

クローラクレーンの油圧システム

Hydraulic System of a Crawler Crane

●宮 崎 格*
Tadashi MIYAZAKI



図1 クローラクレーン外観(SCX3500-3)
Crawler crane(SCX3500-3)

1 はじめに

クローラクレーン(図1)は、高張力鋼管で構成された軽量かつ高剛性のブーム、全周同一の高いつり能力、低い接地圧などから多くの荷役掘削作業に利用されている。

本報では、クローラクレーンの油圧システムの特徴を紹介する。

2 クローラクレーンの歴史

クローラクレーンは、ロープ式の万能掘削機にその起源を有し、構成されるフロントアタッチメントをクレーンブームに置き換えた機械から発展した(図2)。

ロープ式の万能掘削機は、操作性や取扱い性の良さからロープの代わりに油圧シリンダを使用した油圧ショベルへと急速に進化し、クローラクレーンもそれに追従するように油圧化されてきた。

油圧化される以前は、ロープドラム両側に配置された巻上げ用クラッチと巻下げ用クラッチに原動機の回転を伝え、必要な回転方向の動力をドラムに接続し、同時にドラムのバンドブレーキを自動解除することで駆動していた(図3)。

油圧化により、巻上げ装置はモータ付属のカウンタバラン

スバルプがつり荷を保持し、駆動油のブリード量(タンクへ逃げる量)をコントロールする簡単な構成できめ細かい速度調整が可能となり、建築鋼材のボルト穴の位置合わせなどの作業性や安全性が向上した。

また、従来メカニカルに行われてきた動力の伝達や切替えが油圧機器や配管などに置き換わることでメンテナンス作業が軽減し、さらに機器配置の自由度の高さからユーザが求める多様な機械が生まれ、市場へ浸透することとなった。

3 クローラクレーンの油圧回路

3.1 主回路

クローラクレーンは、前述の通り掘削機由来であり複数のドラムを同時に駆動することから、ポンプ吐出の全量を再利用できるシリーズ(直列)回路を多く採用してきた。

また、作業出力をより高くする目的で、メインウインチには2つのポンプ流量を投入可能な合流回路を併用している。

これらの基本回路は掘削用のクローラクレーンが油圧化され始めた1970年代から変わらない構成となっている(図4)。

3.2 巻上げモータ

クローラクレーンの油圧機器は油圧ショベルと共用可能なコンポーネントも多いが、巻上げ用のモータは2つのポンプ



図2 ロープ式万能掘削機 (LS-78)
Rope type universal excavator (LS-78)

