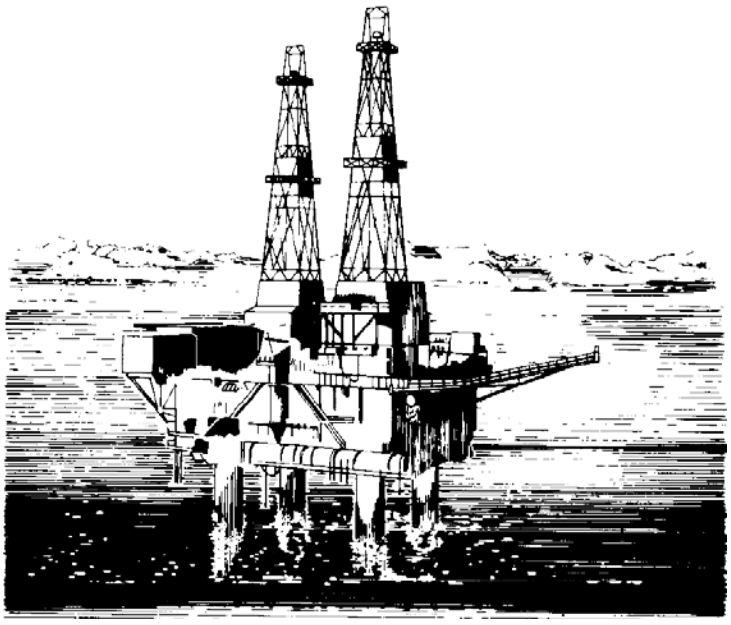
参照マニュアル



油圧式ガバナ用作動油

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 JA25071(J 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

弊社の装置の設置、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、そのウェブサイトに存在しない場合は、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

弊社の製品の機械的、及び電気的仕様、または指定された運転条件の限度を越えて、許可無く弊社の製品の改造、または運転を行った場合、人身事故並びに、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をつないで使用しており、そのバッテリがオルタネータまたはバッテリ充電装置によって充電されている場合、バッテリを装置から取り外す前に必ずバッテリ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ティック、ビニール、発泡スチロールに近付けない事。（ただし、静電気防止対策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兼ねます。
© Woodward 1992
All Rights Reserved

目 次

第 1 章 序 文 1
始めに 1
油の特性 1
油の潤滑特性 2
性能添加剤 3
潤滑保護添加剤 3

第 2 章 油の選定法 5
一般情報 5
適切な油選定に必要な二つの基本的要素 7
オートマチック・トランスミッション・フルード 8
合成油 8
備 考 11

第 3 章 油 の 保 守 12
一般情報 12
オイル交換の間隔 12
ガバナ・オイルの交換時期 14
汚染したガバナ油 14
オイル・フィルタ 14
オイル・ラッカリング 16

図 の 目 次

表 2－1. オイル図表 9
表 2－2. 粘度比較表 9

第 1 章
序　文

始めに

本マニュアルは、ウッドワードガバナー社のガバナまたはアクチュエータに使用する油の一般的な選定指針について述べます。

油に要求される重要な機能の一つは、良好な潤滑性を保ちながら高負荷と高温に耐えられることです。精製工程から出たばかりの油はヌルヌルした液体であるが、目的とする機能に重要な添加剤はまだ含んでいません。

これらの添加剤は液体を高熱、低熱、汚染、腐食、錆、摩耗、及びその他の環境的及び機械的障害に耐える潤滑剤に変えます。潤滑添加剤は遂行する機能に応じて三つの一般的カテゴリーに分けられます。:

- 潤滑表面の保護
- 潤滑性能の向上
- 潤滑剤の保護

表面保護添加剤には耐摩耗剤、防食及び防錆剤、及び清浄分散剤があります。性能添加剤には、流動点抑制剤、シール膨張剤及び粘度指数改良剤があります。潤滑保護添加剤には、耐発泡剤、耐酸化剤、金属不活性化剤があります。

油の特性

油で考慮すべき重要特性には四つあります。それは粘度、流動点、剪断安定度、及び熱的安定度です。

油粘度

全ての天然潤滑剤は高温で薄くなり、低温では濃くなります。この変化の程度は粘度指数（VI）で測定されます。VI 数が高くなればなるほど、温度の粘度変化に及ばす影響は小さくなり、VI が 200 の油は、この点で非常に良好な油です。

油流動点

油の流動点は低温適合性の尺度となります。流動点抑制剤と呼ばれる化合物は、油が濃くなる低い作動温度でも油が流れるようにするために使用されます。

剪断安定度

油の粘度はまた、剪断によっても変化します。長銀ポリマーの実際の機械的剪断は、与えられた温度での実際の粘度と粘度指数の両方を低下させるように作用します。

熱的安定度

油の粘度変化はまた、高温での長期使用によっても起きます。この場合、油は酸化と軽い分子の蒸発のため濃くなります。

マルチビスコシティ粘度のオイルは、適当な粘度を保ちながら作動温度範囲を拡大します。但し、熱的及び剪断安定度は比較的低く、有効寿命は短くなります。良い代替案は合成油の使用で、これは良好な温度粘度特性を持っています。合成油については本マニュアルの第2章で説明します。

