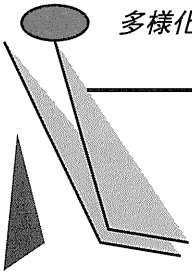


多様化するニーズに対応する建設機械とアタッチメント



# 油圧ショベルにおけるアタッチメントツール装着への対応

— ツールコントロールシステムの開発 —

白木 秀明・西川 裕康

近年、油圧ショベルは掘削作業以外にブレーカ、破碎機等の様々なアタッチメントツールを装着して汎用機として作業を行う比率が高まりつつある。また機械の有効活用のため1台の機械で多岐にわたるアタッチメントツールを作業にあわせて使用する場合もあることから、汎用性が高く、ツールの性能を最大限引出せ、容易に油圧システムの変更が可能な機能を装備する必要性が増してきた。

そこで、これらの必要性を満足させるため、キャブ内のスイッチ操作およびモニタでの設定値の変更を行うことにより容易にアタッチメントツールに適した油圧システムに変更できるツールコントロールシステムを開発し、新キャタピラー三菱株式会社製油圧ショベル300Cシリーズに搭載した(一部機種を除く)ので、その機能と特徴について紹介する。

キーワード：油圧ショベル、アタッチメントツール、汎用性、ツールコントロール、流量制御

## 1. はじめに

近年、油圧ショベルは、掘削機としての使用から、砕石現場、トンネル現場等で使用されるブレーカ、建築物および自動車の解体現場で使用される破碎機等の様々なアタッチメントツール(以下、ツールと略記)を取付けて作業を行う汎用機として使用される割合が高まってきており、掘削機としての性能はもちろんのこと、様々なアプリケーションに対応できる汎用機としての性能も重要視される傾向にある(写真-1、写真-2

参照)。そのような中、新キャタピラー三菱株式会社製油圧ショベル300Cシリーズでは、多種多様

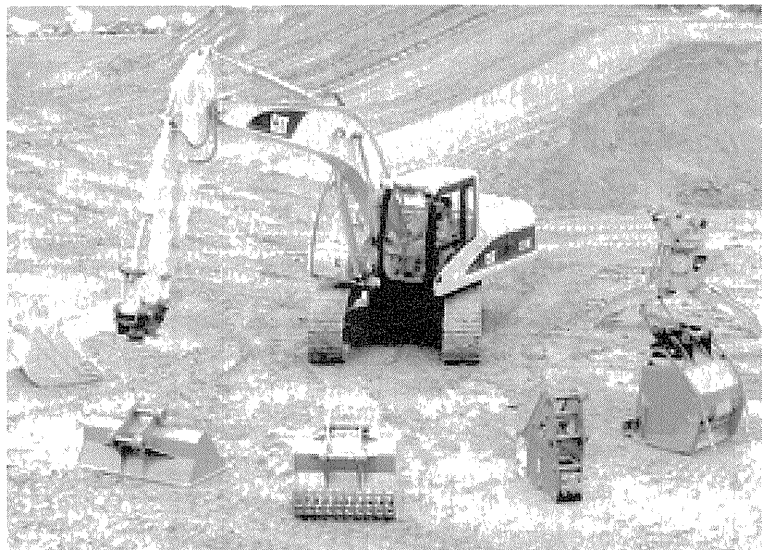


写真-1 油圧ショベルとアタッチメントツール



写真—2 ブレイカ作業

なツールに対応するため、あらかじめ必要な油圧機器、配管および操作手段を組合せ、また、様々なツールの要求に対応できる、ツールコントロールシステムと呼ばれるシステムを開発し、油圧ショベルの汎用性を高めた。

そこで、このツールコントロールシステムの特徴と機能について紹介する。

## 2. ツールコントロールシステム

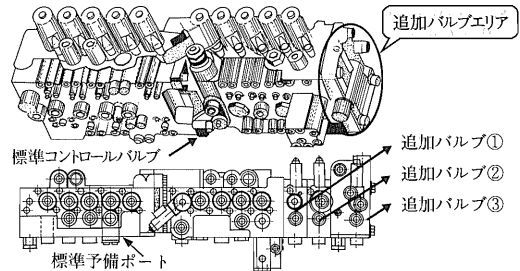
ツールコントロールシステムは、掘削性能を維持しつつ、様々なツールを装着した場合、それらの性能を最大限引出せるよう開発されたシステムである。本システムは、ツールの仕様に合せて油圧ショベル本体側の油圧機器・配管等を容易に準備でき、油圧システム変更を容易にし、かつ最適な作業を行えるよう、以下の機構・機能を設定している。

