(昭和 42 年 11 月造船協会秋季講演会において講演)

統計的品質管理を基調とした新生産方式について

正員 山 本 登*

正員 寺 井 清*

正員 栗 岡 辰 巳*

New Production System based on Statistical Quality Control

by Noboru Yamamoto, *Member*Kiyoshi Terai, *Member*Tatsumi Kurioka, *Member*

Summary

A revolutionary change was brought after the world war II into the production engineering of shipbuilding industry through the remarkable development of welding techniques. Following such technological innovation, the efforts for the modernization have continuously been made and have recently been exerted actively in the mechanization and automation of manual operation mainly in welding, the introduction of electronic computer into production control, as well as the rationalization of production process by the adoption of conveyor system.

In spite of these technical developments, more efforts have to be done in the solution of problem of the labour-intensive shipbuilding industry, which is suffering at present from the "prosperity without profit".

To cope with this difficulty of shipbuilding industry, the authors conducted the study on the characteristics of shipbuilding industry in comparison with the other modern industries. This study has revealed that the standardized production process can be settled on the basis of the steadiness of quality by the introduction of statistical quality control, and further that such work system with high productivity as is in general called "continuous flow production system" can be also adopted in the shipbuilding industry. Moreover, the authors have proved this fact by applying it actually to the hull construction works and have made a success of such modernization as is shown in the automation and specialization of welding in their company.

Thus, it has been made clear that only on the basis of substantial improvement of production system through the application of mass production method, a series of modernization measures such as mechanization of manual labour, adoption of conveyor system and production control with use of electronic computer, will be realized on a full scale.

1. 序 論

造船業は、大量生産の時代といわれる現代においても、注文生産による多種少量生産という生産性の低い形態をなしている。この多種少量生産は一般に労働集約性が強く、製品の多様性から生産管理が複雑で生産性の改善は困難とされてきたのである。しかしながら、生産性向上によるコストの低減と労働力の節約は現代の社会における企業存続の基本的な問題であり、またはげしい企業間競争の有力な武器として必要欠くべからざるものとなっている。

以上の見地から造船業においても注文生産としての低い生産性に甘んずることなく大量生産に匹敵するような

原稿受付 昭和 42 年 7 月 6 日

* 川崎重工業株式会社

高い生産性の達成を目標に種々の合理化⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁹⁾が試みられ体質改善の努力が積み重ねられてきたのである。その一環としてここ数年来、筆者らの造船所においても船殻工事を中心に改善が行なわれてきたのであるが、その内容の特徴は後述のごとく生産形態の本質にアプローチしたものであり、個別受注生産においても大量生産と同様に統計的品質管理を適用し、品質の安定と作業の分業化の進展による生産工程の標準化と作業者の専門化、さらに機械化の促進などで象徴される近代化が可能であることを示したものである。

2 歴史的に見た体質改善の動向

生産性向上を目標とした体質改善について過去にさかのぼってその推移を調べるならば、すべての企業に共通の発展過程が見出される。その内容は第1表に示すごとく生産方式とそれともなう作業システムの変遷という形であらわされる。もつとも進んでいると考えられている近代工業のいずれをとつても、その初期においては多種少量生産という個別受注生産的な形態から出発したと考えられ、発展の結果として少種多量生産とか、単一多量生産などの高い能率を発揮する大量生産的な形態へと合理化の道を歩んできたものである。しかもそのような進歩の裏には、作業システムの改善という実質的な体質改善が行なわれたのである。

第1表 生産方式と作業システムの変遷

作業システム	職能(機種)別職場 → 工程別職場 → 流れ作業システム				
	万能職場作業システム	作業システム	作業システム	作業システム	流れ作業システム
生産方式	A. 多種単一生産	B. 多種少量生産	C. 多種多量生産	D. 少種多量生産	E. 単一多量生産

この体質改善とは、生産形態を改善して、より進歩した作業システムに移行することであり、各々の作業システムの実質的な相違は分業の密度が異なることにある。すなわち、企業発展の歴史は分業の歴史ともいえる。

したがって、個別受注生産の造船業においても分業を進める方法に焦点をしばつて体質改善を研究するならば、大量生産と同様の原理にしたがつて体質改善の方法を見出すことが可能なのである。

3 造船における大量生産方式の導入

3.1 造船における体質改善の基本的考察

近年造船において流れ作業化を推進するためにコンベアを設置したり⁽²⁾⁽³⁾⁽⁶⁾、工作技術あるいは生産管理に電子計算機を導入したり、さらに溶接の自動化⁽⁹⁾に重点的な技術開発を行なっていることは衆知のとおりであるが、これらはいくまでもなく造船における大量生産的な生産方式を導入し近代化を目標としたものである。

