

## 低騒音油圧駆動ファンシステム

### Low Noise Type Hydraulically Driven Engine Cooling Fan System

丸田 和弘  
Kazuhiro Maruta  
吉田 伸実  
Nobumi Yoshida

建設機械の低騒音化の手段として、油圧駆動ファンシステムがトレンドになりつつある。しかし、既存の油圧駆動ファンシステムは、汎用ポンプ・モータ、汎用制御バルブなど、汎用装置を組み合わせるシステムを構成している。そのため、場積が大きく、また、それぞれの装置を配管でつなぐため、構成が複雑になり、車載レイアウトが困難、かつ、システムコストアップにつながる。

そこで、現状のファンシステムの問題点を明確にして、これらの問題を解決すべく、油圧駆動ファンシステムのコンセプトをまとめ、コマツ油圧ショベルなどで実績のある、ピストンポンプ・モータをベースに、ファンシステム専用のファンポンプ・モータをアプリケーション設計をして、これらの組み合わせにより、コンパクト、かつ高性能・高信頼性を満足したコマツ独自の油圧駆動ファンシステムを開発した。

本稿では、コマツ油圧駆動ファンシステムの特長について紹介する。

Recently a hydraulically driven engine cooling fan is becoming a mainstream technology as one of the means to bring down the level of noises generated by construction equipment. However, the currently available system is no better than a mere combination of various general purpose-devices such as a hydraulic pump and motor, valves, etc. As a result, it requires large space for installation; the overall configuration necessarily becomes complex as each component device is connected with each other with piping, leading to difficulty in designing its installation on an actual machine; and all these drawbacks end up in an increased system production cost.

Prompted by the recognition of this reality, we set about a series of activities for improvements that included identifying problematical areas and working up a concept on an ideal hydraulically driven engine cooling fan system. In more concrete terms, we picked out a piston pump and motor for a base equipment that has a good and long track record in its application to the Komatsu's hydraulic excavators, then designed a new pump and motor exclusively for the cooling fan application, and put them together. A combination of the pump and motor has successfully made up a compact and unique Komatsu hydraulically driven engine cooling fan system of high performance and high reliability.

This paper discusses various characteristics of this new system.

*Key Words:* Low Noise, Energy Saving, Engine Cooling Fan System, Fan, Pump Motor, Conformity With Noise Regulations

## 1. 油圧駆動ファンシステム開発の背景

世界的な対環境性重視指向の流れの中で建設機械の油圧駆動ファン化の傾向が強くなってきている。「なぜ、今、油圧駆動ファンなのか?」という点について以下に示す。

### (1) 厳しい低騒音化への要求

今まで低騒音化はEUなど、ある指定された地域向けの特別車として対応してきた傾向があるが、近年、騒音規制値の要求がさらに厳しくなり、今までの低騒音技術の延長線上では追いつかなくなってきた。また、これからは地球規模での環境対応重視のトレンドに対応していくべく、低騒音車を世界基準車としていくという流れがある。

### (2) レイアウトの自由度向上

“油圧駆動ファン”による機器レイアウトの自由度を活かし、油圧ショベルの後方小旋回などのエンジンルーム内のさらなるコンパクト化および建機レンタル化傾向に合わせて整備性向上(特にクーリング清掃性)の要求に対応できる。

### (3) 世界的な流れ

世界的な建設機械展などでも見られるように、油圧駆動ファン化は、ユーティリティマシンに至るまで建機全般における世界的なすう勢であり、かつ、常識化しつつある。

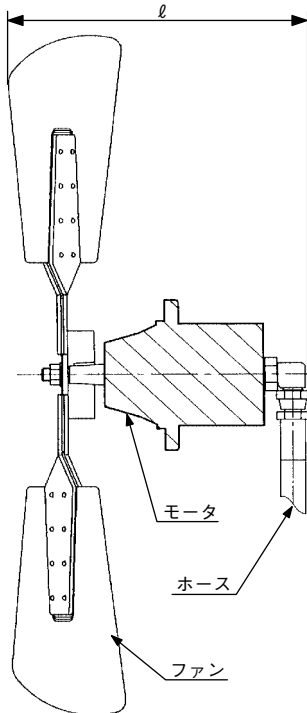
本稿では、コマツ油圧駆動ファンシステムの開発にあたり、従来システムの問題点に対応したコマツ油圧駆動ファンシステムの特長および様々なニーズに対応すべく、多くのバリエーションなどについて紹介する。

