

---

# MFP周辺機器でのプロセス保証型工程設計への改善

## Improvements to Process Assurance Design for Peripheral Equipment for MFP

---

手嶋 秀昭\*

Hideaki TESHIMA

---

### 要 旨

---

MFP周辺機器の組立は、人による作業が大半を占めていることにより、人の作業ミスをいかに減らすか、または無くすかが工程設計・生産の課題である。従来の工程設計では、品質保証の手段として検査員による工程内検査、および完成検査設定を是としてきていた。ただし、国内生産での優位性を上げるためには製造コストを下げる必要があり、検査を極力減らすことでコスト低減を狙う。そこで、組立作業を細かく分解し、1作業ごとの作業完了要件を明確にし、工程設計完成度を用いて検査削減のためのプロセスを明確にし、組立における不具合発生メカニズムを明らかにすることで、検査時間の短縮を実現した。

### ABSTRACT

---

In the assembly of peripherals for copiers, most of the work is done manually, so it is crucial to find ways to reduce or eliminate human error in process design and production. In conventional process design, in-process inspections conducted by inspectors and settings for completion inspection have been recommended as quality assurance measures. However, to increase the advantage of domestic production, it is necessary to reduce the manufacturing cost, by reducing inspections as much as possible. This paper introduces solutions for efficient production processes. The inspection time was reduced by breaking down the assembly work, clarifying the work completion requirements for each task, clarifying the process of reducing inspections using the process design completion table, and clarifying the failure occurrence mechanism in the assembly process.

---

\* リコーエレメックス株式会社 RP生産統括室  
RP Production Center, Ricoh Elemex Corporation

出典: 手嶋秀昭, 秋田正弘, 永原賢造: 複写機周辺機器でのプロセス保証型工程設計への改善, 第44回年次大会研究発表会 研究発表要旨集, pp. 87-90, 日本品質管理学会 (2014) を一部改変。

# 1. はじめに

MFP周辺機器は、原稿を自動的に読み取る前処理系、およびコピーされた用紙を整列・紙折り・ステープル留め・パンチ穴開けする後処理系がある。

MFP周辺機器の組立は、人による作業が大半を占めていることにより、人の作業ミスをいかに減らすか、または無くすかが工程設計・生産の課題である。従来の工程設計では、品質保証の手段として検査員による工程内検査、および完成検査設定を是としてきていた。ただし、国内生産での優位性を上げるためには製造コストを下げる必要があり、検査を極力減らすことでコスト低減を狙う。これこそが「品質は工程でつくり込む」というプロセス保証型の工程設計であり、この改善活動について以下に報告する。

# 2. 課題認識

当社では、部品費コストダウンは部品VA（VA: Value Analysis：価値分析）を継続的に実施することにより成果を出している。しかしながら、組立費コストダウンが進まないことが課題である。例えば、部品点数が約3,000点のA機種の場合、組立時間は360分（75%）、検査時間は約120分（25%）であった。検査の内訳は、工程内機械検査が約90分（19%）、工程内機能検査が約20分（4%）、完成品検査が約10分（2%）であった。そこで大きなウエイトを占めているおよび目視検査など属人性の高い検査を行っている、工程内機械検査と完成品検査（計約100分）を減らすことから始めた。

# 3. 方策の立案・選定

「品質は工程でつくり込む」を突き詰めると、二度手間となっている検査員による検査は不要となる。

すなわち、プロセス保証の連鎖<sup>1,2)</sup> (Fig. 1) を実現することにある。

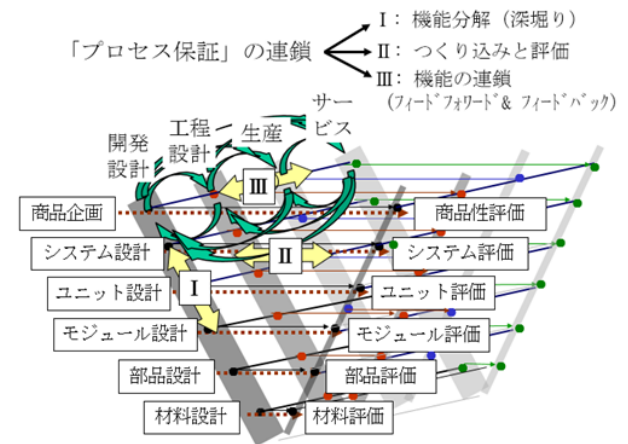


Fig. 1 Chain of process assurance.

