



設置・運転・トラブルシューティング・マニュアル

EM35 電気アクチュエータと
1907 ラージ・リキッド・フュエル・バルブ

WOODWARD GOVERNOR(JAPAN),LTD
日本ウッドワードガバナー 株式会社
〒261-7119 千葉県千葉市美浜区中瀬 2-6
ワールドビジネスガーデン・マリブウエスト 19F
PHONE:043 (213) 2191(代表) FAX:043 (213) 2199



警告: マニュアル原文の改訂に注意

この文書の元になった英文マニュアルは、この翻訳後に再び加筆、訂正されている事があります。このマニュアルを読む前に、このマニュアルのレビジョン(版)と最新の英文マニュアルのレビジョンが一致しているか、必ず確認してください。

マニュアル JA40159(C 版)

人身事故および死亡事故防止の為の警告



警告—マニュアルの指示を厳守する事

この装置の設置、運転もしくは保守を行う場合には、事前にこの操作説明書とその他の関連する印刷物をよく読んでおく事。プラントの運転方法、その安全に関する指示、および注意事項についてよく理解しておかなければならない。もしこのような指示に従わない場合には、**人身事故**もしくは物損事故が発生する事もあり得る。



警告—マニュアルの改訂版に注意する事

この説明書が発行された後で、この説明書に対する変更や改訂が行われた可能性があるので、読んでいる説明書が最新であるかどうかを弊社のウェブサイト www.woodward.com/pubs/current.pdf でチェックする事。各マニュアルのマニュアル番号の末尾に、そのマニュアルの最新のレビジョン・レベルが記載されている。また、www.woodward.com/publications に入れば、ほとんどのマニュアルを PDF 形式で入手する事が可能である。もし、そのウェブサイトが存在しない場合は、最寄の弊社の支社、または代理店に問い合わせる事。



警告—オーバースピードに対する保護

エンジンやタービン等の様な原動機には、その原動機が暴走したり、その原動機に対して損傷を与えたり、またその結果、**人身事故**や**死亡事故**が発生する事を防止する為に、オーバースピード・シャットダウン装置を必ず取り付ける事。

このオーバースピード・シャットダウン装置は、原動機制御システムからは完全に独立して動作するものでなければならない。安全対策上必要であれば、オーバテンペレイチャ・シャットダウン装置や、オーバプレッシャ・シャットダウン装置も取り付ける事。



警告—装置は適正に使用する事

本製品の機械的、及び電氣的仕様、または指定された運転条件の限度を越えて、許可無く本製品の改造、または運転を行った場合、**人身事故**並びに、本製品の破損も含む物損事故が発生する可能性がある。そのような無許可の改造は、(i)「製品およびサービスに対する保証」に明記された「間違った使用方法」や「不注意」に該当するので、その結果発生した損害は保証の対象外となり、(ii)製品に関する認証や規格への登録は無効になる。

物的損害および装置の損傷に対する警告



注意

この装置にバッテリーをつないで使用しており、そのバッテリーがオルタネータまたはバッテリー充電装置によって充電されている場合、バッテリーを装置から取り外す前に必ずバッテリーを充電している装置の電源を切っておく事。そうしなければ、この装置が破損する事がある。

電子制御装置の本体およびそのプリント基板を構成している各部品は静電気に敏感である。これらの部品を静電気による損傷から守るには、次の対策が必要である。

- 装置を取り扱う前に人体の静電気を放電する。(取り扱っている時は、装置の電源を切り、装置をアースした作業台の上にのせておく事。)
- プリント基板をプラスチック、ビニール、発泡スチロールに近付けない事。(ただし、静電破壊防止対策が行われているものは除きます。)
- 手や導電性の工具でプリント基板の上の部品や導通部分 (プリント・パターンやコネクタ・ピン) に触らない。

警告／注意／注の区別

警告： 取り扱いを誤った場合に、死亡または重傷を負う危険な状態が生じることが想定される場合

注意： 取り扱いを誤った場合に、軽傷を負うかまたは物的損害のみが発生する危険な状態が生じることが想定される場合

注： 警告又は注意のカテゴリーに記された状態にはならないが、知っていると便利な情報

改訂されたテキスト部分には、その外側に黒線が引かれ、改訂部分であることを示します。

この出版物の改訂の権利は、いかなる場合にもウッドワード・ガバナー社が所有しています。ウッドワード・ガバナー社からの情報は正確かつ信頼できるものでありますが、特別に保証したものを除いてその使用に対しては責任を負いません。

© 2003 by Woodward Governor Company,
All Rights Reserved

目 次

通常の方法で設置および運転を行う場合の注意事項と警告	iii
静電破壊防止対策	iv
第 1 章 この装置の概要	1
EM35 とは	1
リキッド・フュエル・バルブ	1
EM35 アクチュエータ	1
レゾルバ	1
第 2 章 装置の設置	3
装置を梱包箱から取り出す	3
装置の電源	3
EM アクチュエータと 1907 リキッド・フュエル・バルブの取り付け	3
電気系統の配線	4
シールドの配線	4
装置の配線	4
第 3 章 運転方法	13
EM35 アクチュエータ	13
1907 ラージ・リキッド・フュエル・バルブ	13
第 4 章 アクチュエータとバルブの調整	19
EM35 アクチュエータとアナログ・ドライバ付き 1907 ラージ・リキッド・バルブ	19
EM35 アクチュエータとデジタル・ドライバ付き 1907 ラージ・リキッド・バルブ	19
第 5 章 トラブルシューティング	21
概 説	21
現場での修理	21
第 6 章 修理および返送要領	23
製品の保守とサービスに付いて	23
部品や装置の交換	23
通常の修理	24
通常のオーバーホール	24
装置の返送要領	24
装置を本体ごと梱包する	24
その他の注意事項	24
交換用部品	25
弊社の所在地、電話番号、FAX 番号	25
その他のアフタ・マーケット・サービス	25
技術情報	26
EM35/1907 制御装置の仕様	裏表紙の裏側

図 の 目 次

図 2-1.	WAGO 264 シリーズ端子台の構造	5
図 2-2.	装置の配線図(アナログ・チャンネル)	7
図 2-3.	装置の配線図(デジタル・チャンネル1)	9
図 2-4.	装置の配線図(デジタル・チャンネル2)	11
図 2-5.	EM35 アクチュエータと 1907 ラージ・リキッド・フュエル・バルブの外形図	12
図 3-1.	オリフィスとリリーフ・バルブが付いたリキッド・フュエル・バルブの燃料油流れ図	15
図 3-2.	3方 SOV を組み込んだ燃料系統図	16
図 3-3.	バイパス・ダンプ・バルブ付き2方 SOV を組み込んだ燃料系統図	16
図 3-4.	バルブの入り口圧とバイパスへのダンプ流量の関係	17

通常の方法で設置および運転を行う場合の注意事項と警告

アクチュエータ及びレゾルバの防爆認定表示ラベルが、この装置を使用する環境のデビジョン又は区域(ゾーン)に適合しているか確認する事。

アクチュエータ及びレゾルバは、Class I, Division 1, Groups C 及び D と、Class I, Division 2, Groups B, C 及び D、または Zone 1, Group IIB に適合する場所に設置できます。

配線は、この装置が取得した防爆認定の Division/Zone に規定されている配線方法による他、その地域を管轄する官庁の指導によって行う事。



警告

防爆エリアーその区域が危険な状態でないと分かっているのであれば、回路に電源がある状態で配線をつないだり外したりしてはいけない。

防爆エリアー不適切なコンポーネント(部品)の交換は、Class I, Division 2 の適合を損なう恐れがある。

静電破壊防止対策

全ての電子装置は静電気に敏感ですが、そのパーツの中には特に静電気に敏感な部品があります。このような部品を静電気による損傷から守るために静電気の発生を最小限にするか、または除去する特別な予防対策を施す必要があります。

この装置を取り扱う際には、以下の注意事項をよく守ってください。

1. この電子コントロールの修理・調整を行う前に、アースされた金属(パイプ、操作制御盤、装置等)に触れて、人体に帯電している静電気を放電してください。
2. 特に合成繊維の衣服は静電気を発生させたり蓄積したりし易いので、できるだけ着用しないようにしてください。綿または綿の混紡の衣服は合成繊維のものよりは静電気が帯電しないため、できる限り綿の衣服を着用してください。
3. プラスティック、ビニール、および発泡スチロールの製品(例えばプラスチック製または発泡スチロール製のコーヒーカップ、コーヒーカップ・ホルダー、タバコの包装紙、セロハン製のキャンディーの包装紙、ビニール製の本またはカバー、プラスチック製の瓶および灰皿)は、できるだけ装置の本体やモジュールに近付けたリ、装置や部品を修理・調整する作業場に置かないようにしてください。
4. 絶対に必要でない限り、装置の本体からプリント基板を取り外さないでください。本体からプリント基板を取り外さなければならない場合、以下の注意事項をよく守ってください。
 - 取り扱う時は基板の縁を持ち、プリント基板上の部品に触らないでください。
 - 導電性の工具や手で、プリント基板の回路部やコネクタや電気部品に触らないでください。
 - プリント基板を交換する時には、それを交換する直前まで、新しいプリント基板が送られてきた時に入っていたビニールの静電保護袋に入れておいてください。また、現在制御装置に入っているプリント基板を制御装置の筐体から取り外したならば、直ちにそれを静電保護袋に入れてください。



注 意

装置を設置する時には、不適切な取り扱いによって電子部品が損傷を受けないようにする為に、弊社のマニュアル J82715:「電子装置、プリント基板、モジュールの取り扱いと保護」をよく読んで、その注意事項を厳守してください。

第 1 章 この装置の概要

EM35 とは

EM35 電気式アクチュエータは、位置指令に対するクローズ・ドループ機能を有する、1907 ラージ・リキッド・バルブを駆動します。位置フィードバック信号は、バルブのメータリング・スリーブ (調量スリーブ) に取り付けられたレゾルバより取り出します。クローズド・ループの位置制御は EM35 モータ・ドライバとともに行われます。バルブに位置センサがついているので、現場でモータを修理又は交換する場合でも、バルブをキャリブレーションする必要はありません。

リキッド・フューエル・バルブ

リキッド・フューエル・バルブはガスタービンへの燃料流量を調整するものです。差圧レギュレータの働きで、メータリング・ポートをくぐる際の燃料の圧力低下は一定に保たれます。これにより、あるバルブ開度における燃料流量は、吐出圧力や入口流量の変動に対して影響を受けなくなります。燃料バルブは、この装置を様々なアプリケーションに組み込む事ができるように、複数の流量レンジで流量制御を行う事が可能です。取り付けに当たっては、制御システムの要求に応じた、適正な流量レンジを持つバルブを選択する事ができます。メータリング・バルブ・スリーブのポートは、68 ~ 11,340 kg/h (150 ~ 25,000 lb/h) まで燃料を制御できます。

EM35 アクチュエータ

EM35 アクチュエータは全電気式のアクチュエータで、産業用ガスタービン制御用に設計されています。また Woodward の EM35 アナログ又はデジタル・モータ・ドライバと組み合わせで使います。駆動部分はモータ・クラッチと減速ギヤヘッドがついたブラシレス DC モータです。モータは、ロータに埋め込まれ、スリーブ状に加工されたサマリウム・コバルト系永久磁石を使っています。全てのステータ (固定子) の巻線は完全に密封されています。モータ位置検出は、ブラシレス・フィールド・ディレクタで、モータ速度のフィードバックはブラシレス・タコメータでそれぞれ行っています。