しかし造船業は多種少量生産の代表的なもので、つぎのごとき特徴がある。

- (1) 部材がぎわめて多く、かつ同種のものが少なく多種多様である。
- (2) 部材が大きく、かつ重いものが多い(機力によるハンドリングを必要とする)。
- (3) 部材が大きい割合に要求される精度が高く構造が複雑である。
- (4) 加工手段に人的要素が多く、ガス切断・加熱・溶接などが大半を占めている。
- (5) 操業度が不安定(注文生産)で定常的な操業が期待できない。

これに反して大量生産方式の特徴はつぎのとおりであり、少種多量または単一多量生産においてはじめて適用が可能であるとされてきたものである。

すなわち、

- (1) 操業度が安定している(市場生産)。
- (2) 標準的な作業工程が確立され、工程の順にレイアウトされて同種繰り返し作業が継続して行なわれる。
- (3) 作業工程別に作業員が固定し分業、かつ専門化が行なわれる。
- (4) 共通部材が多く互換性がある。

したがって造船業に大量生産的な生産方式を導入するにあたっては、大量生産の本質を解析し多種少量生産においても大量生産的な作業システムの適用を可能ならしめるような管理技術の開発が必要なのである。

それにはまずシステムと一般にいわれている「生産を行なう仕組み」について十分な認識をもつことが大切であり、同時に大量生産がいかにして高度の生産性を達成し得るかといった基本的な問題についての解析を試み、

その本質を究明することによつてはじめて可能となるのである。

3.2 大量生産方式導入の条件

一般に企業における生産性は第1図に示されるようにシステムを介してインプットとアウトプットの比であらわされるのであり、企業間における生産性の格差は実にこのシステムの優劣で決まるといっても過言ではないのである。

第1図 生産性の概念的構造図

そのようにシステムの優劣は企業にとって重要なものであるので、造船業が大量生産に匹敵するような生産性を達成するには、大量生産の骨子となつて流れる作業システムといつた高度のシステムの適用がぜひとも必要なのである。

一般に大量生産については、従来おなじ製品を大量に生産することによつて同種繰り返し作業による習熟と標準化、さらには専用機械の広範囲な使用といつたことが可能となつて高度の生産性が達成されるのであつて、造船のような注文生産に大量生産的な生産方式をそのまま取り入れることはできないと考えられていた。

しかし大量生産の本質は同種の作業が繰り返えられることだけが必要条件であり、製品が同一でなければならないということはそれほど重要なことではないのである。

4. 加工品分類による工程の標準化と工程別職場の編成

4.1 多種少量生産における工程別職場の編成

従来から多種少量生産の工業においては「類似の部品を一括して加工する」ということが経験的に行なわれてきたのであつて、作業の質的な視野にたつて工程分析、作業の単純化ならびに工程の再組み合わせを行なえば、多岐にわたる加工品も少種のパターンに統合されるのであり、各パターンごとに専用の加工系列を設ければ、各々の加工系列においては同種繰り返し作業が行なわれて大量生産に近い効果が得られるのである。

このようにしてさまざまな製品も作業手順別にグループ化された加工系列に分類され、さらに各系列内の工程のつながりも一方通行として整理統合されるならば、複雑な流れは作業の順に配置された一連の作業工程で構成される単純ないくつかの加工系列に分類されるのである。その結果昔の職能（機種）別に編成されていた職場は工程別に編成が可能となり、各工程の分業と専門化が進展して職能（機種）別作業システムから一段と生産性の高い工程別（品種別）作業システムへと改善が行なわれるのである。

なお、システムが真に大量生産としての効果を発揮するには、さらにもう一段と高度の流れ作業システムへと改善が進められるべきである。

4.2 船殻工事における加工系列化

筆者らの造船所における具体例として船殻工事の加工系列を第2表に示す。

第2表 船体建造工事における生産工程の分類と加工系列の一例

従来の個別受注生産的な船体建造工事を、類似加工品の分類により系列化し、同種繰り返し作業が継続的に行なわれるように加工系列を設定する。その結果工程別職場作業システムの基礎が確立されるのである。

