



設置および調整・運転マニュアル



FIRE FLY

[Ref: Manual 36106.NEW]

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 JA36106

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ため、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ののせておく事。)
- 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。
- モジュール(プリント基板)をこの制御装置に装着していない時には、モジュールを静電保護袋に収納しておいてください。

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。

©1999 by Woodward Governor Company
All Rights Reserved

目次

1	装置の概要	1
1.1	本マニュアルについて	1
1.2	この装置の用途	1
1.3	アクセサリ	2
1.4	パッケージに含まれるもの	2
2	取り付け	3
2.1	FireFlyを取り付ける場所に付いて	3
2.2	シールドワイヤリング	3
2.3	電源の仕様	4
2.4	FireFlyの取り付け	4
2.5	2つのタイミングセンサーの取り付け	5
2.6	ノックセンサーの取り付け	5
2.6.1	ノックセンサーを既設のエンジンに取り付けるとき	6
2.6.2	ノックセンサーを新しくエンジンに取り付けるとき	6
2.7	Load Sensorの取り付け	7
2.8	電気配線	7
3	コミッショニング	9
3.1	起動前の組み立てチェック	9
3.2	PCをFireFlyにつなぐ	9
3.3	FireFlyのコミッショニング	10
4	トラブルシューティング	13
4.1	最初に見ること	13
4.2	FireFlyがノックセンサー信号を受け取っていない	13
4.3	FireFlyがエンジン負荷信号を受け取っていない	14
4.4	FireFlyがエンジン速度信号を受け取っていない	14
4.5	FireFlyがエンジン位相信号を受け取っていない	14
4.6	ノックモニターソフトがFireFlyと通信していない	15
4.7	リレーが周期的にON/OFFを繰り返す	15
4.8	検出ギヤの歯数が異なる	15
4.9	バイアス出力	16
4.10	負荷減少制御	16
4.11	ノッキングを検出しない	16
4.12	リレーがOFF(非励磁)になったまま	16
5	技術仕様	17
6	機能説明	19
6.1	始めに	19
6.2	サンプルウィンドウ	19
6.3	リファレンスとノック検出	19
6.4	ノックSeverity(History)	19
6.5	ノックStrategy	19
6.6	異常	21

メモ

1 装置の概要

1.1 本マニュアルについて

このマニュアルはFire Flyの取り付け及び調整方法について説明します。

1.2 この装置の用途

Fire Flyはガスエンジンを安全に、デトネーションに近い領域で運転するのに役立ちます。Fire Flyはエンジンのノッキングの発生を検知し、新しい着火タイミングまたはエンジン負荷もしくはその両方を調整します。Fire Flyは以下の定格を持つ高速エンジンに適用できます。

- ・ 定格速度750rpmから1800rpmまで。
- ・ 定格出力100Kwから2000KWまで。
- ・ 気筒数4から16まで。
- ・ V型または直列の4サイクルエンジン。

Fire Flyの技術的な仕様についてはChapter5を見てください。

Fire Flyは単独でも(図1-1)、大きなシステムに組み込んでも(図1-2)使えます。

Fire Flyを単独で使うアプリケーション

この運転モードでは、Fire Flyはエンジンのノッキングの程度を示すアナログ信号を出力します。このアナログ出力は、イグニッションシステムにつないでスパークのタイミングを変えたり、ロードコントローラにつないでエンジン負荷を変えたり、あるいはノッキングの程度をモニターするためにも使えます。Fire Flyの内部のデータをチェックするには、PCをRS422またはCAN通信ポートにつなぎ、PCに“knockmon”ソフトをインストールして通信で行います。更にコントローラはエンジン速度信号、位相信号が必要です。Samplingウィンドウを正確に決めるためには、ロードセンサー信号(4-20mAまたは0-5Vdc)をFire Flyに入力する必要があります。



V型エンジンの場合、2台目のFire FlyをRS422またはCANネットワークでつなぐことができます。CANネットワークは、1台目のFire Fly(これをマスターとする)が2台目のFire Fly(これをスレーブとする)からエンジンのノッキング程度の情報を引き出して、修正バイアス量を計算するのに必要です。