## 2. 従来システムの問題点

コマツ油圧駆動ファンシステムの開発にあたり、従来システムの問題点をあらい出した。

### (1) ファンとモータの組み付け状態の場積大

ファンとモータおよび配管を含め軸方向に長く、車載レイアウト上、大きな場積が必要となる。(図1)



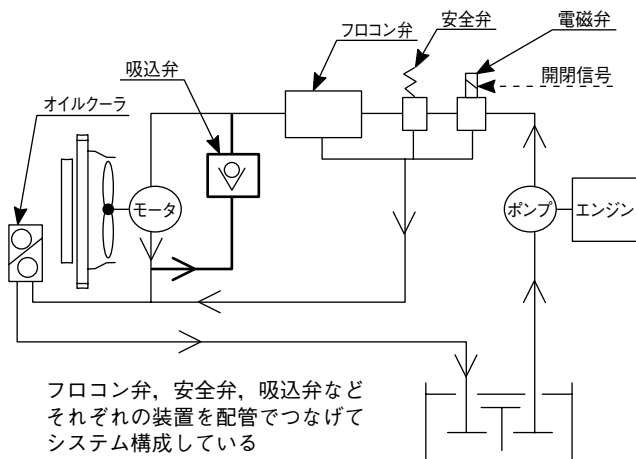
l寸法が長く、ファン搭載時の場積が大きくなってしまふ

図1 従来のモータとファン結合例

### (2) システム構成が複雑

ファンシステムの制御のために必要な機器は汎用製品が多いため、各々必要な機器をレイアウトして、配管でつなぎ合わせてシステムとして構成している。(図2)

このため、システムコストアップ、車載レイアウトが困難、場積が大きくなるなどの問題がある。



フロコン弁、安全弁、吸込弁などそれぞれの装置を配管でつなぎ合わせてシステム構成している

図2 従来のシステム例

### (3) 低効率

従来の油圧駆動ファンシステムは、ギヤタイプのポンプ・モータが使用されることが多く、システムとしての効率が低い。(ロス大)

### (4) バリエーション展開が困難

様々な母機の仕様にあわせたファンシステム対応する場合、汎用機器の組み合わせにて構成しているため、基本システム構成から母機の仕様に応じて組み直す必要がある。

(基本システムに対して要求仕様に応じた装置をアドオンして対応するという手法が取れない)

### (5) ファン正逆回転切り換えが困難

建設機械の油圧駆動ファンシステムの要求機能の一つにファンの正逆回転切り換えがある。この目的として、ラジエータの清掃、オペレータキャブ内の暖気などが上げられる。

従来の対応方法としては、ファンの羽の傾きを逆転させて風の流れ方向を切り換えるリバーシブルファンを採用していた。

しかし、このファンはコストが高く、また切り換えるとき、オペレータの手間がかかる点で問題がある。

### (6) 監視温度の多入力が困難

従来の油圧駆動ファンシステムのなかで、サーモリリーフ弁を使用して監視温度(クーラント温度、作動油温など)とファン回転を制御するシステムが存在している。

しかし、このシステムであると監視温度が一つだけであれば良いが、複数監視して制御したいという要求に対しては、回路構成が複雑になり、対応が困難である。

### 3. コマツ油圧駆動ファンの特長

(問題点に対する対応)

(1) インファン構造(図3参照)

ファンボス部に油圧モータを格納し、ファンからのモータ後部飛出し量を最小にする。

(2) 制御バルブ・ビルトイン(図4参照)

ファンシステムに必要な機能(安全弁, 吸込弁, フロコン弁, リバーシブル弁, 電磁比例サーボ弁など)をポンプ・モータに内蔵する

- ・基本的にはポンプとモータの出入り・ドレン配管のみでシステム構成可能。
- ・リバーシブル弁内蔵により、容易にファン正逆回転切り換えが可能。
- ・システム制御は電磁比例制御方式を採用したため、監視温度の多入力が可能になり、その他様々な制御が可能。

