

製品紹介

小型油圧ショベル用コントロールバルブ KVSX-12Cの開発

福 島 亮

1 はじめに

2～4トンクラスの小型油圧ショベルは、道路工事での掘削や整地作業、街中の建設現場での作業等、さまざまな場所、用途で使用されており、近年需要が拡大している。小型油圧ショベルの油圧システムとしては、オープンセンタシステムとクローズドセンタシステム（ロードセンシングシステム）に分けられる。オープンセンタシステムとは、ポンプが常に任意の流量を吐出し、ブリードオフ回路よりタンクに逃がす流量を調整しながらアクチュエータを動作させるシステムであり、小型油圧ショベルの製品化当初より用いられてきたシステムである（図1）。

ロードセンシングシステムは、操作量に応じメータイン絞りの前後差圧が一定になるように可変ポンプに圧力をフィードバックし、可変ポンプの斜板を制御することで、必要量だけの油で操作できるシステムである（図2）。必要に応じた流量のみを吐出させるため、オープンセンタシステムに対して、ロスを低減させたシステムとなる。

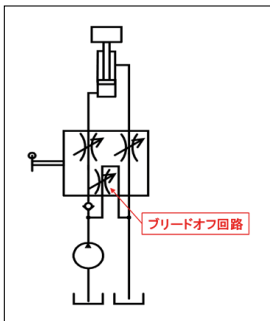


図1 オープンセンタシステム

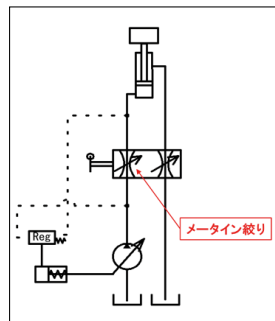


図2 ロードセンシングシステム

KYBでは小型油圧ショベルのロードセンシング用コントロールバルブ（以下バルブ）として、KVSX-12シリーズを生産しており、これまでA～B

モデルまでの製品化を行ってきた。今回、更なる機能・性能向上を目的に、3世代目となるKVSX-12C（以下、開発モデル）の開発、製品化を行ったので、概要を紹介する。図3に開発モデルの外観を示す。

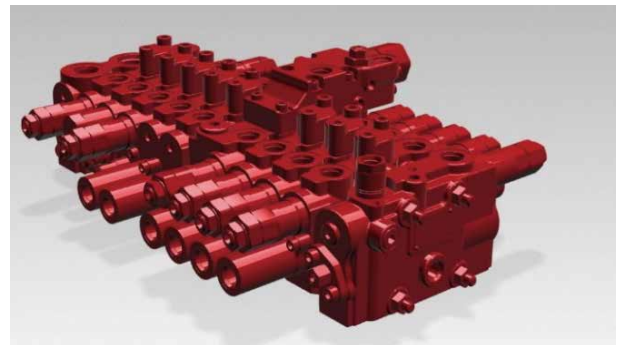


図3 KVSX-12Cバルブ外観

2 開発課題

本件の開発にあたり、開発課題として以下の項目を挙げた。

- ①高温時の作業速度低下改善
- ②圧力損失低減による燃費向上
- ③加工コスト低減

①について、KVSX-12B（以下、従来モデル）は油温が上昇した時に作業速度が低下する課題があった。開発モデルでは、構造の見直しを実施することにより改善を図った。

②について、油圧ショベルの環境性能の向上として、実機燃費向上が求められる。バルブの圧力損失低減のため、従来モデルではコンペサースプール（圧力補償弁、以下コンペスプール）の外径がφ12であったものに対し、開発モデルでは外径をφ14に変更することで圧力損失低減を図った。

③について、従来モデルではバルブハウジング加工上のネックとなっていた、コンペスプールに減衰効果を持たせるための絞り加工（斜め加工）を実施

していた。今回、別部品にて構成することで斜め加工を廃止し加工性を向上させ、加工コストの低減を図った。

3 開発モデルの概要

3.1 構成

従来モデルと開発モデルの回路図を図4にて比較する。従来モデルに対して性能向上のために(1)(2)の改良を行った。

(1)暖気性能向上

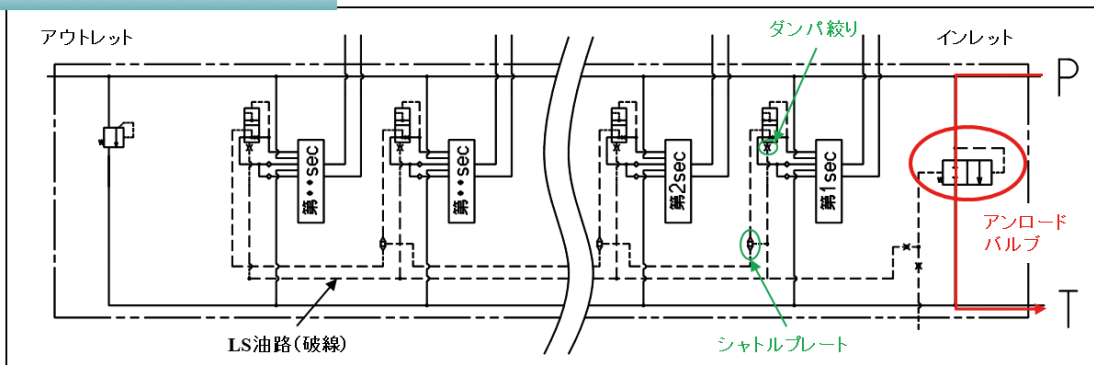
アンロードバルブのレイアウトを変更している。従来モデルでは、アンロードバルブをインレットに配置していたが、アウトレットに配置を変更するこ