生産工程	鋼材ヤード	内装工程 雪切曲小 書断げ立	地上大組立工程	船台工程
加工系列	板系列 山型系列	① 系列……内構部材(船体平行部) ② 系列……内構部材(非平行部) ③ 系列……スキンプレート材 ④ 系列……骨材 ⑤ 系列……外注{上部構造, 補機台, ロンジ}	④ 系列……曲り外板ブロック ① 系列……{平行部ブロック(左舷) ポンプ室平面ブロック ⑥ 系列……{平行部ブロック(右舷) 機械室平面ブロック ① 系列……{船首尾構造立体ブロック 機械室二重底ブロック ⑥ 系列……外注(上部構造ブロック)	④ 系列……{荷油艙区画(中央)ポンプ室区画 ③ 系列……荷油艙区画(左舷) ③ 系列……荷油艙区画(右舷) ① 系列……機械室, 上部構造区画 ③ 系列……船首尾区画
加工の制 工管の 理理分 列列体 類類類	ヤード別分類	工場棟別分類	定盤ベイ別分類	区画別分類

これは

- (1) 作業手順施工法が類似なもの
- (2) 作業時間が類似なもの
- (3) 大きさ、形状、寸法が類似なもの

を基準として物の流れを分類する質的分類と、さらに各加工系列が継続して同種作業が行なわれるように量的均衡を考慮して分類されたものである。

さらに各加工系列は、第2図に示されるごとく流れ作業工程として工程の順序が一方通行でバックしないとか、工程の順序に人と設備がレイアウトされるという原則にしたがつて細分割され、一連の作業系列が構成され作業が行なわれるのである。

第2図は平板ブロックの組立作業を示している。従来の職能別職場作業システムでは汎用定盤にて取付と溶接の2職能が混在してブロックの組立を行なってきたのであるが、工程別職場作業システムの導入後は工程の細分化が行なわれるので①、②……⑦の工程別に作業員が固定することになり、工程の専門化と一連の作業工程の系列化が実施されるのである。さらに①、②……⑦の各作業工程が同期化されると流れ作業システムが完成するのである。

第2図 大組立工程における平行部ブロック組立系列の作業工程の確立

4.3 艦装工事における加工系列化

艦装工事においても加工系列と作業工程の編成はまったく同様の原理にしたがつて行なわれるのであり、質的・量的分類の結果、内作工程、地上組立工程、船内取付工程、仕上工程、試験工程などの生産工程に分割され独立したステージができるとともに、各ステージはいくつかの加工系列に分類される。たとえば船内取付工程においては船体区画、居住区画、機関室区画などに分割される。各区画はいくつかのブロックに分割され、各ブロックについて野書・補機ユニット配置・管組立などの一連の作業工程が編成され、作業が進行するのである。また職場の編成も工程別に行なわれ専門化されるのである。

5. 作業工程における品質の考え方と統計的品質管理の導入

5.1 作業工程における品質の安定

作業工程が確立して工程別に職場が編成されると、各工程を流れる加工品の量と速さ、すなわち流動数に管理の重点がおかれてくるので、各工程における不安定要素の除去が当面の課題となってくる。とくに流れ作業シ

テムでは、ある工程からつぎの工程へと一定の作業時間（タクト）にて一定量の仕事が厳密な統制のもとで流れねばならないのであるから、流れ作業システムの成立は工程の不安定要素の除去が前提となるのである。

この不安定要素はその大部分が各工程における品質のパラツキに起因しているのである。各工程を流れる材料の品質に大きなパラツキがあると、作業の量とか方法が画一性に欠け工程が不安定となり、その結果標準化はおろか生産の流れを一時的に停止することにもなりかねないのである。

品質管理によつて品質の安定を得ることは、工程の不安定要素の除去につながるとともに、製品に対する信頼性を高め管理技術における統計的手法の適用による一大進展を可能ならしむるのである。

5.2 統計的品質管理の導入

工程別職場作業システムの採用によりある程度加工法が一定し標準化が進むと、加工される集団は一定の品質特性をもつようになりその中から抜きとられた数個の標本からその母集団の性格を知ることが可能となり、統計的な品質管理⁽⁵⁾⁽⁸⁾とか、工程管理が可能となつてくるのである。

ところが職能（機種）別作業システムのような個別受注生産のままの体制では、多種多様な加工法が統合されないため個体の品質が管理の対象となり統計的手法の適用は困難である⁽¹⁰⁾。このような場合には品質の検査機能を製造機能から分離し、その内容を強化し個々の品質を対象として全数検査による品質管理を実施せねばならないので、品質管理の強化は品質の向上とはうらはらに、それに要する費用は増大し製品の原価は上昇するであろう。