油の潤滑特性

油の潤滑特性は耐摩耗剤、防食及び防錆剤、及び洗浄分散剤のような各種の化合物を添加することにより、大きく改良されます。

潤滑油の添加物に関して何か情報が必要であれば、製油会社に問い合わせる事をお勧めします。

耐摩耗剤

金属間の擦れ又は研磨剤による機械的摩耗は、通常部品を分離しておくに十分な厚みの油膜による流体力学的潤滑で防止されます。然しながら、高負荷、低速、及び低潤滑剤粘度等の一定の条件下では、潤滑剤の膜は破裂し、金属間接触を起こすことがあります。この条件はスラスト・ベアリング表面間、又は嵌合の緊密なポンプギアとギアポケットの間に存在することがあります。

金属間接触による摩耗を防ぐため、殆どの潤滑剤に使用される耐摩耗添加剤は、最低の潤滑によって与えられる剪断応力の下で生成される塗布膜を形成します。然しながら、接合表面間の摩擦による熱は添加剤と金属表面間に化学反応のエネルギーを与え、保護塗布膜を形成します。

防食及び防錆剤

油のもう一つの重要な潤滑特性は、錆と腐食に対抗でき、シール材料に適合しなければならないことです。

潤滑油が水分で汚染されると腐食が起きます。エンジンオイルを使用するガバナの場合は、オイルは燃焼の酸性生成物によって汚染されるようになります。

清浄分散剤

清浄剤は高温における付着物を制御するのに使用する化合物であり、分散剤は低温でのスラッジの形成を制御するのに使用します。分散剤は汚染粉粒を吸収し、これを懸濁状態に置くため、粉粒は擬集しスラッジを形成することができません。

性能添加剤

油の性能特性はまた、流動点抑制剤、シール膨張剤及び粘度指数改良剤等の添加化合物によって大きく改良することができます。

潤滑油の添加物に関して何か情報が必要であれば、製油会社に問い合わせる事をお勧めします。

流動点分散剤

流動点分散剤は、油が濃くなる低い作動温度でも油が流れるようにさせる化合物です。これらの油の天然物性は、原油それ自体及び精製工程によって決定されます。

シール膨張剤

ガバナにはゴミを締め出しオイルだけを残すため、多数のシールが使用されています。シールは、ニトリルやシリコンを含む多数の化合物で作られています。現在、シール材料の傾向は 204 °C（400 °F）までの長時間温度に耐えられるフッ素ゴムが使用されています。

粘度指数改良剤

鉱物油が薄くなる率は 38 °C （100 °F）と 99 °C （210 °F）の粘度間の数学的関係値で表され、粘度指数（VI）と呼ばれています。

VI が高い油は、低い VI の油よりも温度による粘度変化が小さくなります。広い温度範囲で使用される潤滑剤は、通常高い VI 値を持たねばなりません。エンジンを容易にスタートするには低温で低粘度が必要であり、通常運転では通常運転温度において通当な油膜を必要とすることから、油の VI 値には大きな関心が払われてきました。

油の広い温度範囲での粘度要求条件は、油を VI 改良剤として知られる添加剤で処理することで満足されます。VI 改良剤はまた、剪断安定度も改良します。

然しながら、ポリマーVI 改良剤は可動表面間の剪断力によって分解する可能性が高くなります。この種の剪断が起きると、高温度による粘性に対するポリマーの貢献度は低くなります。従ってポリマーVI 改良剤を使用する高 VI オイルは、高温で粘性を保持し続けるに適当なポリマーを必要とします。

潤滑保護添加剤

油によって与えられる潤滑保護を増加させるため、特殊添加剤も使用されます。そのような添加剤には耐発泡剤、耐酸化剤、及び金属不活性化剤などがあります。

潤滑油の添加物に関して何か情報が必要であれば、製油会社に問い合わせる事をお勧めします。

耐発泡剤

十分な攪拌を与えると、全ての油は空気を包含して泡を発生します。これは反面、問題を大きくします。油が酸素に暴露されると油の反応が増え、酸化速度を速めることになります。

空気と泡はまた冷却剤としての、及び作動油としての潤滑効率を減少させます。包含された空気は油を圧縮可能に変化させ、また作動上の問題を起こすこともあります。発泡をなくすには、油より表面張力の低い、潤滑剤との溶解性の低い添加剤を使用します。これで泡の回りの油膜が弱くなり、壊れてしまいます。

耐酸化剤

酸化工程は複雑であり、最も好ましくないものです。油の酸化を減らす添加剤は、腐食も減らすことになります。

油はまた分解し、アルデヒド、アルコール、酸等の多種類の化合物を形成することがあります。これらの化合物は更に酸化し、更に化合物を形成するよう互いに反応します。これらの化合物のあるものは油に溶解し、粘度の上昇を起こし、またあるものは不溶解性でワニス、又はスラッジを形成することになります。

酸化は多くの要因、即ち、温度、被潤滑材料、廃油供給源、精製工程等による影響で起きます。耐酸化剤の選定は特定の油の試験をベースに行われます。

金属不活性化剤

防食及び防錆剤として使われる添加剤は、金属表面に金属不活性化剤として作用する塗布膜を形成します。金属不活性化剤はまた、酸化触媒として作用する鉛、鋼及び鉄等の金属を被覆することによって酸化を抑制します。

第 2 章
油の選定法

一般情報

ガバナの適切な運転のため、油の選定において考慮すべき重要な点がいくつかあります。以下にこれらの要因とガバナ運転への影響を説明します。

粘　度

ガバナ用途では、粘度の変化は性能に重要な影響を与えます。油が薄過ぎるとガバナは不安定になり、油が濃過ぎるとガバナは機能が鈍くなり応答性が悪くなります。

VI（粘度指数）数が大きければ大きいほど、温度の粘度変化への影響は小さくなります。適切なガバナ運転のための推奨粘度範囲は 50－3000 SUS で、公称 150 SUS が理想的です。これを念頭に置けば、適正な油の選定は運転温度及び高 VI においては 150 SUS となるでしょう。

