

【技術分類】 1-4 高機能化

1-4-1 速度制御性

【 F I 】 B66D1/44@A

【技術名称】 1-4-1-1 クローラクレーンのウィンチ微速制御

【クレーン種別】 2-3 クローラクレーン

【技術内容】

低騒音、低振動の地下構造物の工法として地下連続壁工法があり、この工法では掘削機をクレーンで懸垂し掘削を行い、クレーンは掘削速度に合わせ掘削機を降下させる必要がある。地下連続壁工法の概略を図1に示す。これまで、この掘削には機械式のクレーンに制御装置を搭載し対応してきた。

本制御は、機械式クレーンでは対応が困難な操作性・安全性・輸送性のユーザニーズに応えるための油圧式クレーン用制御装置に関するものである。制御装置は図1のステップ2の掘削時に必要であり、その目的は、

- (1) 目標速度で掘り続けること。
- (2) 目標貫入力(=刃先力許容上限値)以下に制御すること。
- (3) 掘削異常時の緊急巻上げ操作に対応すること。

また、標準のクレーンではロープ速度の可変範囲1~60 m/minを持っているが、本制御ではロープ速度0.6~240 m/minの低速域で400倍の可変範囲が必要であるため、これまでの制御方式では対応出来ない。従って、本制御装置は、標準のクレーンにコントローラ類とモーター回転センサと電磁比例弁アンプ/電磁比例弁を追加したシステム構成を採用している。その制御ブロック図を図2に示す。

【図】

図1 地下連続壁工法の概略ステップ

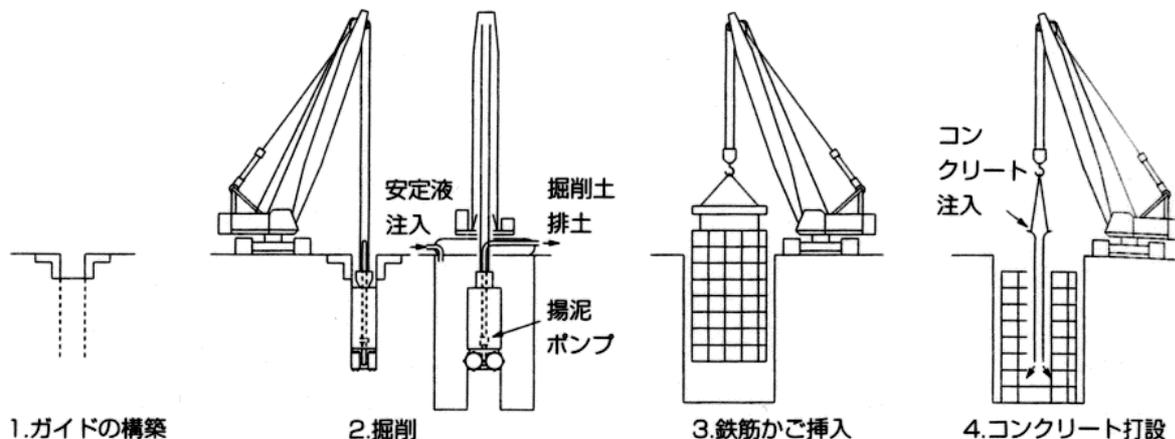


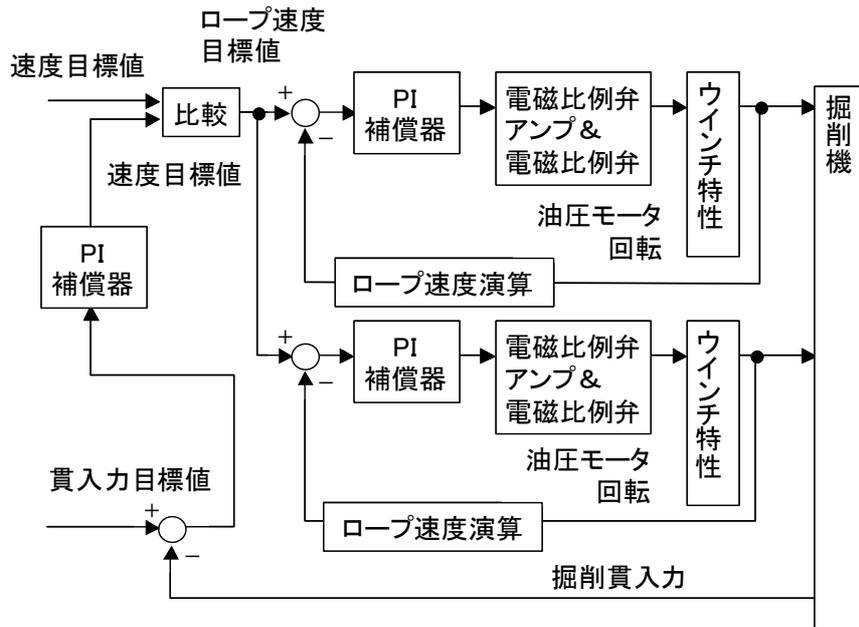
図2

地下連続壁工事

Diaphragm-wall method

出典:「クローラクレーン SC800DD-2 ウィンチ微速制御」、「住友重機械技報 VOL. 47 No. 139 75頁」、
「1999年4月」、「井田義隆(住友建機株式会社)著」、「住友重機械工業株式会社発行」

図2 制御ブロック図



出典:「クローラクレーン SC800DD-2 ウインチ微速制御」、「住友重機械技報 VOL. 47 No. 139 76 頁」、
 「1999 年 4 月」、「井田義隆 (住友建機株式会社) 著」、「住友重機械工業株式会社発行」を元に JFE テクノリサーチ作成

【出典／参考資料】

「住友重機械技報 VOL. 47 No. 139 75-76 頁」、「1999 年 4 月」、「井田義隆 (住友建機株式会社) 著」、「住友重機械工業株式会社発行」

【技術分類】 1-4-1 速度制御性

【 F I 】 B66D1/44@A, B66D1/44@M

【技術名称】 1-4-1-2 クローラクレーンのウィンチ緩起動制御

【クレーン種別】 2-3 クローラクレーン

【技術内容】

荷に振れや衝撃を少なくしてウィンチをスムーズに起動・停止をさせるためには緩起動・緩停止制御が重要である。

緩起動対策の制御内容として

- (1) 低速域における運転操作レバーの操作量と駆動速度変化を直線ではなく、図 1 に示すような凹線的な比例特性とする。
- (2) 駆動制御弁内のスプールの動き速度を抑制するバルブダンパ（図 2）を設けて、急開口（急加速）を防止する。
- (3) 巻き上げ用には、駆動制御弁に圧力補償特性が得られるフローコントロール弁が設けられており、その開口面積条件によって超低速運転が可能となる。（図 3 参照）ブリードオフ用開口面積を初期の段階から急激に小さくし、モーター駆動用メーターイン側ポートの開口開始店付近に合致させ、駆動圧力の昇圧条件を改善することによってイン칭ング操作においても高精度でソフトな運転が可能となる。
- (4) 負荷を保持できる油圧に昇圧する前にブレーキが開放されると、一旦落下してから巻上げがはじまり、また圧力が高すぎると「跳ね上がり」と称する不具合が発生し、ブレーキ開放タイミング制御が重要である。ブレーキ開放タイミング制御は駆動制御弁のパイロット圧力またはカウンタバランス弁内の圧力を検知し開放点を算定する方式や固有設定点方式がある。
- (5) 巻き下げ時にフリーフォール用サービスブレーキがなく、負荷をゆっくり降下させる機能を持たない機械ではモーター吐き出し側でカウンタバランス弁との間に、巻下げ駆動油圧の補給用回路を設けて、カウンタバランス弁内にも、巻下げ駆動油圧を注入することで、負荷を保持する（図 4）。
- (6) 巻上げの滑らかな加速および減速制御としては、緩起動後の速度制御領域では駆動制御弁の面積特性は低速域の条件とは異なり、メーターアウトタイプで安定した速度制御が可能である。巻下げの滑らかな加速および減速制御としては、駆動制御弁の面積特性は、起動時と同様のメーターイン特性で安定した運転が可能である。