(3) 高効率(図4参照)

アキシヤルピストンポンプ・モータを採用。(コマツ油圧ショベルなどで実績のあるピストンポンプ・モータをベースにして開発)

(4) 豊富なバリエーション(図5, 図6参照)

母機の様々な要求仕様に対しての対応方法として、基本システムをベースとして要求機能に応じた装置をアドオンして対応することにより、容易にバリエーション展開が可能になった。(図7)

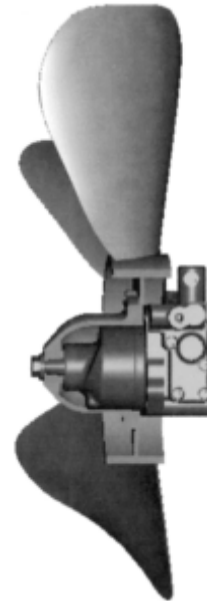


図3 インファン構造

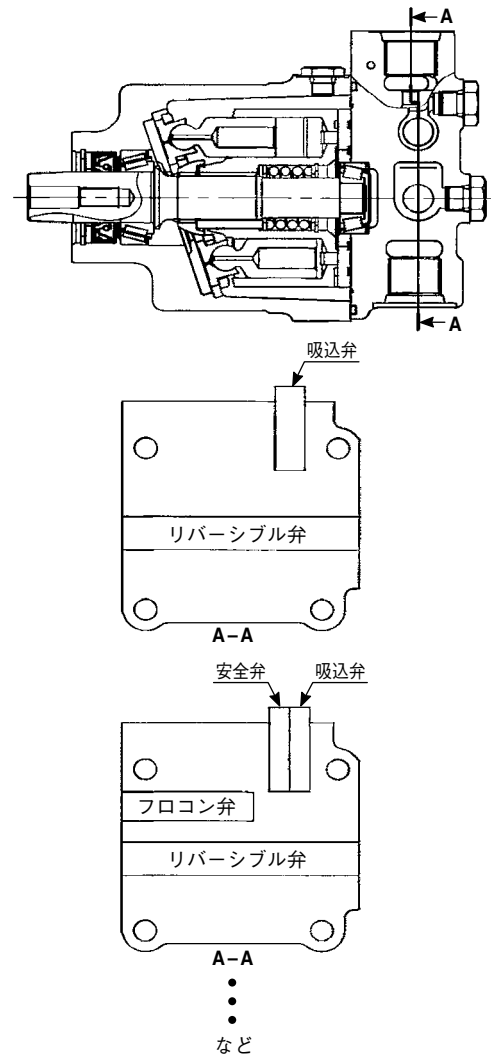


図4 ファンモータ主要断面

