

## 製品紹介

## 商用車向けPS用高圧アルミベーンポンプ『4KT5』の開発

塩 崎 浩

## 1 はじめに

KYBは、油圧パワーステアリングシステム（以下HPS<sup>注1)</sup>）の油圧源であるベーンポンプ（以下PSポンプ）を、乗用車向けを中心に、グローバルで年間200万台の生産規模でビジネス展開している。

KYBの主力モデルの第4世代PSポンプ4K型<sup>注2)</sup>は、国内外の自動車メーカーで採用されている。しかし、1990年頃から、乗用車では省エネルギー化のために、電動パワーステアリングシステム（以下EPS<sup>注3)</sup>）が採用されてきた。そこで、今後もHPSの採用が続くと考えられる商用車市場向けへのビジネスモデルの転換のため、4K型（用語解説「KYB製PSポンプのラインアップ」p. 52参照）の高圧力化・大容量化を推し進めてきた。具体的には、4KS2, 4KL, 4KL2, 4KL3, 4KL5などがこれにあたる（表1）。

今回、欧州メーカーへ売込む製品の必要性から、他社製品と同じ取付形状の『4KT5』を開発した。この4KT5の開発で他社製品からKYB製への置換えが可能となった。本報では、その概要を紹介する。

注1) Hydraulic Power Steeringの略。

注2) アルミ製ボディのPSポンプ。

注3) Electric Power Steeringの略。

## 2 開発の背景

## 2.1 KYBの商用車用PSポンプの課題

大型商用車の仕様をカバーできるPSポンプとして4KL5がある（表1）。しかし、4KL5は現在、欧州で採用メーカーが多い他社製品とエンジンへの取付部形状が異なるため欧州メーカー向け採用の障壁となっていた。

具体的には、4KL5のフローコントロールバルブ（以下フロコン）<sup>注4)</sup>がシャフト軸方向に対し直交する配置である（図1）。その結果、4KL5ではエンジンへの取付位置によってはフロコンと干渉する。これに対し、他社製品はフロコンがシャフト軸方向に対し平行の配置のため、取付位置とフロコンが干渉しにくい。

また、欧州商用車メーカーから4KL5の仕様を超える引合いがあり、これに対応できる仕様を目標とし、新たに4KT5を開発することになった。

注4) Flow Control Valve（流量制御弁）。

## 2.2 4KT5の狙い

中・大型商用車向けのPSポンプとして4KT5を設計するにあたり、開発の狙いを以下に示す。

## 2.2.1 欧州商用車メーカー向け

商用車用PSポンプはエンジンに直接取り付けら

表1 KYB製PSポンプのラインアップ

ポンプ型式	乗用車および小型トラック向け					中・大型トラック向け			
	4KS	4KW	4KS2	4KL	4KL2/3	4KL5	BB	1K	
ボディ素材	アルミニウムダイカスト合金						鉄鋳物		
基本吐出量 〔cm <sup>3</sup> /rev〕	Max. 9.6	Max. 9.6	Max. 11.2	Max. 14.0	Max. 15.0	Max. 23.0	Max. 32.5	Max. 20.0	
リリース圧力 〔MPa〕	Max. 12.0	Max. 11.8	Max. 12.8	Max. 12.8	Max. 15.0	Max. 20.0	Max. 14.7	Max. 13.7	
制御流量 〔L/min〕	Max. 9.0	Max. 8.5	Max. 11.5	Max. 12.0	Max. 16.0	Max. 23.0	Max. 30.0	Max. 20.0	

れることから、レイアウトの要件が厳しく、レイアウトの成立性が重要である。今回、欧州商用車メーカーで採用されている他社製と同等の取付形状とすることで、レイアウト性も他社同等とした。

### 2.2.2 低コスト化

素材費・加工費低減のためアルミダイカスト製ボディ、焼結材カムリングを採用し、既存のPSポンプ生産設備を有効活用する。

### 2.2.3 大容量化・高圧力化

最大圧力22MPa、最大基本吐出量28cm<sup>3</sup>/revを目標とした。

既存の4KL5のカムリング・ロータを流用し、部品共用化を図る。更に、カムリング厚み方向の長さを伸ばし大容量化を図るとともに、カムリングの吸込部形状見直しにより高圧力化に対応する。