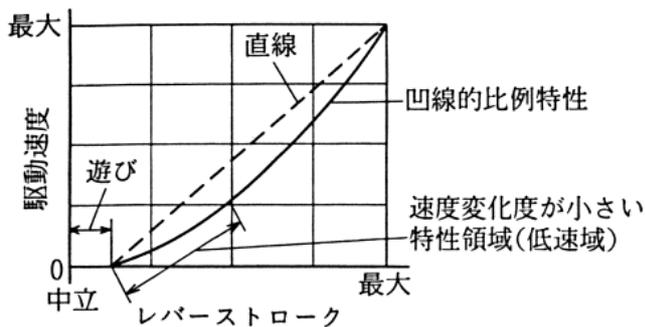
急停止は非常に危険なことから、緩停止は準備段階である減速制御が重要であり、緩停止制御は、高速運転からの制動用と自動停止時の制動用に組み込まれている。

巻上げ緩停止固有の制御内容として、駆動制御弁の低速域開口特性は、メーターイン特性とし、アンチキャビテーション用補給路の逆止弁を、微小負圧でも開口させ、大量補給可能な特性とすることで、ドラムのわずかなオーバーランで、急激な停止のショックを緩和させる。

巻下げ緩停止対策固有の制御内容として、カウンタバランス弁の開口特性を、全閉状態の直前部領域では、極小面積の領域を少し長めにして、停止準備領域を設けている（図 5 参照）。

【図】

図1 駆動レバーストロークと駆動速度

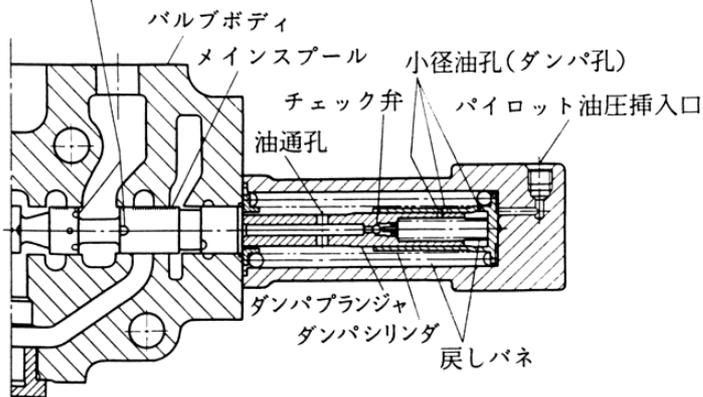


第5図 レバーストロークと駆動速度

出典：「クローラクレーン用ウィンチの制御 (1)」、「神鋼テクノ技報 VOL.12 No.23 9 頁」、「2000年6月20日」、「掛谷光男 (神鋼テクノ株式会社) 著」、「神鋼テクノ株式会社発行」

図2 バルブダンパ

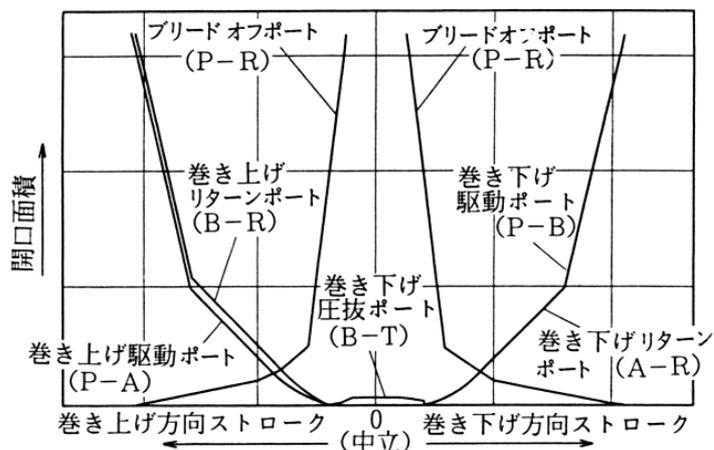
スプールのメータリングノッチ



第6図 バルブダンパの構造

出典：「クローラクレーン用ウィンチの制御 (1)」、「神鋼テクノ技報 VOL.12 No.23 9 頁」、「2000年6月20日」、「掛谷光男 (神鋼テクノ株式会社) 著」、「神鋼テクノ株式会社発行」

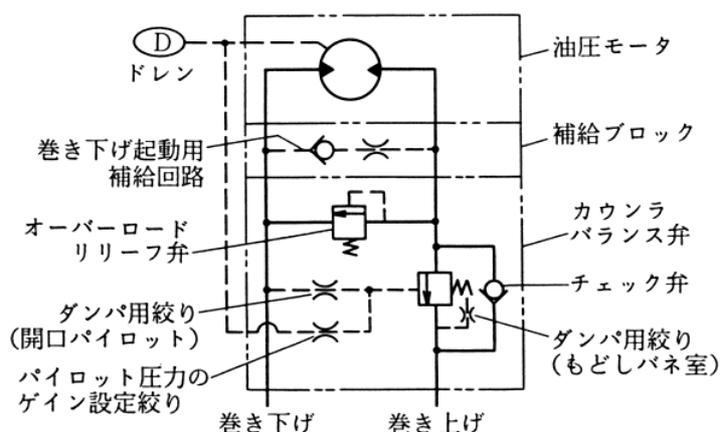
図3 バルブ開口面積線図 (メータータイプ)



第7図 バルブ開口面積線図 (メータータイプ)

出典：「クローラクレーン用ウィンチの制御 (1)」、「神鋼テクノ技報 VOL.12 No.23 9 頁」、「2000年6月20日」、「掛谷光男 (神鋼テクノ株式会社) 著」、「神鋼テクノ株式会社発行」

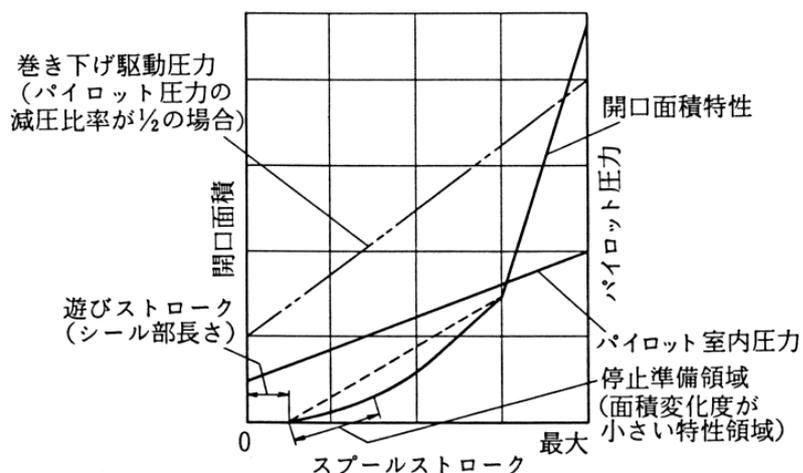
図4 モーター駆動用油圧回路図



第8図 モーター駆動用油圧回路図

出典：「クローラクレーン用ウィンチの制御 (1)」、「神鋼テクノ技報 VOL.12 No.23 10頁」、「2000年6月20日」、「掛谷光男 (神鋼テクノ株式会社) 著」、「神鋼テクノ株式会社発行」