### (1) アタッチメントバルブ

従来の油圧システムでは、ツール操作用のバルブとして、標準装備されたコントロールバルブの予備ポート一つと別置きバルブを組合せて対応していたが、設置場所等の問題があり、後付け装着が困難であった。

そこで今回コントロールバルブに最大3個まで装着できる追加式のアタッチメントバルブを開発

することにより、ツール操作用バルブの装着を容易化すると共に、別置きバルブまでの配管を不要とすることで効率向上を計った（図—1 参照）。



図—1 追加バルブ概念図

なお、追加装着されるバルブは使用目的に合せて3種類用意されており（表—1 参照）、必要に応じて追加バルブを選択し、組合せることで多様化するツールへの対応を可能とした。

表—1 追加バルブの種類

タイプ	バルブ	備 考
A	2ポンプ合流用 (パラレル回路)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2ポンプ合流による豊富な流量が提供可能なバルブ</li> <li>・標準バルブに対しパラレルな回路を形成する</li> <li>・機能は予備ポートと同じ</li> </ul>
B	中圧低流量用 (パラレル回路)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・回転系アタッチメント等、中圧・低流量を必要とするアタッチメントに使用するバルブ</li> <li>・流量制限機能付きで流量は流量調整範囲内で任意に調整可能</li> <li>・標準バルブに対しパラレルな回路を形成する</li> </ul>
C	第3ポンプ用 (独立回路)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第3ポンプを必要とする時に使用するバルブ</li> <li>・流量は装着した第3ポンプによる</li> <li>・追加ポンプ用の独立回路</li> </ul>

### (2) 油圧回路切換の容易化

使用するツールにより流量調整や油路/方向の切替えが必要な場合、従来はキャブから降りて手作業での切替え作業が必要であった。本システム



写真—3 流路切替えスイッチ

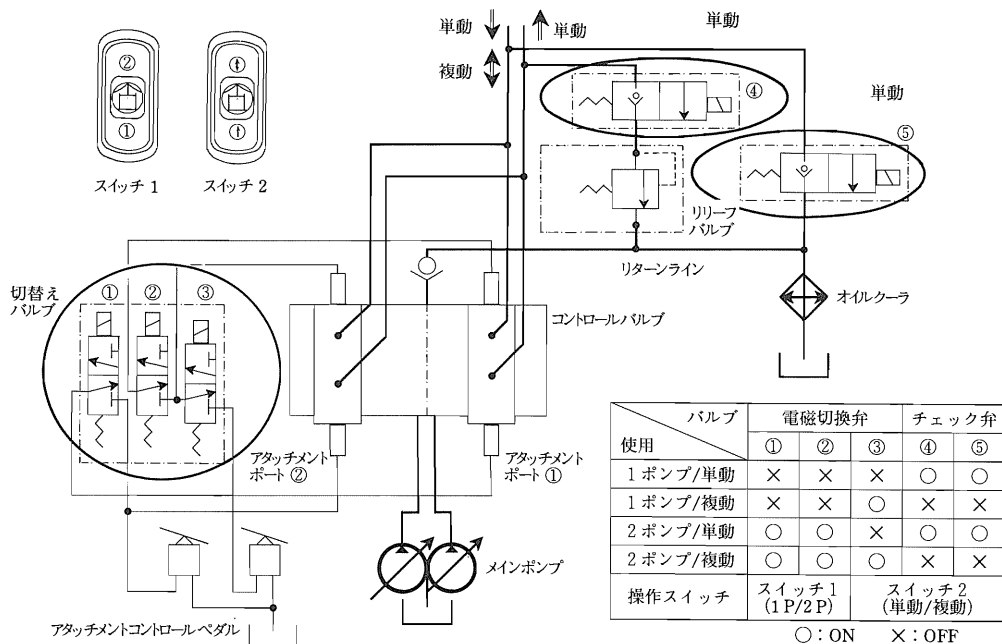


図-2 配管切替え概念図

ではキャブ内の切替えスイッチ（写真-3 参照）の操作およびモニタでの油圧設定選択を行うことにより1ポンプ/2ポンプ・単動/複動の切替えを可能とし、油圧システム切替えの容易化を実現した（図-2 参照）。

(3) 油圧設定選択

油圧設定は、「油圧設定#1～#5」として、装着するツールに合せたパラメータを最大5種類まであらかじめ記憶させておくことができる。このことにより1台の機械で複数のツールを使用する場合、この油圧設定を選択するのみでツールに適した油圧システムを設定できる（図-3 参照）。