## 3 基本仕様, 構造, 特徴

### 3.1 4KT5の基本仕様と構造

4KT5の基本仕様および構造を示す(表2, 図1)。

表2 4KT5基本仕様

ポンプ型式	4KT5		
ボディ素材	アルミニウムダイカスト合金		
基本吐出量 [cm <sup>3</sup> /rev]	~ 17.0	~ 25.0	~ 28.0
リリーフ圧力 [MPa]	Max. 22.0	Max. 20.0	Max. 18.5
制御流量 [L/min]	Max. 20.0	Max. 25.0	

なお、開発にあたり、以下を配慮した設計とした。

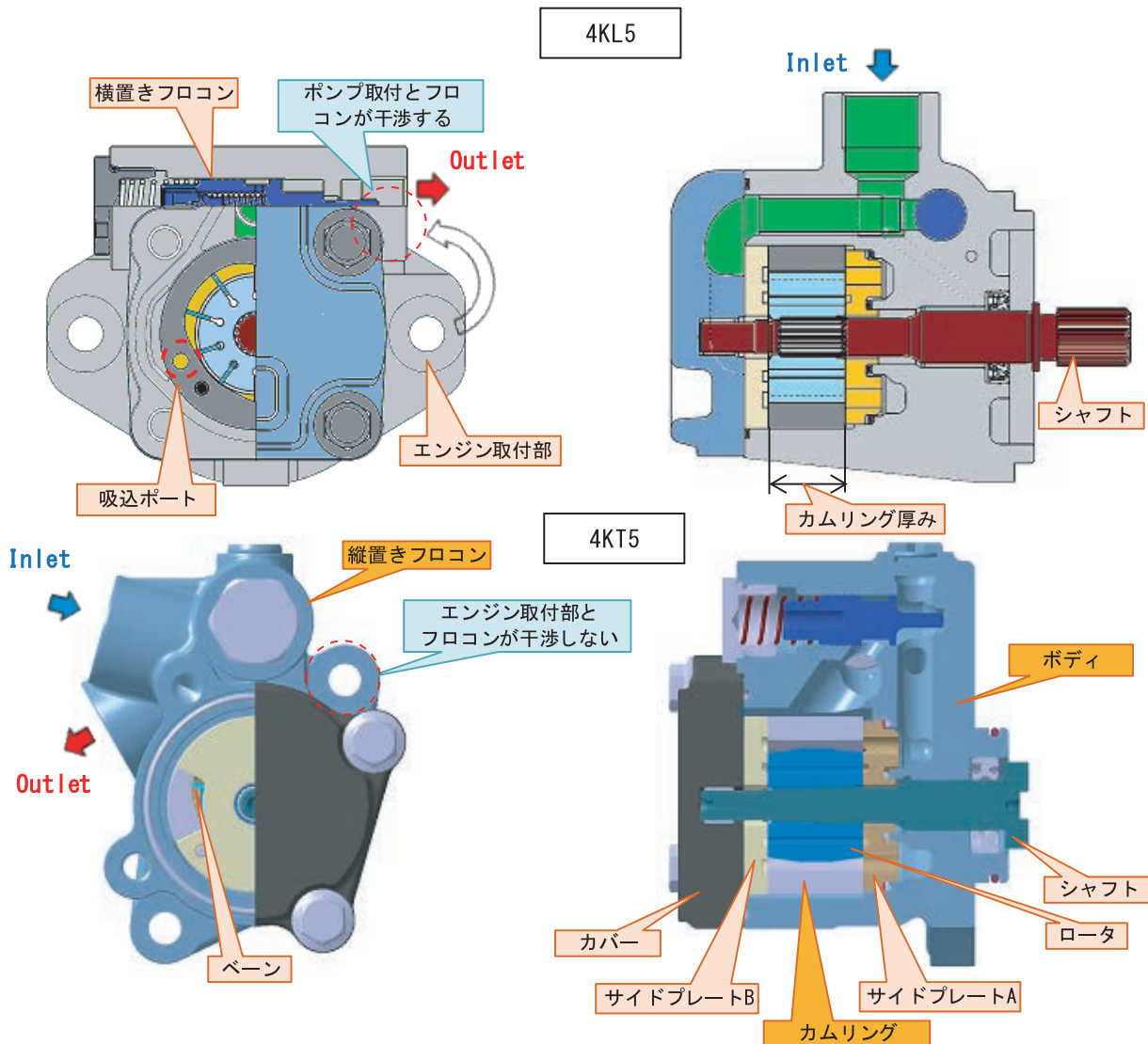


図1 ポンプ構造

### 3.2 各部品の高圧力仕様化

#### 3.2.1 ボディの耐圧性確保

コスト低減のため、切削代低減可能なアルミダイカストを採用する必要がある。また、高圧化(22MPa)に対応するため熱処理で強度を向上した。

また、ボディ内部の高圧室及び吐出油路の耐圧性を満足させるために、油路形状をFEM解析により最適設計し、ポンプ内部応力の低減を図り、耐久性を確保した(図2)。

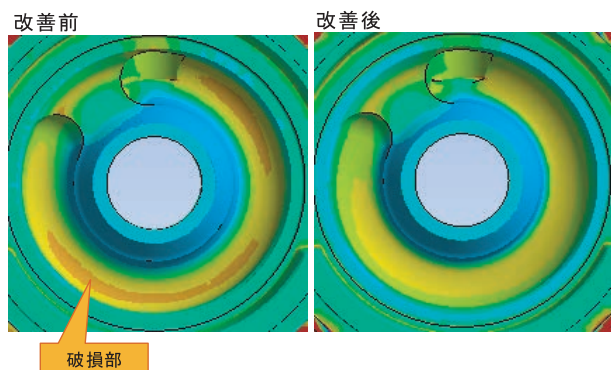


図2 ボディ強度検討結果

#### 3.2.2 内蔵部品の高圧力仕様化

内蔵部品のカートリッジAssy<sup>注5)</sup>において、カムリングはベーンからの押付け力を受けるが、高圧化することで、押付け力が上昇するため、カムリングの焼付・摩耗が懸念される。今回、ベーンリフト量を低減し、カムリングとベーン先端のPV値を低減することで焼付防止とした。