警　告

粘度が 50－3000 SUS の範囲から外れるとガバナ制御の安定性が失われ、原動機がオーバ・スピードする危険があります。原動機のオーバ・スピードや暴走は、装置の大きな損傷、人身事故や死亡事故を生ずることになります。

流動点

予想される最低始動温度より 8.3－11.1 °C（15－20 °F）低い流動点を持つ油を推奨します。これで万一のポンプ・キャビテーション及び応答の遅れを避けることができます。最低温度条件下では、オイル・ヒータを設置することが必要な場合があります。据付の特定要求条件の情報についてはウッドワード・ガバナー株式会社に連絡下さい。
弊社の所在地は、マニュアルの裏表紙に記載しています。

剪断安定度

厳しい使用条件が予測される用途、又はオイル・チェンジの間に長期間を要する用途では、高い剪断安定度を持つ油を選定する必要があります。特定の油の剪断安定度の情報については、製油会社に御問い合せ下さい。

熱的安定度

長期間の高温運転が予測される使用条件には、高い熱的安定度を持つ油を選定しなければなりません。マルチ・ビスコシティ油は、過当な粘度を維持しながら運転温度範囲を拡大します。但し、熱的及び剪断安定度は比較的低く、有効寿命は短くなります。良い代替案は合成油の使用で、これは良好な温度粘度特性と、高い熱的及び剪断安定度を持っています。ガバナの運転温度を下げるには、熱交換器を使用することもできます。

防食及び防錆剤

ガバナ又はアクチュエータの適正な運転を行なうための油の選定のもう一つの重要な点は、錆と腐食に対抗できなければならないことです。

油は水分で汚染されることがあるので、ガバナでは腐食は特に問題となります。エンジンオイルを使用するガバナの場合は、オイルは燃焼の酸性生成物によって汚染されるようになります。

スラッジ分散

分散剤は、通常の運転温度に達することが稀なエンジンを保護するため特に有用です。この種の使用条件ではスラッジが生成し、部品を被覆してガバナ内部の油の通過を閉塞するに至ります。

シールとの適合性

ガバナに用いるオイルは、ガバナの材料と適合するものでなくてはなりません。シールの著しい収縮や軟化は許容できないが、僅かに膨れることは望ましいことが多いです。ベースオイルがシールを充分には膨れさせないときは、シール膨張剤を使用しても問題ありません。

油の酸化

充分な攪拌を行うと、エンジンオイルやガバナ・オイルはすべて空気を取り込んで泡を生成します。これは益々問題を多くすることになります。泡の生成によって、オイルの酸素への露呈が大きくなり、そのため酸化速度が早くなります。空気と泡とは、冷却媒体として、また作動油としての潤滑剤の効率をも低下させます。オイルの中に取り込まれた空気のために、オイルは圧縮性の液体に変わり、完全な状態に調整してあったガバナを不安定にする恐れがあります。泡の発生をなくすために、オイルよりも表面張力の小さな、そして潤滑剤への溶解度の小さい添加剤が使われます。この添加剤は、気泡を囲んでいる油膜を弱め、そして破壊します。

耐摩耗剤

油は耐摩耗剤を含むことにより、高負荷、低速、極端な高度等で、潤滑がその境界域に達し、本来の流体力学的潤滑が出来なくなった時には、その潤滑性能が強化されます。この追加的潤滑は、金属表面保護膜の形成により可能となります。

亜鉛非アルキルりん酸(ZDP's)は耐摩耗剤として、作動油およびエンジン油としてよく使用されます。ガバナは通常、耐摩耗添加剤は要求しませんが、潤滑機能限界における使用においては、その利点を発揮します。

注 意

ZDP は銀を腐食させます。ZDP 耐摩耗剤を含んだ油は、サイドプレートに油溜りのある PGEV ガバナへの使用は推奨できません。PGEV ガバナには、銀接点を含んだ負荷制限可変抵抗器を装備しています。油の銀粉を含んだ汚れや抵抗器コンタクトの摩耗増加は、ZDP 耐摩耗剤を含んだ油の使用によるものです。サイドプレートに油溜りを持たない PGE および PGEV ガバナは、銀接点に油が入らないので、ZDP 耐摩耗剤を含む油は連続して使用できます。

適切な油選定に必要な二つの基本的要素

ガバナを正しく作動させるオイルを選択する際、二つの基本的要素を考慮に入れる必要があります。第一は、オイルの SUS 粘度範囲であり、第二は、周囲環境の中でのガバナの作動温度です。

油粘度範囲

ガバナを作動させる際に望ましいオイルの粘度範囲は、ガバナの通常の作動温度範囲において、50 から 3000 SUS です。

この範囲は（オイルチャートの一番下の）説明部の中に「許容作動範囲」として示してあります。粘度番数が大きければ大きいほど、粘度変化に及ばされる温度の影響は小さくなります。

