

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*・田 中 義 勝*

Improvement on the method of Education for Workshop Practice by Introducing TQC (part1) (Introducing TQC and Standardization)

NAKATSU Masashi and TANAKA Yoshikatsu

要 旨

TQC を導入し実習教育方法の改善を行った。主な内容は、QC サークルの発足、学習会の開催、特性要因図の作成と分析、標準化である。

Abstract

Introducing the idea and technique of Total Quality Control, we improved the method of education for workshop practice.

Principal contents are to start a circle of QC, to hold meeting for learning TQC, to make and analyze cause and effect diagrams, and to step up standardizations.

1. は じ め に

機械技術者教育における機械工作実習は実践的技術者養成の基礎をなす科目として重要な役割を果たしてきた。本校においてもその重要性を認識し、より良い実習教育を行なうべく幾多の改良、改善を加えつつ今日に至った。しかし、昨今の多方面にわたる急速な科学技術の発達により実習教育をとりまく環境が大きく変わって来た。たとえば、産業ロボットを初めとするメカトロニクス、NC工作機械の普及発展、新素材の開発、パソコンやOA機器、CAD/CAM等、多数の例を数えあげることが出来る。加えて、本校の場合、実習教育を始めてから20年近く経過し、その間に実習工場技官の定員削減と高齢化、施設設備の老朽化、学生の質の変化、設備機械の増加による実習作業面積の減少など多くの問題が生じ、実習教育方法

の改善を行なう必要が出て来た。

一方機械工作実習は、機械工学の多くの授業科目と密接に関係した内容を持つ総合的科目である。また、教育の形態が、直接的には数名の技官で行なわれている点や、教育の場が生産現場における工場と同じような実習工場内で行なわれている点が他と異なる特徴である。従って、実習教育方法の改善は多くの異なる要因が複雑に組み合わさった中での改善であることを常に注意し、総合的に、かつ実習関係者全員参加で行なう必要がある。

2. T Q C の 導 入

TQC (Total Quality Control. 総合的品質管理) は、全社的品質管理 (Company Wide Quality Control) とも言われ日本で発達したユニークな品質管理手法である。各企業は近年TQCを導入することによって、品質の向上維持、作業の改善、

* 助教授 機械工学科

生産性の向上に効果を上げている。此頃では、製造業はもとより、銀行、営業、サービス業などの第3次産業においてもTQCが導入されその有効性が確かめられてきている。しかし、文献¹⁾にも指摘されているように、TQCの導入が一番遅れているのは、官公庁、学校関係である。学校の管理運営は別として、その原因は、学校教育そのものと品質管理とはなじまないと一般に受け止められていたためと思われる。

JISの定義にもあるように「品質」とは品物の「固有の性質」を指すばかりでなく、「サービスの持つ機能」をも品質と考えることが出来る。これを実習教育に当てはめて見ると、実習教育方法、実習教育内容がいわゆるサービスの持つ機能、品質と言える。従って品質の維持向上とは実習教育方法、教育内容の維持向上である。さらに実習工場における実習作業は企業における実際の生産現場と同じであり、その意味でもTQCの種々の手法による実習教育方法改善は可能であり有効であると思われる。

2-1 QCサークル

QCサークルとは同じ職場内で品質管理活動を自主的に行なう小グループ(QCサークル綱領の定義)のことである。筆者等は実習工場技官と共にこのQCサークルを発足させ活動を始めた。その目的は、自己啓発、相互啓発を行ない、TQC手法を活用して実習教育方法の改善を継続的に全員参加で行なうことにある。実習教育に直接携わり大きな役割を背負っているのは実習工場技官である。従って、全員が自発的に、かつチームワークを組んで改善に取り組まなければ目的は達成されない。従来は定期的な打合せ会で意見を出し合って検討して来たがまだ不充分であった。この点を反省し、QCサークルは以前と異なる視点から実習教育全体を見つめ直すよう心がけた。