モータ・アセンブリは、アルミ鋳物製の防爆エンクロージャ・ハウジングに納められています。モータで発生する熱を鋳物製の防爆ハウジングに伝え、外気に排出する為にサーマル・ポッティング・コンパウンド (熱伝導用のシリコン樹脂など) が使われています。モータへの配線は 2 つの 0.5 インチ (13 ミリ) NPT コンジット・コネクタを通してハウジング内の配線コンパートメントに引き込みます。1 つはモータ駆動配線用、もう 1 つはモータ・センサ配線用です。

レゾルバ

位置フィードバック・センサには高精度のブラシレス・レゾルバを使っています。レゾルバは、メータリング・バルブ・シャフトにステンレス製のベローズ・カップリングを介して直接取り付けられており、防爆のエンクロージャ部分に納められています。レゾルバは励磁電圧を EM35 ドライバから受け取ります。EM35 ドライバは、レゾルバの 2 本の 2 次巻線電圧信号をデジタル処理し、バルブの位置を検出します。レゾルバの精度は $\pm 0.05x$ です。レゾルバへの配線は、2 つの 0.75 インチ (19mm) NPT コンジット・コネクタを通して行います。

メモ

第 2 章 装置の設置

装置を梱包箱から取り出す

EM35ドライバとEMアクチュエータ/1907ラージ・リキッド・バルブを開梱するときは、十分注意してください。装置に筐体／外殻の曲がりやへこみ、部品の紛失や破損などのダメージがないか確認してください。もしダメージが見つかったら発送元(弊社: TEL 043-213-2198)に速やかに連絡してください。デバイスは取り付ける直前まで、発送に使われた箱に保管しておいてください。風雨に当たったり、極端に湿度や温度が変化したりするような場所に、装置を保管しないでください。

装置の電源

EM35アクチュエータは、その全ての電源をEM35ドライバから受け取ります。アクチュエータの作動電圧範囲は、18-32Vdcです。整定時の最大ドライバ電流は、4.5A連続で、ピーク時には50mSecの間25Aを出力可能です。



警 告

エンジン、タービンその他の原動機には、機械油圧式ガバナ、電気コントロール、アクチュエータ、燃料コントロール、駆動メカニズム、リンケージあるいは制御装置の故障によって、エンジン、タービンその他の原動機の暴走やダメージ、それによる人身事故(負傷、死亡)を防ぐために、原動機制御装置とは完全に独立して作動する過速度(必要なら過熱、過圧)シャットダウン装置を取り付けなければなりません。

EM アクチュエータと 1907 リキッド・フュエル・バルブの取り付け

バルブ／アクチュエータを取り付ける時は、慎重に扱ってください。誤った扱いをすると、シールや取付け面、工場での調整値などにダメージを与える恐れがあります。燃料配管接続部には、バルブ／アクチュエータを正規の燃料配管につなぐまで、輸送用のプラスチック・キャップ又はカバーをつけておき、ゴミが入らないようにします。

以下の点については図 2-5 を参照してください。

- 外形寸法
- 取付け孔位置
- 調整位置
- 電氣的な接続

アクチュエータ又は燃料バルブは、取付け方向によって、動作や性能に影響が出る事はありません。設置時の配線や、メンテナンス時の配線及びバルブ／アクチュエータのチェックには、十分なスペースが必要です。

1907 ラージ・リキッド・バルブのオーバボード・ドレイン(図 2-5)は、タービン・エンクロージャ外部に排出されなければなりません。これはバルブ・メータリング・シャフトのインナ・シールとアウト・シールの間に溜まった(気泡を含む)燃料を排出するものです。

電気系統の配線

シールドの配線

1. 全てのシールド線は、導体ツイストペアでフォイル(金属箔によるシールド)又はブレード(網)・シールドのものを使ってください。
2. 近隣の装置からの浮遊信号(ノイズ)を拾わないよう、全ての信号線はシールドしてください。
3. プラント配線図(図 2-2、2-3 及び 2-4)に従ってシールド線をつないでください。配線がシールド線をはみ出しても良い距離は 50mm(2 インチ)以内です。シールドの他端は(どこにもつながず)開放のままにし、他の導体と触れないよう絶縁処理をしてください。
4. シールド線を、大電流が流れる電線と並行して配線しないで下さい。
5. 詳しい情報は、マニュアル J50532:「電子ガバナ・システムの電磁干渉の制御」を参照してください。

厳しい EMI 条件の場所に設置する時は、シールド線をコンジット内に敷設するか、ダブルシールド線を使うなど、特別の配慮が必要になるかもしれません。詳しくは弊社(日本ウッドワードガバナース社:TEL 043-213-2198)にお尋ねください。

装置の配線

図 2-2 は EM35 アクチュエータ/1907 ラージ・リキッド・バルブを EM35 アナログ・ドライバと組み合わせる時の配線方法を示します。図 2-3 及び 2-4 は、EM35 アクチュエータ/1907 ラージ・リキッド・バルブと EM35 デジタル・ドライバの配線方法で、全ての配線をコンジット内に納める方法を示します。もしコンジットを EM35 デジタル・ドライバに使わない時は、ドライバから FTM までの 8 本の信号線は 2-4 芯のシールド・ケーブルを使い、電磁干渉(EMI)の影響を受けないようにします。どちらのドライバでもコンジットを使わないならば、全てのシールド線(モータ・ドライバ用の配線を除く)はドライバ・シャーシの底にあるグランド・スクリュー(接地端子)又はスタッドにつながなければなりません。

1. モータとドライバ間のパワーケーブルは 3 芯の 5mm²(10 AWG)シールド線を使い、電磁放射(EMI エミッション)を防がねばなりません。シールド線はモータ配線用コンパートメントにあるグランド・スクリュー及びドライバ端子台にて終端処理(ターミネート)しなければなりません。配線は電圧降下を最小限に抑える為に最長 30m(100 ft)を越えてはなりません。取付けに当たって、余分な配線は切り詰め、除去する事。
決してコイル状に巻き付けてはいけません。



注:

コイル状にとぐろを巻いたケーブルは、モータよりも大きなインダクタンスを発生させる事があります。

2. EM35 ドライバとフィードバック・レゾルバ間の配線は、最長 30m(100 ft)を越えてはならず、またできるだけ容量の小さなもの(46 pF/m; 16 pF/ft)を使ってください。アナログ・ドライバを使う場合、もしレゾルバ配線が 6 m(20 ft)以内であれば、一般のシールド・ケーブルを使ってもかまいません。その場合でも 164 pF/m(50 pF/ft)を越えないようにしてください。デジタル・ドライバの場合、FTM からドライバまでの通信ケーブルはやはり低容量のケーブルを使い、最長 300m(1000 ft)を越えないようにしてください。低容量ケーブルの供給について、必要であれば弊社にご相談ください。
3. メータリング・バルブの配線は、(例えば、ピッグ・テール:豚の尻尾状になったままなどで)出荷時何ら終端処理を施しておりません。しかし、内部に配線用の端子台が用意されています。これらの端子台は、アクチュエータ及びレゾルバ・ハウジングの防爆カバーの下にあります。
4. アクチュエータ・ハウジングには 2 つの 0.5 インチ NPT タップ孔(13mm)があり、レゾルバ・ハウジングには 2 つの 0.75 インチ NPT タップ孔(19mm)がそれぞれあります。

5. アクチュエータ用のパワーケーブルは、3 極のフェニックスねじ式端子台の前面にある NPT タップ孔を通して配線してください。センサ・ケーブルは別個に配線し、10 極の WAGO 端子台の前面にある NPT タップ孔を使ってください。

モータ・センサ用配線とレゾルバ配線の端子台は WAGO 264 シリーズを使っています。これらの端子台は、トップロード式のもので DIN5246 のスクリー・ドライバを配線スロットの裏側に差し込んで、スロットをこじあけます。ケージ・クランプが開いたらワイヤーを差込み、ドライバを引き抜きます。(下の図と下のガイドを参照ください。)

1. スクリー・ドライバをオペレーティング・スロットに、止まるまで差し込みます。
2. スクリー・ドライバのブレードが、クランピング・スプリングを、開いた位置に自動的に保持しますから、配線をクランピング・ユニットに差し込む事ができます。
3. スクリー・ドライバを引き抜きます。配線は自動的に(スプリングによって)クランプされます。