注5) カムリング・ロータ・ベーンで構成する。シャフトに嵌合されたロータが回転することで、ベーンは半径方向に飛び出し、カムリング内周面に沿ってしゅう動する。その際の内部容積の増加・減少により、作動油の吸込みと吐出しを行う。

従来、4KL5はボディから吸込んだ油をカバーの中子を経由してベーン室へ導いていた。吸込性向上のため、カバーからサイドプレートA側へ油を送り込む吸込ポートをカムリングに設定していた。

今回、4KT5では吸込み油路が変更された。縦置きフロコンの採用により、ボディから吸い込んだ油をカムリング外周を経由してベーン室へ導く構造となった(図3)。

このため、カムリングに設定していた吸込ポート(図4)が不要となった。カムリング強度向上のため、吸込ポートを廃止し、肉厚を確保して応力を低減することで高圧化による破損を防止した。

この結果、4KT5の高圧仕様(22MPa)においても、カムリングの材質として焼結材を使用することが可能となった。

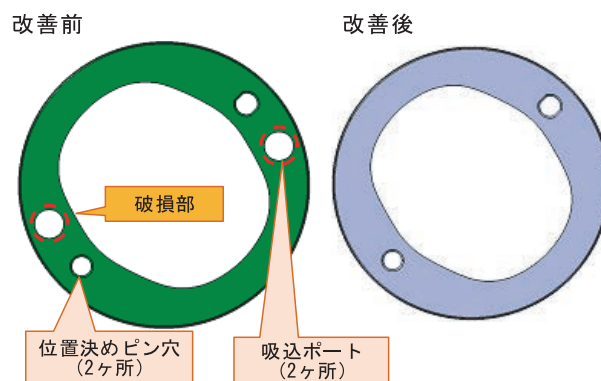


図4 カムリング形状

### 3.3 高効率化

ポンプを高圧化すると、内蔵部品のロータ・サイドプレート間で焼付きが発生しやすくなる。これを防止するためにロータ・サイドプレート間のクリアランスを拡大する必要がある。この場合、高圧時に