2-2 特性要因図

実習教育は前述のように多くの要因が複雑にからみ合っており、かつ関係する要因の範囲も広いので一口に改善と言っても何から手を付けるべきか目標を絞りにくい。そこでQCサークルによる会合でブレインストーミング(Brain storming)方式で実習教育に対し日頃考えていた意見、問題、感想を出し合った。いつもは教官や同僚への気兼ねから出しそびれていた事柄や、実現不可能と思われる提案、一見関係がないと思われることでも

制限なしでどんどん出してもらった。色々な角度から様々な問題点、意見が出された。それらを全体的に把握し改善目標をはっきりさせるために整理した所、8つの大枝のある特性要因図(図1)にまとまった。さらに、この8つの大枝についても細かく検討を加え各々特性要因図を作成した。

特性要因図を作成して気が付いた事は、実習教育が実に様々な問題をかかえているということであった。中には個人の努力により解決するような事柄もあるが、多くは関係者全員で組織的に一致して力を出し合わなければ改善できない問題ばかりである。又、実習設備の不足、技官数の不足、実習工場が狭い等、すぐに、とか、我々の力で、とかでは解決出来ない種類の問題も少なからずあった。これら多くの改善しなければならない事柄の中で、次第に、全体に共通し、かつ改善可能な目標が浮かび上がってきた。

1つは実習関係者間の情報交換や技術交流の活発化である。長年同じ顔ぶれで実習を行って来たために、各自の分担部門が固定化され、互いに他の部門の実習内容を知っているようで意外と気付かない点が多くなっていることが解った。一方定員削減が実行される中で担当部門の変更の必要が生じたり、また1人で2部門以上の担当も必要になることとなってきた。そこでQCサークル活動の1つとして、相互の情報交換、技術交流、新しい技術の修得の為に、お互いが講師、受講生になり学習会や技能講習会を催すことにした。

2つ目は特性要因図の各枝に共通して見られる要因として標準化の遅れがある。たとえば実習目標が具体的に明文化されていないためにお互いの責任範囲や守備範囲がはっきりしなかったり、実習指導用のプリントが一樣でないために臨時の実習指導代行が困難であったり、実習内容や実習作業手順を詳細に記した作業標準がないために、後で学生が実習作業を復習する場合や事前に予習することが困難であった。又、内容重複によるムダやどの部門からもカバーされないムラも見受けられた。そこで2つ目の対策として、学生に実習目標を示し、正しい作業手順を教え、かつ指導する側も共通の認識に立って実習教育を進められるように成文化された標準が必要となり各種の標準化作業に取りかかった。

