

浦野 真樹

Abstract

Yamaha Motor Hydraulic System Co., Ltd. (hereafter YHSJ) supplies electro-hydraulic cylinder parts such as those used in the power tilt of outboard motors, as well as hydraulic products such as shock absorbers for two- and four-wheelers to companies including Yamaha Motor Co., Ltd., Öhlins Racing AB, and others.

Fitted on more than an 80% of Yamaha Motor outboards, YHSJ's power tilt line up is designed to meet cost and function requirements, such as the POWER TILT (PT) which provides basic tilt functionality for small outboard motors (for raising the outboard above the waterline), the POWER TILT & TRIM (PTT) focusing on trim functionality for medium-sized outboard motors (for propeller drive angle adjustment), and the three cylinder PTT unit for large outboard motors (Figure 1).

In recent years we have worked on customer acquisition, putting energy into one aspect of business strategy: further business growth. To achieve this, we have cut production costs dramatically by introducing a single cylinder (Figure 2) PTT unit for an 115hp outboard motor, where three cylinders were previously required to satisfy performance requirements. This unit is the first step in our platform strategy, a concept that will also be introduced here.

1 はじめに

ヤマハモーターハイドロリックシステム株式会社（以下、当社）は、船外機用パワーチルトに代表される電動油圧シリンダ製品や 4 輪・2 輪のショックアブソーバなどの油圧製品をヤマハ発動機（株）やオーリンズレーシング AB、その他の客先へ提供している。

当社のパワーチルトのラインナップは、船外機の必要性能およびコストとのマッチングから、小型船外機向けにはチルト機能（船外機を水面から上げる）のみの POWER TILT (PT)、中型船外機向けにはトリム機能（プロペラ推進角調整）を重視した 1 本シリンダの POWER TILT & TRIM (PTT)、大型船外機向けには 3 本シリンダの PTT としており（図 1）、ヤマハ発動機製船外機への装着率は 80%を超えるシェアとなっている。

このような背景から近年、事業戦略の一環としてさらなる事業拡大に注力し、新しい顧客獲得を進めてきた。そのた

めに今回、従来は 3 本シリンダ PTT の領域だった 115 馬力の船外機向けに大幅な製造原価低減を実現しながら、1 本シリンダの PTT で性能を満足させるモデルを開発したので紹介する（図 2）。なお、本モデルはプラットフォーム戦略の第一弾モデルであり、その考えについても紹介する。

2 開発の狙い

1 本シリンダの PTT 開発において、目標とする性能の実現と原価低減を両立するために、以下の 2 点を狙いとした。

- ・従来の 3 本シリンダタイプの性能・機能を維持したうえで
の部品点数の削減と軽量化
- ・POWER TILT としてのプラットフォーム戦略に基づく PTT
各ユニットのモジュール展開と部品レベルの見直し

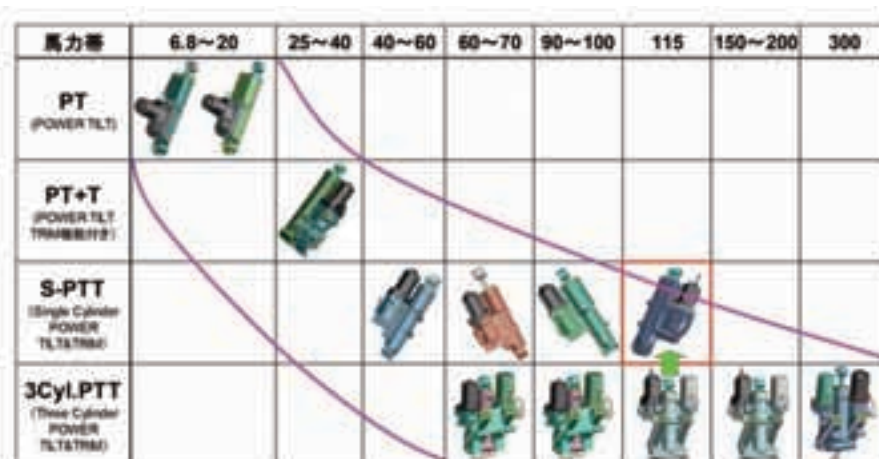


図 1 船外機馬力帯とパワーチルトレイアウト



図2 PTT シリンダタイプ

3 開発内容

3-1. 1本化の実現

3本シリンダから1本シリンダにする際の最大の障害としてはアクチュエータのパワー不足による推力不足が考えられた。これについては当社の油圧ポンプが高精度であることから高圧時のリークが少なく必要な油圧・油量を確保でき、従来設計 + α で十分に対応することができた。

また、PTT は船外機が流木等の水面障害物に衝突した際、衝撃を内部油圧機構により緩衝させる機能を担っている。従来この部分に関しては、2段両方のシリンダに緩衝機能を装備していたのに対し、本 PTT ではチルト機能側のシリンダのみの緩衝機能で衝撃を吸収できるようにしたことで、部品点数を大きく削減することが可能となった。前述の油圧発生部であるポンプは高圧を安定して吐出するために従来は弾