とで、スタンバイ時でもポンプ (P) ポートから供給された油は、すべてのセクションを通過し、タンク (T) ポートよりタンクへ戻る回路 (ヒート回路) を構成している。これにより、バルブ全体の物温が上昇し易くなることで、暖気性能を向上させた。

(2)低温時操作性向上

従来モデルでは、メインプール中立時に図4の回路図に示したLS油路がメインプールを介して、タンクと導通する構成としているため、LSドレン絞りを設定していないが、開発モデルでは、これを追加し、常時LS油路をタンクに接続 (捨て絞り構成) とする構成とした。これにより、LS油路の暖気性能が向上し、特に低温時のハンチングが起こりにくい構造とすることで操作性を向上させた。

KVSX-12B(従来モデル)



赤矢印: スタンバイ時の作動油の流れ

KVSX-12C(開発モデル)

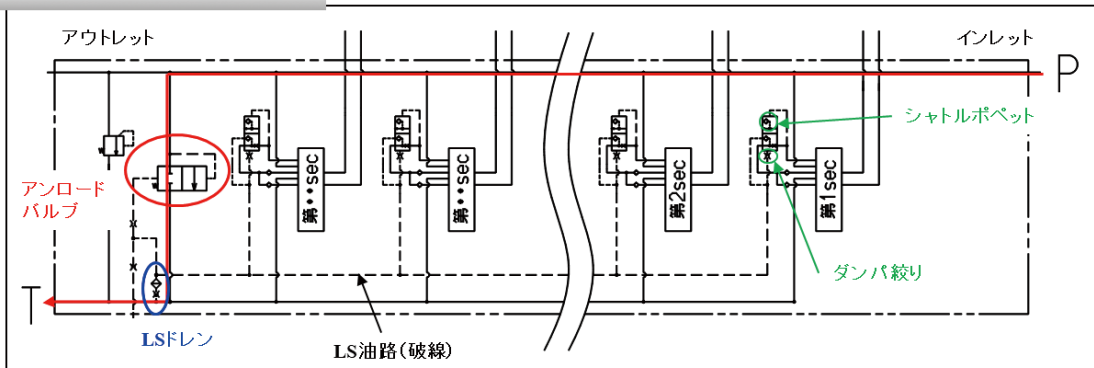


図4 回路比較

3.2 高温時の作業速度低下改善

従来モデルのLS油路の高圧選択機能はバルブハウジングの合わせ面にシャトルプレート構造 (メタルシール方式) を採用していた。また、LS油路の合わせ面もメタルシール構造となっている (図5) ため、シャトルプレート及びバルブハウジングのシール部平面度や表面粗度の出来栄によりLS圧力の内部漏れが発生しやすい構造であった。油温が高温となり、油の粘度が下がると、LS圧力の漏れ

が大きくなってしまふ。この漏れによりLS圧力が低下すると、ポンプにフィードバックされる圧力も低下する。このことで、一定差圧に保とうとするロードセンシングシステム上の特徴から、ポンプからの吐出量、つまりアクチュエータへ供給される制御流量が低下してしまい、作業速度が低下する課題があった。

開発モデルでは、高圧選択機能をコンベスプール内のシャトルポペット構造に変更することで、シー

ト性を向上させ、漏れ量を低減させた。またLS油路の合わせ面をOリングシール構造にすることで、平面度や表面粗度の出来栄えによらず、漏れない構造に変更した(図6)。シート性の向上、及び合わせ面のシール構造変更により、LS油路の漏れは低減され、油温上昇に伴う制御流量の低下率は、従来モデル約6.8%に対し、開発モデルでは約1.5%に改善できた。