3. 学習会・技能講習会

表-1は今までに実施した学習会、技能講習会

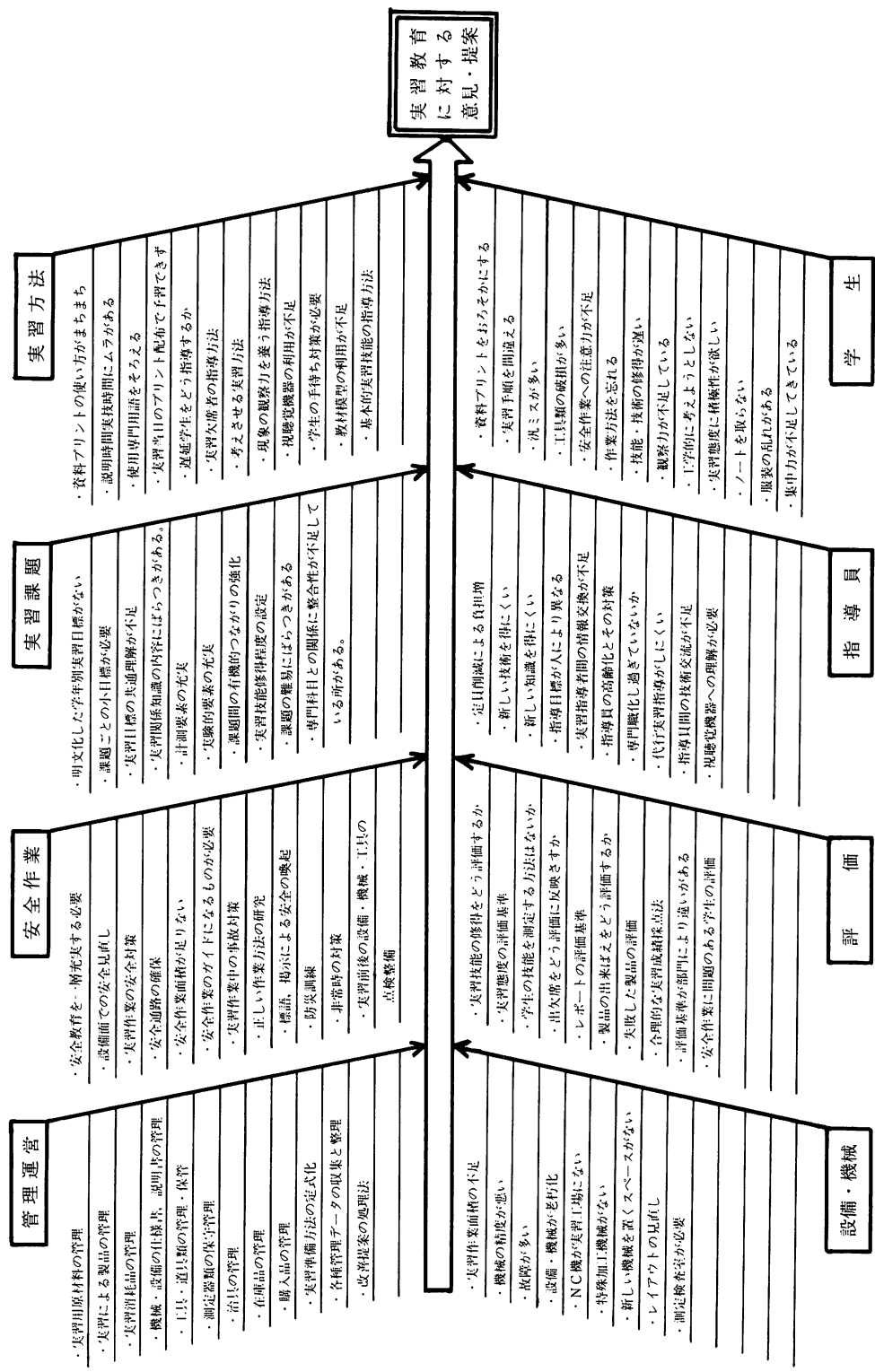


図1 特性要因図

表－1 学習会及び技能講習会

実施年月	題 目	内 容
S57年 8 月	第 1 回学習会	各部門実習内容の学習
12 月	第 1 回技能講習会	鍛造作業の基礎
12 月	第 2 回技能講習会	N C 旋盤の基本操作
S58年 8 月	第 3 回技能講習会	実習課題の鍛造作業
8 月	第 4 回技能講習会	N C 旋盤のプログラミング と加工作業
12 月	第 2 回学習会	実習関係英単語
S59年 1 月	第 3 回学習会	T Q C の基礎知識
3 月	第 4 回学習会	本校電子計算機システム 及びマイコン
7 月	第 5 回学習会	T Q C の手法について
7 月	第 6 回学習会	実習関係英単語
9 月	第 5 回技能講習会	実習指導のための鍛造作業

の一覧表である。内容によって講師を決め、半日～3日の日程で行なった。時期的には長期休業中に開催した。主な内容は、新しい技術としてのN C関係、相互の技能向上技術交流の為の鍛造、T Q Cの考え方手法の学習会、その他各種講習会等である。

T Q C推進の大きな力は各メンバーの自己啓発相互啓発に在ると言われている。何回かの学習会、講習会を重ねるうちに自主的に改善を進める雰囲気芽ばえ相互の情報交換も活発化した。