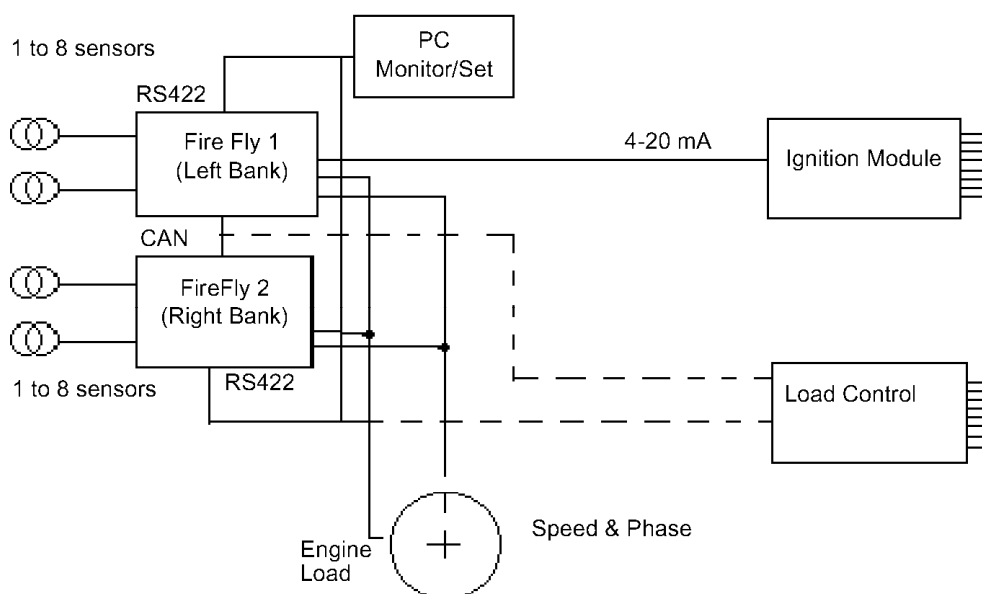


図1-1. スタンド・アローンのシステム構成

Fire Flyを大きなシステムに組み込んで使う場合

この運転モードでは、Fire Flyは他のWoodwardコントローラと通信します。(図1-2) ConfigurationデータをFire Flyに渡すにはRS422ネットワークを、運転データをモニタリングするときはCANネットワークを使います。ノッキング程度の情報はネットワークを通じて他のコントロールに転送されて解析され、イグニッションタイミングモジュールやロードコントロールモジュールへの信号に変換されます。Fire Flyはやはりエンジン速度信号、位相信号が必要です。ロードセンサー信号(4-20mAまたは0-5Vdc)も必要ですが、CANネットワークを使って、他のコントローラから通信でロード信号をもらうこともできます。このときはFire Flyへの配線を節約することができます。