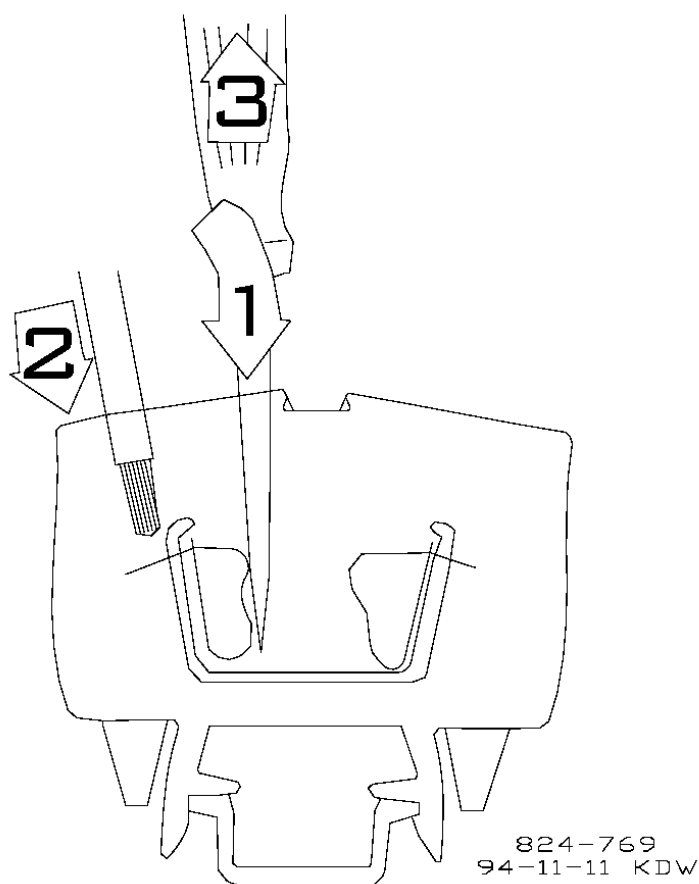
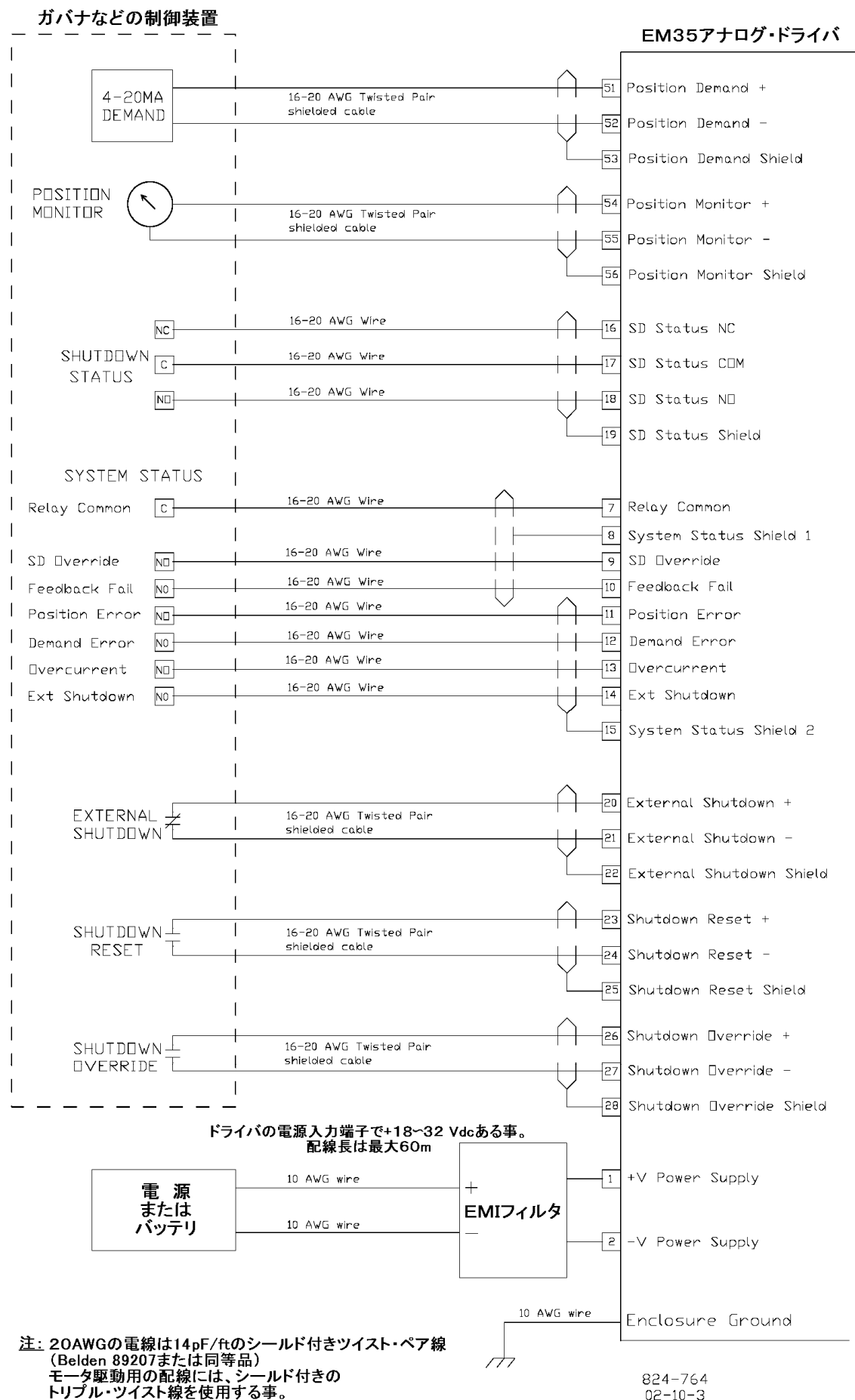


図 2-1. WAGO 264 シリーズ端子台の構造



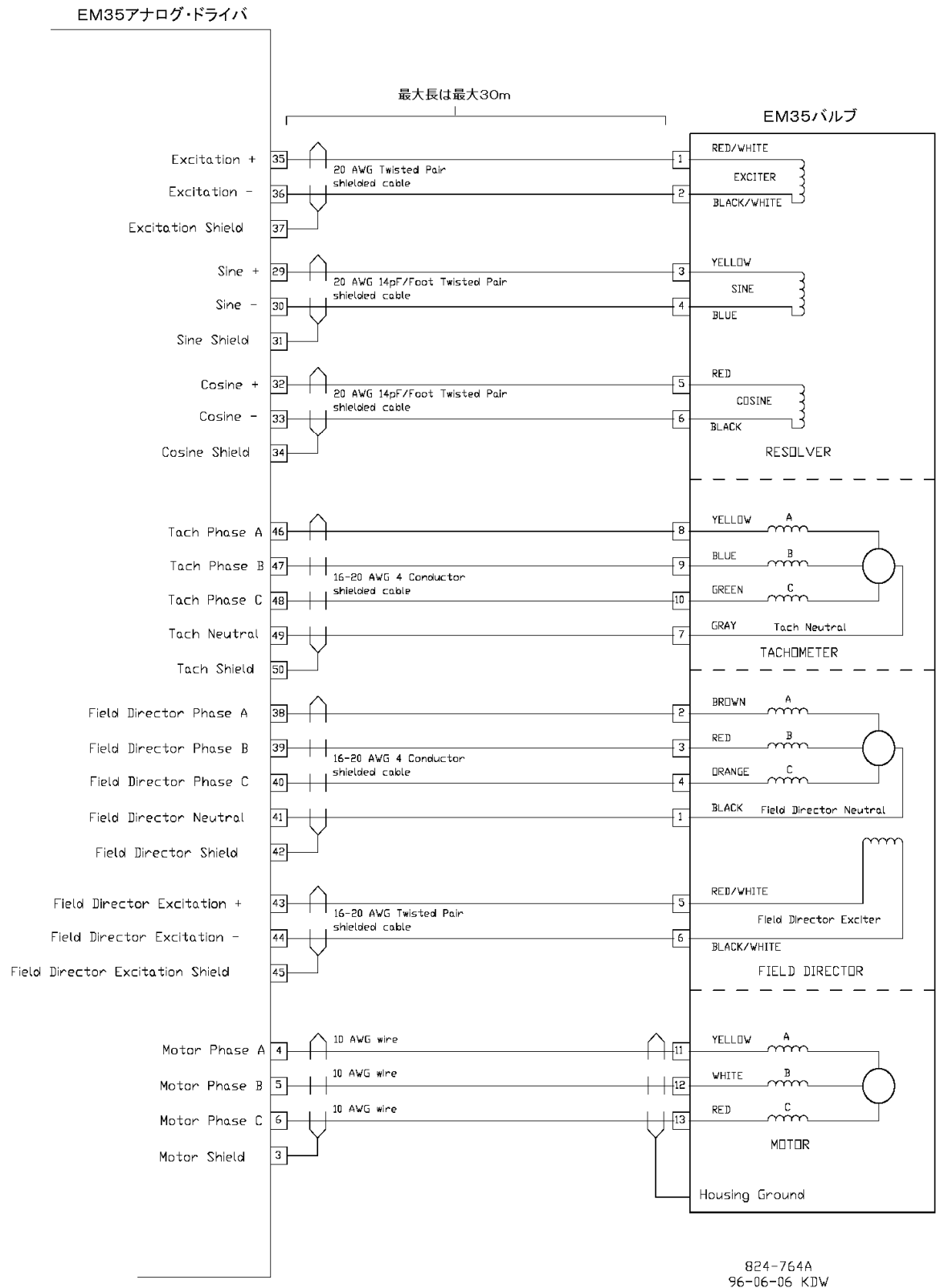
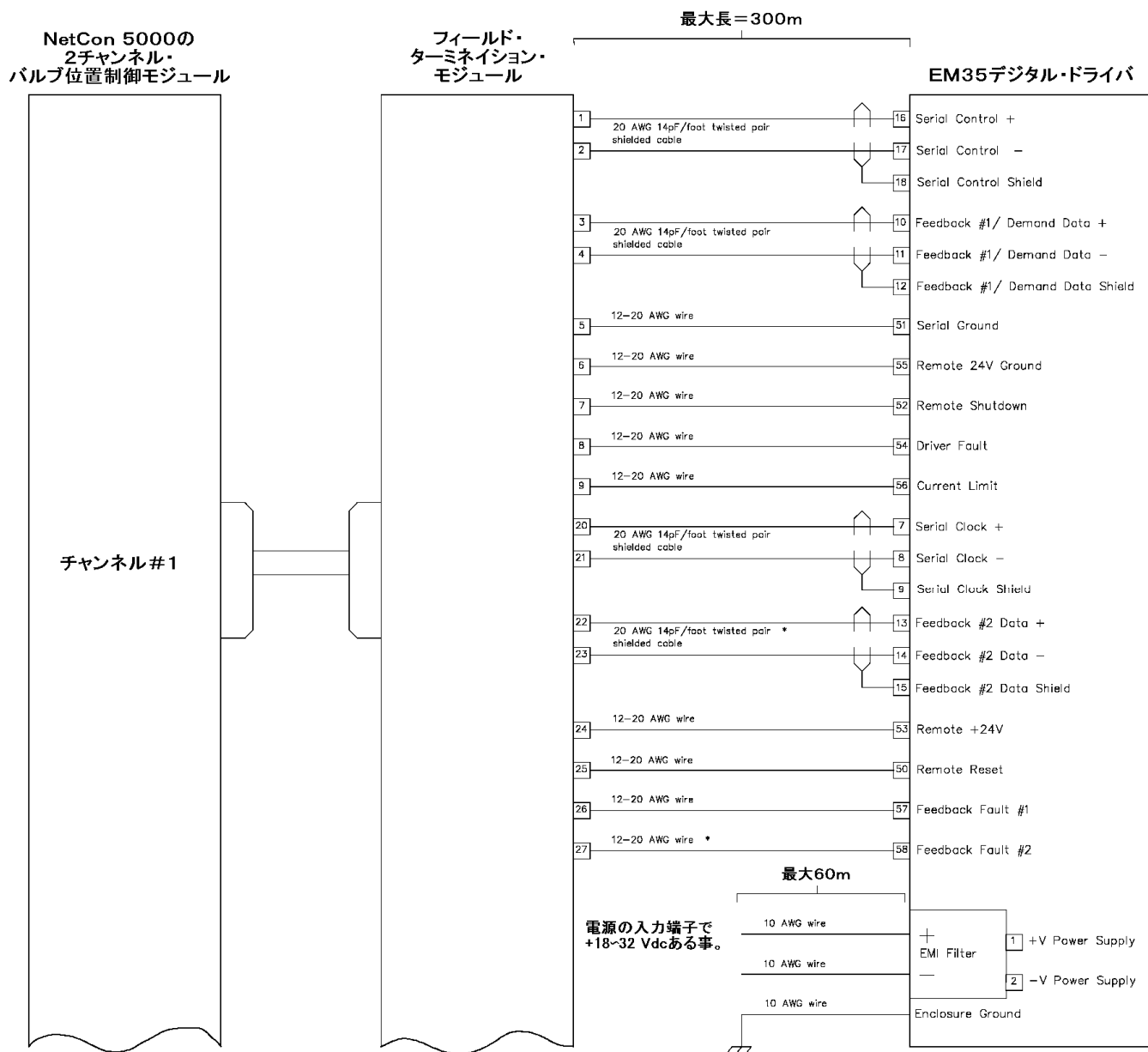


図 2-2. 装置の配線図(アナログ・チャンネル)



20AWGの電線は14pF/ftのシールド付きツイスト・ペア線
(Belden社の部品番号89207または同等品)