4. 標準化

標準化とは作業方法、検査方法などを関係する人の検討により決定し、その結果を文書にし組織を通じて活用していくことである。機械工作実習のようにグループごとに繰り返し行なわれる行為については教育活動の拠所となる標準が必要である。

4－1 実習目標

本校教授要目に記せられた実習教育の目標は表－2の上段に書かれた通りで、これは1年生から3年生の実習教育全体についての方針であり究極的な目標である。従ってこの目標の文章だけでは漠然としており、実際の実習教育を行なうには、より細かい具体性のある目標が必要である。今までこの中目標とも言うべき学年別目標が明文化されていなかったため、担当者によって目標に多少の差異が生じ、それが長い間のうちに実習内容や到達レベルにバラツキが出る結果となった。さら

に過去のカリキュラム変更に対応した実習内容の変更が不充分だったために、関連する科目の学年進行による授業内容とのバランスや連携が不足することとなった。これらの反省に立って作成したのが表－2の学年別目標である。同時に目標を設定するに当り検討した結果を考え方及び具体例として挙げ関係者が共通するベースで実習教育が進められるようにした。後述するが実習テーマごとにも小目標を設定した。

4－2 実習課題

実習は各部門を技官が専任の形で行なっているので部門だけを見ると1年生から3年生まで課題内容の一貫性はとれているが、1人の学生が各部門を順に実習するという側から見ると一貫性が不足している面もあった。T Q Cの消費者主義(Consumer Oriented)に立つならば学生の立場に立った統一のとれた課題の設定が必要である。このことは実習と他授業科目との関係においても同様である。実習内容の一貫性及び他科目との関連性については従来から検討され実行されて来ているが、今回の見直しによりいくつかの点を加えて一層の改善をした。主な内容を列記すると

- 1) 設計製図と実習を組合わせ相互の関係を理解させる。(例：旋盤応用教材、4号引張試験片)
- 2) 2つ又はそれ以上の部門にまたがる実習課題により加工の流れや相互関係を理解させる(例：卓上万力、平歯車、プラグゲージ)
- 3) 時代に対応した新しい内容を盛りこむ。(例：旋盤のプログラミングとオペレーティ

表－2 実習目標

機械工作実習教育目標		
1. 各種工作法の実技を修得させるとともに正確な観察能力を養い、さらに観察結果を理論的に検討する能力を養う。 2. 実技を通して、機械工作法その他の関連科目についての理解を深めそれらを総合し応用する能力を養う。		
学年	目 標	考 え 方 ・ 具 体 例
一 学 年	1) 安全教育の徹底 2) 実習の各部門の大まかな違いを理解させる 3) 基本的な機械、工具、測定器の形状、名称、使用法の理解 4) 実習関連知識は必要最少限とし実作業時間を多く取る	・未熟な技量で作業するので具体例を挙げて安全教育をする ・加工方法の原理的な違いを体験させる ・学生は初めて機械、工具、測定器を使用するので使い方の説明を詳しく行なう ・すべてが初めてのため説明が多くなり勝ちである従って実技の時間が少なくなる。
二 学 年	1) 必要に応じた安全教育 2) 実験、観察能力の涵養 3) 実習部門間及関連科目とのつながりの理解 4) 実習技能の向上 5) 工作法の基礎知識、専門用語実習関係英単語の理解	・慣れによる危険な作業動作を注意 ・鋳物砂試験、加工面、工具刃先の観察 ・フラグゲージの加工と製図 引張り試験片の製図、加工、試験、工作法、材料学の授業と実習 ・各部門の基本作業を修得し加工作業が出来るように指導する ・授業との関係を常に配慮する
三 学 年	1) 応用作業を通して総合力応用力を高める 2) 各種測定、試験により工学的な見地から現象を把握する力を養う 3) 設計から製品完成までの体系を体得させる 4) より高度な工作法の知識を与え実習内容を理論的に吟味出来るようにする	・自分で考え状況を把握し安全な実習作業を進行していけるように指導する旋盤の応用教材、万力の製作等 ・粗さ測定、工具摩耗面観察、チル試験、溶接曲げ試験 ・実習が他授業科目と密接な関係があることを理解させる ・理論と実際との違い、加工現象の理論的考察が出来るようにする
全 学 年	1) 実習態度、服装、言葉づかい等のしつけ教育 2) スライド、OHP、VTR、映画等視聴覚教材を用いて実習効果の向上をはかる	・まず1年生に実施、2,3年生への導入も検討する

