

## 薪割機用コントロールバルブの開発

石 地 令

### 1 はじめに

KYBエンジニアリングアンドサービス(株)は農業機械や建設機械等さまざまなお客様へ油圧製品を納入している。

今回、薪割機の輸入販売会社である(株)ホンダウォーク様から新しい薪割機の開発にあたり油圧システムの提案を依頼された。

油圧システムの仕様は、現行の薪割機を協同で調査測定して決めていくことから始めた。

コントロールバルブの話の前に、薪割機について説明する。

### 2 薪割機

一般的な薪割機は、動力源を持ち、刃物又は丸太を移動させて細かく割る機械で、設置式又は移動式がある(写真1)。



写真1 薪割機の例  
(株)ホンダウォーク様カタログより)

薪割機の刃はテーパ状になっており、切ると言うより裂くという働きで、英語ではLOG SPLITTER MACHINE(木材を裂く機械)と表現される。昔も今も、斧を振り下ろして丸太を割り、薪は作られている。よって、体力と技術が必要なために機械化が考案されてきた。刃を振り下ろす代わりに、重力の

利用や、機械式、電気式、油圧式で丸太を割る構成で多くの種類が製造販売されている。

今回、開発対象となった薪割機は、エンジンを用いて油圧ポンプを駆動し、コントロールバルブで作動油を制御して、油圧シリンダで刃物を押すことで丸太を割ることが可能な油圧システムを搭載、クローラやタイヤを装備し、移動を可能とした物である。この構成が多く、販売数も一番多い。

### 3 薪割機の油圧の特徴

#### 3.1 2ステージポンプ

丸太を割る一連の作業は、大きく分けて2つの工程に分けられる。

1つ目は、あまり力を必要としない工程である。

刃物を移動させているだけのときが、この工程であり力よりも刃物の移動スピードが求められる。この場合、低圧で容量の大きなポンプが必要である。

2つ目は丸太を割る工程である。

この工程は速度よりも油圧力が必要とされ、油圧力が丸太を割る力の元になる。この場合は高圧で容量の小さいポンプとなる。

薪割機として、低圧大容量ポンプを使用した速度重視の工程と、力を必要とする高圧低容量ポンプとが自動的に切り替わることが求められる。

サイクルタイムを早くし、エンジン馬力が小さくても丸太が割れるように、ほとんどの薪割機に採用されている方式である。

#### 3.2 コントロールバルブの作動

コントロールバルブの動きはレバーの位置で次の3つの動作からなる(図1)。

##### ①中立

レバーを動かさない中立時、作動油は油圧ポンプからタンクへ流れ、油圧シリンダは動かない。

##### ②引き(油圧シリンダ 伸び作動)

レバーを引くと油圧シリンダは伸びて丸太を割り始め、手を離すと中立に戻り油圧シリンダは止まる。

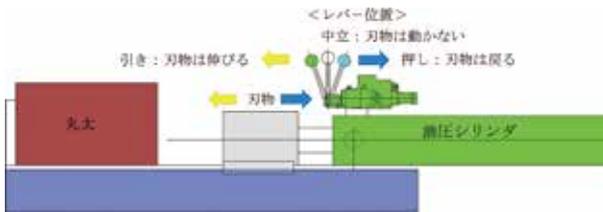


図1 レバー位置と油圧シリンダの動き

③押し (油圧シリンダ 縮み作動)

