0.36
2280	0.80	0.64	2750	1.50	2.55
			2610	0.10	0.01
			2670	0.70	0.49

$$n_x = 16 \quad \Sigma u = 5.5$$

$$\Sigma u^2 = 27.93$$

$$\bar{u} = 5.5/16 = 0.3438$$

$$x = 2200 + 0.3438 \times 100$$

$$= 2234$$

$$S_u = 27.93 - (5.5)^2/16$$

$$= 26.04$$

$$S_x = 26.04 \times (100)^2$$

$$= 26.04 \times 10^4$$

$$\phi_x = 16 - 1 = 15$$

$$V_x = 26.04 \times 10^4 / 15$$

$$= 1.763 \times 10^4 = \sigma_x^2$$

$$n_y = 18 \quad \Sigma v = 0.7$$

$$\Sigma v^2 = 25.85$$

$$\bar{v} = 0.7/18 = 0.03889$$

$$y = 2600 + 0.03889 \times 100$$

$$= 2604$$

$$S_v = 25.85 - (0.7)^2/18$$

$$= 25.82$$

$$S_y = 25.82 \times (100)^2$$

$$= 25.82 \times 10^4$$

$$\phi_y = 18 - 1 = 17$$

$$V_y = 25.82 \times 10^4 / 17$$

$$= 1.519 \times 10^4 = \sigma_y^2$$

不偏分散 V を計算した。

$$\text{分散比は } F_0 = V_x / V_y = 1.143$$

$$\text{故に } F_0 < F(0.05/2) = 2.72$$

仮説はとりあげられ、両者の分散に差はないことがわかる。

次に平均値の差の検定をすると、

$$\begin{aligned}
 U_0 &= \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{\sigma_x^2}{16} + \frac{\sigma_y^2}{18}}} \\
 &= \frac{2234 - 2604}{\sqrt{\frac{1.736 \times 10^4}{16} + \frac{1.519 \times 10^4}{18}}} \\
 &= -8.43
 \end{aligned}$$

$\alpha = 0.01$ として正規分布表から $K(0.01/2) = 2.576$

$|U_0| > K$, $x < y$ なので溶接棒による最大曲

げ荷重は差があり、イルミナイト系の方が高酸化チタン系より低いことがわかった。資料によればイルミナイト系溶接棒 (JISD 4301) の引っ張り強さは $44\sim 48 \text{ kg/mm}^2$ 、高酸化チタン系溶接棒 (JISD 4312) は $48\sim 58 \text{ kg/mm}^2$ であり、試験結果と一致する。

E) 裏当て金と溶接欠陥：表11は当て金の有無による溶接欠陥を種類別に集計したものである。全体として欠陥の多かったのは、割れ、溶け込み不足、浅いアングカッ、スラグ巻き込みで、少なかったのはブローホール、深いアングカッ

表11 裏当て金と溶接欠陥

		'87~'90年度分					
番 号	①	②	③	④	⑤	⑥	
裏 当 て 金	溶 接 欠 陥	溶 け 込 み 不 足	浅 い ア ン グ カ ッ	深 い ア ン グ カ ッ	ブ ロ ー ホ ール	ス ラ グ 巻 き 込 み	割 れ
有 (A-2F)	44	46	5	5	34	59	193
無 (N-2F)	38	25	3	8	24	51	149
合 計	82	71	8	13	58	110	342

表12 χ^2 の計算

番 号	①	②	③	④	⑤	⑥	計
A-2 F	0.111	0.878	0.053	0.733	0.049	0.152	1.976
N-2 F	0.144	1.137	0.653	0.078	0.064	0.197	2.209
自由度 $\phi = (2-1)(6-1) = 5$							合計
							4.185

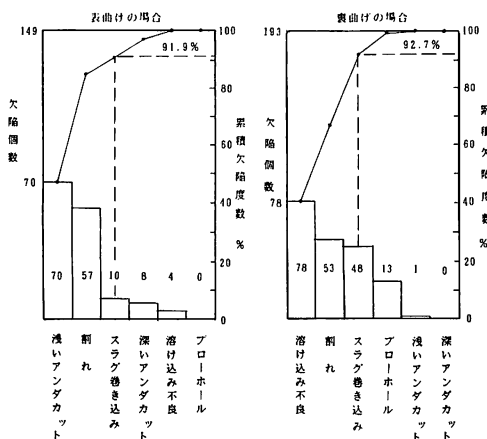


図2 曲げ方向による溶接欠陥のパレート図('87~'90年度)

であった。当て金の有無で溶接欠陥に違いがあるか調べた結果が表12である。計算は 2×6 分割表を用いた。 $\chi^2_0 = 4.185 < \chi^2(5, 0.05) = 11.07$ となり溶接欠陥のあらわれかたに違いがないことがわかった。