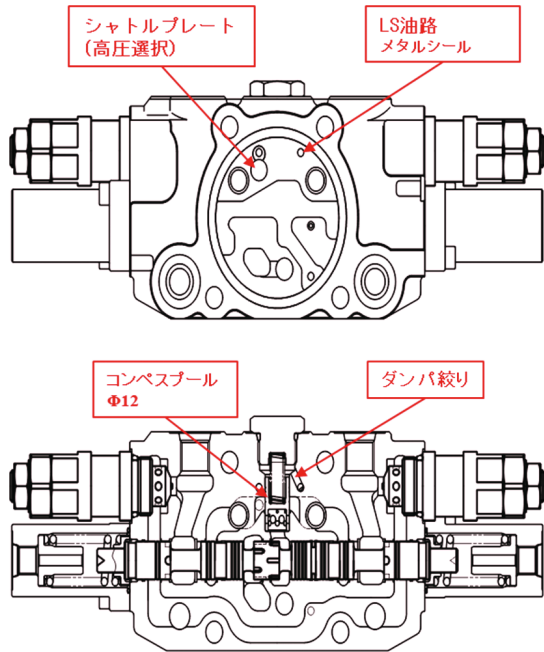


図5 従来モデルセクション構造

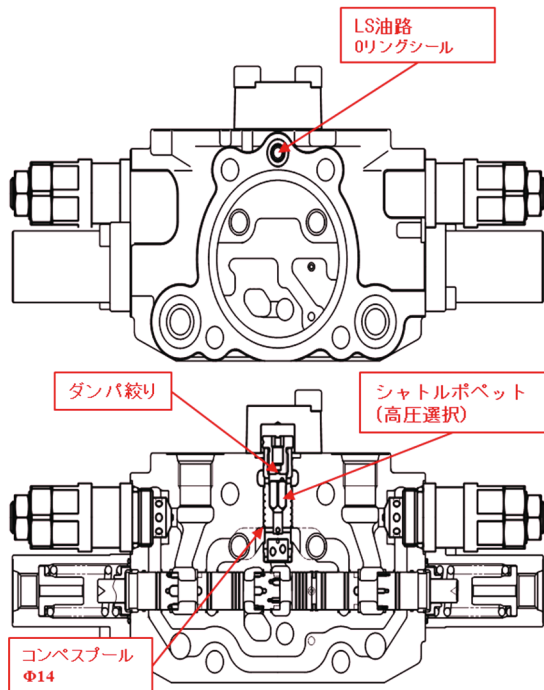


図6 開発モデルセクション構造

3.3 圧力損失低減

図5、及び図6に示した通り、従来モデルでは、コンベスプール外径をφ12としていたが、開発モデルではφ14に拡大した。そのことで最大開口面積を拡大し、圧力損失低減を図った。

50L/minの油をアクチュエータへ供給する場合、従来モデルではコンベスプール通過にて約0.27MPaの圧力損失が発生していた。開発モデルでは開口面積の拡大により、発生する圧力損失は約0.16MPaとなり、約0.1MPa低減させることができた。

ロードセンシングシステムでは、LS制御差圧が一定になるようポンプの吐出流量を制御しているため、この圧力損失低減により、従来モデルを使用していた時と同等の制御差圧にて、作業速度UPが可能である。また、圧力損失を低減させた分、LS制御差圧を下げることも可能であり、省エネ性を向上させた。

尚、コンベスプール径拡大に伴い、バルブハウジング幅の拡大が見込まれたが、フロントローディングとして、応力解析による形状の最適化を行うことにより、従来モデルと同サイズのまま品質目標を満足することができた(図7)。これにより、車体搭載性については従来モデルと同等のまま、性能向上を図ることができた。

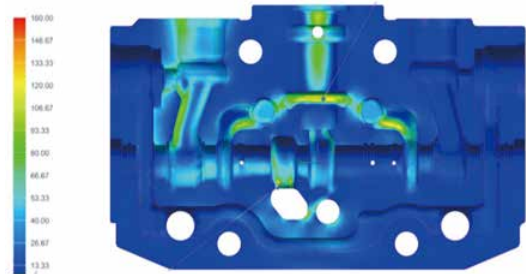


図7 応力解析結果

3.4 加工コスト低減

従来モデルでは、コンベスプールに減衰効果を持たせるため、バルブハウジングに斜めのキリ穴加工を実施し、絞りを設けている(図5)。斜め加工の際、加工工程の変更が生じることから、加工コスト増加の要因となっていた。また、絞り量によってキリ穴径を変更する必要があり、絞り量の仕様毎にバルブハウジングを設定する必要があった。

開発モデルでは、この絞りが設けられたプラグをコンベスプールに組付けることで、斜め加工を廃止し加工コスト低減を図った(図6)。また、絞り加工をプラグに配置したことにより、絞り径の仕様毎

にバルブハウジングの設定が不要となり、加工共通化が可能となった。尚、前述のシャトルプレート構造の場合には、バルブハウジングにシャトルプレート挿入部を加工する必要があったが、シャトルポペット構造への変更により、この加工部を削減することができ、加工コストの低減を図ることができた。

4 おわりに

2～4トンクラスの小型油圧ショベル用ロードセンシングシステム向けに開発したコントロールバル

ブの概要について説明した。要求される機能に加え、従来モデルからの課題も改善することができた。

ロードセンシングシステムは自動化に向け電子制御に対応しやすいシステムであり、今後も市場要求が高まることが予測される。市場要求は常に変化しており、今後もこの変化に遅れることなく、市場要求を先取りし、競争力の強い製品開発に尽力していきたい。

最後に、本製品の開発にあたり、ご支援頂きました関係部署の方々に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

著者



福島 亮

2011年入社。KYB-YS設計部HC設計課。ハイドロリックコンポーネンツ事業本部技術統轄部上田油機技術部バルブ設計室を経て現職。コントロールバルブの設計に従事。