ング)

- 4) 計測や観察の要素を入れ観察力を養う。
(例：万能投影器による工具面仕上面観察、粗さ計による仕上面粗さの測定)
- 5) 工学実験との組み合わせ及び実習内での実験を行い現象を工学的に検討する能力を養う。
(例：鋳物砂試験、溶接部のローラー曲げ試験、引張り試験)
- 6) 3年生の実習としては高度すぎると考えられる内容をはぶき部門間の難易のバランスを調整する。(例：斧の製作を廃止)
- 7) 安全作業について従来にも増して課題と関

連づけて教育する。(安全作業についてだけをまとめた小冊子の製作を企画中である。)

表－3は3年生における実習課題の一覧表である。

4－3 実習関係知識

実習に関係する工学上の知識をどの程度学生に教えるかは、工作法をはじめとする他の関係科目の学年進捗とにらみ合わせて決定しなければならないので非常に難しい。特性要因図による検討では各部門間に難易のバラツキがあったり、逆にどの部門でもカバーされない基礎的な事柄の抜けが

表－3 実習課題（第三学年）

部 門	課 題
鋳 造	1) 歯車の鋳型製作(モールドینگマシン)
	2) 卓上万力の鋳型製作(割り型)
	3) 卓上万力部品製作(鋳鉄鋳込)
鍛 造	1) 杭の製作(スプリングハンマ作業)
	2) 六角ナットの製作
	3) 六角ボルトの製作
溶 接	1) 曲げ試験片製作
	2) 溶接曲げ試験、ロウ接
旋 盤	1) 超硬切削(荒切削・仕上切削)
	2) 平歯車素材製作
	3) 応用教材(軸加工)
機械仕上	1) 平歯車製作(フライス盤作業)
	2) ハス歯歯車製作(ホブ盤作業)
	3) プラグゲージ研削(研削盤作業)
手 仕 上	1) ケガキ作業(ブラケット、スライド部品)
	2) キサゲ作業
	3) 卓上万力の製作(加工、組立)
N C 加工	1) N C 旋盤の操作、テーブパンチ
	2) N C 旋盤のプログラミング
	3) N C 旋盤による加工作業

表－4 実習関係知識の範囲(第一学年)

関係知識の範囲	考え方・具体例
1) 安全作業について	・各部門で教える
2) 機械各部の名称と操作方法	・旋盤、形削盤、フライス盤、クランクプレス
3) 基本的な工具道具類の名称と使い方	・鋳造、鍛造、板金関係
4) よく使用する測定器の名称や使い方	・ノギス、マイクロメータ、ダイヤルゲージ、生型硬度計
5) 実習部門を簡単に説明した文章	・加工原理などをわかりやすく解説する
6) 実習遂行上必要な基礎用語の解説	・仕上代、送り、テーバ、鋳物尺等についての説明

あたり、部分的に詳細過ぎたり、内容的ダブリ等が指摘された。結局どの範囲、程度までの知識を学生に与えるかの基準がはっきりしないことが原因とわかり、関係知識についてのガイドラインを設定した。