どちらのシステムにおいてもエンジン振動センサーをFire Fly1台につき8個まで使うことができます。センサーをいくつ使うかはアプリケーションによります。

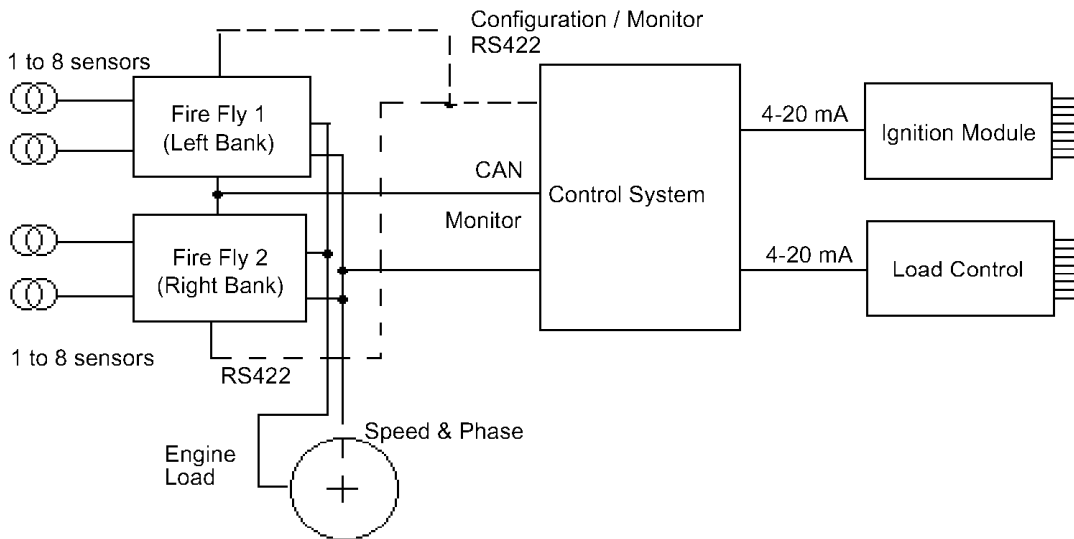


図1-2. フル・システムの構成

1.3 アクセサリー

ノックセンサー

ワイドバンドピエゾタイプ。1台のFire Flyにつき最大8個まで取り付け可能。エンジンの振動とノッキングのレベルを検出する。

タイミングセンサー

ひとつはエンジン速度、ひとつはエンジンの位相を検出するために使う。

エンジンロードセンサー

4-20mAでエンジン負荷を検出する。

Knockmonソフトウェアキット5453-132 RS422でPCと通信し、モニターするためのソフト(オプション)

Knockmon Systemを動かすのに必要な環境。

PCコンパチブル、またはLaptop、486プロセッサまたはそれ以上、Windows95またはWindows NT、VGAモニター

1.4 パッケージに含まれるもの

以下のパッキングリストを参照して、もれがないかチェックしてください。

- Fire Fly 1752-015
- インターフェースケーブル5417-248
- Knockmon Software Kit 5453-132(Optional)

Fire Flyを開梱したら、曲がりやへこみ、引っかき傷や破損部品といったダメージを受けていないか、確認してください。もしダメージがあればすぐにWoodwardに連絡してください。

2 取り付け

この章ではFire Flyとセンサーの取り付け方法について説明します。取り付け方法の中には、電源仕様や設置位置についての項目が含まれています。



注意

モジュール等に触った時に静電気が放電すると、装置の電子回路が破壊される事があります。装置に触る前に接地用の銅線などに触って、必ず静電気を放電しておいてください。

2.1 Fire Flyを取りつける場所について

Fire Flyを取りつける場所については、以下のことを考慮してください。

- Fire Flyは適切な換気、冷却が得られ、サービスや修理に必要なスペースが得られる場所に設置してください。
- Fire Flyは高電圧、高電流で作動する機器からは十分離してください。また電磁干渉を受ける場所も避けてください。
- 水が直接かかる場所や結露する場所で、IP56に定める以上の悪い環境を避けてください。
- 作動環境温度は-40℃から70℃までです。
- Fire Flyはエンジンに直接取り付けないでください。
- Fire Flyとバッテリー間のケーブルは20mを越えないようにしてください。
- モールドセンサーケーブルとFire Fly間のケーブルは5mを越えないようにしてください。指定されたケーブルまたは同等品、すなわち<90pf/m,コアツコー、シールドペア (2007-789) を使ってください。

Fire Flyの外形寸法は2-5図を参照ください。

通信の仕様	通信速度	ケーブル長さ
RS422	9600Baud	15m
CAN	2500Kbits/sec	270m

2.2 シールドワイヤリング

Fire Flyのシールド処理は以下のように行ってください。

1. シールド線を2-1図”Preparing Shielded Wiring”を参照して端末処理してください。ノックセンサーの配線は、全部の長さにわたってシールドを施し、ノックセンサーとFire Flyの両端でシールド端子をグランドに接続してください。
2. 残りのI/O(Input & Output)のシールド線はFire Fly側でのみグランドに接続し、他端は開放したままとしてください。2-2図”Shielded Wiring Connection”を参照してください。