ウッドワードガバナー社は、動作温度の範囲におけるオイルの粘度が 50 から 3000 SUS の範囲内にあれば、たいていのオイルを使って安定した動作をするように設計されています。ガバナが動作するときの理想的な粘度範囲は、通常のガバナの動作温度において 100 から 300 SUS です。ガバナ・オイルの運転温度は、オイルチャートの一番上にある－40 °C（－40 °F）から 116 °C（240 °F）までの温度目盛りの上に示してあります。この温度範囲は、凡例の中では白色の部分で、オイルテーブルの中では「理想的温度範囲」として表しています。

ガバナの運転温度

ガバナを連続運転するときのオイルの温度は、60 °C（140 °F）から 93 °C（200 °F）の範囲が望ましいです。ガバナまたはアタチュエータの温度は、ケースの外側の下の方の部分で測定して下さい．）実際のオイルの温度は、これより 6 °C（10 °F）程度高くなります。周囲温度の範囲は、－29 °C（－20 °F）から+93 °C（+200 °F）です。

警 告

油の流動点以下ではガバナは機能が鈍り、応答性が落ちるので、これ以下で使用してはならない。ガバナ内部部品の焼き付きが起き、ガバナ制御ができなくなり、その結果、装置の損傷や人身事故を起こす場合があります。

オイル・チャートの読み方

（表２－1）

説明図とオイルチャートの白い部分の左側の斜交線陰影部は、限られた時間のみの運転に許容される温度の下限を示します。

説明図とオイルチャートの「流動点」と指定した斜交線陰影部は、油がその流動点に達するため進行的に濃くなる温度範囲を示しています。概略の流動点は斜交線陰影部の低温末端部（左端）で示しています。

油が濃くなり過ぎるとガバナは機能が鈍り、応答性が落ちます。最低始動温度より 8.3－11.1 °C（15－20 °F）低い流動点を持つ油を推奨します。

説明図とオイルチャートの白い部分の右側の斜交線陰影部は、限られた時間のみの運転に許容される温度の上限を示しています。これらの部分の右側の端は、油の大体の劣化温度を示します。

この点以上の温度での長時間使用は、オイルチェンジを頻繁に行わないと、ガバナ故障の原因となります。油劣化点近くでのガバナ運転を避けるには、耐温度性の高い油に変えるか、又は熱交換器でガバナ温度を下げるか、或いはその両方を使用します。

熱帯的又は極地的運転条件等の極端な周囲温度下では、熱交換器又はオイル・ヒータを設置することが必要な場合があります。据付の特定要求条件の情報については、ウッドワードガバナー株式会社に御連絡下さい。弊社の所在地は、マニュアルの裏表紙に記載してあります。

オートマチック・トランスミッション・フルード

AT フルード F 型、AT フルード A 型、又は DEXRON Ⅱ 等のオートマチック・トランスミッション・フルードはガバナ用に適当です。オートマチック・トランスミッション・フルードは、殆どの石油系油以下の温度及び短時間であれば 149 °C（300 °F）までの温度で使用できます。但し、高温ではガバナの内部リークが発生する場合があります。トランスミッション・メーカが承認したトランスミッション・フルードであれば、粘度要求条件が満足されることを前提として、ガバナに適当なものです。

合成油

殆どの合成潤滑剤は、粘度要求条件が満足されることを前提として、ガバナ用として優れています。合成潤滑剤は厳しい要求条件、特に高速又は広い温度範囲において、従来の油より良い潤滑を与えます。標準的用途では、ストレートの鉱物油の代替としては一般に推奨されません。