図5 カウンタバランス弁の開口面積



第11図 カウンタバランス弁の開口面積

出典：「クローラクレーン用ウィンチの制御 (2)」、「神鋼テクノ技報 VOL.12 No.24 16頁」、「2000年12月20日」、「掛谷光男 (神鋼テクノ株式会社) 著」、「神鋼テクノ株式会社発行」

【出典／参考資料】

「神鋼テクノ技報 VOL.12 No.24 15-19頁」、「2000年12月20日」、「掛谷光男 (神鋼テクノ株式会社) 著」、「神鋼テクノ株式会社発行」

「神鋼テクノ技報 VOL.12 No.23 7-11頁」、「2000年6月20日」、「掛谷光男 (神鋼テクノ株式会社) 著」、「神鋼テクノ株式会社発行」

【技術分類】 1-4-1 速度制御性

【 F I 】 B66D1/44@C, B66D1/44@M

【技術名称】 1-4-1-3 クローラクレーン用油圧駆動ウィンチの油圧モーター同調回路

【クレーン種別】 2-3 クローラクレーン

【技術内容】

2個の油圧モーターで1個の巻上げドラムを駆動する場合、機械的結合で各油圧モーターの回転数は同調するが、駆動トルク、負荷の保持力も各油圧モーターで同等とする油圧モーター同調回路油圧回路が必要である。

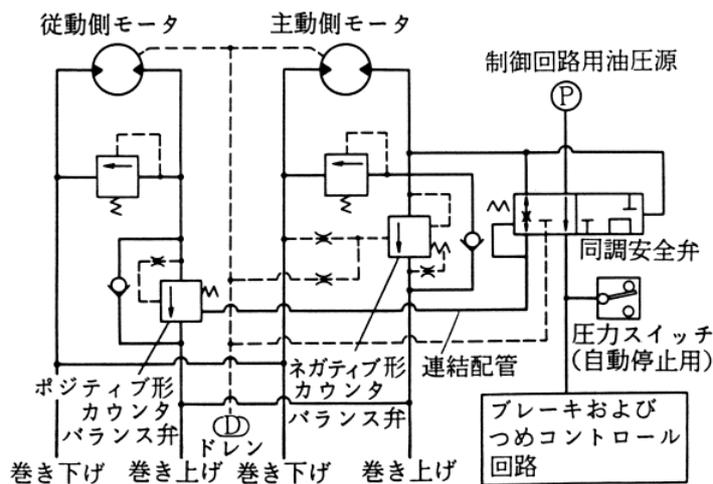
巻上げ時は駆動用バルブを共有するか、複数のバルブの出力回路を連通すれば、同圧力で駆動できる。

巻下げ時にはカウンタバランス弁の作動を同期させる必要があり、図1に示すように主動側をネガティブタイプタイプで、従動側をポジティブタイプとし、連結配管で接続する。

この同調連結配管の破損時の対策として図2に示す同調回路用安全弁が必要である。

【図】

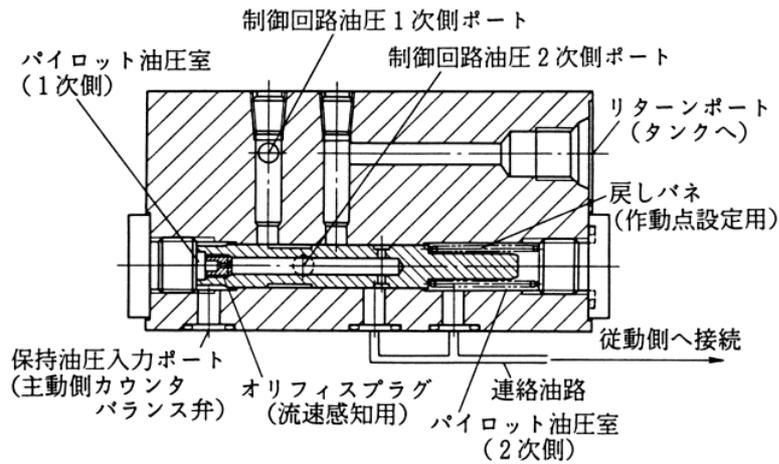
図1 油圧モーター同調回路



第16図 モーターの同調回路

出典：「クローラクレーン用ウィンチの制御（2）」、「神鋼テクノ技報 VOL.12 No.24 19頁」、「2000年12月20日」、「掛谷光男（神鋼テクノ株式会社）著」、「神鋼テクノ株式会社発行」

図2 同調回路用安全弁



第17図 同調回路用安全弁

出典：「クローラクレーン用ウィンチの制御 (2)」、「神鋼テクノ技報 VOL. 12 No. 24 19 頁」、「2000 年 12 月 20 日」、「掛谷光男 (神鋼テクノ株式会社) 著」、「神鋼テクノ株式会社発行」

【出典／参考資料】

「神鋼テクノ技報 VOL. 12 No. 24 15-19 頁」、「2000 年 12 月 20 日」、「掛谷光男 (神鋼テクノ株式会社) 著」、「神鋼テクノ株式会社発行」

【技術分類】 1-4-1 速度制御性

【 F I 】 B66D1/44@B

【技術名称】 1-4-1-4 クローラクレーンのウィンチ最低速度補償

【クレーン種別】 2-3 クローラクレーン

【技術内容】

微小ストロークで小刻みに操作を繰り返すイン칭ングと称する運転方法の場合、最低速度でウィンチを運転する必要がある。

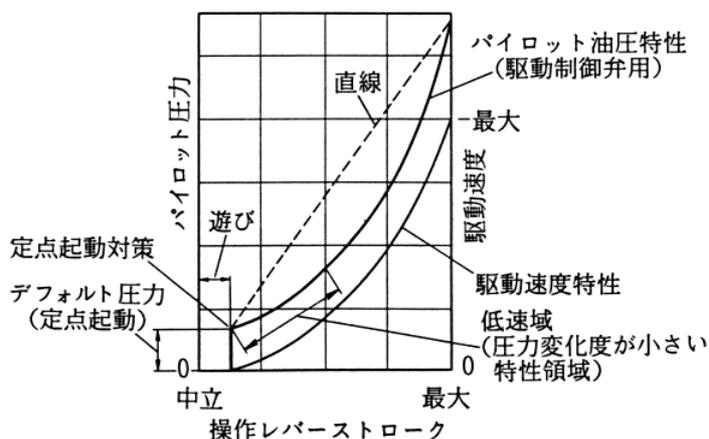
このような運転の場合ストール現象が発生しやすいので、ウィンチの最低速度補償機能が必要で、次のような方法がある。

- (1) ウィンチの定格トルクにおいても、ストールを起こさない最低流量を設定し、負荷の大きさによる供給油量の制御機能が無い方式
この場合操作レバーのストローク不足による駆動制御弁のブリードオフ量過大による駆動力不足を防止するため、操作レバーの特性を図1の方式としている。
- (2) ポンプ吐出量制御用パイロット圧力を、モーターの駆動圧力に比例させる方式
この場合減圧比が大きいので、図2に示す多段オリフィス式の固定比率形減圧装置を使用している。
- (3) モーター用カウンタバランス弁内圧力、ポンプ回転速度、ポンプ吐出圧力、巻き上げ駆動用バルブのパイロット圧力を検出し、電磁比例減圧弁でポンプ吐出量を変化させ、駆動圧力を制御する方式（図3参照）