性係数の高い鉄系焼結のポンプケースが使用されていたが、加工技術・設備技術・解析技術の向上により弾性係数の低いアルミ材での高圧吐出を可能とした。アルミ材にすることで焼結材ゆえの複雑な構造にする必要がなくなり、形状を単純化でき、部品点数削減・軽量化・コストダウンを実現させた(図3)。加えて、締め付けボルト位置の最適化によりポンプケースの内部高圧時の変形量を減らすことで安定した高圧油圧の吐出を可能とした(図4)。

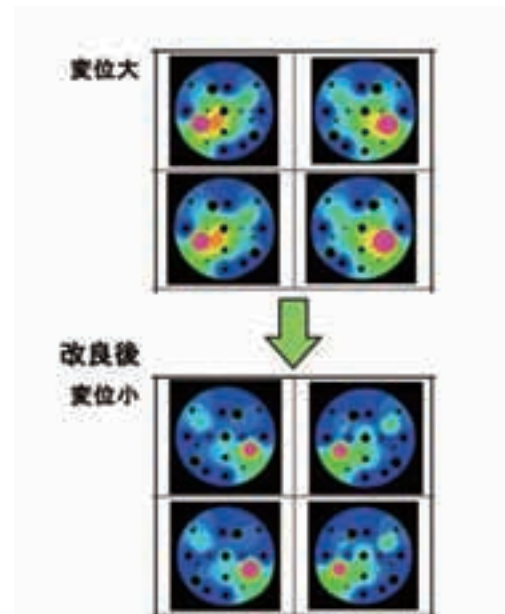


図4 自己発生油圧によるポンプケース変位量

3-2. プラットフォーム戦略

本開発では、モータ、ポンプ、ピストンロッドの3モジュールとシリンダを軸にした構成を標準とし、部品の共通化を進めることで工数削減とコストダウンを狙った(図5)。

まず、ポンプについては5機種展開を狙った性能を有し、バルブ圧力セッティングによって使い分けるものとした。次に、モータは4機種展開を狙った性能を有したものとし、使用域が低電流から高電流まで機能を満足できるような巻き線仕様・ブレイカ仕様の作り込みを実施した。ピストンロッドモジュールは、価格と生産量からコスト的に最も有利なものをベースとし、必要機能に絞って最適化した。さらに、シリンダは従来機種の加工要素を踏襲しつつ刃具・治具を共通化した中で、新しい機能を満足できるよう工夫したものとした。

このように3つのモジュールおよびシリンダをそれぞれ従来の半数の種類にすることで、工数削減とコストダウンを実現した。

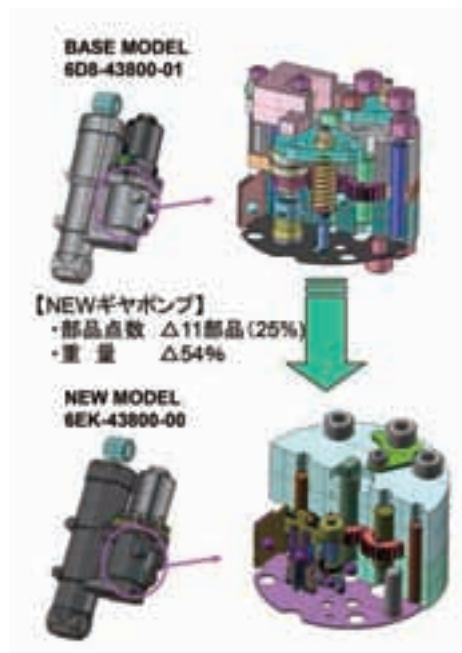


図3 ポンプ改良概要図



図5 PTT 3 モジュール +1

3-3. 開発結果

- 機能部品展開による価値分析 (図 6,7)

機能へのコスト割付を関係者との協業で実施確認し、機能の割りにコストが掛かっている部分については、機能削減

を前提に裏目の検討と確認評価を実施した上で部品点数削減・軽量化を行い、コスト削減に繋げることができた。

- 理論値生産・新規工法の採用による製造原価低減

当社社内加工で最も大物であるシリンダについては理論値に基づいた工程分割・設備台数設定と配置・設計初期段階からの VA 案の多数採用により加工費▲12%を実現した。