F) 曲げ方向と溶接欠陥：図2は曲げ方向による溶接欠陥の出方をパレート図にまとめたものである。両者では大きく異なることがわかる。表曲げの場合、不合格にまで至らない欠陥もふくめて浅いアングカッ、割れが多いのに対し、裏曲げの場合は不合格の直接の原因とおもわれる溶け込み不足、割れが多い。一層目のビードは不慣れと試験片の温度が低いために欠陥が生じやすく、裏曲げのため、欠陥が顕著に現れたものである。表曲げの場合の欠陥の上位3つの全体に占める割合は表曲げ91.9%、裏曲げ92.7%であり違いはなかったが、上位2つでは、同85.2%、67.9%で差があった。分割表により計算した結果 $\chi^2_0 = 177.7 > \chi^2(5, 0.05) = 11.07$ であり曲げ方向によって異なることが数値の上からも裏付けられた。

4. まとめと統計手法の活用

以上を簡単にまとめると、実習作業においては

- (1) 旋盤の回転数の測定値は、センチ穴よりも周速から逆算したほうが低く計測される。
- (2) クラス(年度)がかわっても溶接曲げ試験の合否に違いはみられない。
- (3) 曲げ方向(表曲げ、裏曲げ)による合否は大きく異なる。
- (4) 当て金の有無で曲げ試験の合否は大きく異なる。
- (4) 当て金の有無で曲げ試験の合否に違いは見られない。
- (5) 最大曲げ強さはイルミナイト系よりも高酸化チタン系の方が高い。
- (6) 学生の溶接作業による溶接曲げ試験不合格率は全平均で約48%である。
- (7) 曲げ方向によって溶接欠陥のあらわれ方は異なる。

本報で使用した統計的手法は、分散分析(一元配置)、管理図(R)、対データの検定、 $m \times n$ 分割表による分析、不合格率の差の検定(正規分布)、二つのデータの平均値の差の検定、パレート分析などである。その結果①バラツキが多く実際がどうなっているかわからなかったこと、②経験的には知っていたが数値的根拠のなかったこと、③興

味があったがそのことだけのために実験する程のこともないためにそのままになっていたこと、④統計処理したことによって初めてあきらかになったこと、などについて多くの事柄を知ることができた。さらに実習結果を比較可能なデータの形で蓄積できるようになったことも大きな収穫であった。

実習作業は未熟な技術をトレーニングするのが目的であるから、作業方法やそこから得られる製品はバラツキが多い、また試験や測定も厳密な条件設定をした上で行うわけではないために一般にデータは価値がないものとして省みられていない。しかし統計的手法はバラツキがある場合にこそ威力を発揮する。今回適当な統計処理を施すことによって多くの有益な情報を得ることができた。既報の実習技能診断データの処理を含めて統計的手法の活用的重要性を認識した。また実習から得られたデータはネットワーク (TQC 情報処理システム⁵⁾、多目的 LAN システム⁶⁾) を利用して入力し、ワークステーションで処理を行い、結果をその場で受け取ることができれば教育効果が期待できる。同時に生産システムの勉強にもなる。今後の発展として、現在ソフトウェアシステムを研究構築中である。

5. 結 べ り に

実習で得られたデータを統計処理し結果を考察した。この試みは工学的意味よりも実習教育結果を分析し把握する上で非常に有益であった。また結果を教育上の基礎資料として蓄積し利用できる道が開けたことも大きな前進である。実習教育にはまだ多くのデータが眠っている。統計的手法を活用することによって、それらに光を当てるとともに教育方法改善に役立てたいと考えている。また、ネットワークを利用することによってさらに大きな教育効果が期待されるので今後の課題としている。

最後に、本研究は文部省特定研究経費によるところが大であり、関係各位にあらためて感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) TQC 導入による実習教育方法の改善 (その1) (TQC の導入と標準化), 中津正志他, 苫小牧高専紀要, 第 20 号, p 15, 1986. 3
- 2) TQC 導入による実習教育方法の改善 (その2) (改善提案), 中津正志, 苫小牧高専紀要, 第 22 号, p 41, 1987. 3
- 3) 実習技能診断 (その1) (診断項目の選定と機械工学科学生の技能), 中津正志, 苫小牧高専紀要, 第 22 号, p 33, 1987. 3
- 4) TQC 導入による実習教育方法の改善 (まとめと今後の課題), 中津正志他, 高専教育, 第 14 号, p 47, 1991. 3 投稿中
- 5) TQC 情報処理システム (第1報) (システムの構築), 中津正志, 苫小牧高専紀要, 第 22 号, p 9, 1990
- 6) 多目的 LAN システム, 中津正志他, 情報処理教育研究発表会論文集, 第 10 号, p 15, 1990
- 7) 品質管理, 外島忍, (財) 日本規格協会, 1978
- 8) 品質管理, 佐々木脩, 工業調査会, 1979

参 考 資 料

- 1) 機械工作実習 (Ⅲ) 第2版, 苫小牧高専機械工学科, 1990. 3
- 2) アーク溶接棒による溶接部の標準写真, (社) 日本溶接協会溶接棒部会技術委員会編, 産報, 1973
- 3) 曲げ試験編及び破面試験判定基準写真集, (社) 日本溶接協会溶接工 検定委員会編, 産報, 1972

(平成2年11月30日受理)