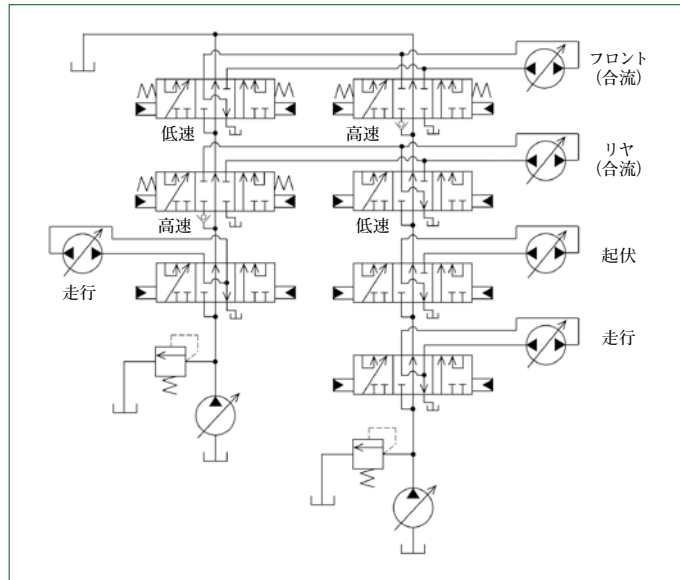


図4 シリーズ+2ポンプ合流回路
Hydraulic circuit, series and two pumps confluence

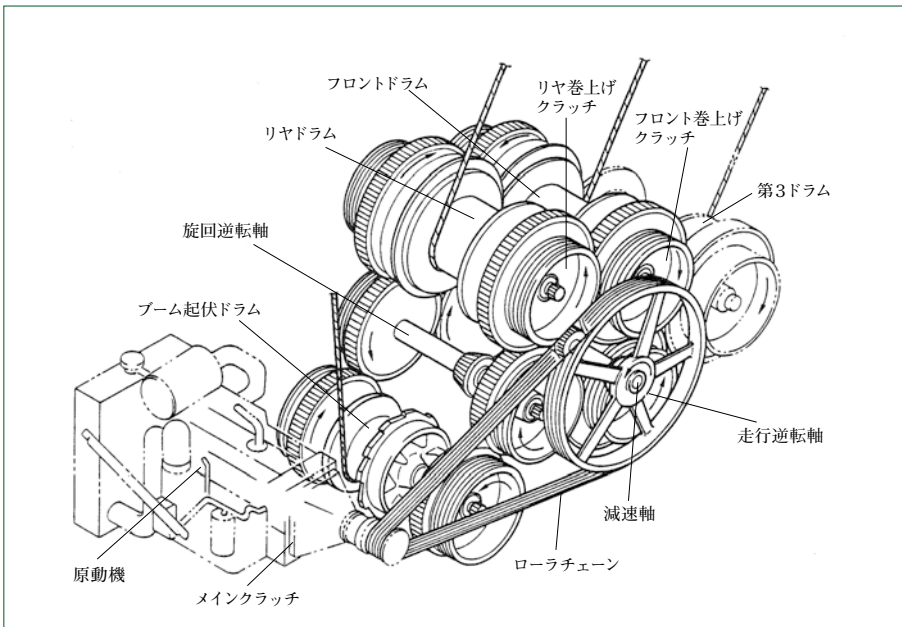


図3 油圧化以前のクレーンの駆動機構
Driving mechanism of crane before using hydraulic pressure

出力を受け止め、掘削時に発生するサージ圧に耐えられるものを機器メーカーと協力して開発してきた。

高温環境下での連続運転、つり荷保持中の耐スリップ特性、シリーズ運転時の両高圧耐性、カウンタバランス弁の安定性など巻上げモータの課題は多岐にわたったが、開発シリーズごとに改良を重ね高圧化、2速モータ化、大型モータ化、負荷による連続容量可変性、可変比率拡大などにより進化させてきた。

現在は、エンジン回転数制御と組み合わせてモータを通常より小容量で運転するエコウインチモード(3速モータ)や、2つのウインチ回転量が一致するように流量を補正する制御弁の搭載(図5)などによって低燃費性、低騒音性および利便

性などを向上させている。

3.3 コントロールバルブ

コントロールバルブもクローラクレーン用に改良が加えられている。

シリーズ回路では、パラレル(並列)回路のように複合操作時に負荷の軽い方へ油が逃げてしまうことはないものの、ブリードコントロールでは荷の重さやポンプの流量によりアクチュエータが動き始めるレバーの操作位置が変化してしまう。そのままでは重荷重での細かい操作やウインチのブレーキ解除のタイミング制御などに影響することから、シリーズ回路専用の圧力補償弁(コンペンセータ)を搭載している。