逆に大量生産的なシステムのもとでは集団の品質を統計的手法にて抜きとりのに検査し、品質のパラツキをある程度許容して、そのパラツキの安定に重点をおくという近代的な管理が行なわれる。したがって検査機能を強化する必要はなく、 $\bar{X}-R$ 管理図のごとく作業員自身に自己統制の道具が与えられて作業を継続しながら抜きとりのにチェックし、品質のパラツキを一定の限界内に安定させることが可能となるのである。

その結果工程の標準化と専用化が大幅に推進されるので流れ作業システムなどの大量生産的なシステムが導入されるのである。そのようなシステムの改善は労働力の機械化と作業員の専門化を促進するためさらに品質を一段と向上し高度の品質の安定を達成することになり、生産性を加速度的に高めるというサイクルを描くのである（第3図参照）。

5.3 船殻工事における QC 活動

以上のように QC 活動のありかたをはつきりと認識したうえで筆者らの造船所においては、まず予備的な精度調査のあとで内業工場において加工される全部材（含む板材）の精度についての $\bar{X}$, 2σ を算出し、パラツキが大きくて工程に影響を及ぼすものを選別して品質特性を定め $\bar{X}-R$ 管理図⁽⁴⁾の適用を開始したのである。

これは、スキンプレーットの幅と長さ、トランスの角度と直線性、ブラケットの角度、ロンジの直線性または曲り形状などを対象としたものである。

また以上の部材の精度管理にひきつづいて、小組立・大組立・船台の各工程において組立方法の統制を行ない、組立順序と溶接順序を規制するとともに組立にさいしては組立精度の向上にもつとも効果的な手段として、品質の安定した部材に対してガス切断による調整を行なわせないことを目標としたのである。とくにスティフナー、ブラケットならびにトランス、ガーダーのウェブ類の部材精度はブロック組立時の基準となり、従来精度の

第3図 品質管理の立場からみた生産性向上のサイクル

確保が困難であつた曲り外板ブロックに対しても、平行部ブロックと同様に枠組工法を採用することによつてブロックの精度を大幅に向上することが可能となり、同時に板つぎ専用の工程を、ロンジとトランスの組立工程から分離して確保することができるので、曲り外板ブロック組立系列においても工程の細分化が行なわれて流れ作業システムの導入が可能となつたのである。

さらに短期建造に対処して平行部ブロックについては船台工程におけるブロックのきりあわせを除去することが必要で、ブロックのシームとバット方向の仕上げを精度の高い内業工程に移行し、同時に船台工程におけるブロックの位置の定め方手順と溶接手順に厳格な統制を加えることによつて組立時の収縮しを標準化して板切断時のシームとバット方向のフレームプレーナー仕上げを可能にしたのである。このような部材の精度管理と組立方法の統制は、作業の簡易化と精度の安定ならびに向上を図るために治具の整備が必要で、各種標準化活動と平行して治具の研究と開発にも力が注がれたのである。

5・4 艦装工事における QC 活動

艦装工事における QC 活動は、主として管の内業加工工程における精度管理と、船内取付工程における補機と管の組立方法の統制に重点がおかれた。

とくに、地上組立工程の導入によつて船内取付工程における工作管の範囲が増大し、船内取付工程を安定させ定常的な作業の流れによつて工期を短縮することが可能となつた。

また、従来管曲げ工程以後にフランジ付けを行なつてきた内業加工手順を根本的にあらため、すべてのフランジ付けを曲げ工程前に直管の状態で行なうという量産工程を確立したのである。

6. 流れ作業システムについて

6・1 流れ作業システムの特徴と効果

流れ作業システムの特徴は工程のネックが生産工程全体の立場から定量的に把握され、系列全体の生産量（あるいは回転率）がそのネック工程から求められるというように生産管理が非常に単純化され、ネック工程に対する集中的な改善をほどこすことで生産性をいくらかでも向上することが可能となり個別受注生産特有の複雑な生産管理から脱皮することができるのである。

また流れ作業システムでは、各工程が標準化されるので流動数が日程管理の対象となり、生産部門を離れて計画部門で各工程の負荷の調整が可能となり、バランスのとれた生産体制が実現するのである。また工程別に人と設備が固定されてくるので、加工品のみがある工程からつぎの工程へ移動するように設備が投資されるようになり、大規模な機械化、治具と工具の開発が促進され、より効果的な生産性の向上が達成されるのである。