モータ駆動用の配線には、シールド付きのトリプル・ツイスト線を使用する事。

* 印の配線は、シングル・フィードバックの場合、不必要。

824-767e
02-10-22

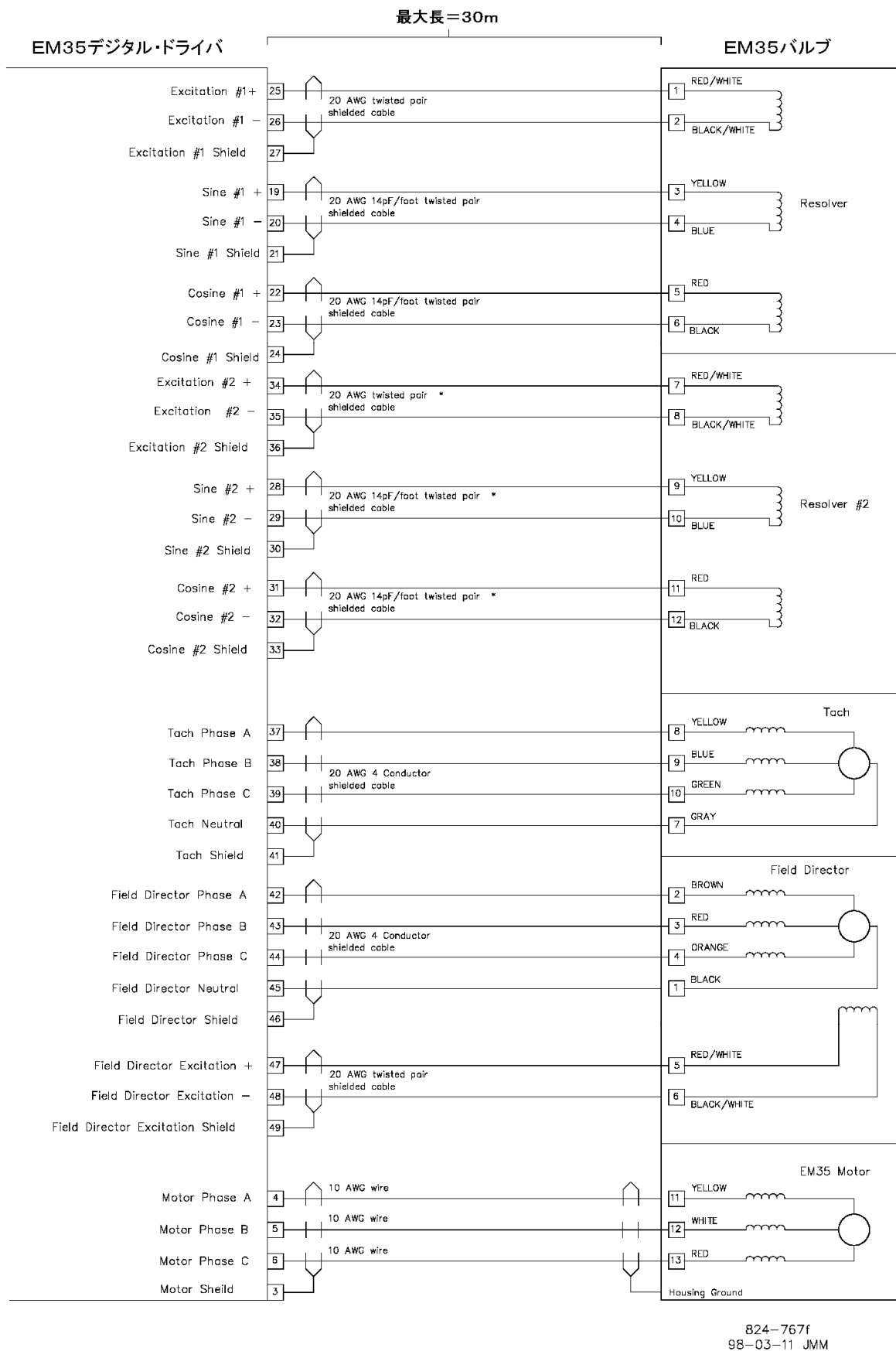
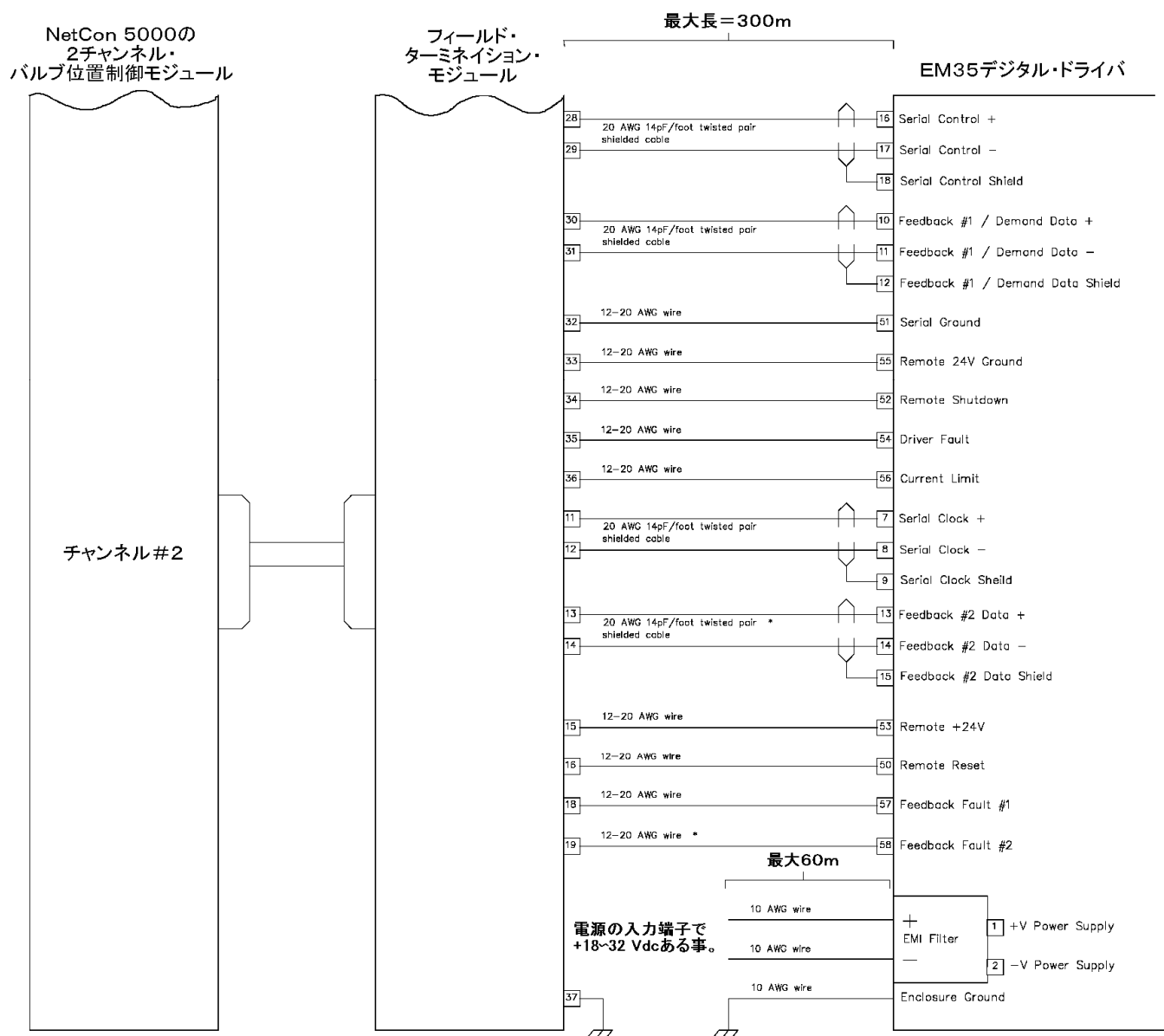


図 2-3. 装置の配線図(デジタル・チャンネル1)

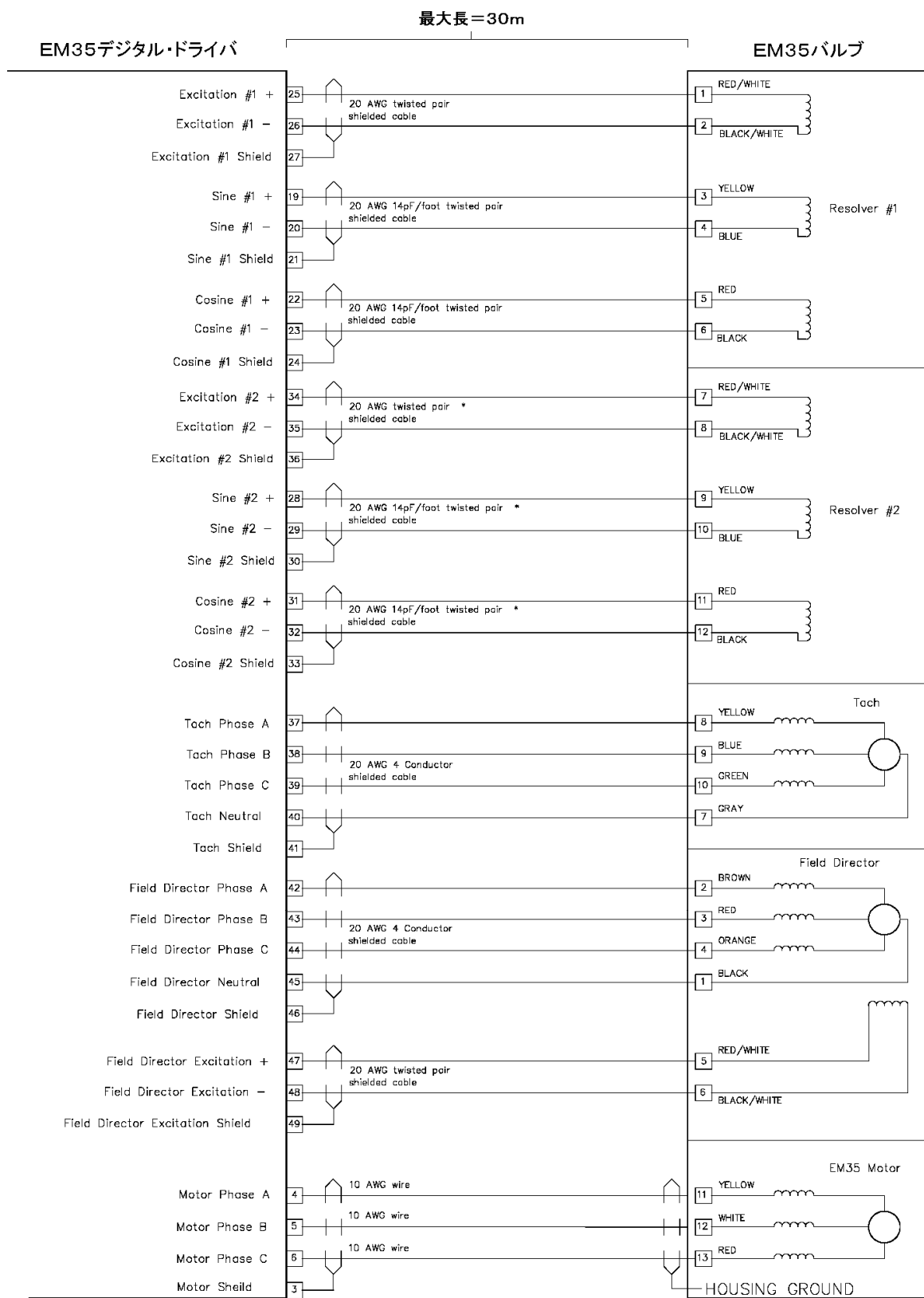


20AWGの電線は14pF/ftのシールド付きツイスト・ペア線
(Belden社の部品番号89207または同等品)