余剰油を後方セッションにバイパスして再利用することで、

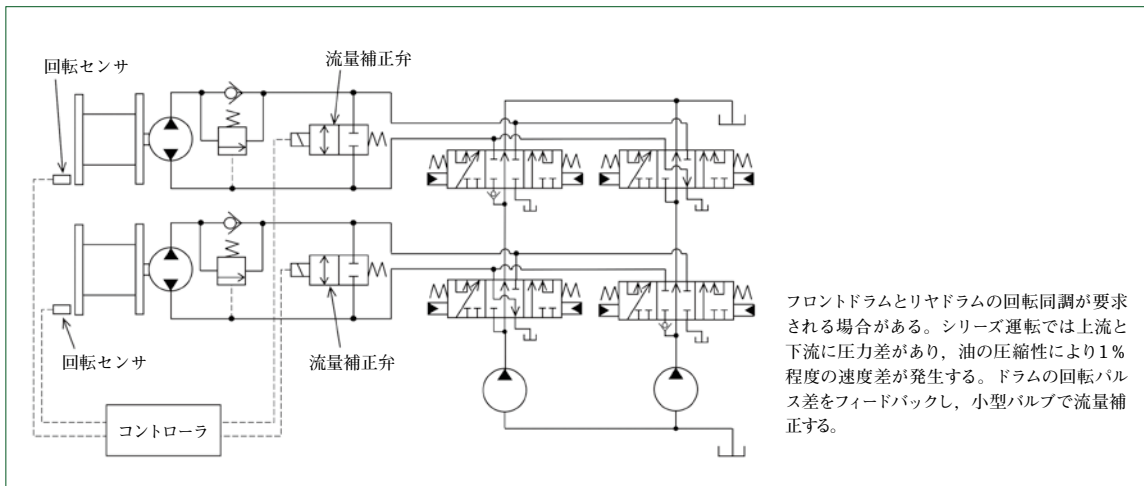


図5 ドラム回転補正制御
Hydraulic circuit, control for correcting drum rotation

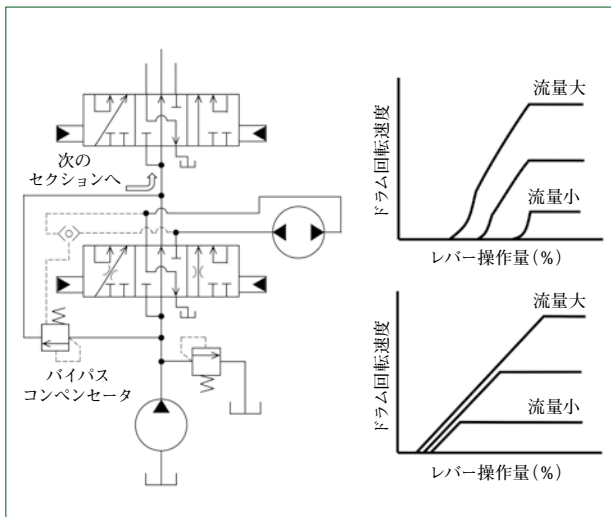


図6 シリーズ回路用の圧力補償弁
Hydraulic circuit, pressure compensation valve for series circuit

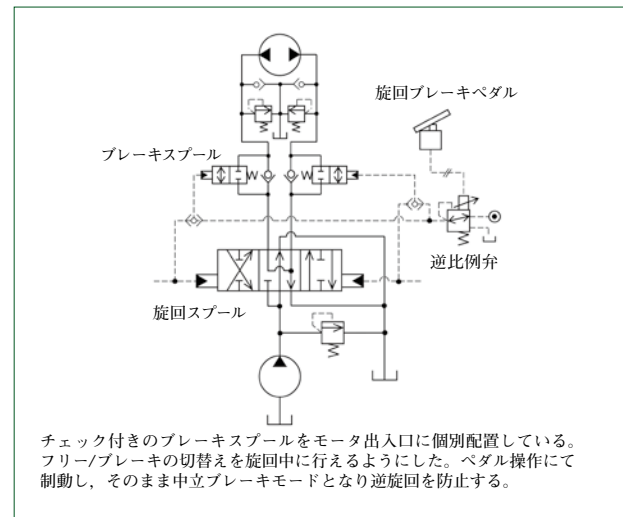


図7 旋回中立ブレーキの改良例
Example for improving turning neutral brake

シリーズ回路の利点は損なわずに、ウインチが始動するレバー操作位置の変化を小さくしている(図6)。

3.4 旋回路路

建設機械の旋回操作は、レバーを中立に戻すと自動的にブレーキがかかる「中立ブレーキ方式」が一般的であるが、クローラクレーンではレバーを中立に戻してもブレーキがかからない「中立フリー方式」も選択可能となっている。