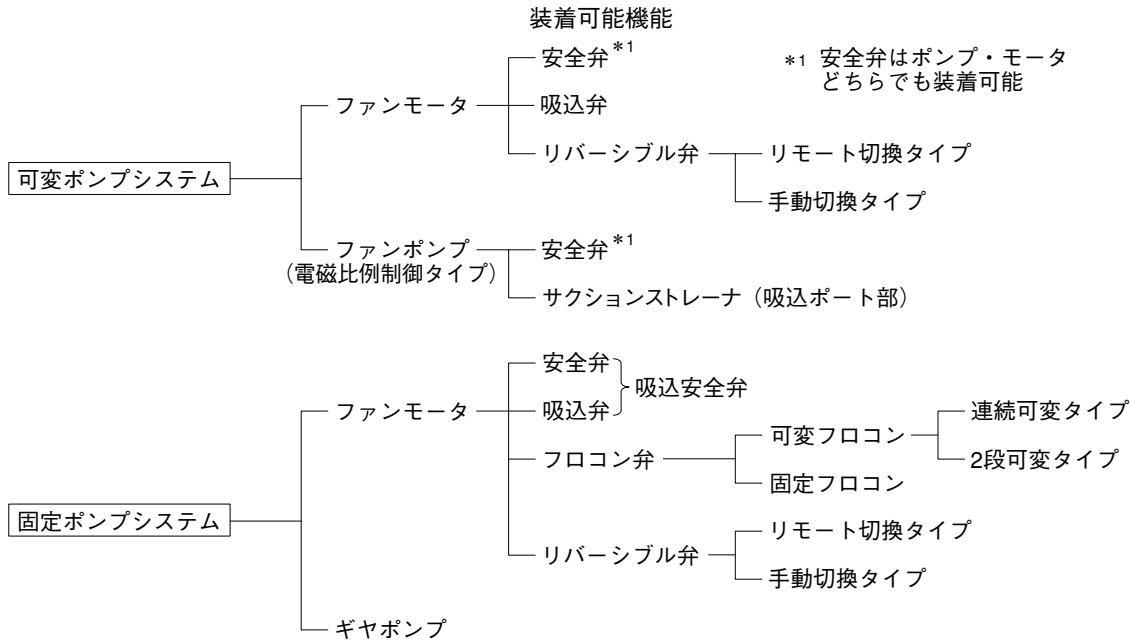


図5 ハードのバリエーション

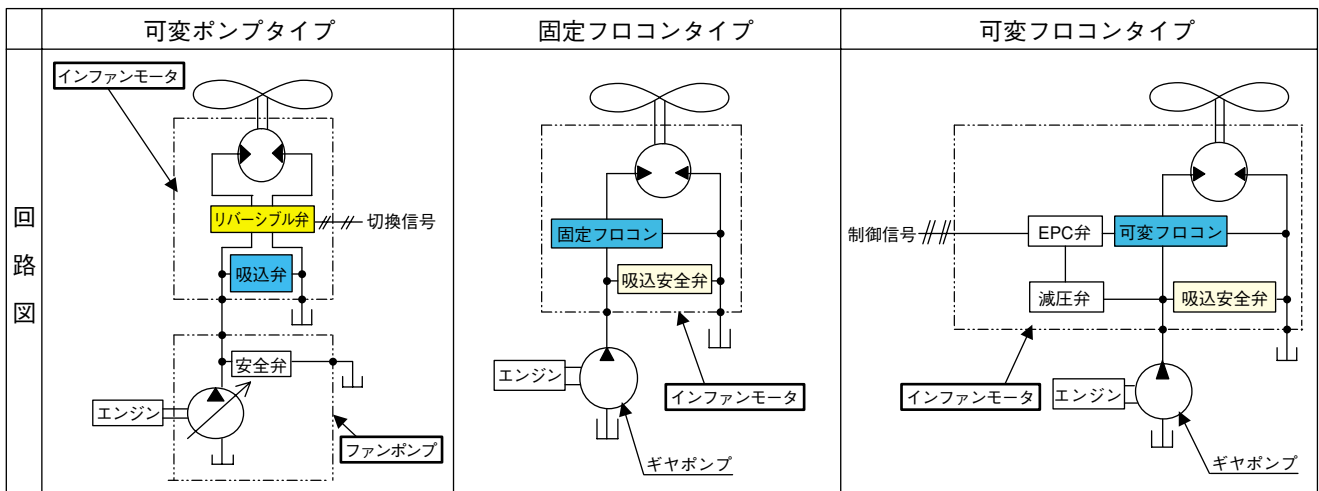


図6 システムのバリエーション

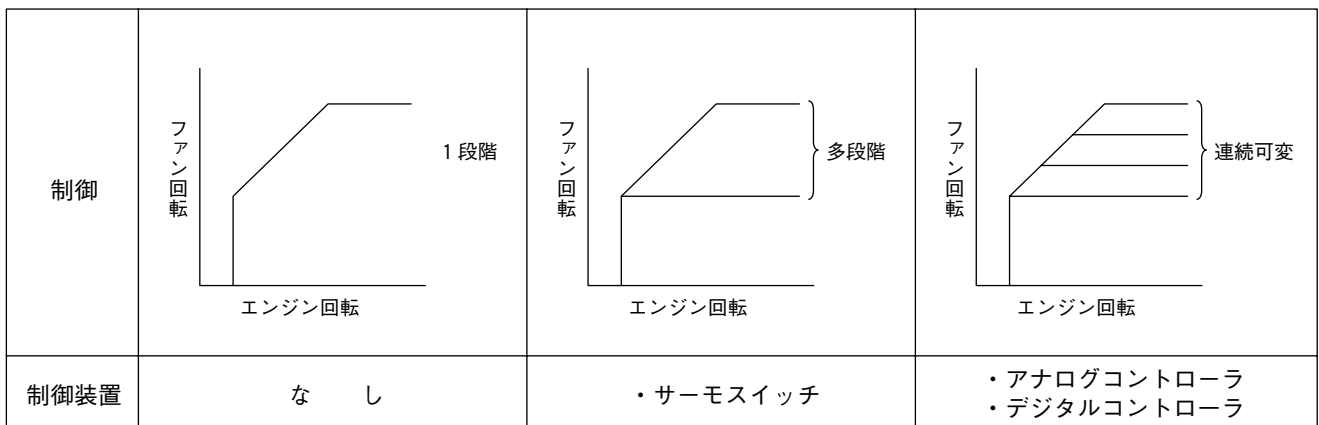


図7 制御のバリエーション

### 4. 油圧駆動ファンシステムについて

#### (1) 可変ポンプシステム

〈システム説明〉

- ・本システムのファンポンプは、電磁比例制御ポンプを採用している。(図8)
- ・このポンプは、指令電流信号(EPC電流値)に対して斜板が、一義的に変化し、指令電流信号とポンプ吐出量が図9のような特性を示す。
- ・クーラント温度や作動油温などの監視温度の温度の状況がコントローラに取り込まれる。
- ・監視温度と必要ファン回転のマップがあり、そのマップから目標ファン回転を設定。
- ・必要ポンプ吐出量が算出される。同時にエンジン回転を検出(ポンプ回転数)。このデータから必要ポンプ斜板角を算出され、電磁比例制御弁(EPC弁)に指令電流が出力され、ポンプ斜板角が設定され、要求流量がモータへ吐出される。
- ・この制御によって、図10のようにファン回転をエンジン回転に関係なく、要求回転で一定に保つことが可能になる。