表－4 は第 1 学年における関係知識の範囲である。例をあげて具体性を持たせ各部門の守備範囲、

表－5 標準化評価シート

チェック項目	プラス効果	数	変化なし	数	マイナス効果	数
(1) テキスト作成作業	・実習内容が整備されプラスであった。	6	どちらでもない	0	作業が負担なだけであった	0
(2) 実習の目標	はっきりした	6	どちらでもない	0	焦点がぼけてしまった	0
(3) 実 習 課 題	ダブリやムラがなくなった	5	変 化 な し	1	ダブリやムラが多くなった	0
(4) 実 習 作 業 の 説 明	図が入っており説明しやすい	4	変 わ ら ず	2	臨機応変に説明できなくなった	0
(5) 実習関連知識の説明	説明しやすくなった	4	変 化 な し	1	テキスト以外の説明がしにくくなった	1
(6) 実習中の指導	作業手順が細かく書いてあり指導しやすい	3	変 わ ら ず	3	指導しにくくなった	0
(7) 学生の実習作業についての理解度	良くなった	4	変 わ ら ず	2	悪くなった	0
(8) 学生の実習作業ミス	少なくなった	0	変 わ ら ず	6	多くなった	0
(9) 実習レポート	向上した	2	変 わ ら ず	2	かえって悪くなった	2
(10) 自分の担当部門以外の実習内容	理解しやすくなった	6	変 わ ら ず	0	書式が変わったので理解しにくくなった	0
(11) 臨時の他部門の実習代行	実習代行がしやすくなった	6	変 わ ら ず	0	実習代行がしにくくなった	0
(12) 実習指導者の負担	負担が軽くなった	6	変 わ ら ず	0	テキストに慣れていないので負担が重くなった	0
合 計		52		17		3
() 内 %		(72)		(24)		(4)

内容、程度がわかるように、かつ全体を把握しやすいようにした。

4-4 実習テキスト

実習目標が明文化され、実習課題、実習関係知識の標準が出来たので、これらの成果をふまえ学生の実習作業標準としての実習テキストを作成した。以下はテキスト作成の際留意した点である。

- 1) 各部門の書式を統一し課題ごとのページ数のバランスを取る。
- 2) 内容の重複をなくし難易の程度をそろえる。
- 3) 作業手順を具体的に1ステップずつ記述する。
- 4) 参考図、説明図を多く入れる。
- 5) 課題ごとに小目標を設定しポイントを理解しやすいようにする。
- 6) 過去の実習経験を生かし学生の誤りやすい作業、危険な作業についての注意を載せる。

図2は実習テキストの一例である。実習テキストは1年分を1冊にまとめ1年生から3年生まで作成した。

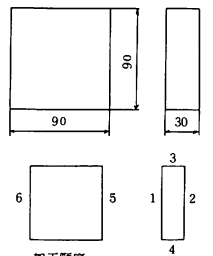
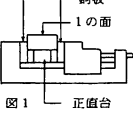
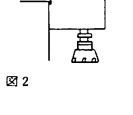
V 機 械 仕 上		組 合 せ 部 品 製 作		前期1週目	担当 適正
目 標					
1 正面フライスの取り付け要領。 2 正面フライスによる切削要領。 3 フライスの加工に付いて。 4 切削速度(回転数)の計算。 使用機械～フライス盤。 使用工具～正面フライス、機械万力、 正直台、デプスゲージ、 ノギス、鉛ハンマ。 使用材料～SS 41。					
加工順序					
作 業 名	作 業 工 程			備 考	
1 作業準備。	1 機械各部を点検し、異状の有無を確認し、油量を確認注油する。 2 各操作レバーを中立の位置におく。 3 主軸起動レバーを停止位置におく。 4 ノギスにて材料の1,2面を測定し、切削量を確認する。			使用工具 機械万力、正直台、 正面フライス、ノギス 	
2 削 定。	5 送り量は70mm/min とする、回転数は表により計算する。				
3 回転数、送り量計算。	6 図1の様に万力に適当な正直台を置き、その上に加工順序1の面を上にし、材料と口金の間に銅板を当て取り付け、鉛ハンマにて軽く叩いて固定する。			図1 正直台 	
4 材料の取り付け。	7 正面フライスを図2の様にフライス盤の主軸端のホルダに取り付ける。				
5 工具の取り付け。	8 電源を入れ、回転数(rpm)、送り(mm/min)をセットする。			図2	
6 回転数、送り量セット。	9 フライスを回転させ図3-1のニ...				