丸太が割れたら、レバーを押すとレバー位置は保持され、手を離しても油圧シリンダは縮み続ける。

この間に作業者は、次の丸太をセットすることができる。この機能はほとんどの薪割機で採用されていると考えられる。

これらの一連の動作と油圧回路図を図2に、薪割機の動きや圧力・流量を測定したものを図3に示す。

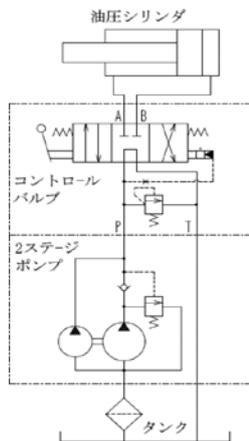


図2 薪割機の油圧回路図

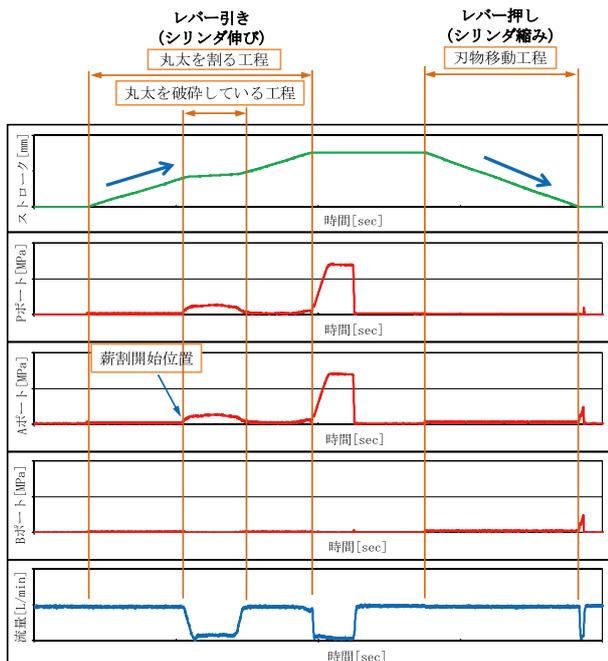


図3 薪割機の動きと圧力計測

4 コントロールバルブの開発

4.1 仕様

現行機の実測結果やお客様のご要求からコントロールバルブの仕様(表1)を決定した。

表1 コントロールバルブの仕様

| 項目           | 仕様                                 |
|--------------|------------------------------------|
| 最高使用圧力       | 20.6MPa                            |
| 常用流量         | 30L/min                            |
| 許容背圧         | 1.5MPa                             |
| リリーフバルブセット圧力 | 20.6MPa at 6.5L/min                |
| 使用作動油        | ISOVG32相当油                         |
| 使用油温範囲       | -20℃~80℃                           |
| シリンダポート漏洩量   | 6~60cm <sup>3</sup> /min at 6.9MPa |
| 製品質量         | 4.5kgf                             |

コントロールバルブに盛込む薪割機に必要な機能は以下の通りである。

- ①中立 P-Tオープン
- ②引き スプリングリターン
- ③押し デテント機構による保持

以上については3.2で説明済である。

- ④押し フルストロック時オートリターン

オートリターンとは、シリンダがフルストロックすると、ポンプ圧力が上昇して自動で中立に戻る機構のことである。従来の技術では経験がなかった機構であるが、スプールの受圧面積を利用することで可能とした。また、レバーやリリーフバルブは、実績のある部品を共通使用することで信頼性と原価低減を図り、新規部品採用を少なくした。

4.2 試作テスト後の改良点

(1)デテント保持力のUP

油圧シリンダの縮み工程中は、レバー位置を保持させるためにスプールをデテント機構により固定しているが、スプールが戻されて中立になった。原因はデテント保持力が弱く、低い圧力で解除されたためである。対策としてスプール径を変更し面積差を小さくし、標準部品や標準シールが使用できるようにスプール長さも変更した。同時に保持力を大きくするため溝角度やスプリング力を強くし、目標を満足させた(図4)。

(2)レバー操作力の低減

現行機は連続したレバー操作を行うと疲れやすいため、開発品はレバー操作力を現行機より軽減することを狙った。使用条件の範囲で、戻り不良が発生しないようリターンスプリングの荷重をできる限り小さくした。

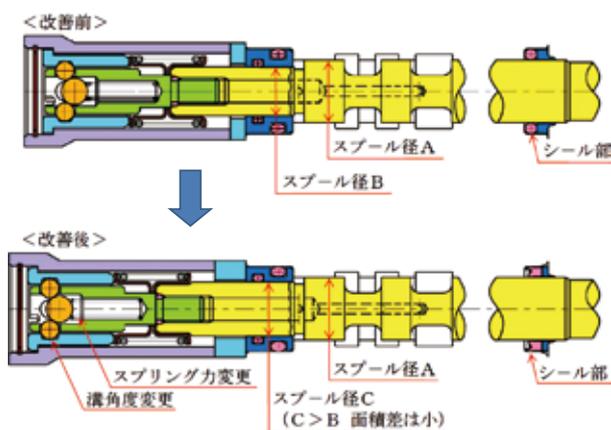


図4 デテント保持力のUP

(3)シール部の耐久性

作動耐久テスト中に、シール部から外部漏れが発生した。デテント保持状態から中立に戻る時の速度が早くシール性能に問題があることが判明し追従性の良いシールに変更し耐久性を満足させた(図5)。

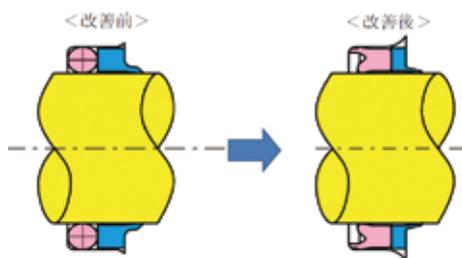


図5 シールの改善

4.3 ボディの鋳物化

試作の削り出しから鋳物化を実施する際に、油圧シリンダとバルブボディの取付を、現行のねじ込み式から油圧シリンダにマウントする方式に変更した。これにより配管部品及び取付費用の低減と、ねじ込み配管の緩みによる油漏れをなくすことができた(図6)。