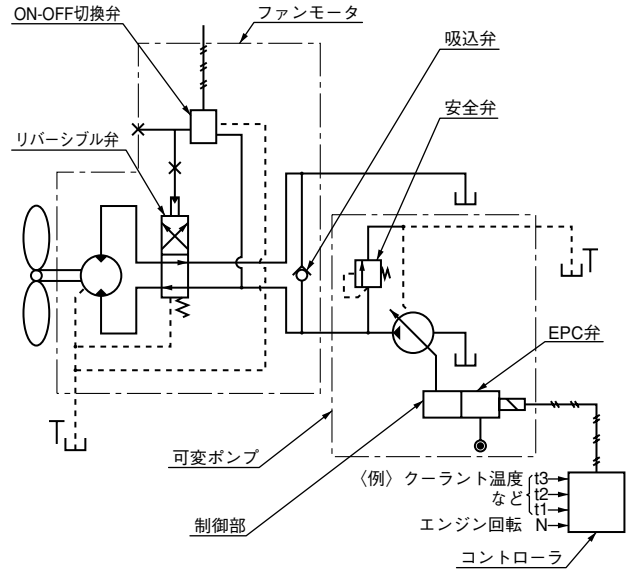


図8 可変ポンプシステム回路図

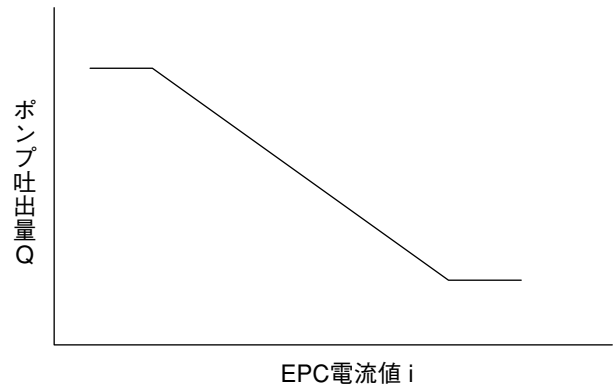


図9 ファンポンプ制御特性

#### 制御仕様グラフ

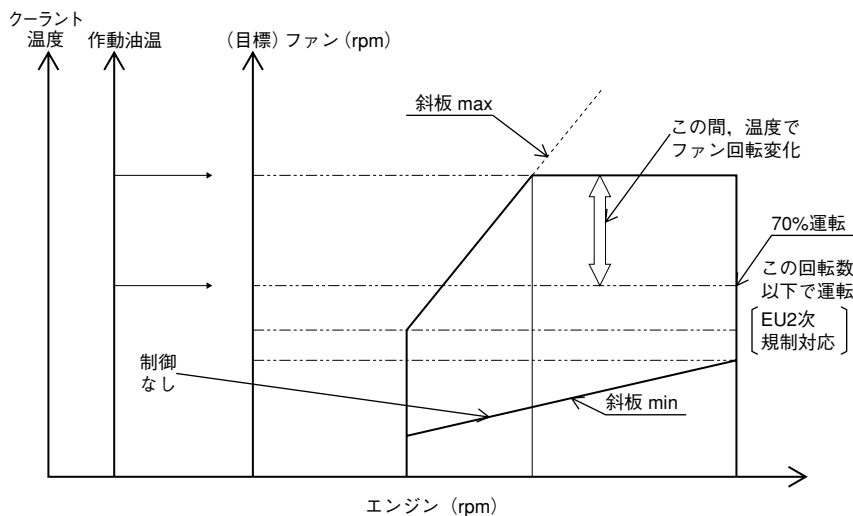
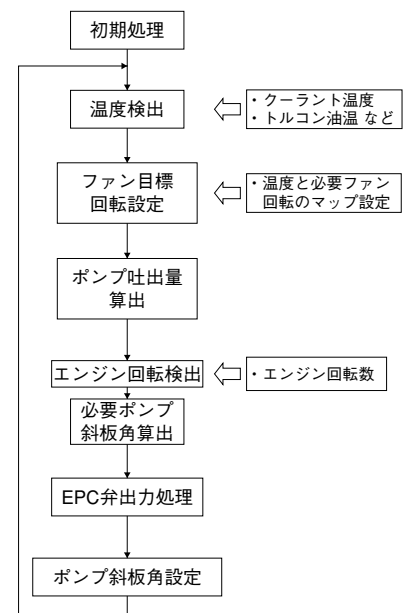


図10 ファン制御仕様とフローチャート

#### フローチャート 〈メイン処理〉



(2) 固定ポンプシステム

〈システム説明〉

- ・本システムのファンポンプは固定ポンプ(ギヤポンプ)を採用している。(図11)  
固定ポンプからは、エンジン回転数に比例した流量の圧油が吐出される。
- ・図12のようにモータは流入流量 $Q$ に比例してモータ回転は上昇していく。  
流入流量 $Q_1$ では③ rpmで回転する。  
ファンモータの機能として騒音低減、ロス低減を図るために、ファン回転が流入流量に関係なく必要回転で一定に保つ制御が必要となる。  
上記を満足させる機能としてフロコン弁が必要となる。  
〔流入流量が $Q_0$ から $Q_1$ に増加してもモータ回転を①→③ rpmのように一定に制御したい。〕
- ・フロコン弁はポンプ吐出流量を必要だけモータに供給し、余剰な分はタンクへ戻す。  
図11において流入流量 $Q_0$ 以上になるとフロコン弁が働き(P→T開口)、図12のハッチング部の余剰流量がフロコン弁からTポートへ捨てられてモータ回転が①→③まで一定に保たれる。
- ・電磁比例可変フロコンバルブを装着した場合の制御例を示す。  
このタイプのフロコン弁は図13に示すようにモータ回転のたな①-③を指令電流を変化させることにより、①'-③'の間でモータ一定回転数を連続で変化させることが可能である。従って、監視温度(クーラント温度、作動油温など)に対して自由にファン回転を設定することが可能である。
- ・上記制御例は連続可変紹介したが、多段可変、一段可変(固定フロコンタイプ)制御も対応可能である。