一般に流れ作業システムは、単なる工程別職場作業システムとは、明確に区別されねばならない。すなわち、「流れ作業は一定の時間的規則性のある作業時間（タクト）によつて同種の作業が反復継続されるものであり、加工品の一定量が一定の時間間隔で流れねばならない」のである。

6・2 流れ作業システムの基本的形態

この流れ作業システムには種々の形態があるが、原理的にはつぎの2つのパターンに代表されるのである。ここに1つの作業系列を考えてみる。

この作業系列は工程数が n 個で構成され、各工程の作業時間の平均値が $\bar{X}_i$ 時間、バラツキが σ_i 時間であるとする。この作業系列が流れ作業であるためには各工程の同期化によつて $\bar{X}_1 = \bar{X}_2 = \dots = \bar{X}_n$ でなければならないが、作業時間のバラツキ σ_i 時間は等しくならないので各工程の作業時間は $(\bar{X} \pm 2\sigma_i)$ となり、実際には n 個の工程の完全な同期化は得られないのである。

そのため作業系列の回転率を決めるのに2種類のパターンが存在すると考えられる。すなわち、系列全体の回転率をタクト時間であらわせばつぎのように分類される。

(A) タクトを $\bar{X}$ 時間とする場合；この場合は作業時間のバラツキ $2\sigma_i$ に相当する工事が仕掛け量として各工程間に配置される。すなわち、作業時間のバラツキを面積ロスにおきかえることになる。

(B) タクトを $(\bar{X} + 2\sigma_i)$ 時間の最大値とする場合；この場合は作業時間のバラツキ $2\sigma_i$ 時間は工数ロスとしてタクト内に含まれるので仕掛け品置場は不要である。すなわち、作業時間のバラツキを時間ロスにおきかえることになる。

この(A)と(B)を比較すると回転率は(A)のほうが $2\sigma_i$ 時間だけ高く、したがって生産量が高いが、仕

掛り量を各工程のあいだにおかねばならないので面積的なロスがあり、(B)の場合はその逆である。

一般に(A)は連続システムと呼ばれ、(B)はタクトシステムと呼ばれるのである。

6.3 造船における流れ作業システム

筆者らの造船所において適用された流れ作業システムを例にあげれば、まず連続システムの代表的なものとして、罫書工程と切断工程の同期化があげられる。

これは両工程とも鋼板1枚あたりの作業時間のバラツキが大きいので、(筆者らの資料によれば 2σ が $\bar{X}$ に比し 40% 以上になる) タクトシステムでは工数ロスが大きくなる。したがって、仕掛り品を工程間において $\bar{X}$ 時間にて同期化するほうが望ましいのである。またその際の仕掛り量をシミュレーションによつて求めると、各加工系列とも最大 10 枚程度となり、積みかさねておくならば面積ロスは少ないのである。この仕掛り量は流動数曲線により流れ作業システムにおける工程管理の指標となるものである。

一方タクトシステムの例としては、小組立工程ならびに大組立工程における流れ作業システムがあげられる。この場合は、タクトシステムによつて物が仕掛りとして停滞せずに流れるように $(\bar{X} + 2\sigma)$ 時間で同期化が行なわれ、極大面積ロスを減らし定盤面積の有効稼働に能率の重点がおかれるのである。

般台工程ならびに艤装工程では船台上の面積ロスは問題とならないから工数ロスの減少に重点がおかれるため連続システムがとられる。

ブロック定め方工程、仮付工程、溶接工程あるいは、補機ユニット配管工程と工作管組み立て工程などの諸工程間には、手待ち時間の発生せぬように適当な仕掛り時間をとつて流れ作業が行なわれるのである。

6.4 流れ作業システムにおける新しい組織とその成果

造船に流れ作業システムが導入されると、第4図に示される一連の生産工程にみられるように、新造船工事を構成する主なステージは完全な分業体制が確立して、最終製品である船舶としての工程的なまとまりに対する統制に代つて、1つの負荷計画が全ステージにおける物の流れの速さと量の均衡をとるような管理の必要が生じてくる。

その負荷計画は工作図とか、資材投入管理となつて各ステージに適用され、各ステージ

はそれに対して設備とか人員の余力調整を行ない、各ステージが同一速度でバランスのとれた工程を実現することが管理上の大きな目標となり、マクロの立場で種々の問題を把握し得るような生産管理の専門機能の必要性がでてくる。すなわち、生産管理センターを設けて生産と管理の分業的組織が採用されるのである。