モータ駆動用の配線には、シールド付きのトリプル・ツイスト線を使用する事。

* 印の配線は、シングル・フィードバックの場合、不必要。

824-768d
02-10-3



824-768C
98-03-11 JMM

図 2-4. 装置の配線図(デジタル・チャンネル2)

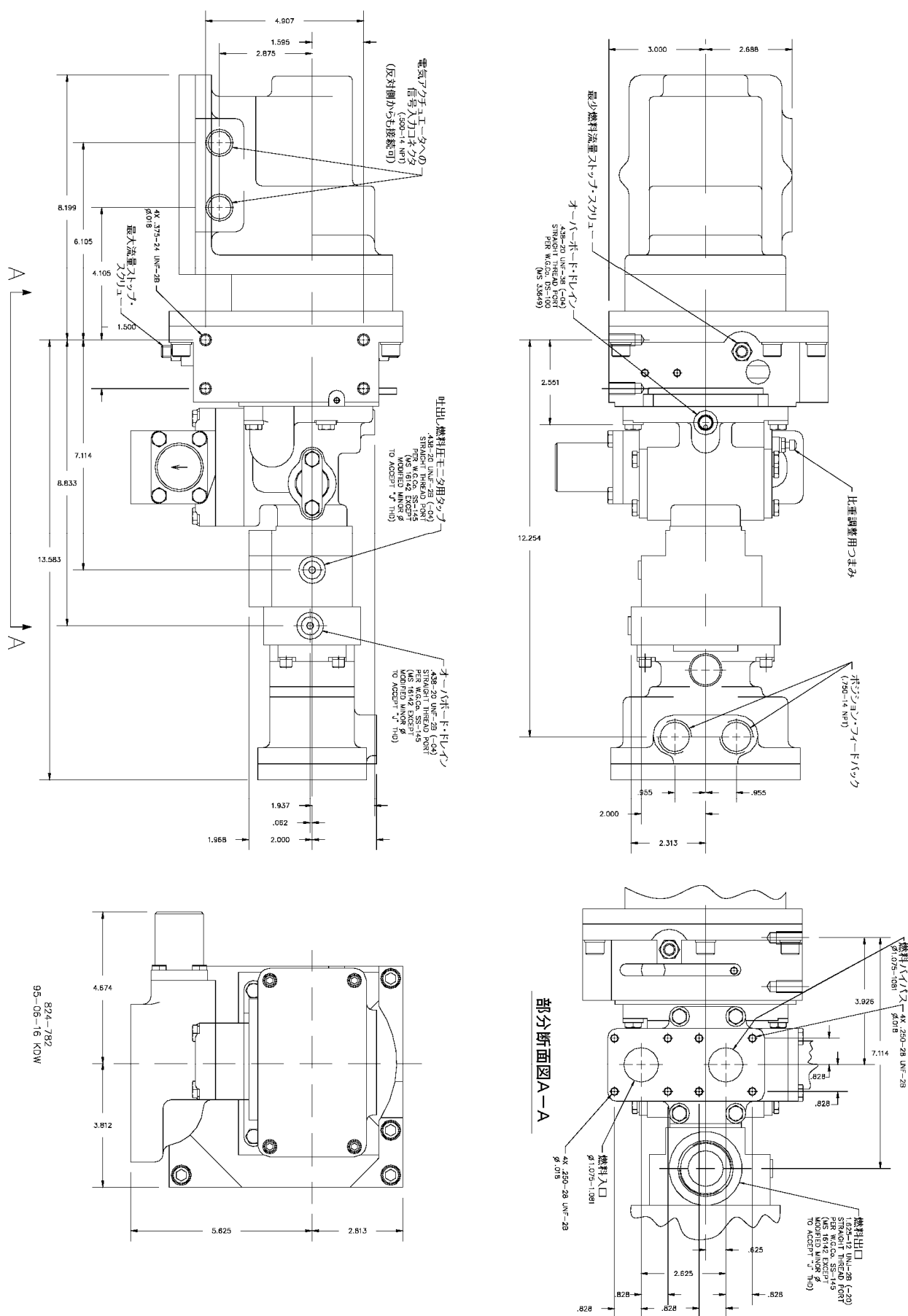


図 2-5. EM35 アクチュエータと 1907 ラージ・リキッド・フュエル・バルブの外形図

第 3 章 運転方法

EM35 アクチュエータ

EM35 電気アクチュエータは、ブラシレス DC モータ、クラッチ・アセンブリ、ギヤヘッド・アセンブリ及び防爆ハウジングから構成されています。ブラシレス DC モータはロータに埋め込まれ、スリーブ状に加工されたサマリウム・コバルト系永久磁石を使っています。高速モータの出力軸はギヤボックス・アセンブリとクラッチでつながっています。このクラッチは、ギヤボックス出力軸の回転が外部の力によって急に止められた時に、モータシャフトとギヤボックスが損傷するのを防ぎます。ギヤ・トレインの出力軸は、2つのローラ・ベアリングで保持されています。クラッチはモータ／ギヤボックス・アセンブリ最大出力の 1.5 倍の力がかかるとスリップします。モータのギヤボックスは遊星ギヤで構成され、出力軸の速度を減らすと共にトルクを増やします。

フィールド・ディレクタはモータ・ロータ・シャフトの後端についています。このフィールド・ディレクタはブラシレスの 3 相位置センサで、モータのコンバータ (電流変換器) 制御に使います。フィールド・ディレクタは、従来のホール素子に比べて熱に強く、バルブの設置場所の制約が少ない為、よく使われます。

モータの制御信号は、外部のモータ・ドライバから供給されます。ドライバは、モータをクローズド・ループの位置制御によって駆動します。位置フィードバック信号は、バルブ・メータリング・スリーブ (調量スリーブ) に直結した高精度のレゾルバから送られます。この方式は、リンケージやギヤ・トレインに起因する、実際のバルブ位置の正しいバルブ位置からの誤差を防止し、結果として、正確な位置制御を行う事ができます。バルブに位置センサがついているので、現場でモータを修理又は交換する場合でも、バルブをキャリブレーションする必要はありません。

モータ・アセンブリは、全てアルミ鋳物の防爆ハウジング内に納められています。ハウジングはモータ自身が発生する熱を効率よく伝え、外気に逃がす為のヒートシンクの役割も持っています。

1907 ラージ・リキッド・フュエル・バルブ

リキッド燃料バルブは、メータリング・スリーブ開口部の回転した角度 (アンギュラ・ポジション) により燃料流量を制御します。メータリング・スリーブは EM35 アクチュエータにより駆動されます。図 3-1 にリキッド燃料バルブの展開図を示します。

リキッド燃料バルブは、燃料がメータリング・スリーブのメータリング・ポートを通過する時の圧力降下を一定に保つ機能を持っています。メータリング・ポートを通過する燃料の量は、開口部面積に比例し、調量される燃料の吐出圧力の変化には影響を受けません。メータリング・ポートを通過する燃料の量は、次の式で表わされます。:

$$Wf = K_1 a (dP)^{1/2}$$

ここに:

K_1 : 燃料とポートの特性で決まる定数

a : ポートの開口面積

dP : バルブ前後の圧力降下 ($P_1 - P_2$)

もし dP を一定に保つ事ができれば、メータリング・ポート開口部を制御する事で、高精度の燃料流量を得る事ができます。

運転状態において、P1 の圧力を持つ燃料はメータリング・スリーブに向かって流れると同時にベローズの片側、バイパス・バルブ及びオリフィスにも流れます。調量された後の燃料は P2 の圧力を持ち、タービンに流れ込むと同時にベローズのもう一方の側に流れます。

ベローズは片側にかかる力、すなわち P1 とスプリング力 S1 の合成力が、もう一方の側にかかる力、すなわち P2 とスプリング力 S2 の合成力とちょうど釣り合う位置まで動いて、そこで止まります。両方の力が釣り合った所で、スプリング力の差 (S2-S1) は圧力差 (P2-P1) に等しくなります。スプリング力 S1 を調整する事で、そのアプリケーションが要求する差圧 dP を得る事ができます。

ベローズの位置によって、オリフィスを通過する燃料量を制御しているブリード・バルブのチェック・ボール位置が決まります。圧力 Pr はブリード・バルブを通過する燃料量で変化し、多く流れれば圧力が下がり、少なければ圧力は上がります。この圧力 Pr とスプリング力 S3 の合成力はバイパス・バルブ・ピストンを閉方向に押しします。これは、バイパス・バルブ・ピストンを開こうとする力 P1 に対抗します。それで、バイパス・バルブ・ピストンは圧力 P1 による力と、圧力 Pr とスプリング力 S3 の合成力が釣り合う位置まで動いて、止まります。燃料のバイパス量が増える為に、P1 は、圧力 P2 又は流量の変動に関係なく、P2 より常に一定圧力差分だけ上に保たれます。

メータリング・ポートが開いてタービンへの燃料量が増加すると、圧力 P2 も増加します。このベローズをはさむ 2 つの力のアンバランスによってスプリング S1 にかかる力が増加し、ブリード・バルブのチェック・ボールを僅かに閉める方向に動かします。それにより、ブリード・バルブを通過する燃料量が減少します。ブリード流量が減少すると Pr が上昇し、結果として、バイパス・バルブ・ピストンををはさむ 2 つの力にアンバランスが生じます。ピストンは、バイパス流量を減らす方向に動き、より多くの燃料がメータリング・ポートの方向に流れます。より多くの燃料がメータリング・ポートに向かう事によって、バイパス・バルブ・ピストンををはさむ 2 つの力がバランスするところまで P1 が上昇し、ベローズは元の位置に復帰して、それ以上のピストン及びベローズの動きはなくなります。

メータリング・ポートが閉じてタービンへの燃料量が減少すると、圧力 P2 も減少します。このベローズをはさむ 2 つの力のアンバランスによってスプリング S1 にかかる力が減少し、ブリード・バルブのチェック・ボールを僅かにバルブ・シートより開ける方向に動かします。それにより、ブリード・バルブを通過する燃料量が増加します。ブリード流量が増加すると Pr が減少し、結果として、バイパス・バルブ・ピストンををはさむ 2 つの力にアンバランスが生じます。ピストンは、バイパス流量を増やす方向に動き、より少ない燃料がメータリング・ポートの方向に流れます。より少ない燃料がメータリング・ポートに向かう事によって、P1 はバイパス・バルブ・ピストンををはさむ 2 つの力がバランスするところまで減少し、ベローズは元の位置に復帰し、それ以上のピストン及びベローズの動きはなくなります。

リリーフ・バルブに付いているオリフィスの働きは、図 3-1 に示すように、バイパス流量を急激に増加させなければならない時に、バイパス・バルブのダンピング (上下動) を無くす事です。通常の運転、または入口圧力及び調量後の出口圧力の変化が比較的小さい場合において、ダンピングは dP の安定を得る為に必要です。ダンピングはブリード・バルブとバイパス・バルブ・ピストンの間の相互リストリクション (制限) により作られます。調量後の出口圧力もしくは入口圧力の大幅な急減が発生すると、バイパス・バルブが急に開いて、バルブ入口圧力の急速な上昇を防ぎます。この過渡的な圧力上昇は、ベローズで検出している定められた dP を越えた大きな差圧を生み出します。ダンピングのリストリクションは、リリーフ・バルブ・ブランジャリーに設けられたオリフィスによって行われます。バイパス・バルブが開く方向に動いている時、このリストリクションを通過する際の圧力降下が 345kPa (50psi) を越えるとリリーフ・バルブが開いてダンピング・リストリクション (減衰絞り弁) の回りをバイパスさせる流れを作ります。その結果、バイパス・バルブが急速に開きます。