Fig. 1に示すように、プロセス保証は3つの視点に分解できる。

1つ目は「機能分解（深堀り）」であり、製品全体をシステムとして捉え、それをユニット、モジュール、部品、材料と分解し、分解された各々の単位でプロセス保証が完結することを指向している。

2つ目の「つくり込みと評価」では、システム・ユニット・モジュール・部品・材料に分解した各機能に対して、S（安全性）・E（環境保全性）・Q（品質）・C（コスト）・D（納期）に配慮しながら評価する基準とその方法を明らかにしておくことがプロセス保証を進める上で重要となる。

3つ目の「機能の連鎖（フィードフォワードとフィードバック）」は、工程設計で実施した「機能分解」と「つくり込みと評価」の情報を、後工程である生産・アフターサービスにフィードフォワードすると同時に、工程設計で気付いた事項を前工程である開発・設計にフィードバックして、各機能が相互に連携してプロセス保証の完成度を高めることにある。

これらの3要素の精度を限りなく高めていくことで「プロセス保証」の連鎖を実現する。

## 4. プロセス改善の実施

プロセス保証の連鎖 (Fig. 1)<sup>1,2)</sup>の「機能分解」, 「つくり込みと評価」, 「機能の連鎖」に沿って, 後処理系A機種 of ネジ片座浮き検査レス化の事例を紹介する。

### 4-1 機能分解

MFP周辺機器はユニットの位置付けである。設計からインプットされる3D・CADデータ, および部品構成表をもとに, 工程設計者が部品, モジュール, ユニットの組立詳細手順と治工具を決めるまでは従来通りの工法でよい。

改善した部分は, 1作業1アウトプットごとにアウトプットの基準を1回で満たすようにするため, 作業分解精度を上げたことと, 1作業ごとの作業完了要件を明確にしたことである。A機種での作業分解数は, 改善前の11,560から改善後は18,534となった。これから分かることは, 作業分解数が粗いと作業ごとのアウトプットの基準が見過ごされているか, または曖昧になっている可能性があったことである。

例えば, ネジ締め作業は, Table 1に示すように, 5作業分解から8作業分解に変え, 各作業の完了要件を明らかにした。ただし, ここでは「所定時間内」という作業完了要件は省略している。

Table 1 Screw tightening work disassembly.

	作業分解		作業完了要件
	改善前	改善後	
1	ネジを取る	←	指定部番・個数のネジを取っている
2	電気ドライバーを取る	←	指定の電気ドライバーを取っている
3	ビットにネジをつける	←	ビットにネジが正しくついている
4	ネジを締める	ネジ穴までドライバーを移動させる	正しい位置に移動させている
5		ネジ穴にネジ先端をあわせる	ビットが垂直になっている
6		ドライバーを止まるまで押し込む	規定時間で止まる
7		ドライバーをネジから離し移動させる	正しい位置に移動させている
8	ドライバーを置く	←	指定位置に置かれている

1作業1アウトプットの完了要件を明確にしたことにより, アウトプットの基準と作業完了要件の因果関係解析が進み始めた。例えば, ネジ片座浮きは, Table 1の5項の完了要件である「ネジ締め始め時に電気ドライバーが被締結物に対して垂直になっていること」が完結しない場合に発生することが分かってきた。

### 4-2 つくり込みと評価

工程設計した作業手順は, プロセス保証型になっているかどうかを「工程設計完成度」で評価することになっている。工程設計完成度は, Table 2に示すように「発生メカニズム (完了要件を満足させるためのメカニズム度合い)」と「発見困難度 (完了要件を満足しているか発見できる度合い)」の二面で構成している。

発生メカニズムの「1」および「5」は, 完了要件を阻害するメカニズムの有無を判定している。例えば「ビットが垂直になっている」完了要件に対し, 垂直にならないメカニズムがその作業にあるかどうかを判定する。発見困難度の「1」は, アウトプットの基準合致が作業時に明確に作業者が認知できることであり, 同「5」は, 組立の終了までにアウトプットの基準を満たしているかどうか不明で, 市場流出の可能性のあるレベルとしている。

Table 2 Process design completion evaluation standards.

	発生メカニズム	発見困難度
5	不具合発生メカニズムあり	作業の良し悪しは工程内のどこでも分からない
3		作業の良し悪しは後工程のどこかの組立作業で分かる (機能確認検査を含む)
1	不具合発生メカニズムなし	その場で作業の良し悪しが分かる

なお, 分解された作業の良品条件を100%保証するための発生メカニズムが完全解明されていることが目指す姿であるが, 残念ながら完璧とまではいかない現実がある。そこで万一不具合が発生した場合, 工程内でその不具合を発見できるかが現実的な抑え

となる。この意味合いから、Table 3に示すように上述の二面をマトリックスにして工程設計完成度評価ランクを定めている。

Table 3 Process design completion evaluation rank.

発生メカニズム	5	B	C	D
	1	A	B	B
		1	3	5
		発見困難度		

工程設計は、全作業の工程設計完成度ランクをAまたはBにすることにした。ランクがAまたはBであれば、不具合を発生させるメカニズムがない、もしくは不具合が発生してもその場で分かることとなり、工程内検査および完成品検査が不要なプロセス保証型工程設計になる。ランクがCまたはDの作業は、AまたはBに改善しなければならないことを工程設計完了要件とした。

A機種種の工程設計完成度評価を実施してみると、ランクC・Dが全体の63%を占めることが判明した (Table 4)。この状態では、二度手間の工数をかけても市場に不具合が流出する可能性があったことが容易に想像された。

Table 4 Process design completion rank of model A (before improvement).