このように流れ作業システムを基盤とした新しい生産管理機構は、起工前8ヶ月の時点において電子計算機による長期負荷計画の作成を可能ならしめるのであり、さらに鋼材搬入から引渡しまでの各ステージの負荷をおなじく電子計算機により各ステージ個有の尺度を単位とした生産計画の形で与えることを可能にするのである。

この電子計算機による生産管理の実施は、より高い精度にて負荷の平準化を行ない、各ステージの余力調整を管理密度の高いものとすると同時に、各ステージ間のバランスをとることを可能ならしめ、生産管理センターとしての機能を十分に発揮せしめているのである。

さらにこの生産管理センターは、日進月歩の技術革新に即応して新しい技術を吸収すると、ただちに生産面に反映させてその効果を最大限に発揮し得るといつたような技術センターとしての役割をも果すものでなければならないのである。

筆者らの造船所においては、ここ数年来生産工程(ステージ)ならびに加工系列の設定、さらに工程順にレイアウトされた作業工程の編成が進められ、職能別職場作業システムから工程別職場作業システムへの改善が行なわれてきたのであるが、ひきつづき統計的品質管理の導入による精度管理の進展が工程を安定させるにいたり、昭和40年9月より各作業工程の同期化が開始され、流れ作業システムが全ステージに導入されたのである。

さらに生産管理体制の充実により、ステージ間の計画的調整が可能となり、バランスのとれた負荷の投入が実施されて飛躍的に生産性が上昇したのである。

第4図 造船における主な生産工程(ステージ)と負荷の投入

このように新しい生産方式の導入は、その成果を確実に向上し第5図に示すごとく操業度の向上と工数低減曲線となつてあらわれたのであり、安定した作業工程の確立と作業の専門化は、溶接技術の発展と相互に滲透してその適用の力を遺憾なく発揮しているのである。このような流れ作業システムの導入は、溶接のみならず全工程にわたつて加速度的な機械化と自動化の進展を達成することが期待されるのである。

7. 結 論

第5図 操業度の向上と油送船の工数低減曲線

造船業のような注文生産においては大量生産に匹敵するような作業システムの適用という体質改善が大きな課題となってくるのである。すなわち、加工系列の編成と工程別にレイアウトされた一連の作業工程の確立は、多種少量生産における職能別職場作業システムから工程別職場作業システムへの変遷となつて、工程においても品質においても統計的管理の導入を可能ならしめ、それによつて達成された品質ならびに工程の安定は流れ作業システムへの体質改善となつて、日進月歩の技術革新を効果的に生産面へ適用して大きな成果を生むことになるのである。

その結果、流れ作業システムは初歩的な段階からより高度なものへと進むであろうし、以上のような現業部門の改革だけに止まらず、設計部門においても進歩発展して行く作業システムに十分マッチしたデザインの研究が強力に推進されねばならない。このようにして流れ作業システムは1歩1歩高度なものとなり、労働力の機械化を大幅に促進するであろうし、汎用的性格の機械を高効率な専用機械におきかえ、さらに数値制御化を可能ならしめるのであつて、職能(機種)別作業システムから工程別作業システムへの進展が流れ作業システムへの道を拓いたのとおなじく、このような流れ作業システムの完成はオートメーションへの道をひらくのである。

参 考 文 献

- (1) 山本 登・寺井 清・栗岡辰己：船殻工事に適用された流れ作業システム，造船協会昭和 42 年秋季講演会において発表の予定
- (2) 横田 健：内業のコンベアについて，造船協会誌第 388 号，昭和 37 年
- (3) 武藤昌太郎：油槽船の油槽部の地上組立におけるコンベア方式について，造船協会誌，第 388 号，昭和 37 年
- (4) 武藤昌太郎：多点建造法における計画と工作法について，造船協会誌，第 388 号，昭和 37 年
- (5) 工作法第一分科会：精度管理について，造船協会誌，第 388 号，昭和 37 年
- (6) 松山 泰：造船鉄機工場における流れ作業方式の採用について，造船協会論文集，第 108 号，昭和 35 年
- (7) 渡辺武雄：船殻工場の流れ作業手法による管理，造船協会誌，第 420 号，昭和 39 年
- (8) 横田 健：船殻工事における精度管理の一考察，造船協会論文集，第 114 号，昭和 38 年
- (9) 山本 登・寺井 清・栗岡辰己：船体溶接の高効率化に関する方法論，鋼船工作法シンポジウムのテキスト，昭和 41 年
- (10) 前田和雄・森口 茂：船殻工場における QC 活動の一例，鋼船工作法シンポジウムのテキスト，昭和 41 年