などがある。

【図】

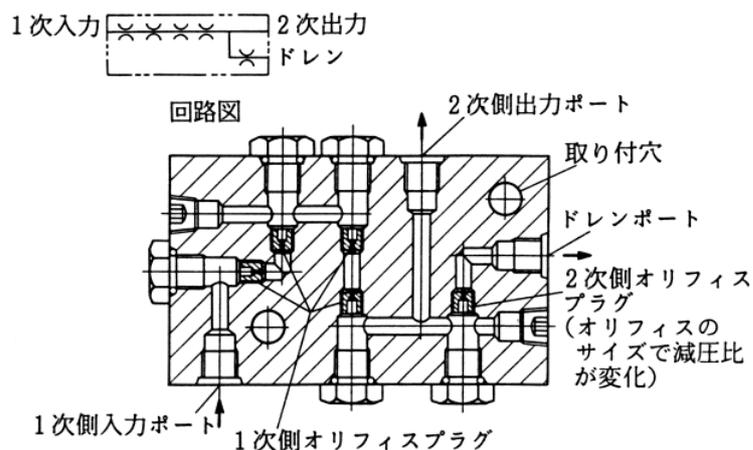
図1 操作レバーストロークの特性



第12図 レバーストロークとパイロット圧力

出典：「クローラクレーン用ウィンチの制御 (2)」、「神鋼テクノ技報 VOL.12 No.24 16頁」、「2000年12月20日」、「掛谷光男 (神鋼テクノ株式会社) 著」、「神鋼テクノ株式会社発行」

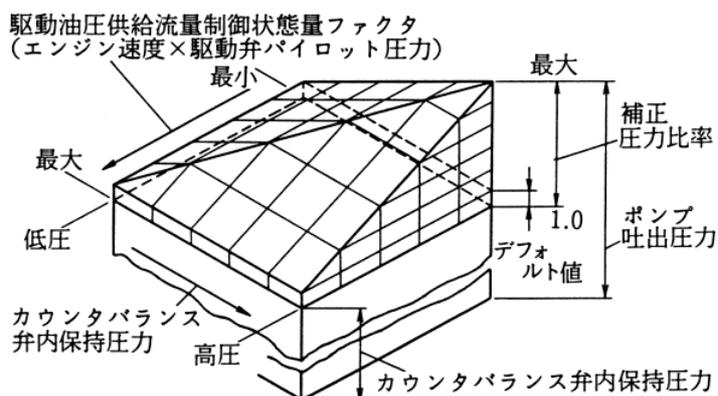
図2 圧力比例減圧装置



第13図 圧力比例減圧装置

出典：「クローラクレーン用ウィンチの制御 (2)」、「神鋼テクノ技報 VOL.12 No.24 17頁」、「2000年12月20日」、「掛谷光男 (神鋼テクノ株式会社) 著」、「神鋼テクノ株式会社発行」

図3 ポンプ吐出圧力制御特性



第14図 ポンプ吐出圧力制御特性

出典：「クローラクレーン用ウィンチの制御 (2)」、「神鋼テクノ技報 VOL.12 No.24 17頁」、「2000年12月20日」、「掛谷光男 (神鋼テクノ株式会社) 著」、「神鋼テクノ株式会社発行」

【出典／参考資料】

「神鋼テクノ技報 VOL.12 No.24 15-19頁」、「2000年12月20日」、「掛谷光男 (神鋼テクノ株式会社) 著」、「神鋼テクノ株式会社発行」

【技術分類】 1-4-1 速度制御性

【 F I 】 B66D1/44@B

【技術名称】 1-4-1-5 移動式クレーンの油圧機器

【クレーン種別】 2-1 トラッククレーン

【技術内容】

クローラクレーン、ラフテレーンクレーン等に使用されている油圧機器およびシステムを解説する。

図 1 にクローラクレーンの概略外観と代表的な油圧回路を示す。ポンプはメインポンプ、旋回ポンプ、パイロットポンプがある。オペレータは運転席まわりの操作レバー（パイロット弁）を動かすことによりコントロール弁のスプール位置が切り換わり、クレーン作業を行うことが出来る。