また、各油圧設定に使用目的に応じた名称を記

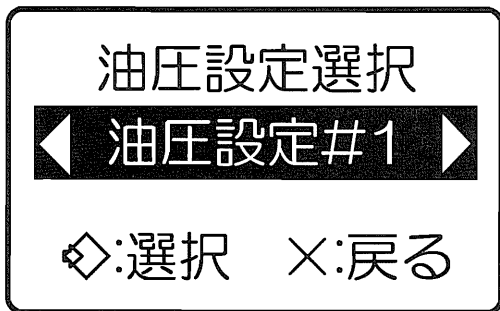


図-3 油圧設定選択画面

憶させ、油圧設定選択時にモニタに表示させることができるため、選択した油圧設定と装着ツールとのマッチングを容易に確認することができる（図-4 参照）。

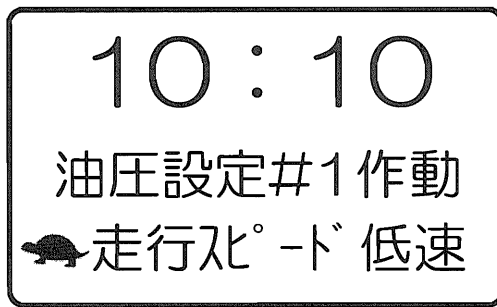


図-4 油圧設定表示例

(4) モニタ

モニタは通常の機体情報表示機能に加えて、液晶画面表示部に表示されるパラメータを画面下部にある画面操作スイッチを使用して変更でき、ツール使用に必要な流量、作動圧力等の条件を設定できる（写真-4 参照）。

モニタから設定できる機能は、以下に示す通りである。

① ツール名称変更

モニタに表示されるツール名称を英数字14文

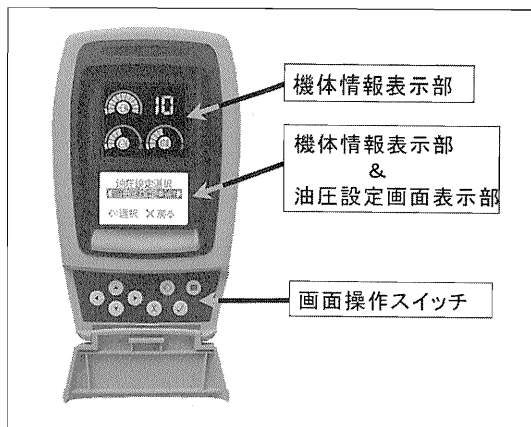


写真-4 モニタ表示部

字以内で任意に設定できる。

② エンジン回転数制御

ツール作動時のアクセルダイヤル上限値を設定し、ツールが操作されると現在のアクセルダイヤル位置とここで設定された上限値を比較し、低い方のアクセルダイヤル位置を自動的に選択する。

③ ポンプ流量制御

ツール使用時の流量、連動操作時の追加流量を設定できる。

④ 2 ポンプ合流回路制御

2 ポンプ合流回路の有効/無効を設定することができる。

⑤ 作動圧力設定

ツールの作動圧力を設定し、流量制御のための指令値算出の精度を向上させる。

実際の圧力設定は、各バルブに取付けられているリリーフバルブを調整する必要がある。

(5) 流量制御

ツールコントロールシステムの流量は、ポンプのネガティブフローコントロール圧（以下、ネガコン圧と略記）を電磁比例弁を用いて制御するこ

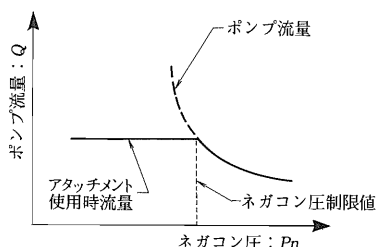


図-5 ネガコン圧-流量特性図

とにより、ポンプ吐出量を制御している（図-5 参照）。

ネガコン圧制御用の電磁比例弁は、モニタから与えられた流量、圧力等の入力値を基にコントローラでネガコン圧を算出し、その値をネガコン制限弁に与えることにより、ネガコン圧を調整する（図-6 参照）。

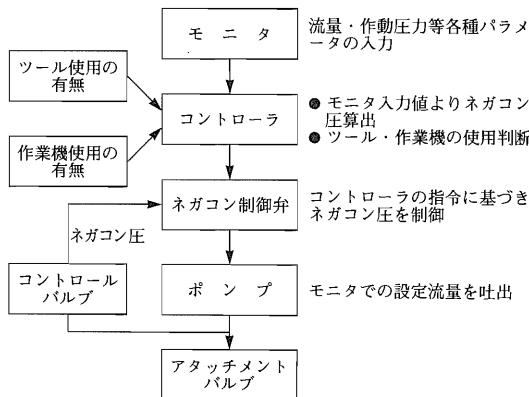


図-6 流量制御フロー

このことによりツール操作時、ツールにモニタで設定された流量が供給される。なお、ツール未使用時には、この流量制御は行われず、通常の作業機での作業が違和感なく行われるシステムとなっている。