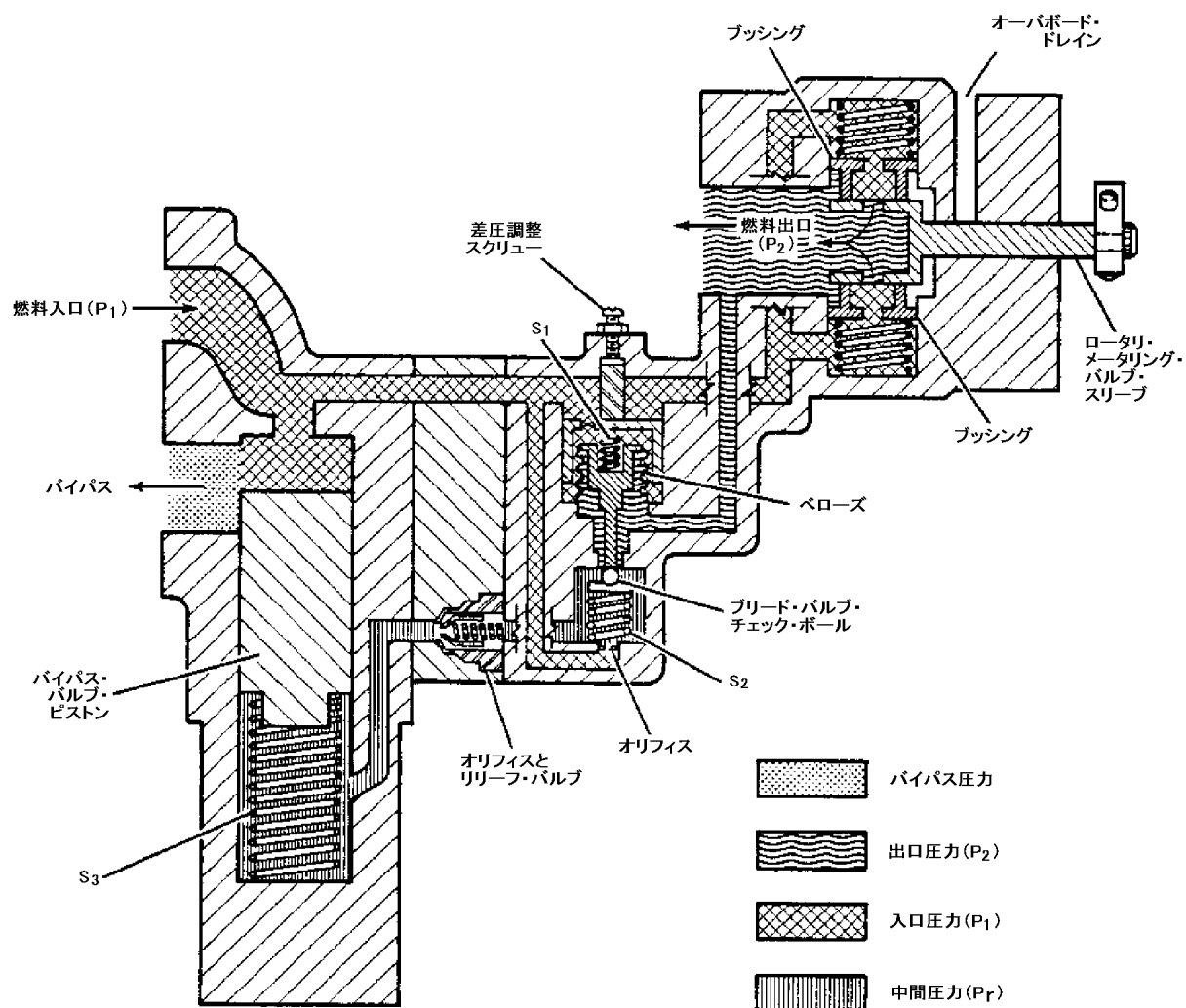


図 3-1. オリフィスとリリーフ・バルブが付いたリキッド・フュエル・バルブの燃料油流れ図

1907 ラージ・リキッド・バルブは圧力補償型の制御弁で、容積型定容量油圧ポンプ・システムと組み合わせる事によってのみ使用できます。オプションのバイパス・ダンプ・ポートによって 1907 バルブを、エンジン燃料の二方又は三方シャットオフ・バルブ (SOV) と組み合わせて使う事ができます。もし 1907 バルブを二方 SOV と組み合わせて使うと、SOV が閉まった時にポジティブ・ディスプレイacement型 (容積型) 燃料ポンプは閉め切り (Dead Headed) 状態になり、燃料ポンプ、配管及び 1907 燃料バルブにダメージを与える可能性があります。

一般的な三方 SOV を使った燃料システムを、図 3-2 に示します。このシステムでは、SOV がシャットダウン位置に動いた時に、全ての燃料は SOV を経由してタンク又は燃料ポンプにバイパスされます。

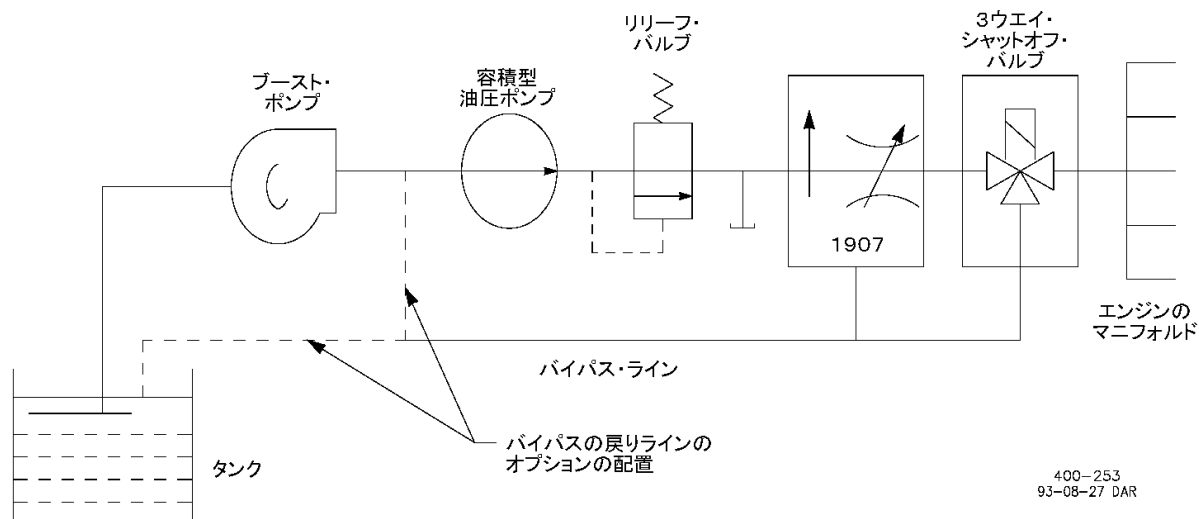


図 3-2. 3方 SOVを組み込んだ燃料系統図

一般的な二方 SOV を使った燃料システムを、図 3-3 に示します。このシステムでは通常「開」の SOV は、1907 ラージ・リキッド・バルブのオプションのバイパス・ダンブ・ポートに付いている通常「閉」のバルブとインターロックを取っています。SOV が閉まると、バイパス・ダンブ・バルブは開きます。バイパス・ピストン下側の制御圧力はタンクにベントされ、バイパス・ピストンは完全にバイパスする位置まで動きます。こうしてバイパス・ダンブと二方 SOV を組み合わせれば三方 SOV と同じ働きをさせることができます。

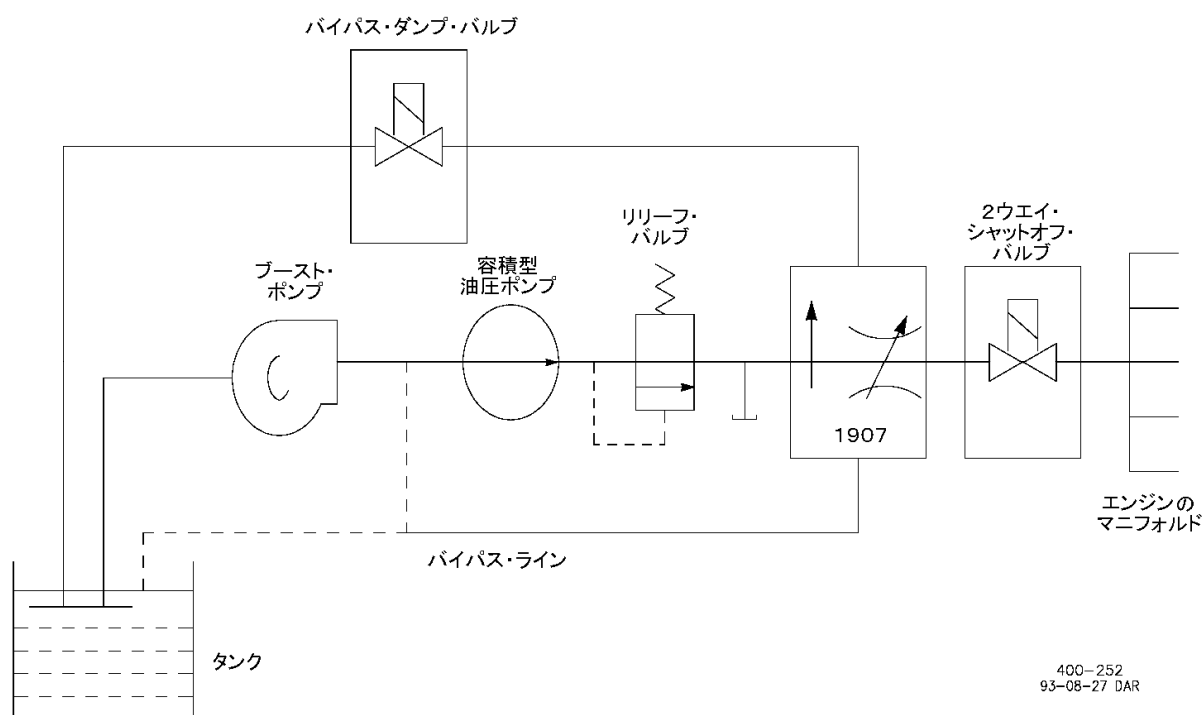


図 3-3. バイパス・ダンブ・バルブ付き2方 SOVを組み込んだ燃料系統図

バイパス・ピストンの下側の制御圧力をダンブするのに使われるバルブは、全ての油量を最少の圧力降下で流せるだけの大きさを持っている事が大切です。バイパス・ピストン下部に残っている圧力は、シャットダウン中にシステムの圧力を上昇させます。図 3-4 によって、あるバルブ入口圧力におけるバイパス・ダンブ・バルブが流さなくてはならない流量を決めてください。バイパス・ダンブに使うバルブは、1907 バルブになるべく近い位置に配置し、1907 バイパス・ダンブ・ポートとバイパス・ダンブ・バルブ間に空気が混入しないようにしてください。バイパス・ダンブ・バルブが閉まった時にバルブ・バイパスの機能が作動し、(燃料油のバイパス機能が)できる限り速やかに制御される為に、このようにする必要があります。