吊荷を思いどおりに上げ下げするための巻上げ系の工夫には次のものがある。

(1) 油圧モーターの低速性能改善

油圧モーター斜板の支持方法の改善およびベアリング採用による摩擦抵抗の減少、自吸能力改善などが行われている。

(2) カウンタバランス弁

巻き下げ時の失速状態を防ぐためにカウンタバランス弁が用いられている。その図を図 2 に示す。

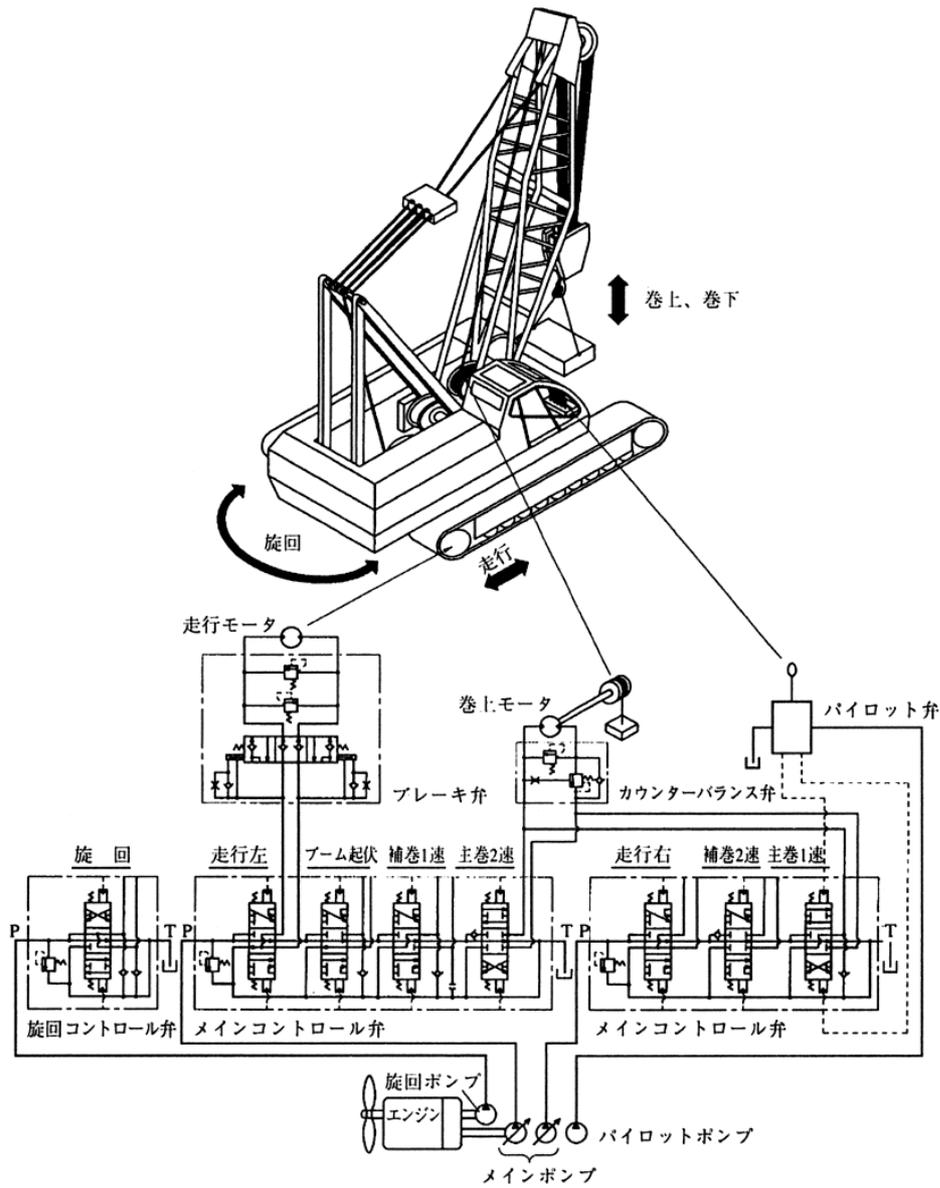
(3) 油圧モーターの容量可変制御

小容量で使用中に負荷が変動して圧力がオーバーロードリリーフ弁の設定圧力より上昇するとリリーフ弁が作動して失速状態となるので、これを防止するために図 3 に示すような制御バルブが使われる。シーケンス弁は自動的に大容量に切り換わるものである。馬力一定制御弁はモーターの負荷圧があらかじめセットされた圧力に達すると、その圧力を保つように容量を連続可変に大容量に向かって変化させるものである。

クレーン作業の事故の内、旋回作業中に発生するものも少なくなく、これを防ぐための旋回の自動停止機能がある。この回路を図 4 に示す。クレーンの運転室であらかじめ危険区域を除いた作業区域を設定した後、オペレータがパイロット弁を操作して危険区域に旋回しようとするのをセンサが検知し、電磁切換弁を自動的に OFF としてコントロール弁のスプールを中立位置に戻すもので、これにより旋回操作が停止するようになっている。

【図】

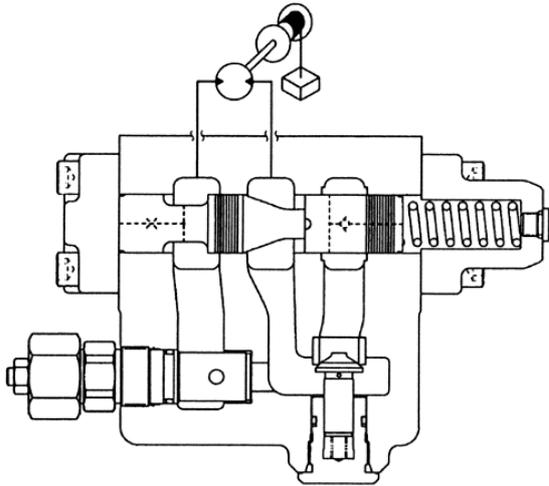
図1 クローラクレーンの概略外観と油圧回路



第1図 クローラクレーンの概略外観と油圧回路図

出典：「クレーン用油圧機器・システム」、「油空圧技術増刊号 VOL.35 No.11 15頁」、「1996年10月」、「中村健二（川崎重工業株式会社）著」、「日本工業出版発行」

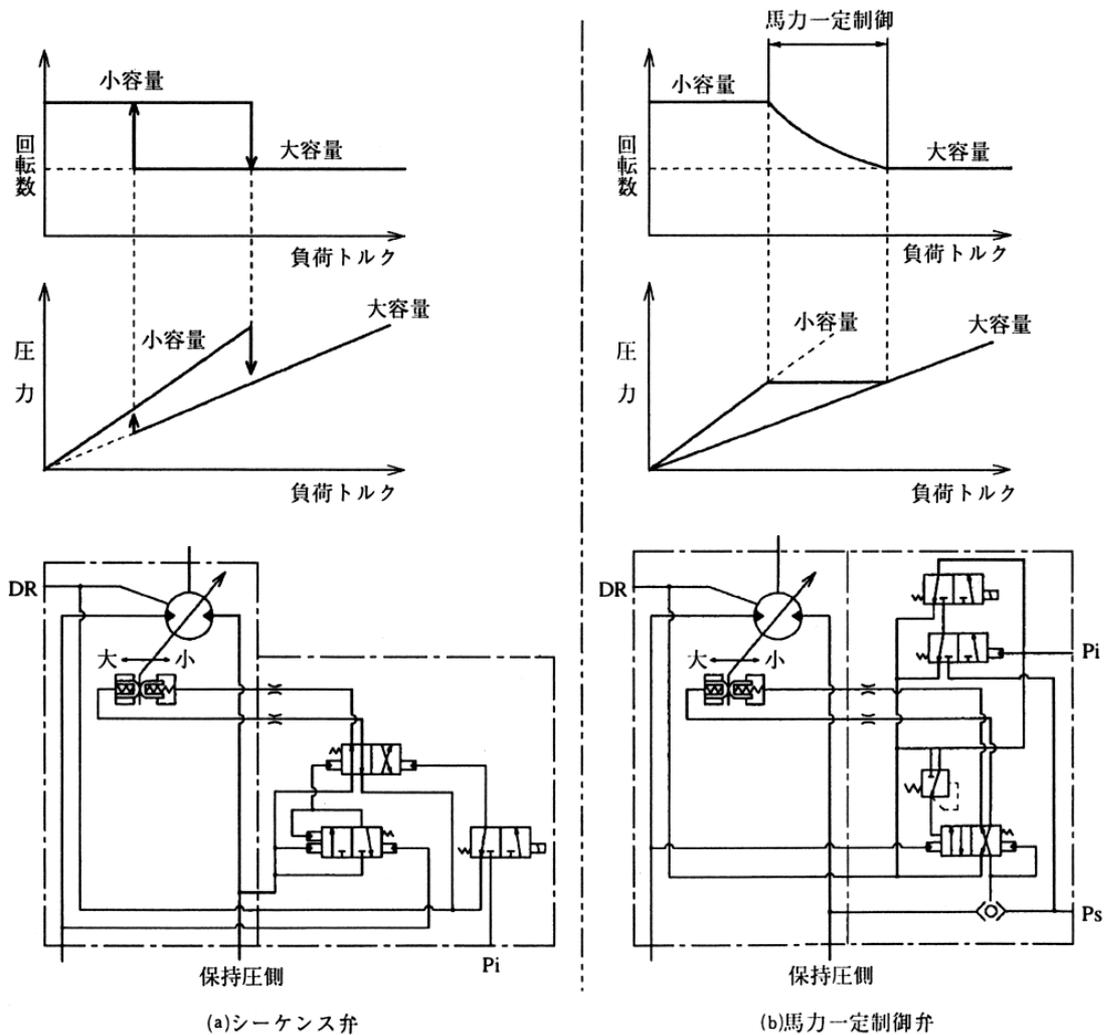
図2 カウンタバランス弁



第2図 カウンタバランス弁

出典：「クレーン用油圧機器・システム」、「油空圧技術増刊号 VOL.35 No.11 16頁」、「1996年10月」、「中村健二（川崎重工業株式会社）著」、「日本工業出版発行」