- 海外調達や部品供給メーカーとのVE活動によるコスト削減

海外訪問による作り込みにより新規海外調達部品(焼結2部品)の採用と数度に渡るメーカーとのVE活動実施による購入品約▲8%を達成した。

- 活動全体として

上記の結果、必要機能を落とすことなく製造原価35%削減を達成するとともに、軽量化についても12%削減を実現した(図8)。

【機能】→【構成部品】への展開				ユーザー機能									
No.	機能	部品名	部品	製品機能		1	2	3	4	5	6	7	8
				機能	部品	1	2	3	4	5	6	7	8
						1	2	3	4	5	6	7	8
1	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
2	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
3	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
4	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
5	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
6	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
7	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
8	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
9	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
10	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
11	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
12	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
13	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
14	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
15	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
16	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
17	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
18	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
19	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
20	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
21	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
22	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
23	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
24	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト
25	エンジン回転	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト	クランクシャフト

図6 機能部品展開 (抜粋)

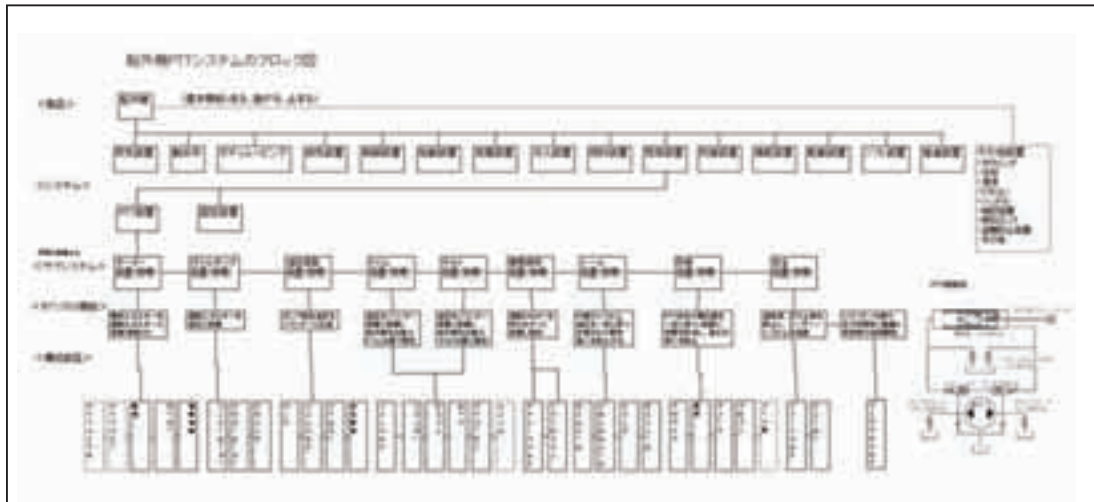


図7 機能システムブロック図展開

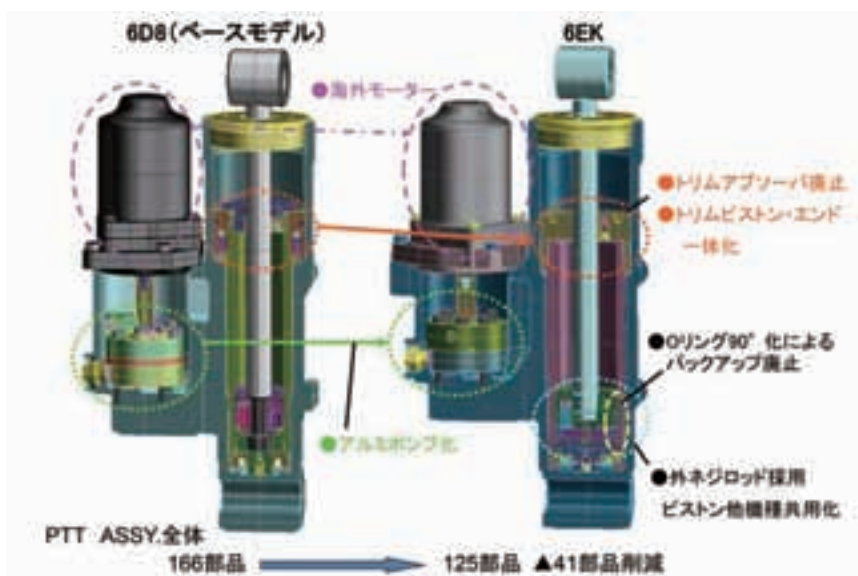


図8 内部構造変更内容



図9 2014年原価革新賞

4 おわりに

ヤマハ発動機の船外機部門の協力を得て、同馬力帯で従来の3本シリンダタイプのPTTからシングル複筒タイプへの変更が可能となり、機能とコストのバランスが取れた製品をお客様に届けることができるようになった。また、ヤマハ発動機の取引先の中で、原価低減に対して大きく貢献した会社に贈られる2014年グローバル原価革新賞を受賞することができた(図9)。これは、ヤマハ発動機と一体となり、効率の良い開発ができた結果であると考えている。

今回の活動実績およびさらなるチャレンジをもって、次期プラットフォームプロジェクトに取り組み、ヤマハグループの一員として収益性と品質の向上に貢献していきたい。

■著者



浦野 真樹

Masaki Urano

ヤマハモーターハイドロリックシステム株式会社
第2開発室