注意

ノックセンサー回路と他のI/O回路は基板上で電氣的にアイソレーションされています。これらを絶対一緒につないだりしないでください。

3. Fire Flyのシールドを最短でシャシーグランドにつないでください。2-2図”Shielded Wiring Connection”を参照してください。ケーブル類は高電流が流れるケーブルに沿って配線しないでください。

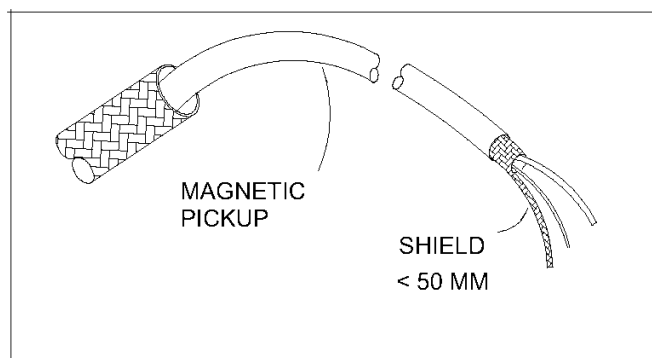


図2-1. シールド部の処理

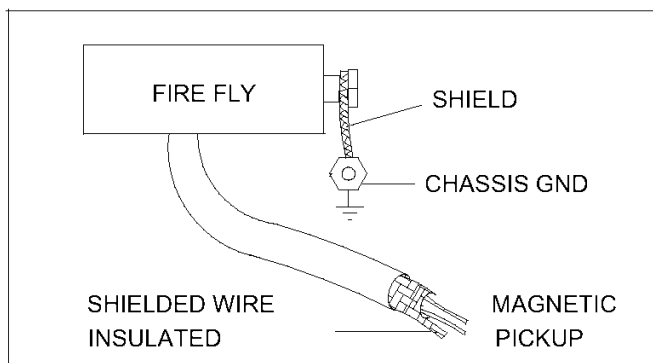


図2-2. シールドの接続

2.3 電源の仕様

Fire Flyには18-32Vdcで瞬断のない、電源を使ってください。(通常は24Vdc) Fire Flyには逆接続保護がついています。電源はどこも経由しないで直接Fire Flyにつないでください。よい接続(図2-3)と悪い接続(図2-4)の図が載っていますので参考にしてください。

