

トランスミッション用ポンプ多品種生産ラインの構築

松野下 知 広 ・ 西 田 英 之 ・ 義 村 考 司

1 はじめに

トランスミッション用ベーンポンプ（以下PV）ビジネスは立ち上がり当初、CVT^{注1)}用PVとして同一形状で企画台数も多かったため、大ロット高速ラインを構築して製造原価を低減してきた。

しかし、昨今の客先要求の多様化にマッチさせるために機種は増加していき、機種ごとの生産台数も減少傾向となってきた（図1）。

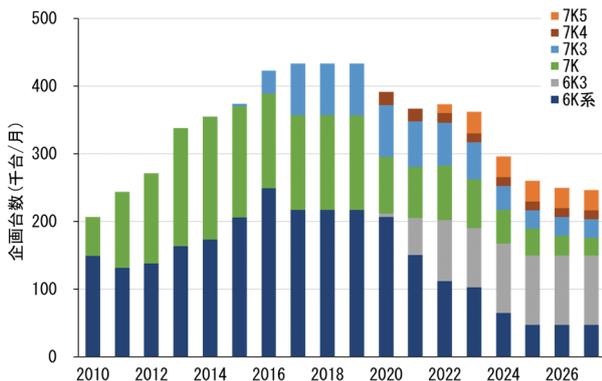


図1 CVT用PVグローバル生産台数

増加する機種に対し、従来の大ロット高速ラインでの混流化では、改造範囲が広範となり生産準備費用が大きくなる。また、混流可能な機種も限定的となるために生産ラインを減らすことができず、台数減少時に生産効率低下や製造原価悪化の懸念があった。

そういった状況の中、トランスミッション用PVビジネスは客先において、CVT用PVの最後とされる新規機種を受注した。一方で、事業方針である「一社偏重ビジネスからの脱却」活動において、二社目の顧客より新規製品となるAT^{注2)}用PVを初めて受注した。

注1) Continuously Variable Transmission, 無段変速機の略。

注2) Automatic Transmission, 自動変速機の略。

その結果、新規CVT用PVとAT用PVは、開発イ

ベントが集中するスケジュールとなった。また、本製品は従来品とは形状や加工内容の互換性が低く（図2）、稼働中のラインへの追加は容易ではなかった。そこでCVTグローバル再編の必要と併せて、柔軟性のある生産ラインの追加が必要となった。



図2 ポンプ形状

2 目的・目標・要件

2.1 目的

今回生産技術部では、AT用PVとCVT用PVの新機種の準備に際して柔軟性のある「多機種混流ができ、少人化を可能とするコンパクトな生産ラインを構築する」こととし活動した。

2.2 目標

品質は維持しつつもサイクルタイムは引合台数より従来比2倍の40秒と設定したが、要員・投資額は1/2としてボディ加工・カバー加工・組立の3工程での加工費は従来以下とした。

また多品種対応のために、段取り時間と追加生産機種の生産準備費用も目標設定した。

そして設置スペースについても、スペース効率を向上させて、いずれの生産拠点への展開もできるようにすることとした（表1）。

表1 ライン目標値

	ボディ加工	カバー加工	組立
サイクルタイム	40秒/台	40秒/台	40秒/台
ライン内要員	1人/直	1人/直	2人/直
可動率	78%以上	78%以上	85%以上
段取り時間	20分/回以下	20分/回以下	9.5分/回以下
生産スペース	PVグローバル区画（10×28m）に3工程を設置		

2.3 要件

目標達成の為に以下4件を要件とする。

1. PVグローバル区画^{注3)}内で生産ラインを構築してどこへでも設置可能とすること
2. 段取り作業が効率よく安全に実施できること
3. 手搬送にも対応できるトレサビリティシステムを構築して、不適合品の流出防止や品質記録の保管を行うこと
4. コンタミレベルを維持すること

注3) ポンプ事業全拠点で統一されたライン区画。

3 実施内容

工程検討するにあたり関係部署で協議し、生産ラインの柔軟性を重視するために搬送は作業者による手作業で対応し、品質・生産性を確保するための自動化は各設備で対応することを前提に検討を進めた。