中立フリー方式は、トルクコントロールに近い操作方式でつり荷の減速をレバーの逆操作で行う。この操作方式は減速トルクを一定に調整しやすく、大きな質量のつり荷の旋回や、大きな揺れを伴うバケット作業などでも荷をコントロールしやすいといわれており、荷役の安全性から長く採用され続けている。

また長尺物を旋回方向に引き起こす場合、中立フリー状態でウインチの巻上げ操作をすると、フックがつり荷の重心上に自動的に引き寄せられるので地切り時の荷振れを防止することができる。

しかし中立フリー方式は、つり荷の微妙な位置合わせの際に風や傾斜の影響で旋回が影響を受ける場合があり、このことから中立ブレーキ方式との選択式になっている。

近年はクレーンの大型化により風の影響を大きく受けるようになり、中立ブレーキの開放タイミングによる逆旋回が発生しないよう、専用のブレーキ弁なども開発中である(図7)。

3.5 周辺装置

一定の重量以上のクローラクレーンは輸送時に分解する必要がある、分解組立作業を省力化すべく多くの油圧シリンダが搭載されている(図8～10)。

各種ピンの着脱用シリンダ、カウンタウエイトやクローラを自分自身で持ち上げる自力着脱用シリンダ、トレーラにクレーン本体を積載することを目的としたジャッキアップ用シリンダなどがあり、それぞれ有線リモコンなどで遠隔操作される。

さらに、大型機では自走可能な油圧源ユニットをオプション化し、ブーム接続ピンの接続や、ブームの先端装置などの



ロープが組み込まれたまま、ウインチごとフレーム前後を切り離すことで分解時間が短縮される。接続ピンは油圧シリンダで持続する。

図8 リヤフレーム分解用シリンダ(SCX3500-3)
Cylinder for taking rear frame to pieces(SCX3500-3)



自身のクローラを外してトレーラへ積載することを目的としたシリンダを搭載し、補助クレーンのサイズを低減する。

図9 クローラ分解用シリンダ(SCX1200-3 オプション)
Cylinder for taking crawler to pieces(SCX1200-3 option)



カウンタウエイトを自力で着脱する機種もある。移動距離の長い地域では、補助クレーンの移動コストの低減も重要な課題である。

図10 ウェイト自力着脱シリンダ(650TLX オプション)
Cylinder having self removable weight(650TLX option)

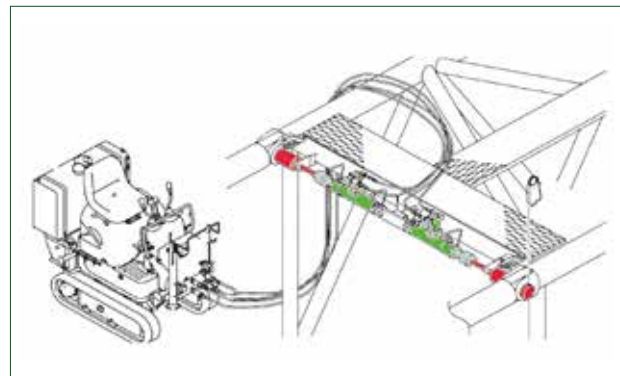


図11 自走式油圧源ユニット(オプション)
Self hydraulic unit(option)

本体から離れた箇所の組立てを油圧シリンダで行うことで、高所での打撃作業や補助クレーンによる反転作業などを削減している(図11)。

4 おわりに

本報では、クローラクレーン特有の油圧技術を抜粋して紹介した。

- (1) 長い歴史を持つクローラクレーンの安全性、効率化、省力化は現在も進化し続けている。
- (2) 近年は環境性能向上を目的としてエンジンを電動モータに置き換える開発も盛んである。しかし、アクチュエータを含めたシステム全体の電動化には、シリンダの置換えや分解輸送コストを含めた小型化などに課題が残る、対応に今しばらくの時間が必要であろう。
- (3) これまでバランス良く磨き上げてきた油圧技術に新しい技術を併せ、油圧技術と電気電子制御の両輪で顧客メリットの高い機械の開発を進めていきたい。