図2 実習テキスト（第二学年）

5. 標準化の効果

現在、標準化の効果について適当な評価手法がない。特に実習教育の場合、生産高とか製作時間という定量的なもので表わしにくい内容を持つ。そこで多少主観も入るが、標準化評価シートを作成し技官にチェックしてもらい、その結果と、同時に行った記述式のアンケートにより標準化による効果を考察した。

表-5は標準化評価シートとその結果である。全項目について集計した結果、プラス効果72%、変化なし23.6%、マイナス効果4.2%となった。全体として標準化による効果があったと言える。特にチェック項目(1)(2)(10)(11)(12)は全員がプラスと答えており特性要因図で指摘されたいくつかの問題要因は取り除かれたと考えられる。

一方、チェック項目(8)の学生の実習作業ミスがテキスト使用前後で変わらないというのは予想外であった。実習テキストは作業手順を図入りでわかりやすく記述してありミスは少なくなるものと思われた。これは学生がテキストに頼るあまり技官の説明を注意して聞かない傾向がありポイントを逃がすため結果として作業ミスにつながったものと考えられる。

チェック項目(9)実習レポートはテキスト使用により内容が画一的になったという指摘もありマイナス効果が表われている。今後レポートの形式を含めて再検討の必要があると考える。

テキストには、工具、機械の点検、後片付け、作業場の掃除等が記載されており、これらが自然に習慣づけられてきているのは安全作業、しつけの面からも好ましい結果である。

テキストのおかげで学生は、年間の実習予定が把握でき、また、実習前日や実習直前のわずかな時間であってもその日の実習内容についてあらかじめ予備知識が得られるのは良かった。

6. お わ り に

TQC導入の成果を下記にあげると

- 1) QCサークル活動の一環として行った学習会技能講習会は知識や技能の向上に役立ったのは勿論であるが、それ以上に自己啓発、相互啓発の良い機会となりサークルが活性化した。
- 2) 特性要因図の作成により実習教育に対しての問題点をお互いに知るとともに、広い視野

から考えることが出来、共通の認識の上で種々の改善作業を進められた。

- 3) 標準化により実習目標が明文化し実習課題実習関係知識が再構成され、その結果を1年から3年生までの実習用テキストという形にまとめることが出来た。
- 4) 改善活動を全員で、各々が主体的に、継続して行なえる下地が出来た。

TQC手法の活用による実習教育方法の改善の余地はまだ多数残されており今後もしわゆるデミングサークルを回し続けなければならないと考えている。

最後に実習教育方法の改善及び本報をまとめるにあたり機械実習工場、田畑定五郎係長、大学善悦技官、宮野道夫技官、大浦正義技官、道正滋技官、清水伸雄技能補佐員には多大なる御尽力があったことを記し感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 全社品質管理の現状と将来、石川馨、日本機械学会誌、第86巻第772号 p 224 1983.3
- 2) TQCの必要性、原田明、標準化と品質管理、vol 36 p 2 1983.4
- 3) 社内標準化12のポイント、田中宏、標準化と品質管理、vol 36, p 49, 1983.12
- 4) TQCの進め方、鐵健司、日本規格協会
- 5) 管理改善の進め方、尾関和夫、日本規格協会
- 6) 標準化の進め方、田中宏、日本規格協会

参 考 資 料

- 1) 高専における機械工学の教育方法改善に関する文献集、日本機械学会、TE-SC 6高専における機械工学の教育方法改善に関する調査研究分科会成果報告書
- 2) 苫小牧高専実習テキスト、機械工作実習(I)
- 3) 苫小牧高専実習テキスト、機械工作実習(II)
- 4) 苫小牧高専実習テキスト、機械工作実習(III)
- 5) 苫小牧高専教授要目

(昭和59年11月29日受理)