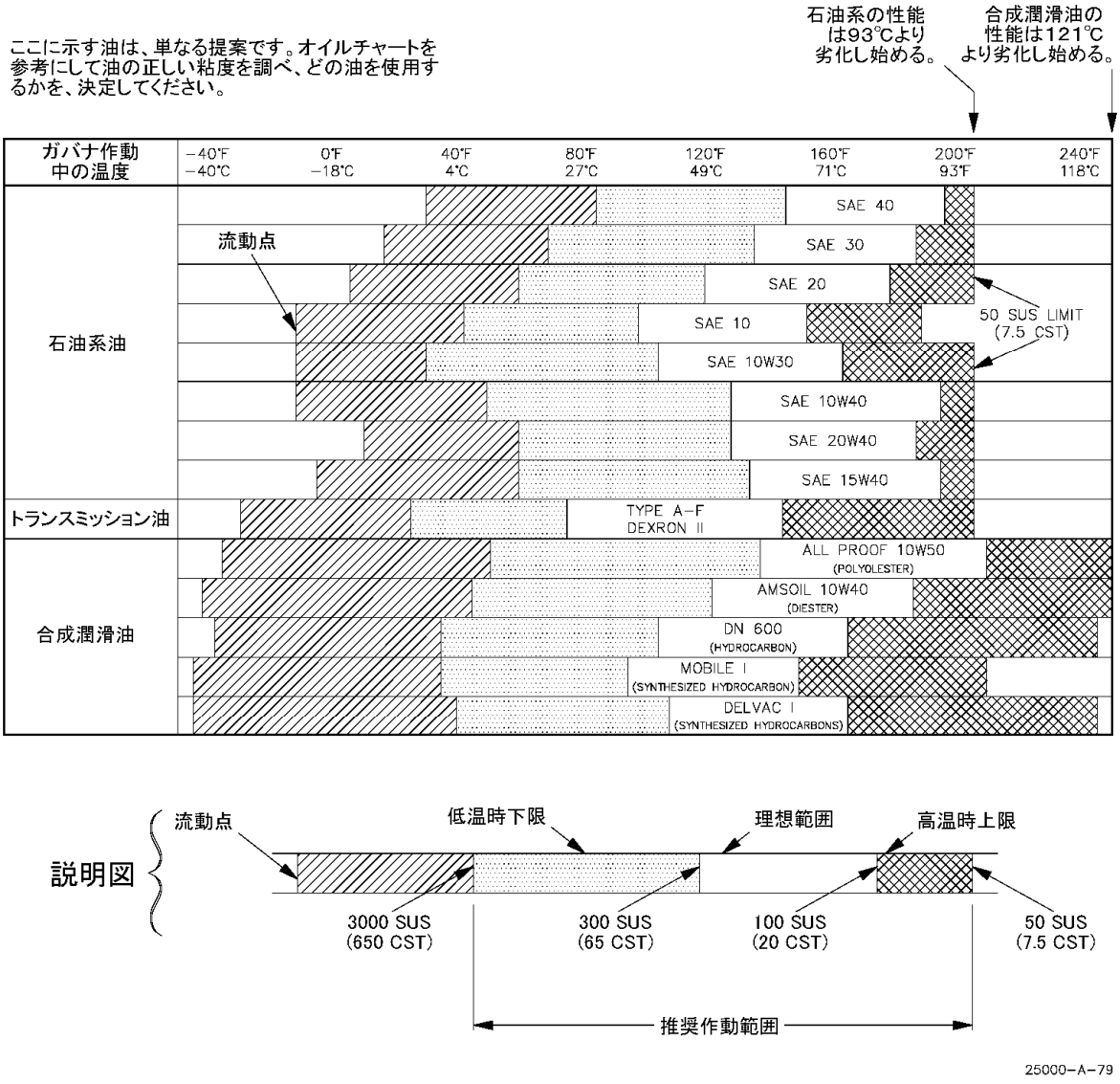


表 2−1. オイル図表

粘 度 比 較				
CENTISTOKES (CST, CS OR CTS)	SAYBOLT UNIVERSAL SECONDS (SUS) NOMINAL AT 100F	SAE MOTOR (APPROXIMATE)	SAE GEAR (APPROXIMATE)	ISO
15	80	5W		15
22	106	5W		22
32	151	10W	75	32
46	214	10	75	46
68	310	20	80	68
100	463	30	80	100
150	696	40	85	150
220	1020	50	90	220
320	1483	60	115	320
460	2133	70	140	460

250−087

表 2−2. 粘度比較表

ガバナ用途における合成系油の鉱物油に対する主な利点は、温度範囲が広いこと、酸化に対する耐性が高いこと、及び揮発性が非常に低いことです。欠点はコストが高いことと、ある地域では入手可能性が限られることです。全ての油と同様、これらを互いに混合すること、又は石油系油と混合することは推奨出来ません。

注 意

あるクラスの合成油はダイヤフラム、ガスケット、シールに適合しない場合があります。重大な損傷がダイヤフラム、ガスケット、シールに発生する恐れがあり、部品交換が必要となることがあります。疑わしい場合はウッドワードガバナー株式全社に御連絡の上、特定の推奨情報を得るようにして下さい。

合成潤滑剤は使用する薬品によって分類され、例えば、シリコン、ポリグリコール、合成ハイドロカーボン、及び有機エステル等があります。

シリコン潤滑剤

「シリコン」の名称は数種類の基礎的液体に適用されており、広い範囲の粘度で入手できます。

石油系の油に対する主な利点は、通常 200－300 範囲の非常に高い粘度指数、高い耐酸化性及び非常に低い揮発性を与える処方によってもたらせられます。

多硫化物添加剤は、シリコン潤滑剤の負荷搬送能力と耐摩耗性を大きく改善しました。シリコン油は殆どのゴムには影響がごく僅かであるが、その他の油はそうではありません。他の油で潤滑されてきた系統は清掃し、洗い流さなければなりません。

シリコン油は高温、高庄油圧系、空気圧縮機、及びギアボックスに使用されます。この油のコストは、他の合成油と同程度です。

ポリグリコール潤滑剤

ポリグリコール潤滑剤の例としてグリコール、ポリエチル及びポリアルキレン・グリコールがあります。これらは合成潤滑剤の中で最もコストの安い潤滑剤となっています。

これらは優れた粘度－温度特性を持ち、シリコンに比べて低い揮発性を持ち、良好な潤滑品質を持っています。他の合成潤滑剤と適合性があり、物性を更に改善するための添加剤を容易に受けつけます。

ポリグリコールは石油系の油には適合せず、ゴムには殆ど影響しませんが、塗料及びその他の非金属材料を腐食させるので、ガバナ用には使用できません。

合成ハイドロカーボン

合成炭化水素は、石油の精製ではなく石油抽出原材料から作られる高性能の油です。

現在、数種類の合成ハイドロカーボン（SHC）が入手可能です。SHC 油は、石油系の油及び石油系の油を使用するように設計したシステムに適合します。これらの油は高温でも簡単に劣化せず、低温で簡単に凝固することもありません。SHC 系の液体は、従来の鉱物油に通常存在する芳香族化合物、硫黄及びワックスを含みません。

有機エステル

有機エステルは、アルコールがある種の酸に反応するとできます。合成油の殆どに使われるエステルは二塩基酸エステル及びポリ・エステルの二種類に分類されます。有機エステルの特性は、合成炭化水素と殆ど同じです。