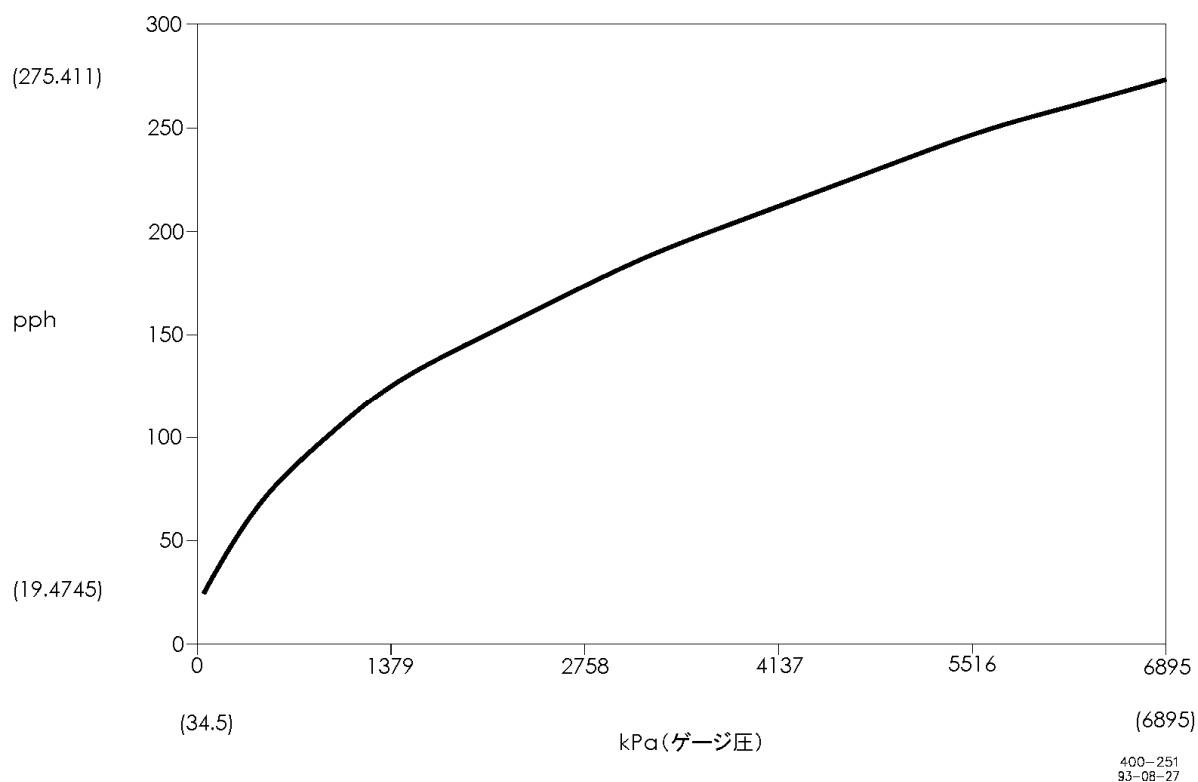


図 3-4. バルブの入リ口圧とバイパスへのダンプ流量の関係

メモ

第 4 章 アクチュエータとバルブの調整

EM35アクチュエータとアナログ・ドライバ付き 1907ラージ・リキッド・バルブ

バルブに付いているメカニカル・ストップ (機械式の停止位置) はバルブ・トラベルを制限し、通常の動作レンジを越えてバルブを運転した時に、バルブにダメージが発生する事を防ぎます。最少流量及び最大流量のキャリブレーションは、レゾルバ・フィードバック信号に基づいて行います。ドライバの互換性を確保する為、現地で取り付ける時に簡単なドライバ調整が必要です。フィールドでの手直しは、必要ありません。

4mA をドライバ入力に与えた時に、オフセット・ポットでレゾルバ・フィードバック電圧が最少燃料流量に相当する値になるように、調整します。20mA をドライバ入力に与えた時に、ゲイン・ポットでレゾルバ・フィードバック電圧が最大燃料流量に相当する値になるように、調整します。これらの電圧値は、工場でそれぞれのバルブの流量試験を行った際に決定され、バルブ・テスト仕様手順書 (TSP) にバルブのシリアル番号と部品番号と共に記録されます。TSP のコピーは、それぞれ出荷される EM 35 Actuator/1907 Large Liquid Valve アセンブリに添付されます。

テストポイントと調整するポテンシオメータの位置については、EM35 アナログ・ドライバ・マニュアル (弊社のマニュアル番号 40152) を参照してください。

EM35アクチュエータとデジタル・ドライバ付き 1907ラージ・リキッド・バルブ

EM35 アクチュエータと 1907 ラージ・リキッド・バルブを EM35 デジタル・ドライバと組み合わせて使うのは、主にドライ・ロウ・エミッション (DLE) のような極めて精度の高い制御を要求されるアプリケーションです。この理由により、アクチュエータ／バルブのキャリブレーションは全て工場で行われます。

バルブのメカニカル・ストップは、バルブ・トラベルを制限し、バルブが通常の動作レンジを越えて動こうとした時に、バルブにダメージが発生する事を防ぎます。フロー・キャリブレーション (流量調整) は、デジタル・レゾルバ・フィードバックとバルブの流量特性テーブルを使って行います。フロー対バルブ・アングル・データは、個々のバルブについてフロー・テストを行って決定し、フロッピーディスクに記録されます。

流量特性テーブルを弊社の Netcon SIO モジュールにダウンロードするには、PC (パーソナル・コンピュータ) が必要です。バルブをキャリブレーションするのに現場での手直しはありません。バルブに付いている警告タグと、オペレータ・パネルに付いている警告メッセージには、テーブル ID (シリアル番号と日付けコード) がバルブ ID に一致していなければならない事を明記しています。

**警告**

燃料バルブ・キャリブレーションを正しく行わなかったならば、致命的なタービンの損傷、高い排気ガス・エミッション、高温ガスの排出、火災、周辺機器の損傷、**人身事故**(重軽傷もしくは死亡)等が発生する可能性があります。燃料メータリング・バルブを正しく使う為に、NetCon コントロールには、それが制御する**バルブ専用の正しい特性データ**をプログラムしなければなりません。Woodward 社は、バルブを購入して頂いたユーザに、バルブのシリアル番号と日付に基づいたプログラム情報を、各バルブ毎に、データ・ファイルの形で提供します。アプリケーション・プログラムの提供者は、このマニュアルの以下の部分に述べる方法で、このバルブ特性データをアプリケーション・ソフトウェアに組み込まなくてはなりません。この手順に誤りが有ったり、Woodward 社以外でバルブの改造(や修理)を行ったり、バルブに損傷が有った場合には、**バルブの特性が変わり、上に列挙したような危険な事態**が発生する恐れがあります。

**警告**

エンジン、タービンその他の原動機の起動時に、機械油圧式ガバナ、電気コントロール、駆動メカニズム、リンケージあるいは制御装置の故障による暴走や過速度により、**人身事故**(重軽傷、死亡)及び装置の損傷を引き起こす可能性があります。このような事故や損傷の発生を防止する為に、**非常停止装置を必ず取り付けなければなりません。**

以下に、正しいバルブ特性情報を Netcon コントロールにダウンロードする方法を説明します。

**注:**

この手順は、経験のあるエンジニアが行うことを想定しています。弊社の GAP プログラムに習熟している事が前提です。

1. このシステムで使用する燃料メータリング・バルブの、シリアル番号とキャリブレーション・データを確認します。バルブ・アセンブリの銘板とデータ・スティッカに記載されています。
2. 上で確認したバルブの番号に相当するバルブ特性データ・ファイルを弊社(Woodward 社)より入手します。バルブ特性データ・ファイル名とバルブ・シリアル番号は、必ず一致していなければなりません。また、バルブのデータとファイルのデータは、必ず一致していなければなりません。もし、これらのいずれかでも異なる場合は、それ以上の作業を中止し、弊社に連絡してください。
3. このファイルを FMV.VLV という名前に変更します。このファイルを<アプリケーション名>.CDR と同じディレクトリに置き、Woodward GAP coder を使ってプログラムを再度コーディングします。
4. このアプリケーション・プログラムを NetCon コントロールの CPU モジュールにダウンロードし、Service モードに入ります。”FMV S/N Verification”プロンプトを探します。このカテゴリのステップに従い、バルブのシリアル番号とバルブ・データ・ファイルが一致する事を確認します。これが確認されれば、エンジンを運転してもかまいません。

第 5 章 トラブルシューティング

概 説

ガバナ・システムの異常は、通常、原動機の色度変動という形で現れます。しかし、速度変動があったからといって、必ずしもガバナ・システムが異常だとは言え切れません。その為、異常な速度変動が発生したら、正しい運転に戻す為にガバナや原動機を含む全てのコンポーネントをチェックするようにしてください。

EM35/バルブ・アセンブリの問題は、バルブ・ドライバの故障表示ランプで示されます。故障の種類は、ドライバ基板の LED に表示されます。それぞれのドライバ・マニュアル(マニュアル番号 40152 がアナログ・ドライバ、40161 がデジタル・ドライバ)にて異常状態表示の詳細を確認してください。

現場での修理

バルブとレゾルバの間でキャリブレーション(調整)がなされているので、現場でアクチュエータの交換を、キャリブレーションをせずに、行うことができます。レゾルバが故障した時は、大抵の場合、工場での再キャリブレーションが必要になります。弊社のサービス認定工場にご相談ください。

メモ

第 6 章

修理および返送要領

製品の保守とサービスについて

弊社の「製品およびサービスに対する保証」(保証書番号 5-01-1205)で定める弊社の制御装置に対して、弊社が行うサービスは以下のとおりです。この「製品およびサービスに対する保証」の効力は、ウッドワード社から製品が販売された時点、もしくは修理などのサービスが実施された時点で発生します。

- 部品や装置の交換
- 通常(料金)の修理
- 通常(料金)のオーバーホール

装置を設置した後に何かトラブルが発生するか、満足な制御が得られない場合、次のようにしてください。

- このマニュアルの「トラブルシューティング」の章に従って、装置をチェックする。
- それでもトラブルが解決できないようであれば、弊社のカスタマ・サービス(TEL: 043-213-2198)に電話してください。ほとんどのトラブルは、電話で弊社のサービス・マンに連絡していただければユーザが自力で解決する事ができますが、もし解決できなかった場合は、上記の3種類のサービスのどれかを選択して、弊社のサービス・マンにお申しつけください。

部品や装置の交換

「部品や装置の交換」は、カスタマが装置や施設をできるだけ早期に稼働させたい場合に行います。カスタマの要望が有りしだい、直ちに新品同様の交換部品や代わりの装置をお届けします。(通常、サービス・コール後 24 時間以内にお届けします。)ただし、カスタマからの要望があった時に持って行ける部品や装置が有った場合に限りです。従って、装置や施設の停止時間や、そのために発生するコストは最少になります。このサービスに要する費用は、通常の料金体系(Flat Rate structured program)に基づいて計算され、弊社の保証書 5-01-1205 で規定する「製品およびサービスに対する保証」に従って、弊社で定める製品に対する保証が全期間にわたって適用されます。