しかしながら、ツールと他作業機との連動操作を行うと、この流量制御が有効となり流量が一定となるため、流量が不足する可能性がある。そこで、ツールと作業機の連動操作を行った場合、任意の流量を追加できる機能があり、他の作業機との連動時の操作性を向上させている。

(6) 電気制御仕様

今まで説明してきたツールコントロールシステムにより、従来機と比較して高い利便性が得られるが、標準のコントローラとは別にアタッチメントコントローラを装着し、さらに利便性を増した電気制御仕様機も同時に開発した（図-7 参照）ので、本仕様機の追加機能を下記に示す。

① 1 ポンプ/2 ポンプ・単動/複動切換えの自動化

キャブ内のスイッチおよび切替えバルブを不要とし、各油圧設定に1 ポンプ/2 ポンプ・単動/複動のパラメータを設定しておくことにより油圧設

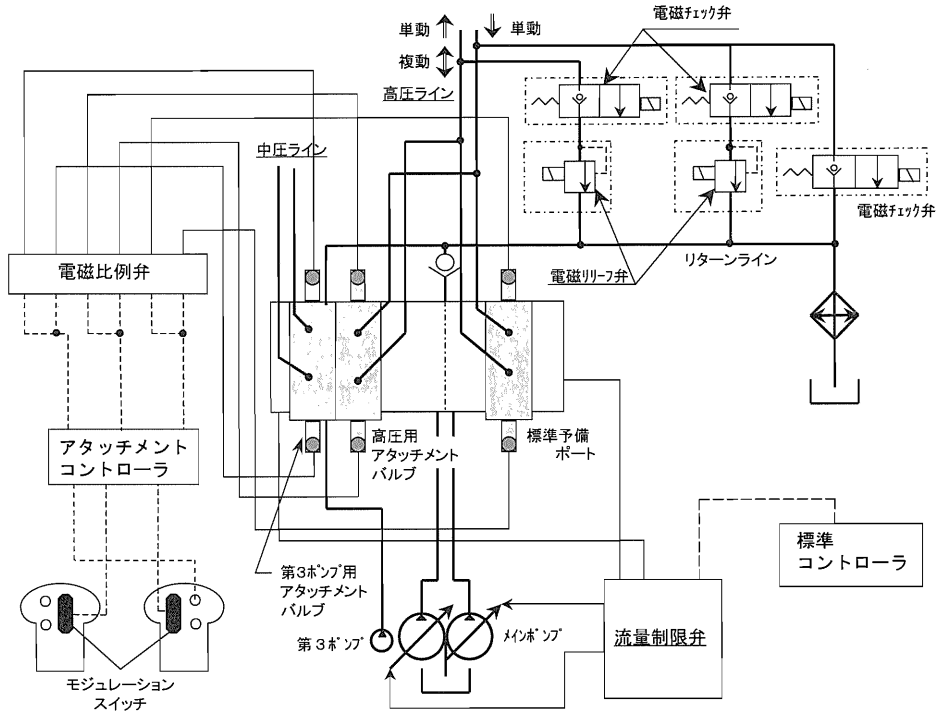


図-7 電気制御仕様概念図

定を選択するだけで1ポンプ/2ポンプ・単動/複動の設定が自動的に切換えられる。

② キャブ内からの圧力設定

モニタに表示される可変リリーフバルブ設定を変更することにより電磁リリーフバルブの設定が切替えられ、キャブから降りることなく、リリーフ圧の変更を可能とした。

③ モジュレーション機能付きスイッチの設定

ツール操作用の操作ペダルの代わりに、新たにコントロールレバー上に指先でモジュレーション操作が可能なスイッチを設置し、レバーの操作量

に応じて、バルブスプールの移動量を制御できる。これにより細かな作業を行うことを可能とした(写真-5参照)。

④ 他作業機との連動性向上

前述の連動性向上機能に加えて、本仕様では、ツールと作業機の連動操作を行うと自動的にツール用のバルブの最大パイロット圧を制限、すなわちスプールのストローク制御を行うことができる。

このことにより、最大流量に近い流量を必要とするツールを使用している場合、ツールと作業機への流量を自由に振り分けられ、連動性を向上させることができる。

設定できるアタッチメントバルブのパイロット圧は、スプールの伸び側、縮み側の各々を0~4,000 kPaの間でモニタから任意に設定でき、さらなる連動性の向上が図られている。