3.1 シミュレーション実施

工程DRや関係部署との度重なる協議の上、製造部やKPS^{注4)}推進部と一体となり作業組み合わせを検討し、段ボールシミュレーション^{注5)}を繰り返し実施した(写真1)。

注4) Kayaba Production System, カヤバ生産方式の略。

注5) 段ボールやパイプで模擬設備を作り、搬送作業や段取り作業のシミュレーションを行うこと。



写真1 段ボールシミュレーション風景

3.2 レイアウトの検討

従来のボディ加工・カバー加工・組立ラインは別々の区画に配置しており、レイアウトスペースとしてPVグローバル区画2.5区画程度を使用していた。

今回のラインはスペース効率を向上させ、またどの生産拠点へも展開できる設置自由度の高い生産ラインとするため、PVグローバル区画内に3ラインを取めることを目標に検討した(図3)。

多種多様な製品形状に対応できるように柔軟性を重視し、そのために従来の工程間自動搬送は止め、作業者による手搬送に変更することとした。

その結果、品質懸念のある加工区と検査工程では

作業者を分けた上で、作業の平準化を行ったことで、手搬送でも目標要員を達成し、品質と柔軟性の両立ができるライン構築が可能となった。

また生産管理部と共に部品投入・製品出荷シュートの位置の最適化を行い、ライン内作業の効率と物流経路の直線化を両立させた(図4)。

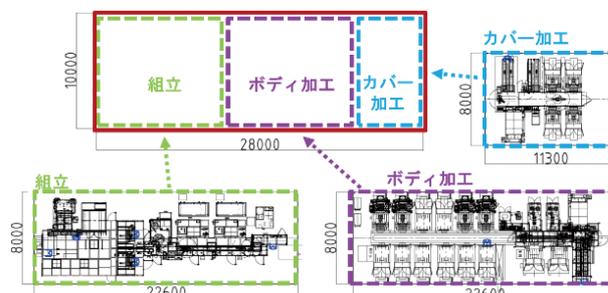


図3 検討開始時レイアウト

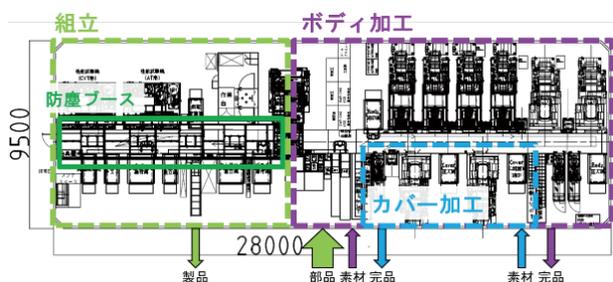


図4 検討後レイアウト

3.3 工程集約

先に説明したレイアウトスペース内に3ラインを取めるために、各工程で以下のように工程集約を実施し、目標スペースを達成することができた。

3.3.1 加工設備の工程集約

工程集約を行うために、加工ジグに小型のワーククランプ装置を採用した。これにより加工ジグの大幅な小型化ができ、従来の平ジグを用いた加工工程からゆりかごジグ^{注6)}へと変更することができた(図5)。

その結果、多面加工が可能となり、従来6工程に分けて加工していたものを4工程へ集約することができた。工程数が減ったことで手扱い時間の低減にも寄与し、ジグの自由度が増えたことで異形機種への段取り対応も容易となった。