既設の装置を予定より早めに交換する場合や、あるいは不意に装置を取り替えなければならない為に、交換用の装置が必要な場合には、このサービスをお申しつけください。カスタマが弊社にサービス・コールを下された時に、社内にお送りできる交換用の装置があれば、通常 24 時間以内にカスタマ宛てに発送されます。カスタマは、現在使用している装置を、弊社から送られてきた新品同様の装置と付け替えて、古い装置は弊社に送り返してください。返送の手順は、この章の後ろの方に記載されています。

返送用オーソリゼーション・ラベル: 装置が迅速に修理担当者の手元に届くように、装置を梱包している箱に、返送された装置が入っている事がはっきりわかるようにしておいてください。これは、不必要な追加料金が掛からないようにする為にも必要です。弊社から発送される修理・交換用の装置の梱包箱には、必ず「返送用オーソリゼーション・ラベル」が入っています。梱包箱に故障した装置を入れて、箱に返送用オーソリゼーション・ラベルを貼り付けてから返送してください。梱包箱にオーソリゼーション・ラベルが貼られていない場合は、税関通過時に特別の検査を受け、その検査に掛かった費用を追加請求される場合がありますし、その結果、装置が修理担当者の手元に届くのが遅れる事になりますので、ご注意ください。

通常の修理

このサービスでは、弊社が装置を修理する前に、修理に要する費用がどれくらいになるかをカスタマにお知らせします。「通常の修理」を行なった装置の、修理／交換を行った部品や修理作業には、保証書 5-01-1205 の「製品およびサービスに対する保証」に基づく、弊社の標準のサービス保証が適用されます。

通常のオーバホール

このサービスは、機械ガバナおよび機械部品に対してのみ適用されます。

装置の返送要領

電子制御装置やその部品を修理の為に日本ウッドワードガバナー社に送り返す場合は、事前に返送用オーソリゼーション・ラベルを送付するように、弊社にお申し付けください。そして、以下に示す各項目を明記した荷札を添付してください。

- 修理後の制御装置の返送先の事業所名と所在地
- 修理を依頼された担当者のお名前と電話番号
- 制御装置の銘板に示されている部品番号 (P/N) とシリアル番号 (S/N)
- 故障内容の詳細説明
- 希望する修理の範囲



警告

装置を梱包する時には、不適切な取り扱いによって電子部品が損傷を受けないようにする為に、弊社のマニュアル J82715:「電子装置、プリント基板、モジュールの取り扱いと保護の為にガイド」をよく読んで、その注意事項を厳守してください。

装置を本体ごと梱包する

装置を本体ごと返送する場合は、次の材料を使用します。

- 装置のコネクタ全てに、保護用キャップを装着します。
- 電子制御モジュールは、静電保護袋に入れてから梱包します。
- 装置の表面に傷が付かないような梱包材料を用意します。
- 工業認可された対衝撃性の最低 10cm 厚の梱包材料で、しっかりと梱包します。
- 装置を2重のダンボール箱に入れます。
- 箱の外側を荷造り用のテープでしっかりと縛ります。

その他の注意事項

修理する装置や部品に**注文書**(または**修理依頼書**)を同封してくだされば、装置が弊社に到着後、直ちに修理に取りかかる事ができます。弊社では、カスタマからの注文書を頂くまでは、修理を始めない事になっております。従って、注文書は極力装置到着時、またはそれ以前に、弊社のカスタマ・サービス宛てにご送付ください。詳細については、弊社のカスタマ・サービスにお問い合わせください。(TEL:043-213-2198)

交換用部品

制御装置の交換用部品を注文される場合は、次の事柄も一緒にお知らせください。

- 装置の銘板に示されている部品番号(P/N)。(例:5448-xxx)
- 装置の銘板に示されているシリアル番号(S/N)。

弊社の所在地、電話番号、FAX 番号

〒261-7119 千葉県千葉市美浜区中瀬 2-6 ワールドビジネスガーデン・マリブウエスト 19F

日本ウッドワードガバナー株式会社

TEL:043 (213) 2191 FAX:043 (213) 2199

その他のアフタ・マーケット・サービス

弊社では、製品をお客様に安心して使って頂く為に、装置販売後も次のようなサービスを実施しております。

- テクニカル・サポート
- プロダクト・トレーニング
- フィールド・サービス

テクニカル・サポートは、弊社のカスタマ・サービスにお電話くださればいつでもご利用頂けます。弊社の製品運転時に発生するカスタマの疑問やトラブルの対処方法に付いては、何時でも弊社のカスタマ・サービスにお問い合わせください。製品の種類によっては、弊社の認定納入業者 (Authorized distributor) にお問い合わせ頂くものもあります。通常の時間帯であればカスタマ・サービスの担当者がお答え致します。夜間および休祭日で緊急の場合は、専用の電話番号がありますので、そちらにお電話ください。製品に関する技術的な問い合わせに付いては、どうぞ弊社のカスタマ・サービスにお電話ください。(TEL: 043-213-2198)

プロダクト・トレーニングは、富里本社またはカスタマの工場で行います。トレーニングには標準のコースもありますが、カスタマの要望があれば、内容を自由に変更する事ができます。どうすれば原動機制御システムを、高い信頼性を維持しつつ、長期間連続運転できるかという事に付いて、カスタマの技術者からの質問に、弊社の専門のトレーナが懇切丁寧にお答え致します。カスタマ・トレーニングの内容やスケジュールに付いては、どうぞ弊社のカスタマ・トレーニングの担当者にお問い合わせください。(TEL: 043-213-2198)

フィールド・サービスは、カスタマからの要請があり次第、富里本社または弊社の認定納入業者からサービス・エンジニアを派遣して、直ちにカスタマのトラブルに対処致します。弊社のサービス・エンジニアは、弊社の製品、およびこれに接続される他社の製品に対する、長年のフィールド・サービスの経験があります。弊社のフィールド・サービスは、24 時間体制で運営されています。カスタマ・サービスの出張要請に付いては、営業時間内であれば、弊社のカスタマ・サービスに(TEL: 043-213-2198)、夜間および休祭日で緊急の場合は、専用の電話番号がありますので、そちらにお電話ください。(夜間および休祭日に、弊社の代表電話番号 TEL:043-213-2191 にお電話くだされば、テープで緊急連絡先を全てお教えするようになっています。)

インターネットのホーム・ページ <http://www.woodward.com/corp/locations/japan/service.htm> に、弊社のアフタ・マーケット・サービスに付いて詳しく説明していますので、どうぞご覧ください。

技術情報

お客様が、トラブルなどのために弊社にお電話をくださる場合には、必ず以下の事柄も一緒に弊社にお知らせください。トラブルがどのような状況で発生したかが、より正確にわからなければ、正しい対処はできません。必要事項を、前もって、下の各欄に記入しておいてください。

工場名と所在地

お客様の工場名 _____

お客様の工場の所在地 _____

電話番号 _____

FAX 番号 _____

原動機に関するデータ

エンジン／タービンの型式番号 _____

原動機の製造者名 _____

シリンダ数 _____

使用する燃料（ガス、気体、蒸気など） _____

定格速度、定格馬力等 _____

用途／使用方法 _____

ガバナに関するデータ

制御システムに組込んで御使用になっている弊社の製品（ガバナ、アクチュエータ、電子制御装置）は、全て記載する事。

ウッドワード社の製品の部品番号とレビジョン _____

制御装置の特徴／ガバナのタイプ _____

シリアル番号 _____

ウッドワード社の製品の部品番号とレビジョン _____

制御装置の特徴／ガバナのタイプ _____

シリアル番号 _____

ウッドワード社の製品の部品番号とレビジョン _____

制御装置の特徴／ガバナのタイプ _____

シリアル番号 _____

ウッドワード社の製品の部品番号とレビジョン _____

制御装置の特徴／ガバナのタイプ _____

シリアル番号 _____

ウッドワード社の製品の部品番号とレビジョン _____

制御装置の特徴／ガバナのタイプ _____

シリアル番号 _____

電子制御装置もしくはプログラムで設定値を調整する制御装置を御使用の場合は、お電話をくださる前に、装置の設定用ポテンシオメータの位置または設定値のリストを、お客様の手近に準備しておいてください。

EM35/1907制御装置の仕様

解 説

EM35 電気式アクチュエータはレゾルバ・フィードバックが付いており、Woodward 社のガス・バルブ又はリキッド・バルブと組み合わせて使うように設計されています。アクチュエータは、モータを駆動し、クローズドループ制御を行う為、ファイナル・ドライバと組み合わせて使用します。

EM35 電気式アクチュエータは、ブラシレス DC モータと 108:1 の減速比を持つ遊星ギヤ・ヘッドで、できています。モータはロータに埋め込まれ、スリーブ状に加工されたサマリウム-コバルト系永久磁石を使っています。全てのステータ巻線は、完全にシールされています。モータ位置検出はブラシレス・フィールド・ディレクタで行っています。このインダクティブ・デバイスは電子モータ・コントローラから励磁電圧を受け取り、信号はコントローラで変調されます。

機械的仕様

出力軸回転角度	60 度 (バルブ・ストップで回転制限を受ける。)
アクチュエータ/バルブ・カップリング	カム・フォロワ
トルク定数	1.8 Nm/A (16 lb-in/A)
連続出力トルク	±25 Nm (±220 lb-in) 最大
ピーク出力トルク	±45 Nm (±400 lb-in) 最小
クラッチ滑りトルク	±68 Nm (±600 lb-in)
バルブ・リキッド接続	MS 33786-20 ポート
リキッド燃料流量	68 から 11,340 kg/h (150 から 25,000 lb/h)

電氣的仕様

電源供給	28 Vdc 定格、18-32 Vdc 運転 4.5 A 連続 25 A ピーク、50 mSec
------	--

性能に関する仕様

スルー・タイム (50x)	28 Vdc において 150 mSec 開き方向、80 mSec 閉まり方向。(100 mSec 閉まり方向、137:1 ギヤ比) ここにスルー・タイム = バルブ・トラベル ÷ 最大スルー・レート。
バンド幅	>4.5 Hz
位置決めの精度	±0.50° (アナログ・ドライバ使用時) ±0.10° (デジタル・ドライバ使用時)

設置環境

温度	
バルブ:	-18 ~ +121 °C (0 ~ +250 °F)
アクチュエータとレゾルバ:	-40 ~ +149 °C (-40 ~ +300 °F)

爆発危険場所に関する認証

保護クラス	Class I, Division 1, Group C and D Class I, Division 2, Group B, C and D Zone 1, Group IIB
-------	--

このマニュアルに付いて何か御意見や御感想がございましたら

下記の住所宛てに、ご連絡ください。

〒261-7119 千葉県千葉市美浜区中瀬 2-6
ワールドビジネスガーデン・マリブウエスト 19F
日本ウッドワードガバナー株式会社
マニュアル係

TEL:043 (213) 2191 FAX:043 (213) 2199

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



WOODWARD

PO Box 1519, Fort Collins CO 80522-1519, USA
1000 East Drake Road, Fort Collins CO 80525, USA
Phone +1 (970) 482-5811 . Fax +1 (970) 498-3058

Email and Website—www.woodward.com

Woodward has company-owned plants, subsidiaries, and branches,
as well as authorized distributors and other authorized service and sales facilities throughout the world.

Complete address / phone / fax / email information for all locations is available on our website.