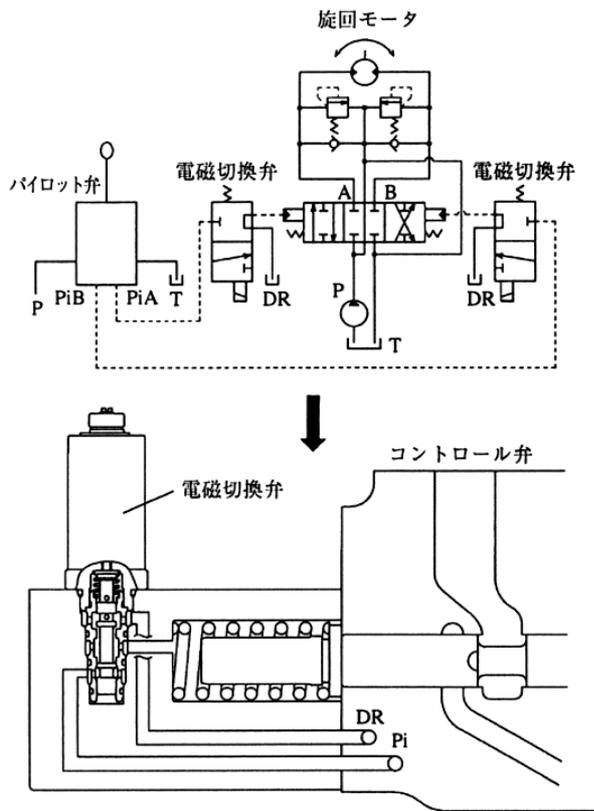
図3 油圧モーターの容量可変制御



第3図 モーターの容量可変制御

出典：「クレーン用油圧機器・システム」、「油空圧技術増刊号 VOL.35 No.11 16頁」、「1996年10月」、「中村健二（川崎重工業株式会社）著」、「日本工業出版発行」

図4 旋回の自動停止



第4図 旋回の自動停止

出典：「クレーン用油圧機器・システム」、「油空圧技術増刊号 VOL. 35 No. 11 17 頁」、「1996 年 10 月」、「中村健二（川崎重工業株式会社）著」、「日本工業出版発行」

【出典／参考資料】

「油空圧技術増刊号 VOL. 35 No. 11 14-18 頁」、「1996 年 10 月」、「中村健二（川崎重工業株式会社）著」、「日本工業出版発行」

【技術分類】 1-4-1 速度制御性

【 F I 】 G06F17/50, 650@C

【技術名称】 1-4-1-6 油圧式クレーン用油圧回路の動特性解析

【クレーン種別】 2-1 トラッククレーン

【技術内容】

油圧式クレーンはブームの起伏、伸縮とウィンチの巻上・巻下を同調させる必要があり、油圧回路設計とその動特性解析を机上で短時間に設計へ反映できる解析ソフトを開発した。

本ソフトを用いてクレーン起伏システムの動特性解析を行った例を示す。

図1は本ソフトの解析手順であり、油圧回路図を作成し、その回路シンボルに解析に必要な設計仕様を入力するだけで油圧解析ができる。本ソフトは図2に示すように複雑なプログラムの作成は不要で、配置した素子間をマウスで接続するのみで自動的にボンドグラフが構築され、またパラメータ等の入力が容易であり、実験データを直接入力信号として解析可能である。

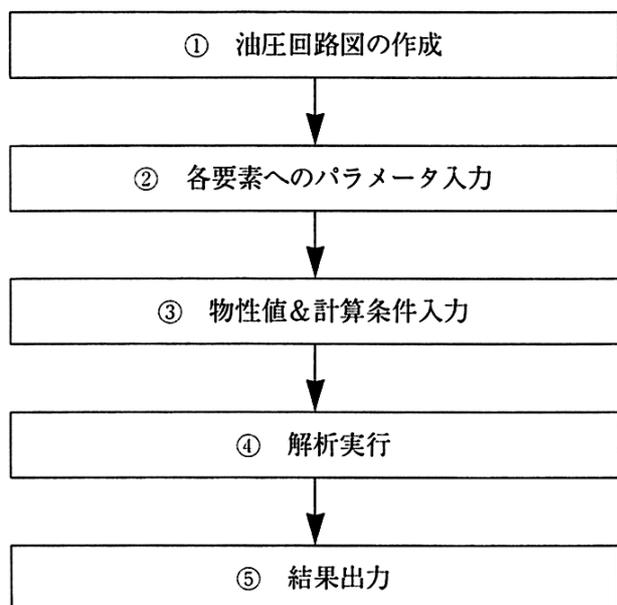
これにより、開発期間の短縮が可能である。

図3に対象としたクレーン起伏システム油圧回路図を示す。

図4に起伏シリンダ変位の解析結果をしめすが、操作バルブの開口面積線図特性を実験値とした場合、起伏シリンダの変位の設計値と実験値はほぼ一致している。

【図】

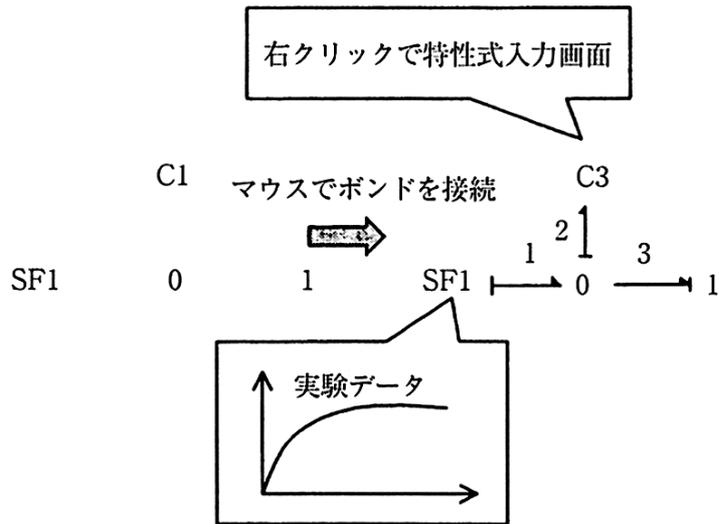
図1 解析フロー



第2図 OCS解析のフロー

出典：「油圧回路設計/解析システム（ICAD/SX-OCS）動特性による適用事例」、「油空圧技術 VOL. 42 NO. 12 20頁」、「2003年11月1日」、「小阪孝幸、谷井悟（株式会社タダノ）」、「日本工業出版発行」

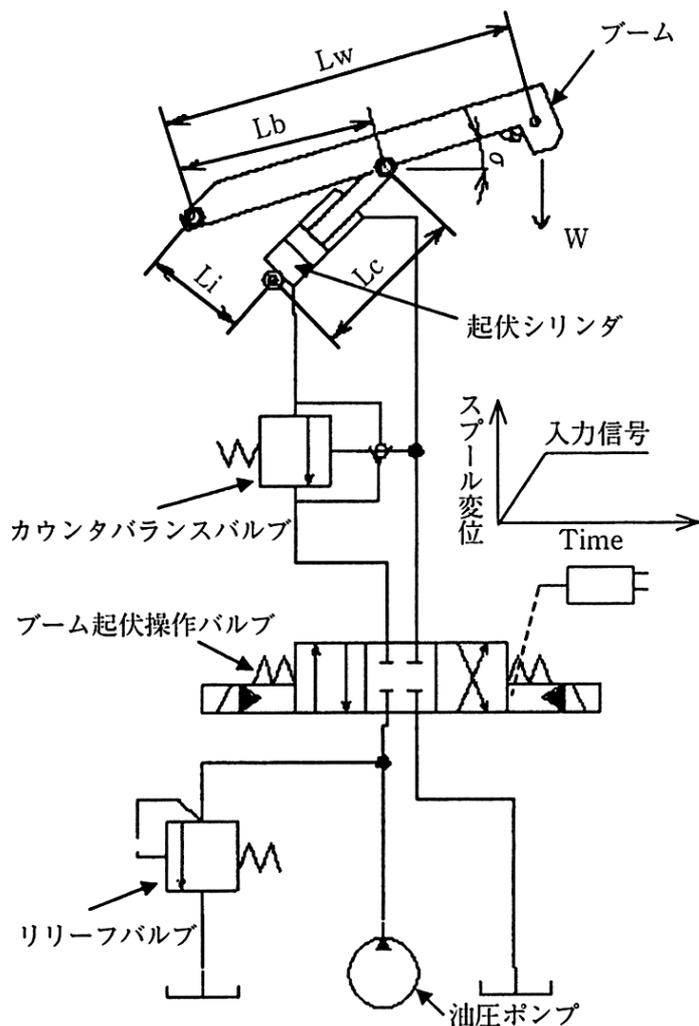
図2 ボンドグラフ作成例



第9図 Mr.Bondによるボンドグラフ作成例

出典：「油圧回路設計/解析システム（ICAD/SX-OCS）動特性による適用事例」、「油空圧技術 VOL. 42 NO. 12 23 頁」、「2003 年 11 月 1 日」、「小阪孝幸、谷井悟（株式会社タダノ）」、「日本工業出版発行」