備　考

ウッドワード社のガバナ又はアタチュエータが油の供給をエンジンと共用する用途では、エンジン・メーカが推奨する油を使用します。エンジンオイルを使用するガバナ又はアクチュエータは、必ず適当なフィルタを使って保護します。フィルタ・サイズ要求条件については、該当するガバナ製品仕様書又はマニュアルを参照して下さい。

自己内蔵油供給、又は自己内蔵オイルサンプをノ使用するガバナは、内燃機関に見られる「ホット・スポット」を持たず、内部燃焼による汚染物がないので、油を処理する清浄剤又は分散剤は必要としません。従って、運転条件にマッチするよう注意して選定した油でガバナ・シールに適合する油は、ガバナ運転に適当なものとなります。

他の全ての必要特性が満足されることを前提に、殆どの清浄油はガバナ及びアクチュエータで使用する事ができます。要求条件を満足し、地域的に入手可能な油を選定します。

オイルチャートに示す油に加えて、“S”グループの“SA”から始まる標準品、又は“C”グループの“CA”から始まる標準品で API（全米石油協会）エンジン使用分類を満足する油は、ガバナ用として適当です。以下の米軍仕様の性能要求条件を満足する油も適当です。:

- MIL－L－2104A
- MIL－L－2104B
- MIL－L－2104C
- MIL－L－46152
- MIL－L－46152A
- MIL－L－46152B
- MIL－L－45199B

第 3 章
油 の 保 守

一般情報

長期の確実なガバナ運転にとって、油の保守は重要です。定期的なオイル交換は維持しなければをらないが、他にも考慮すべき重要な点があります。

一定クラスの油を選定したらその油の使用を続けます。あるクラスの油に他のクラスのものを添加したり、これに変更したりすると、油圧系統を完全に清掃しない限り、発泡、フィルタ閉塞、スラッジ形成等の運転上の問題が起きることがあります。ある種のクラスの油はダイヤフラム、ガスケット又はシールに適合しない場合があります。

ガバナ内に、量に関係なく水が存在する場合は直ちに除去し、オイルチェンジを行わなければなりません。微量であっても水は、ベアリングの早期故障に、また故障に関係する酸化物の形成にかなり寄与します。

ガバナに最初に充填する場合も、補充オイルを追加する場合も、油は清潔であることが必要です。油が清潔であっても、容器や注油が清潔でなければ清潔度は保てません。部分的に使用した油の缶は、清潔な場所に蓋をして保存しない限り、使用してはなりません。油と容器の清潔度の重要性を過小評価してはなりません。

自己内蔵サンプ式のガバナの殆どはフィルタやスクリーンがないので、油を通じて汚染物がガバナに持ち込まれないようにすることが重要です。エンジン・オイルを使用するガバナは、必ず適当なフィルタで保護して下さい。フィルタ容量要求条件については、該当するガバナの製品仕様書を参照して下さい。

エンジンオイルを使用するガバナでは、フィルタ交換とエンジンオイルの状態によって決まるエンジンオイルの有効性が前提となります。エンジンオイル・メーカの推奨条件を厳密に守れば、満足な使用状態が得られることになります。

オイル交換の間隔

内蔵式オイル・サンプ

オイル交換の「最良時期」を決めることは困難なことです。オイルを交換する最良の時期は、勿論、油が消耗する直前ですが、何らかの損傷が機械に起きる前でなければなりません。

この状態は油を分析することで決定することが最もよいのですが、分析コストは 1－2 クォーツ（1 クォートは 1.14 リットル）のオイルのコストを超えてしまうので、実施の回数を考えると、実際的な解決方法ではありません。分析は、当初の条件が変わらないことを前提とした保守予定を設定するために使用することはできます。ガバナと同種の他の油圧装置での実績も、指針として使うことができます。オイルチェンジの頻度を決定する際は、運転温度、汚れ、水分、その他、或は油の組成を変更するか又は油の有効寿命を短縮するようなものを含む環境条件等の条件を考慮しなければなりません。

汚染物がガバナに入ったことが分かった場合は、必ずガバナを排油し、洗い流し、清潔な油を再充填します。

ゴミの粉粒及びオイル中の水は、ガバナ又はアクチュエータ故障の最大原因です。開けた又は貯蔵したガバナ及び開けた制御ラインに、ゴミ及び水分が入らないように特に注意が必要です。

オイルの分解又は添加剤の欠乏も、ガバナ故障の原因となることがしばしばあります。スラッジ、ワニス、沈殿物の存在又はフィルタの汚れは、オイルチェンジの必要を示すよい徴候となります。特に最後のオイルチェンジから短時間でこれらが起きた場合は、異なった種類の油が使われた徴候にもなります。

ワニスの蓄積は、ガバナ運転温度が油の許容温度を越えていることの証拠です。この問題は、通常高温特性のよい油を使用するか、又は熱交換機を設置することで解決できます。運転温度が低いとスラッジが形成されることがあります。スラッジは燃料の燃焼、水、炭素、及び魂になり、油との溶解性がなくなった酸化油等の発生源からの生成物の複雑な混合物です。

スラッジの発生は、ガバナ運転温度を下げるか、オイルチェンジの頻度を増やすか、又は違った種類の油に変えることで制御できます。オートマチック・トランスミッション・フルード等の液体は、ある種のエンジンオイルよりもスラッジに対する高い耐性を示すことがあります。

運転条件にマッチするよう慎重に選定され、ガバナ・シールに適合する油は、オイルチェンジ間の寿命を長くします。理想的条件、即ち、埃や水への露呈が最小であり、油の温度限界内であるような条件下のガバナの場合は、オイルチェンジは 2 年以上に延ばすことができます。定期的に油の分析ができれば、オイルチェンジの頻度を決定するのに有用です。