注6) ゆりかごのようにジグを回転させることで、一方のみではなく異なる角度からの加工を行える機構。

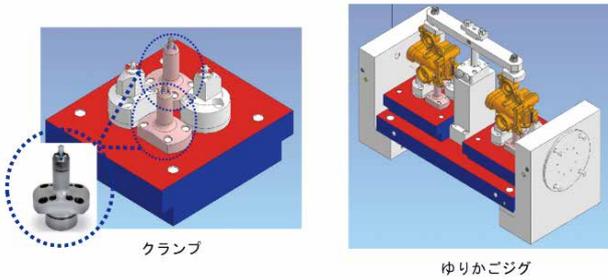


図5 加工ジグ

3.3.2 組立設備の工程集約

40秒に設定したサイクルタイム内での工程割り振りを検討し、1台の設備に2～3工程を集約することとした。これにより設備台数と脱着回数を削減し、加工費低減に寄与した。また機種により異なる形状や仕様に耐えられるように、段取りジグ搭載性や可動域の自由度も確保した。

組立設備の工程集約例として、プラグ締付工程及びカバーボルト締付工程を紹介する。

AT用PVには2種3個のプラグがあり、3方向から締め付ける必要がある。そこでプラグ締付機に、通常のX-Y軸の他にY軸周りにワークが回転するゆりかご機構と、X軸周りにワークが回転するスイング機構を設けることで、多様な向きのプラグに対応した。

またソケットチェンジャーを設備内に持つことで、作業による段取り作業を伴わず自動でソケット交換を行い、複数種類のプラグを1台の設備で締め付けることに対応した(写真2)。

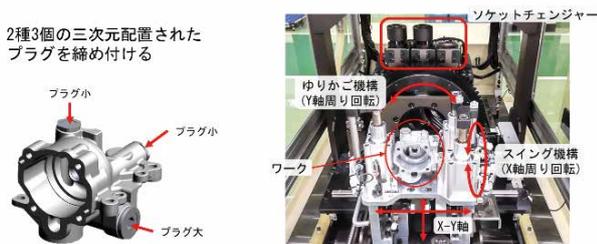


写真2 プラグ締付機

カバーボルト締付工程では機種によるボルトピッチ違いに対応するため、ナットランナーに複数の可動軸を持たせることで、機械的な段取り作業を行うことなく、多様な位置のカバーボルトへ対応した(写真3)。

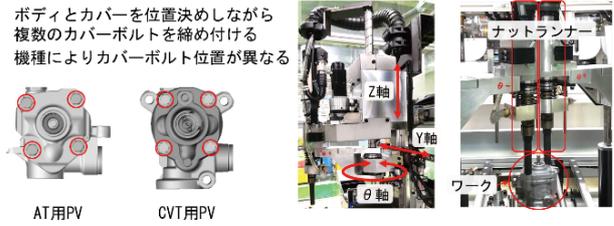


写真3 カバーボルト締付機

3.4 品質向上策

今回新たなラインを構築するにあたり、従来ラインに対して品質レベルの維持向上のための取り組みも実施した。

3.4.1 トレサビリティシステム構築

製品のボディ・カバーに、加工ラインの先頭工程で個体管理用シリアルナンバーの刻印を行い、加工から組立の各工程に設置したカメラ(写真4)で全てのワークのシリアルナンバーを読み込むことでトレサビリティを実現した。

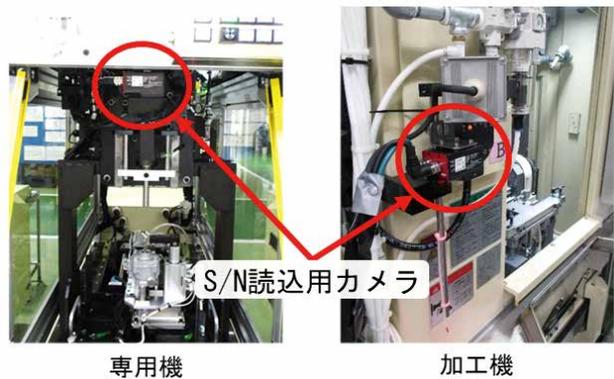


写真4 シリアルナンバー読込用カメラ

本システムでは、各工程で読み込まれたシリアルナンバーが機種や工程進捗情報、タイムスタンプと共にエッジPLC^{注7)}へ書き込まれ、次の工程がエッジPLCよりそれらを読み込むことで前工程の状況を確認し、工程飛ばしやNG品流出の防止を図ることができる。