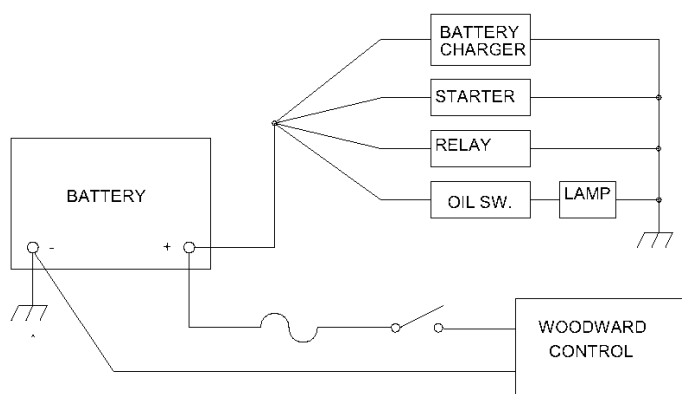


図2-3. 電源の接続方法の良い例

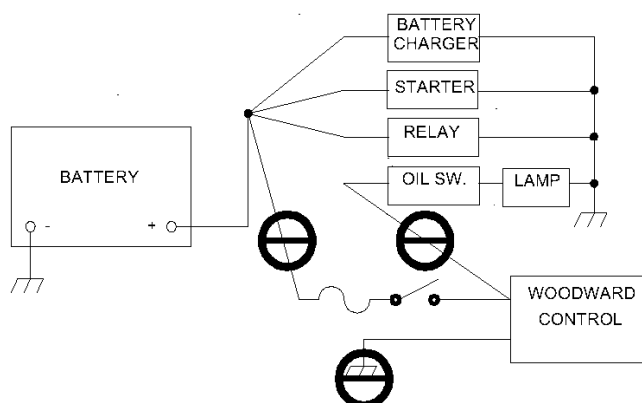


図2-4. 電源の接続方法の悪い例

2.4 Fire Flyの取り付け

4本のボルトでFire Flyを2.1で述べたような適切な場所に取りつけてください。寸法は2-5図を参照ください。

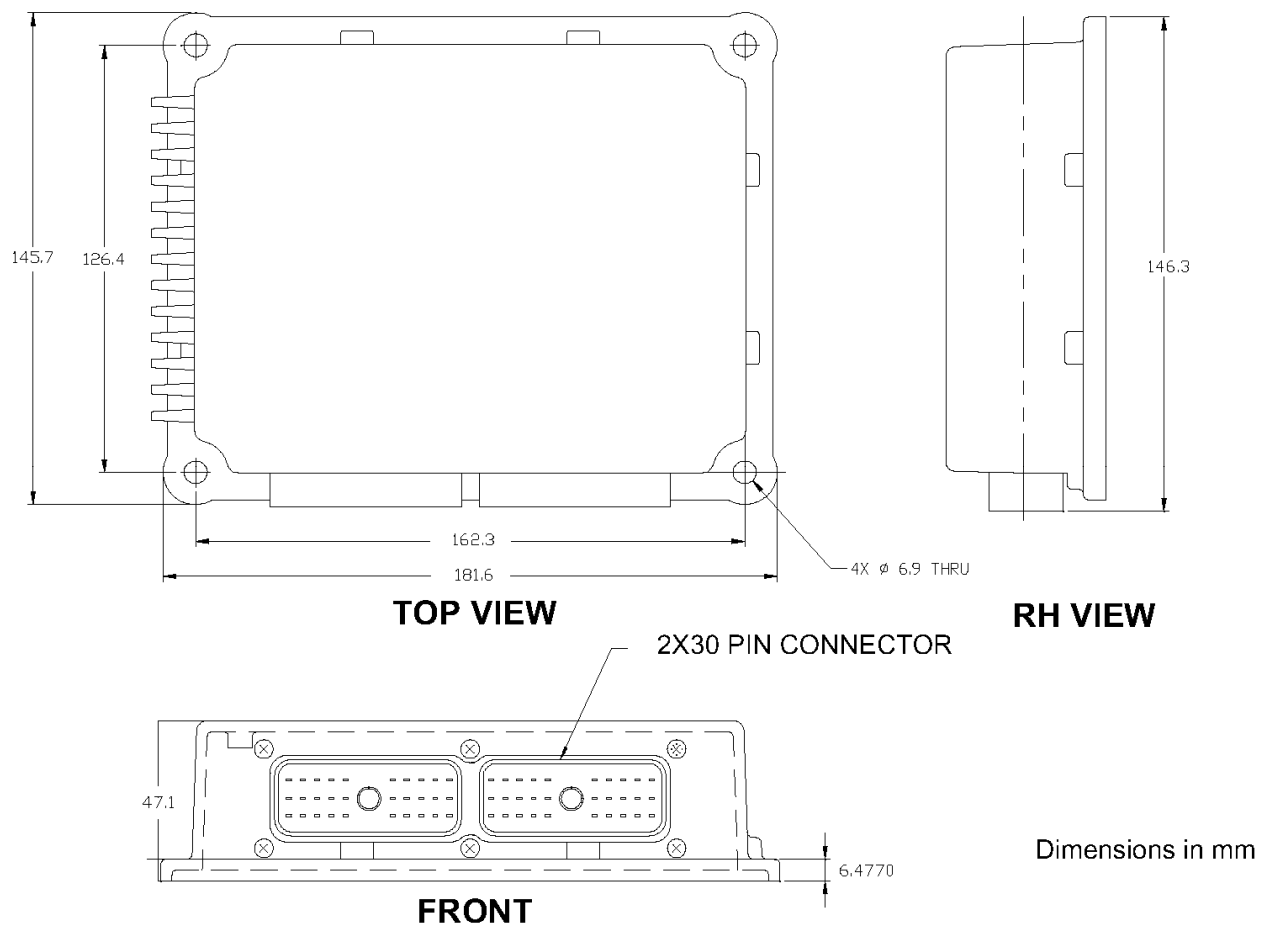


図2-5. FireFlyの外形図

2.5 2つのタイミングセンサーの取り付け

エンジンの速度と位相を検出する2つのセンサーを取り付けてください。

1. 速度センサーを歯車が切っである、クランクシャフトのホイールに(通常、ターニングギヤホイール)ブラケットまたはハウジングを介して取り付けます。センサーとギヤの隙間は0.25から1.25mmとします。
2. 位相センサーをエンジンのカムシャフトに取り付け、エンジンサイクルの始まりを検出します。



Fire FlyにはPNPまたはNPNの近接スイッチまたはホール素子センサー、MPUのいずれでも使えます。設定は配線で行います。

3. センサーのケーブルをFire Flyの”Fire Fly Wiring diagram”2-6図のように接続します。

2.6 ノックセンサーの取り付け

エンジンにノックセンサーを取り付ける方法には2つあります。

- ・ ノックセンサーを既設のエンジンに取り付けるとき。
- ・ ノックセンサーを新しくエンジンに取り付けるとき。



ノックセンサーの取り付け位置は、エンジンの燃焼状態を正しく検出するためにとても重要です。取り付け場所が悪いと、エンジンの不要なノイズを拾い、その結果、検出しようとしているノック周波数を検出できなくなります。