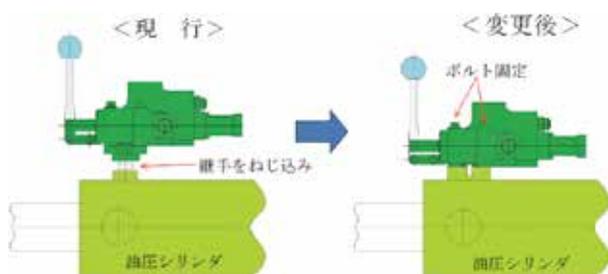


図6 バルブ取付方法

これらの改善を実施し、無事に量産へ進めることができた。写真2にコントロールバルブ外形、図7に外形図を示す。



写真2 コントロールバルブ外形

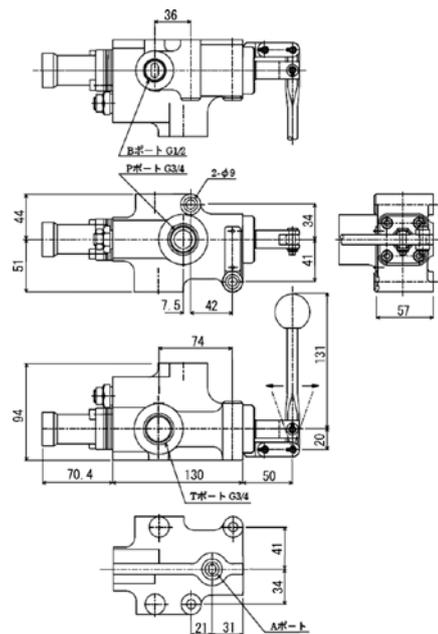


図7 コントロールバルブの外形図

5 今後の展開

今回、(株)ホンダワーク様と協同で開発した薪割機MS4000Jを紹介する(表2、写真3)。

また、国産化機種に続いて、コスト面を重視したもの、油圧システムを変更した機種の開発も続けて



写真3 薪割機MS4000Jの外観写真 (株)ホンダワーク様カタログより)

表2 薪割機MS4000J 主要諸元  
(株)ホンダワーク様カタログより)

| 主要諸元        |          |                           |
|-------------|----------|---------------------------|
| 型式番号        |          | MS4000J                   |
| エンジン        | メーカー     | ヤマハ                       |
|             | 形式       | 空冷4サイクル傾斜型OHV<br>ガソリンエンジン |
|             | エンジンモデル  | MZ175                     |
|             | 排気量      | 171cc                     |
|             | 燃料タンク容量  | 4.5リットル                   |
|             | エンジンオイル量 | 0.6リットル                   |
|             | プラグ      | NGK BPR4ES                |
| シリンダ推進力     |          | 20トン                      |
| 破壊力         |          | 40トン                      |
| 寸法          | 横型長さ     | 1,850mm                   |
|             | 横型高さ     | 1,150mm                   |
|             | 幅        | 690mm                     |
|             | 縦型長さ     | 1,800mm                   |
|             | 縦型高さ     | 1,730mm                   |
| 乾燥質量        |          | 310kgf                    |
| 作動油タンクオイル容量 |          | 16リットル (油圧用オイル32番)        |
| 最大破碎寸法      |          | 630mm                     |
| 駆動          |          | 前進2速, 後進1速                |
| サイクルタイム     |          | 21秒 (出12秒/戻9秒)            |

いく。これらにおいて、コントロールバルブは共通部品としてご使用して頂ける予定である。

## 6 おわりに

今回開発した製品を搭載した薪割機の生産販売は始まったばかりである。

薪割経験者や購入者からの意見・感想では、現行機に対する改良要望は多い様である。

この要望に対し、今回開発した製品を搭載して頂いたメリットは多いと考える。

最近では、薪より燃えやすいチップやペレットなどで発電する木質バイオマスとして木材が見直されている。これらは大量生産でないと成り立たない。また、おがくずなどを固めたブリケット（人工薪）などが出てきているが、コスト面で薪より優位ではないようだ。

まだまだ薪割機の需要は続くと考えられる。

今後もお客様のご要望に対応できる製品を開発していきたいと考える。

最後に薪割機用コントロールバルブの開発にあたって、社内外関係者各位へこの場を借りてお礼申し上げます。

## 著者



石地 令

2013年入社。KYBエンジニアリングアンドサービス(株)油圧機器事業部技術本部技術部。油圧バルブ設計に従事。