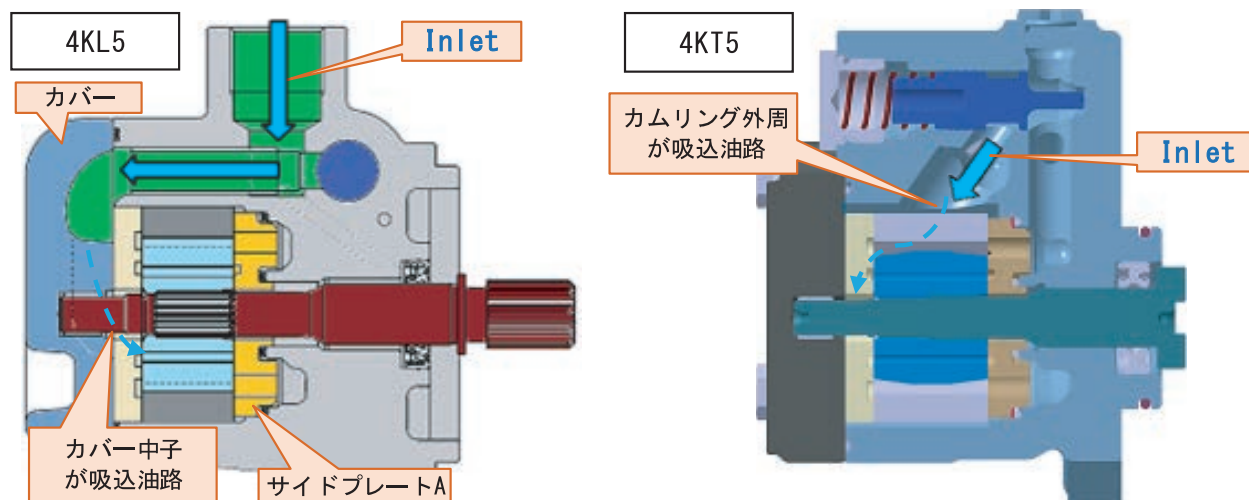


図3 吸込油路形状比較

容積効率が低下する傾向にある。

4KT5ではポンプの省エネルギー化のため、高圧時でも高効率を維持できる構造とした。その結果、他社品に対して最大20%の容積効率が向上した（図5）。

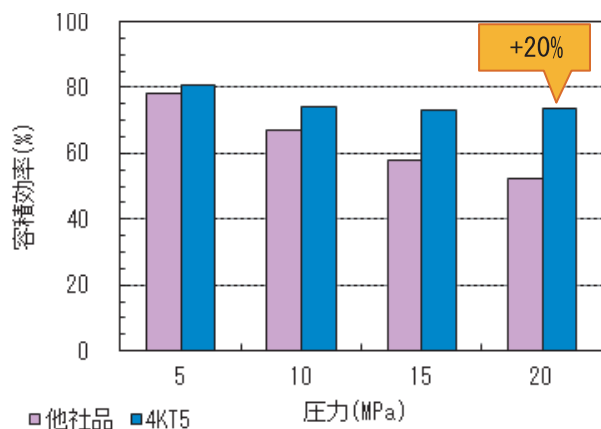


図5 容積効率比較 (500rpm, 80°C)

### 3.4 低騒音化

高圧化による弊害として低回転、高油温の条件下で騒音が増加する問題がある。騒音対策のため高圧時の騒音増加のメカニズムを解明した。

ポンプ室内圧の実測と周波数解析を実施し、騒音低減の対策を行った。この結果、他社品に対し騒音を低減することができた（図6）。

### 3.5 PSポンプ駆動方式と軸受方式

商用車メーカーからの要望に対応するため、ギヤ、カップリング等の様々な駆動方式に対応できるように、すべり軸受け、転がり軸受けタイプの両方を設定した。

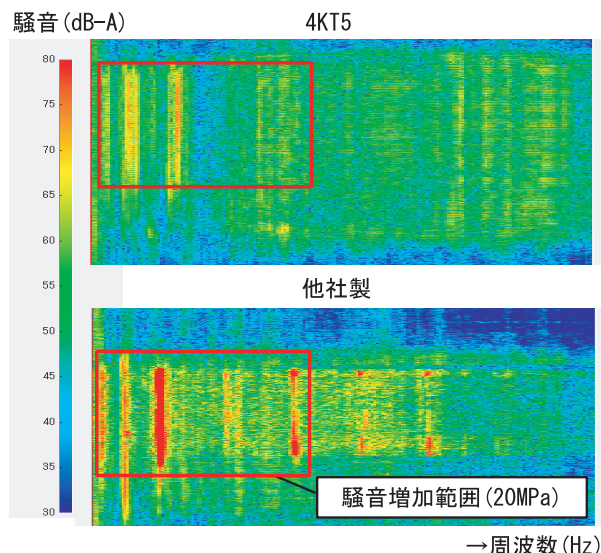


図6 騒音比較 (500rpm, 120°C, 20MPa)

## 4 おわりに

中・大型商用車向けのPSポンプの4KT5の開発が完了した。4KT5は欧州商用車に対応可能な取付形状で高圧・大容量を成立させ、他社品に対して高効率、低騒音を達成できた。また、アルミダイカスト製ボディ、焼結製カムリングの採用によりコスト低減を図った。

最後に、本プロジェクトに携わった全ての関係者の方々に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

著者



塩崎 浩

1997年入社。オートモーティブコンポーネンツ事業本部ステアリング事業部ポンプ技術部。パワーステアリング用ベーンポンプの設計、開発に従事。