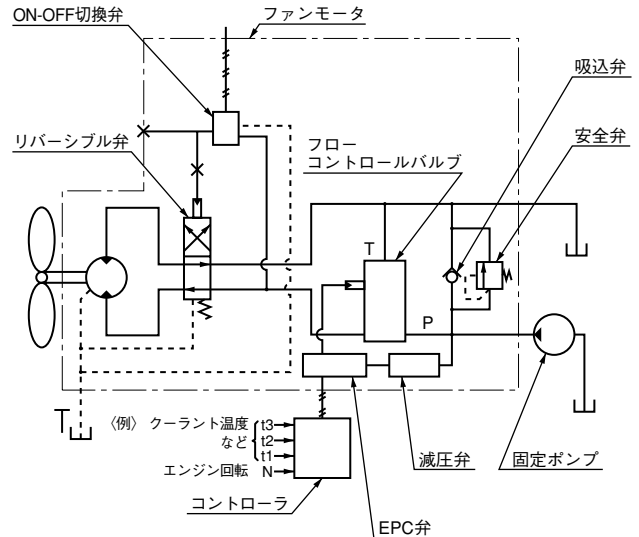


図11 固定ポンプシステム回路図

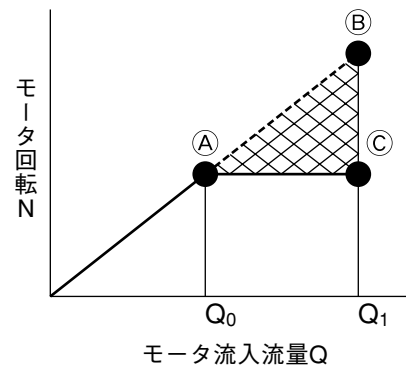


図12 モータ流入流量と回転の関係

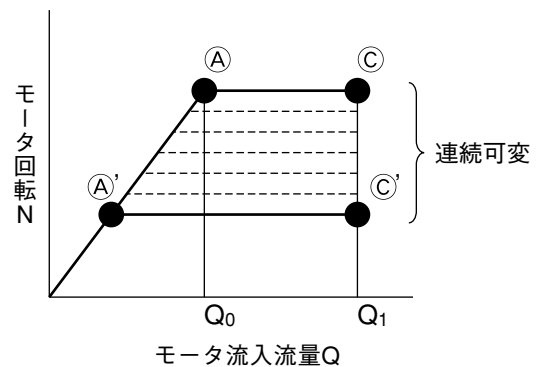


図13 連続可変制御図

## 5. おわりに

建設機械の低騒音化には油圧駆動ファンシステムが必須になりつつあり、さらなる対環境重視指向に対して有効なシステムだと思われる。

現在、コマツ油圧駆動ファンシステムは、ホイールローダをはじめ、ブルドーザ、ガラパゴスなどを中心に可変ポンプシステムが採用され、適用機種が拡大が進んでいる。

最近では、固定ポンプシステムの量産化も間近にせまっている。

これからは、系列拡大、他機種への展開に向け、取り組んでいきたい。

## 筆者紹介



Kazuhiro Maruta

まる た かず ひろ

**丸田 和弘** 1987年、コマツ入社。  
現在、エンジン・油機事業本部油機開発センター所属。



Nobumi Uoshida

よし だ のぶ み

**吉田 伸実** 1984年、コマツ入社。  
現在、エンジン・油機事業本部油機開発センター所属。

## 【筆者からひと言】

油圧駆動ファンシステムとは、ポンプとモータをつないで、モータに結合したファンを回すという、いたって簡単なシステムですが、そこに、ユーザーの要望や、車体搭載上の要求などに対して、様々なアイデアを組み込んで、機能やバリエーションの面でかなり商品力のあるシステムが出来上がったと感じています。

今後は、次世代ファンシステムのコンセプトをまとめ、さらなる進化をしていけるようがんばっていきたいと思っています。