A	B	C	D	計
518	6,302	1,315	10,399	18,534
3%	34%	7%	56%	100%

例えば、ネジ片座浮きに関する完成度評価は、発生メカニズム「5」、発見困難度「5」、完成度ランクDであった。ネジ片座浮きに関する完了要件の「ネジ締め始め時に電気ドライバーが被締結物に対して垂直になっていること」を、発生メカニズム「1」に改善して、完成度ランクをBにする方策を立てた。

「ネジ締め始め時に電気ドライバーが被締結物に対して垂直になっていること」を阻害するのは、ド

ライバーのビット傾きである。ドライバーのビットが10度以上傾いていると片座浮きが発生することが実験により分かっている。ビット傾きの要因は3つある。

1つ目の要因は、締結物を押さえてネジ締めする時の作業の不安定さである。この対策として、作業の不安定さを解消する治具を考案することで解決した。

2つ目の要因は、無理な姿勢を強いる作業設定である。この対応として、工程設計者の判断で作業姿勢を定量評価できるツール評価に変え、工程設計者間の判断のばらつきを無くした。作業する姿勢範囲を6分割し (Fig. 2)、ビットの傾きを10度以下にすることが可能な姿勢範囲「1」になるよう工程設定を直すことにした。

A機種種のネジ締めの姿勢範囲を評価したところ、Table 5の「改善前」の結果であった。姿勢範囲が「2」以上の作業は、作業手順などを見直し同じ姿勢範囲の作業をまとめ直すことで姿勢状態を「1」にする工夫をした結果、Table 5の「改善後」まで改善することができた。「1」にできない作業に関しては、ビットが10度以上傾いているとネジ締めができないツールを考案することで対策したが、どうしても対策できない工程もあった。製品レイアウト上ビットを傾けないとネジ締めできない箇所があり、これが3つ目の要因であった。これについては、設計にフィードバックすることで、設計変更を実施した。この方法は、工程設計から設計への手戻りロスとなるため、工程設計から設計に配慮して欲しい基準を提示して、設計時点で基準反映するやり方に変えている。また、工程設計情報として、工程設計完成度評価結果を生産部署に提示している。

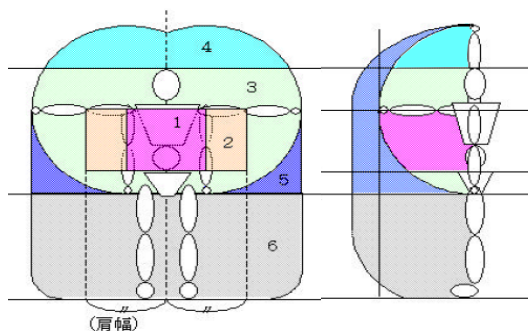


Fig. 2 Work posture range.

Table 5 Screw-tightening attitude range of model A.

姿勢範囲	1	2	3	4	5	6	計
改善前	421	28	197	0	37	253	936
改善後	731	45	84	0	0	76	936

## 5. 効果

上記それぞれの対応により、ネジ片座浮きに関する工程設計完成度評価ランクDのすべてをランクBに改善でき、ネジ片座浮きの検査はゼロにすることが可能となる。ネジ片座浮きの改善例と同様のアプローチで工程設計完成度ランクC・Dの改善を進めた結果、A機種 of ランクC・Dは10%になった (Table 6)。これにより、組立時間360分を増加させることなく、工程内機械検査と完成品検査時間を計約100分から計約20分に減らすことができた。残り10%は、主にコネクタ接続作業検査、潤滑油の適量塗布検査であることが分かっている。これらは、発生メカニズムは解明できているが、組立時間の増加を抑える改善策が見つけられず、やむを得ず検査を継続実施している。現在も改善継続中である。

Table 6 Process design completion rank of model A (after improvement).

A	B	C	D	計
2, 224	14, 456	1, 112	742	18, 534
12%	78%	6%	4%	100%

## 6. 定常業務への移行

工程設計は、「機能分解」「つくり込みと評価」「機能の連鎖」ルールを組み込んだプロセスに変えて運用している。工程設計完成度評価ランクA・Bのノウハウはデータベースに蓄積・更新して工程設計者全員が活用できるようにしている。これにより新人工程設計担当者でも、ベテランと同じレベルの工程設計ができるようになっていて、工程設計時間短縮が進んでいる。

## 7. おわりに

本活動は2011年から取り組んできたものであるが、A機種では、完全に検査レス化はできていない。しかしながら、「品質は工程でつくり込む」ことの重要性が工程設計者および関係者に浸透してきており、プロセス保証を追求することがコスト削減につながることも実感している。現在も検査レス実現に向けて、継続して活動を進めているが、並行して検査を行う場合でも時間をかけない検査（自動検査化）、属人性のない検査方法へ移行させる（DXツール活用など）ことを工程設計完成度評価の中に盛り込み活動を進めている。

### 参考文献

- 1) 永原賢造: 「プロセス保証型」の質向上による短期開発への取組み, Vol. 39, No. 3, pp. 16-21 (2009).
- 2) 永原賢造, 村上義司: 改訂版 品質保証部, JMAM, pp. 60-61 (2010).