(7) 本体配管

本システムでは、前述の追加アタッチメントバルブ、配管および操作系を組合せることで、装着するツールに合致した油圧システムを構成することができるが、あらかじめ複数の組合せをパッ

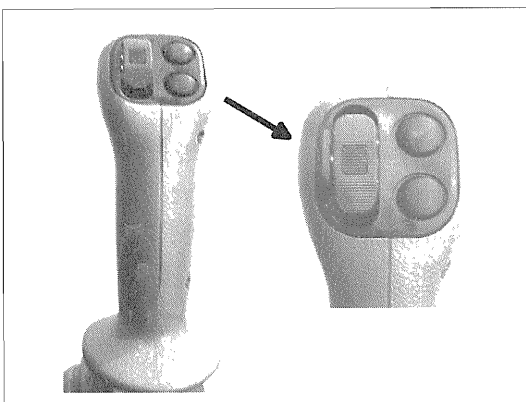


写真-5 モジュレーション機能付きスイッチ

表一2 油圧システム組合せ

本体配管	高 圧 回 路				中 圧 回 路			Valve		流量設定	圧力設定	連動性向上機能			
	1P/2P	単動/複動	回切/路替	操 作	MED	3rd Pump	操 作	追 加 バルブ	予 備 バルブ			追加 流量 設定	ブームア ップ作動 感知機能	作業装置 作動感知 機能	スプール 制限機構
Type 1	1P単動	1P	単動	×	右ベダル	×	×	×	●	モニタ	手動式	●	×	×	×
Type 2	2P単動	2P	単動	×	フットスイッチ (On/Off)	×	×	×	A	●	モニタ	手動式	●	×	×
Type 3	2P単動	2P	単動	×	右ベダル	×	×	×	A	●	モニタ	手動式	●	×	×
Type 4	中圧	×	×	×	×	●	●	右ベダル	C	●	×	×	×	×	×
Type 5	1P複動	1P	複動	×	左ベダル	×	×	×	●	×	×	×	×	×	×
Type 6	1P複動	1P	複動	×	左・右操作レバー (On/Off)	×	×	×	×	●	×	×	×	×	×
Type 7	共用	1P 2P	単動/ 複動	切 替 え スイッ	左右ベダル	×	×	×	A	●	モニタ	手動式	●	×	×
Type 8	共用	1P 2P	単動/ 複動	切 替 え スイッ	左ベダル(2 Way) 右操作レバー(1 Way)	×	×	×	A	●	モニタ	手動式	●	×	×
Type 9	共用 (解体)	1P 2P	単動/ 複動	切 替 え スイッ	左右ベダル	×	×	×	A	●	モニタ	手動式	●	●	×
Type 10	共用+ 中圧回	1P 2P	単動/ 複動	切 替 え スイッ	右ベダル	●	×	左ベダル	A+B	●	モニタ	手動式	●	×	×
Type 11	共用+ 中圧回 路	1P 2P	単動/ 複動	モニタ	右操作レバー モジュール スイッチ	●	●	左操作レバー モジュール スイッチ	A+C	●	モニタ	モニタ	●	×	●

1P:1ポンプ  
2P:2ポンプ

●:設定有り  
×:未装備

A: 高圧用バルブ  
B: 中圧用バルブ (流量制限機能付)  
C: 第3ポンプ用バルブ

ケージとして設定しており、必要なパッケージを選択することにより装着するツールに合せた油圧システムを選択できる。

また、従来設定の無かった主に回転グラップルの回転系等に使用される中圧配管およびドレン配管も準備し、配管においてもツールへの対応を向上させている(表一2参照)。

### 3. おわりに

本システムを開発したことにより、ツールへの対応は従来機と比較して格段に向上したと考えるが、市場の要求を満たすには、更にこのツールコントロールシステムを発展させていく必要がある。

今後、多種多様なツールの作業形態を調査・解析していくと共に、お客様のご意見、ご指導を賜

りながらより使いやすく効率のよいシステムとして完成度を高めていき、各アプリケーションでの作業の効率化に貢献したいと考えている。

JCM A

【筆者紹介】

白木 秀明 (しらか ひであき)  
新キャタビラー三菱株式会社  
油圧ショベル開発本部  
応用設計部  
アタッチメントツール設計課  
課長



西川 裕康 (にしかわ ひろやす)  
新キャタビラー三菱株式会社  
油圧ショベル開発本部  
応用設計部  
アタッチメントツール設計課