注7) 生産ラインとデータ収集、保存を行うサーバ間で一次処理を行うPLC。サーバの負荷を軽減し、処理速度の高速化を狙う。

また品質データが出力される設備では、自動的にサーバへデータ保存される仕組みとし、データ改竄などの不適切行為の防止に対応した(図6)。

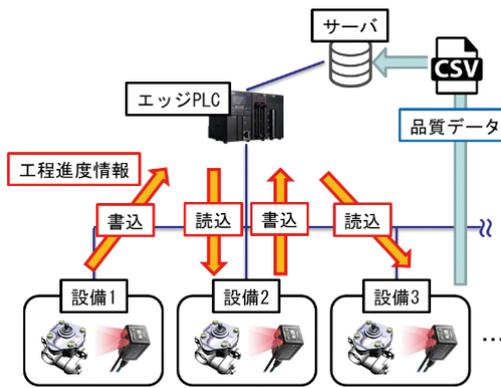


図6 トレサビリティシステム

加工工程では、設備のモニタリングシステムとしてMT-LINKi^{注8)}を導入した。これにより加工設備におけるサイクル毎の熱変位履歴を取得し、加工精度悪化の要因推測や寸法調整時の見極めが可能となった。

また生産中の設備状況とアラーム履歴を取得することで、作業員へのヒアリングに依存しない非稼働分析も可能となった(図7)。

注8) MT-LINKiはFANUC株式会社の登録商標です。



図7 MT-LINKi 画面

3.4.2 コンタミ品質

従来の大ロット高速ラインとは異なる手搬送ラインへと変貌したが、コンタミに対する品質管理は変わらず継承することとした。

加工工程では、検査・物流の前に予備洗浄を行うことで切粉や切削液を除去し、検査精度の向上や後工程への持ち込みの防止を図っている。

製品のコンタミ規格を満足する工程とするため、パレタイズ工程を加工工程の最終部に設け、製品1台分の全部品を洗浄パレットに投入し組立直前に洗浄することとした(写真5)。

これにより組立時の部品過不足を防ぐと共に、洗浄後の仕掛品を減らしてコンタミレベルを向上させることを実現した。

パレタイズ作業

製品1台分の全部品をパレットにセットする



洗浄パレット

組立直前に洗浄機へ投入する



写真5 洗浄パレット

4 結果

目標としたグローバル区画内にボディ加工・カバー加工・組立の3ラインを設置することができた。

AT用PVは2021年12月より、CVT用PVは2023年4月より量産開始しており、今日までノークレームでの生産を継続中である。

生産性・要員に関してもサイクルタイム40秒/台、4名/直をそれぞれ達成できた。

可動率については加工工程では達成しているが、組立工程では月平均未達となっており、目標達成のために継続改善実施中である(表2)。

表2 設置ラインの結果

	ボディ/カバー加工		組立	
	目標	結果	目標	結果
サイクルタイム	40秒/台	40秒/台	40秒/台	40秒/台
ライン内要員	2人/直	2人/直	2人/直	2人/直
可動率	78%以上	84.5%	85%以上	78.9%

5 おわりに

今回、新しいコンセプトの生産ラインを構築することができた。現在、AT用PVとCVT用PVの2機種の製品を立ち上げて生産している。

今後更に生産機種を本ラインに取り込んでいき、名実共に「多品種生産ライン」として稼働させたい。

最後に本件に対してご支援を頂いた関係各位に対し、この場をお借りして深く感謝申し上げます。

著者



松野下 知広

1993年入社。オートモーティブコンポーネンツ事業本部車載機器事業部生産技術部。加工工程設計および加工設備導入に従事。



西田 英之

2009年入社。オートモーティブコンポーネンツ事業本部車載機器事業部生産技術部。加工工程設計および加工設備導入に従事。



義村 考司

2005年入社。オートモーティブコンポーネンツ事業本部車載機器事業部生産技術部主任。組立工程設計および専用機制御システム開発に従事。