エンジンオイル・ガバナ

オイルチェンジ間隔は、エンジンの各種運転条件及び使用ディーゼル燃料の硫黄含有率に左右されます。

エンジンのオイルチェンジ間隔は、通常エンジン・メーカによって推奨されています。然しながら、ガバナ問題が油の分解又は汚染油によって起きた場合は、オイルチェンジの頻度は特定の潤滑剤について高めなければなりません。

多種類の潤滑剤についての高温劣化数値の穏当な推奨条件を以下に示します。

	劣化開始温度	
液体族	℃	℉
天然石油	93	200
ポリグリコール	107	225
ジェステル	121	250
合成ハイドロカーボン	121	250
ポリ・エステル	135	275
メチル・シリコン	149	300
フェニル・シリコン	204	400
ハロゲン化シリコン	218	425
ポリフェニール・エーチル	246	475
フロロ・エーチル	288	550

ガバナ･オイルの交換時期

以下の場合は、オイルを交換します。

- 外観が新品と異なる場合。
- 指でこすると油がジャリジャリする場合。
- 油が新品と異なる匂いがする場合 （ 注意 ：ある油は焼けた匂いがしても使用可能な場合がある。製油会社に照会する）。疑わしい場合は交換する。
- 水、不凍液、又はその他の不適合材料が油を汚染した場合。
- 粘度の変化：上昇又は低下。
- 部品に過剰の摩耗が起きる場合。
- 使用油の種類に推奨された限界を越える温度でガバナが運転された場合。
- ガバナ運転温度が変化して、液体粘度が理想的運転条件をはずれた場合。

汚染したガバナ油

ガバナ･オイルが汚染された場合は、交換します。また、ガバナの不安定化に寄与していると疑われる場合も、交換します。油は、熱いうちに攪拌しながら排油し、新しい油を再充填する前に、同種類で重量の軽い油、又はある程度の潤滑性を持つ溶剤でガバナを洗います。

注 意

溶剤がシールに適合する事を確認します。ダイヤフラム、ガスケット及びシールに重大な損傷を起こし、部品交換が必要になる場合がある。疑わしい場合は、ウッドワードガバナー株式会社に連絡して、特定の指示を受けて下さい。

溶剤を完全に排油又は蒸発させるのに排油時間が足りない場合は、新しい油の希釈及び万一の汚染を避けるため、再充填する油と同種類で重量の軽い油でガバナを洗います。再汚染を避けるため、交換油はゴミ、水及びその他の異物がないものとします。油を保管し入れ替えるには、清潔な容器を使用します。

警 告

溶剤の使用については、メーカの指示又は制限条件を守ること。指示がない場合は、注意して取り扱う。洗浄用溶剤は、火気又はスパークから離れた換気の十分な場所で使用する。

上記の安全指示を守らないと、激しい火災、装置の重大な損傷、人身事故や死亡事故を起こす場合がある。

オイル･フィルタ

調査によれば、ガバナの全問題の 80%は汚染した油が原因となっています。ゴミの粒子は常に存在するが、適性に保守された良好なフィルタはゴミ粒子を効果的に除去します。

フィルタの適正使用は、それ自体で採算に合うのみならず、運転及び保守の全体コストを減少させます。停止時間のコストに比べると、適正なフィルタの交換は効果のある投資となります。

フィルタ・エレメントの選定

汚染物の範囲が広いのと、これを制御する入手可能フィルタ材料の範囲が広いため、濾過は比較的容易に過少濾過又は過剰濾過となります。

粗過ぎるフィルタ材料は、危険な汚染を起こします。細か過ぎるフィルタ材料は必要以上の交換が必要となり、若し交換を怠るとフィルタ運転はバイパス・モードとなり、フィルタは無いも同然の状態になります。

フィルタ・エレメント仕様

ベータ・レシオ

ベータ・レシオは、フィルタ効率の数値的指標です。フィルタの上流で発見される一定サイズの粒子の数を下流で発見される同じサイズめ粒子の数で割った数値で、ANSI、NFPA、ISO が承認したマルチパス試験法（ANSI/B93, 31 -1973）に記載されています。

$$\beta_X = \frac{N(\text{上流})}{N(\text{下流})}$$ ただし、X = 粒子サイズ[μm]

従って、$\beta_{10} = 2$ は、このフィルタが、フィルタに入る 10 ミクロン以上の粒子 2 個に村し 10 ミクロン以上の粒子 1 個を除去することを意味します。

上記の例で 10 ミクロン以上の粒子が上流で 10,000 個数えられ、10 ミクロン以上の粒子が下流で 5,000 個数えられたと仮定します。その場合は、

$$\beta_{10} = \frac{10000}{5000} = 2$$

フィルタ交換によっては、比率を以下のように示す場合があります。

β_X ＝ 2/20/75、 x ＝ 6/11/15
これは次の事を意味します： β_6 ＝ 2、β_{11} ＝ 20、β_{15} ＝ 75。

最初の三つの数字（2/20/75）は二番日の三つの数字（それぞれ 6, 11, 15 ミクロン）の粒子サイズにおけるベータ・レシオです。

効率

一定の粒子サイズにおけるフィルタの効率は、以下の数式によって求められます：

効率＝（1－1/β）×100％

従ってβ_{10} ＝ 2 であれば
10 ミクロンでの効率＝（1－1/2）×100%＝50%

以下は“X”サイズ粒子の効率表です。:

β_X = 1. 01 は 1% の効率
β_X = 1. 1 は 9% の効率
β_X = 1. 5 は 33% の効率
β_X = 2. 0 は 50% の効率(公称)*
β_X = 5. 0 は 80% の効率
β_X = 10. 0 は 90% の効率
β_X = 20. 0 は 95% の効率
β_X = 75. 0 は 98. 7% の効率(絶対)*
β_X = 1000. 0 は 99. 9% の効率
β_X = 3000. 0 は 99. 97% の効率

* ー 米国フィルタ業界では、公称比率を一定粒子サイズの除去における 50%効率として、絶対効率を一定粒子サイズの除去における最低 98.6 %効率として受け入れるようになってきています。

フィルタ容量

フィルタ容量は、フィルタ・エレメントが指定の差圧に達するまでに捕捉する汚染物のグラム重量による量です。その他の条件が同等である場合は、容量はエレメントの使用寿命を示します。つまり、容量が大きければ大きいほど寿命は長くなります。

油の適合性

フィルタ・エレメントは石油系潤滑油に適合します。合成潤滑油を使用する場は、特定エレメントの適合性についてフィルタ会社に照会するようにしてください。

オイル・ラッカリング

機械油圧式ガバナは、オイルの「ラッカリング」によって、運転状態が影響されます。ラッカリングを防止しないと、ガバナの動作に様々な支障が起き、ガバナは最大燃料位置、又は最小燃料位置にスティックする可能性もあります。

警 告

ラッカリングの為にガバナに不具合が起き、ひいてはエンジンのオーバスピードが発生する可能性があります。舶用ガバナでは、その為に、船が速度を維持できない事もあります。ラッカリングを防止すると共に、ガバナのバックアップ機構やセイフティ・システムを装備する事が、安全の為に極めて重要です。

ラッカリングとは、(ワニスやスラッジと呼ばれる)オイルの残留物によって、ガバナの内部が覆われた状態を言います。この残留物は、除去するのが困難で、しかも時間がかかる固い層を形成します。ラッカリングされたガバナの清掃コストは、新品の値段の 40 %に相当します。ラッカリングが起きると、通常、オイルが焼けたような臭いがします。

その結果起きる現象は、パイロット・バルブのスティックからプラグされた油路やオリフィスまで、多岐にわたります。

ラッカリングは、通常、オイルの分解によって発生し、オイルの分解は以下の原因により発生します。

- オイルの温度が高過ぎる。
- オイル交換の間隔が空き過ぎている。
- ガバナ冷却時に、内部で水の結露が発生した。(オイルの中の水は加水分解を引き起こし、これは作動油の不良を意味する)

オイルによっては他よりラッカリングを起こしにくいものがあるので、オイルの選択は重要です。使用するオイルの種類と、各アプリケーションにおけるオイル交換の間隔は、プラントのオペレータ／船主と潤滑油の納入業者が決定します。このような決定は、運転温度やオイル交換の間隔や、プラントのオペレータ／船主が良く知っている運転状況をよく考慮して行なわなければなりません。オイルの種類を正しく決定すると、オイルの交換に関連するコストは最少になり、しかもラッカリングの発生を防止する事ができます。

どのようなガバナも、オイルの交換間隔や、運転温度や、オイルの種類に影響されます。しかし、ガバナのタイプによっては、他のガバナよりオイルを酷使するものもあります。

ウッドワード社が、全てのお客様のガバナの運転状況を知っている訳ではありませんから、ここでは、一般的な必要事項を記載します。

- オイルの温度ーウッドワード社は、連続運転時のオイルの温度を 60 °C ~ 93 °C（140 °F ~ 200 °F）にする事を推奨します。
- オイル交換の間隔ーオイル交換の間隔は、全ての運転条件を考慮して決めなければならないので、プラントのオペレータ／船主と潤滑油の納入業者がよく協議して、正しいオイル交換の間隔を決定します。
- オイルの選択ーウッドワード社は、ガバナの正常運転に必要なオイルを選定する時に考慮しなければならないふたつの重要な要素を指定します。
  - ► 粘度の範囲ー7.5 cSt（50 SUS）~650 cSt（3000 SUS）の範囲で使用可能。20 cSt（100 SUS）~65 cSt（300 SUS）の範囲で理想的。
  - ► 運転温度範囲ー連続運転の為に推奨するオイルの温度範囲は 60 °C ~ 93 °C（140 °F ~ 200 °F）

注:
ガバナ内部でのラッカリングの発生を防止できなかった事は、ウッドワード社の管理の範囲を超えた所で発生した誤用であると考えます。このような誤用は、弊社製品の保証の対象にはなりません。

警 告
ガバナでラッカリングが発生したような場合、直ちに内部の状況を調査し、できる限り速やかに是正措置を取らなければなりません。ラッカリングが生じたガバナを使用すると重大な結果が生じる事があるので、そのようなガバナは使用しないでください。

ガバナの作動油の選択に際しては、作動油の納入業者と良く相談して決めてください。オイル交換の間隔を決めるに当たっては、最初、計算上のオイル交換の間隔よりも短めの間隔から始めて、徐々に間隔を延ばして行きます。オイルの納入業者が指定した動作条件の範囲内でオイルが使用されているか、作動油の状態をよく調べて、特に、残留物の堆積が生じていない事を確認してください。

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.

2008/8/Makuhari