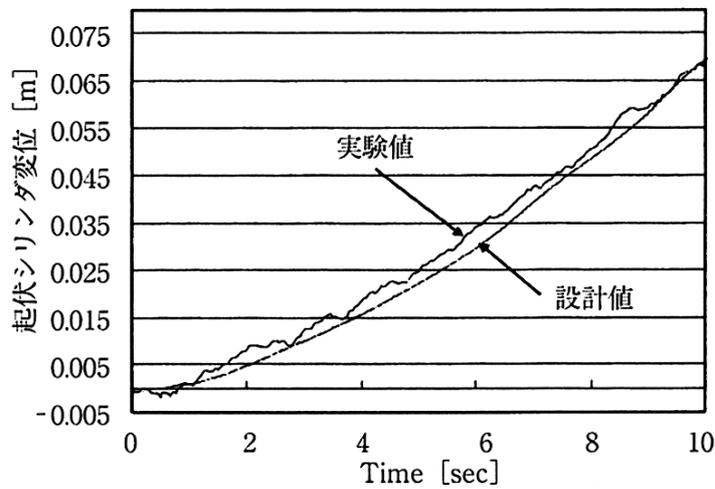
図3 クレーン起伏システム油圧回路図



第3図 クレーン起伏システム油圧回路図

出典：「油圧回路設計/解析システム（ICAD/SX-OCS）動特性による適用事例」、「油空圧技術 VOL. 42 NO. 12 20 頁」、「2003 年 11 月 1 日」、「小阪孝幸、谷井悟（株式会社タダノ）」、「日本工業出版発行」

図 4 起伏シリンダ変位の解析例



第 8 図 起伏シリンダ変位の解析値と実験値の比較②

出典：「油圧回路設計/解析システム（ICAD/SX-OCS）動特性による適用事例」、「油空圧技術 VOL. 42 NO. 12 22 頁」、「2003 年 11 月 1 日」、「小阪孝幸、谷井悟（株式会社タダノ）」、「日本工業出版発行」

【出典／参考資料】

「油空圧技術 VOL. 42 NO. 12 19-23 頁」、「2003 年 11 月 1 日」、「小阪孝幸、谷井悟（株式会社タダノ）」、「日本工業出版発行」

【技術分類】 1-4-1 速度制御性

【 F I 】 B66D1/46@B

【技術名称】 1-4-1-7 インバータ式ホイスト

【クレーン種別】 1-2 ホイスト

【技術内容】

従来から精密作業には2段速度である微速付ホイストが使われてきたが、それに代わりインバータ内蔵型ホイストが使用され始めた。

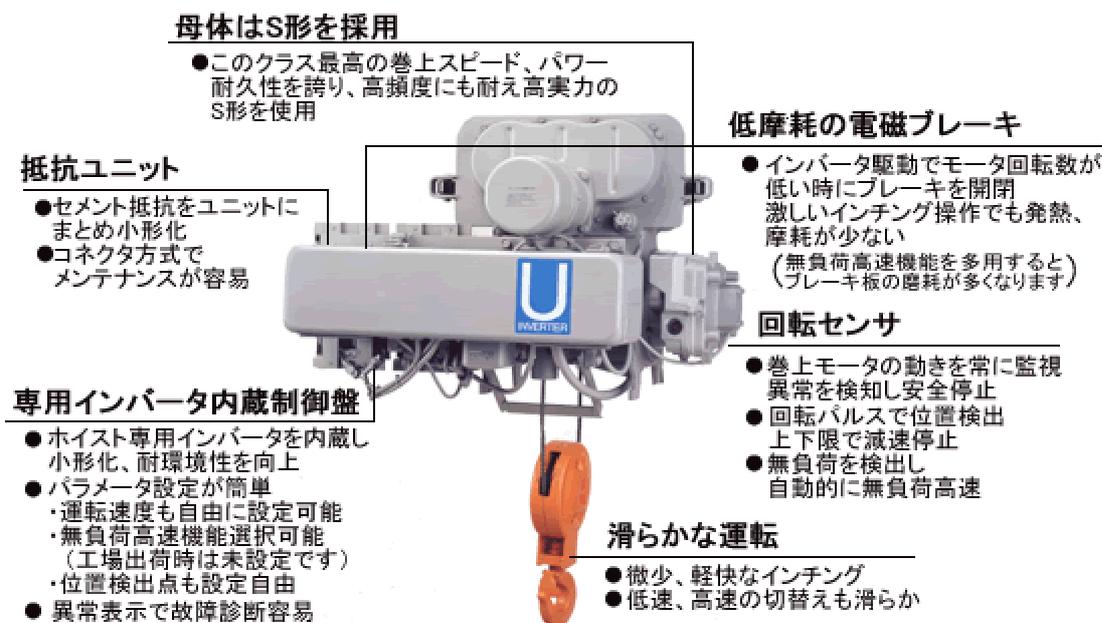
図1にインバータ内蔵型ホイストの外観を示し、図2に内蔵されているインバータの例を示す。

微速付ホイスト（商用電源駆動）とインバータホイストを比較すると、インバータホイストは緩起動、緩停止〔インバータホイストの場合減速（約6Hzの1/10速）停止（ブレーキ制動）が原則〕により衝撃が少なく、特に、ワイヤロープ、巻上減速部歯車機械構造部分の負荷が軽減され、またブレーキ板の寿命が大幅に伸びる。

更に任意に速度を設定することが可能（1/10速～標準速度）であり、図3に示すように起動停止時の荷振れが大幅に減少し、精密作業により有効となる。

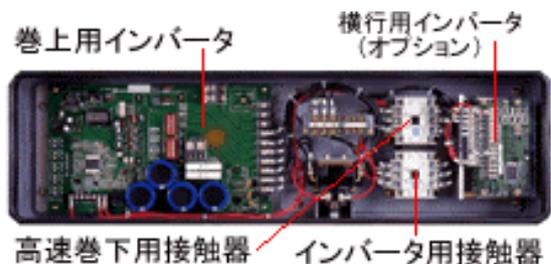
【図】

図1 インバータ内蔵型ホイストの外観



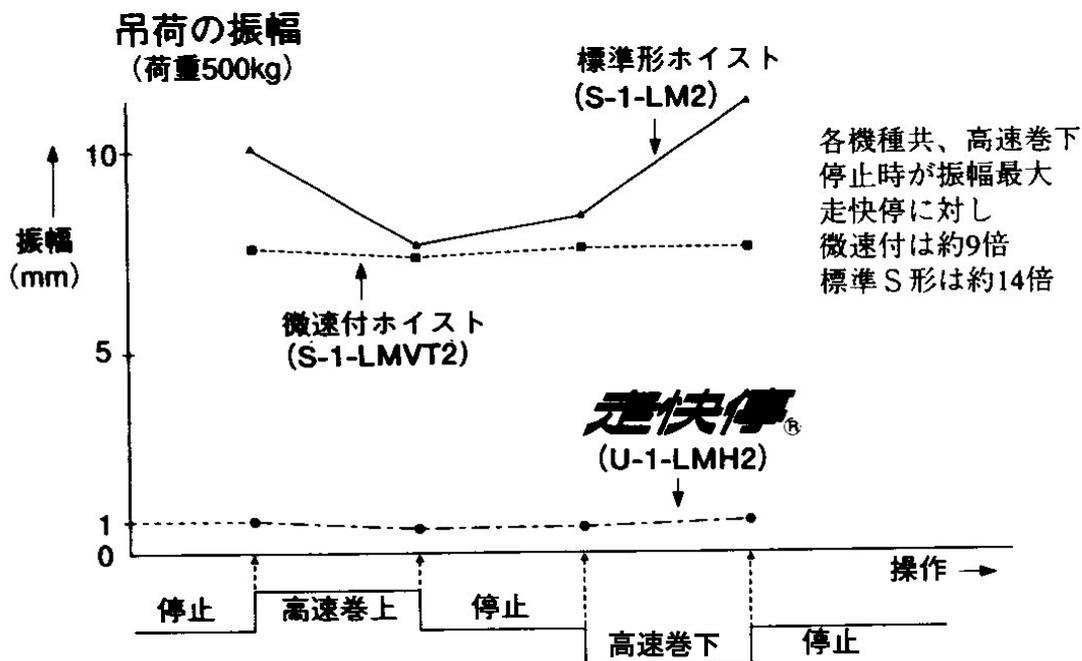
出典：「<http://www.melhoist.co.jp/g/g00.htm>」、「三菱電機ホイスト株式会社」、「製品紹介 電気ホイスト U・UH シリーズ」、「2004年11月30日入手」

図2 内蔵インバータの外観



出典：「<http://www.melhoist.co.jp/g/g00.htm>」、「三菱電機ホイスト株式会社」、「製品紹介 電気ホイスト UR シリーズ」、「2004年11月30日入手」

図3 インバータ内蔵型ホイストと従来のホイストとの荷振れ振幅の比較



出典：「<http://www.melhoist.co.jp/e/e00.htm>」、「三菱電機ホイスト株式会社」、「営業情報 提案書 微速付からインバータホイスト“走快停”へ」、「2004年11月30日入手」

【出典／参考資料】

「<http://www.melhoist.co.jp/g/g00.htm>」、「三菱電機ホイスト株式会社」、「製品紹介 電気ホイスト U・UH シリーズ」、「2004年11月30日入手」

「<http://www.melhoist.co.jp/g/g00.htm>」、「三菱電機ホイスト株式会社」、「製品紹介 電気ホイスト UR シリーズ」、「2004年11月30日入手」

「<http://www.melhoist.co.jp/e/e00.htm>」、「三菱電機ホイスト株式会社」、「営業情報 提案書 微速付からインバータホイスト“走快停”へ」、「2004年11月30日入手」

【技術分類】 1-4-1 速度制御性

【 F I 】 B66D1/46@B, B66C13/23@H

【技術名称】 1-4-1-8 クレーン用インバータ

【クレーン種別】 4 共通

【技術内容】

本クレーン用インバータは一般産業機器の可変速ドライブ装置として活用されていた制御プログラムにクレーンシステム駆動アルゴリズムを追加し、運転シーケンス・入出力機能の設定等をクレーンシステムの要求する機能に合わせ、調整・設定を簡単に行えるようにパッケージ化したものである。

1. 運転モード選択の簡素化

クレーンシステムに合わせた運転モードをデジタルコンソールで簡単に選択出来るように構成している。

- (1) 多段速度設定入力：速度指令入力を5接点入力可能
- (2) 2接点入力MRH機能：運転信号と加速信号による運転モード
- (3) 3接点入力MRH機能：運転信号・定速信号・加速信号による運転モード
- (4) アナログ電圧速度指令入力：外部よりの電圧によるアナログ速度指令入力

2. クレーン運転機能

クレーンシステムへの適用時に必要となる各種の機能を取り入れ、設定・調整が容易になるように構成している。

- (1) ブレーキシーケンス：機械ブレーキ制御信号をインバータより出力している。
- (2) 自動速度切替機能

ホイスト装置は横行・走行速度に比較し低速であるため、最高運転速度を負荷量により自動的に切り替える機能を追加している。本機能の速度パターンを図1に示す。

3. クレーンシステム操作時の保護機能組込

システムとして要求される保護機能をインバータ装置に組み込み、従来インバータ装置周辺に取り付けられていた外部での保護装置を不要としている。

- (1) 出力欠相保護：誤配線によるインバータ出力欠相の検出
- (2) 機械ブレーキ装置のスリップ検出：機械ブレーキ不作動の検出
- (3) ケーブル緩み検出：ケーブル着床を検出し、ケーブルを保護
- (4) 荷重超過保護：荷重超過の検出、過負荷運転継続の防止
- (5) 運転シーケンス異常
- (6) 行き過ぎ検出信号入力：外部リミットスイッチ信号を入力する多機能入力端子

【図】

図1 最高速度切替機能とブレーキシステムの出力例

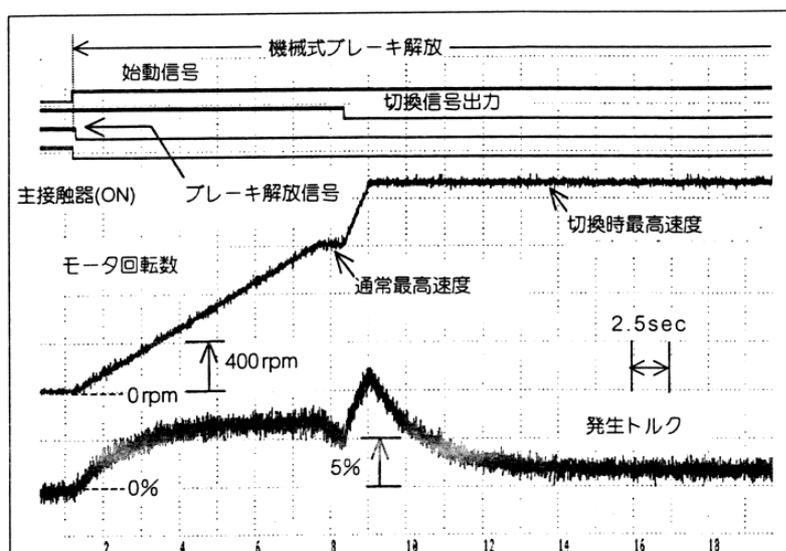


図3 最高速度切替機能

Fig.3 The maximum speed switching function

出典：「VF61 シリーズ・クレーン用インバーター」、「東洋電機技報 第102号 24頁」、「1998年11月」、「(東洋電機製造株式会社) 著」、「東洋電機製造株式会社発行」

【出典／参考資料】

「東洋電機技報 第102号 24-25頁」、「1998年11月」、「(東洋電機製造株式会社) 著」、「東洋電機製造株式会社発行」