2.6.1 ノックセンサーを既設のエンジンに取り付けるとき

ノックセンサーをWoodward社で保管しているアプリケーション図に指示されているように取り付けます。以下の注意項目にしたがってください。

- ・ エンジンブロック表面を削って、センサー取り付け面を平らにする。
- ・ エンジンブロックとセンサーの金属部分は密着させ、接触面は清浄に保つこと。
- ・ センサーをエンジンブロックに取り付けるボルトにはワッシャーを使わないこと。
- ・ センサーのプラスチックボディ部はエンジンに接触させないこと。
- ・ 取り付けねじ穴は、取り付け面に対して直角であり、締め付けトルクは $20\text{Nm} \pm 5$ であること。

図2-6 "Fire Fly Wiring Diagram"に基づきノックセンサーの配線をFire Flyにつないでください。

2.6.2 ノックセンサーを新しくエンジンに取り付けるとき



ノックセンサーの理想的な取り付け場所は、エンジンブロックの各シリンダーになるべく近い位置で、かつ取り付けボルトがピストンのトラベル方向に対して直角であるところです。

センサーとシリンダー間のエンジンブロックの材質は金属でなければなりません。

その間に空気の通る孔とか冷却水の通路があると、センサーが監視している振動信号が減衰してしまいますので避けてください。

1. 1個のノックセンサーを1つのシリンダーだけに、その理想的な位置に取り付けます。更に1つか2つのノックセンサーをやや理想的であると思われる場所に取り付けます。
2. コミッショニングの3.3節の新エンジンの項目からノック周波数分析を含むところまでのインストラクションに従って、参照しているシリンダーの回りに配置されたセンサーのデータを取ります。
3. すべてのデータを取り終わったら、その中でどのセンサーが一番はっきりとノック周波数を検出したかを調べます。このセンサー位置が多分最良の取り付け位置です。しかしこれはいくつかのセンサーをこのエンジンに取り付けるかによって異なります。理想的にはすべてのシリンダーに1個のセンサーをつけるのが1番よい結果が得られるので望ましいのですが、実用上または費用の点でいつも可能とは限りません。表2に示した"Cylinder to Sensor Distance"の推奨にしたがってください。

同じシリンダー ヘッド	シリンダー中心間 が 1m 以下	理論的、理想的な センサーの位置		シリンダー 距離	1センサーあたりの シリンダー
NO	NO	NO	=	0	1
NO	NO	YES	=	0	1
NO	YES	NO	=	0	1
NO	YES	YES	=	0.5	2
YES	NO	NO	=	0	1
YES	NO	YES	=	0.5	2
YES	YES	NO	=	1	3
YES	YES	YES	=	1.5	4

表2: シリンダーとセンサ間の距離

表で使われている用語の意味:

同じシリンダーヘッド:	計測しようとするすべてのシリンダーが共通のシリンダーヘッドカバーを持っているとき
シリンダー中心間が1m以下:	隣り合う2つのシリンダーの中心間の距離が1m以下である
理論的、理想的なセンサーの位置:	この章の説明を見ること
シリンダー距離:	「1シリンダー距離」とは隣り合う2つのシリンダーの中心間の距離をいう。ここで0とはシリンダーあたり1個のセンサーを意味する。0.5というのは1つのセンサーを2つのシリンダーが共有することを意味する。
1センサーあたりのシリンダー:	1つのセンサーを共有するシリンダー数

4. センサーの使用数と取り付け位置が決まったら、2.6.1に従ってセンサーを取り付けます。

5. 図2-6 "Fire Fly Wiring Diagram"に基づきノックセンサーの配線をFire Flyにつないでください。

2.7 Load Sensorの取り付け。

エンジン負荷を検出するための4-20mAまたは1-5VdcのLoad Sensorを図2-6 "Fire Fly Wiring Diagram"を参照ください。

2.8 電気配線

電気配線の全体図及び信号線のシールド方法については図2-6 "Fire Fly Wiring Diagram"を参照ください。

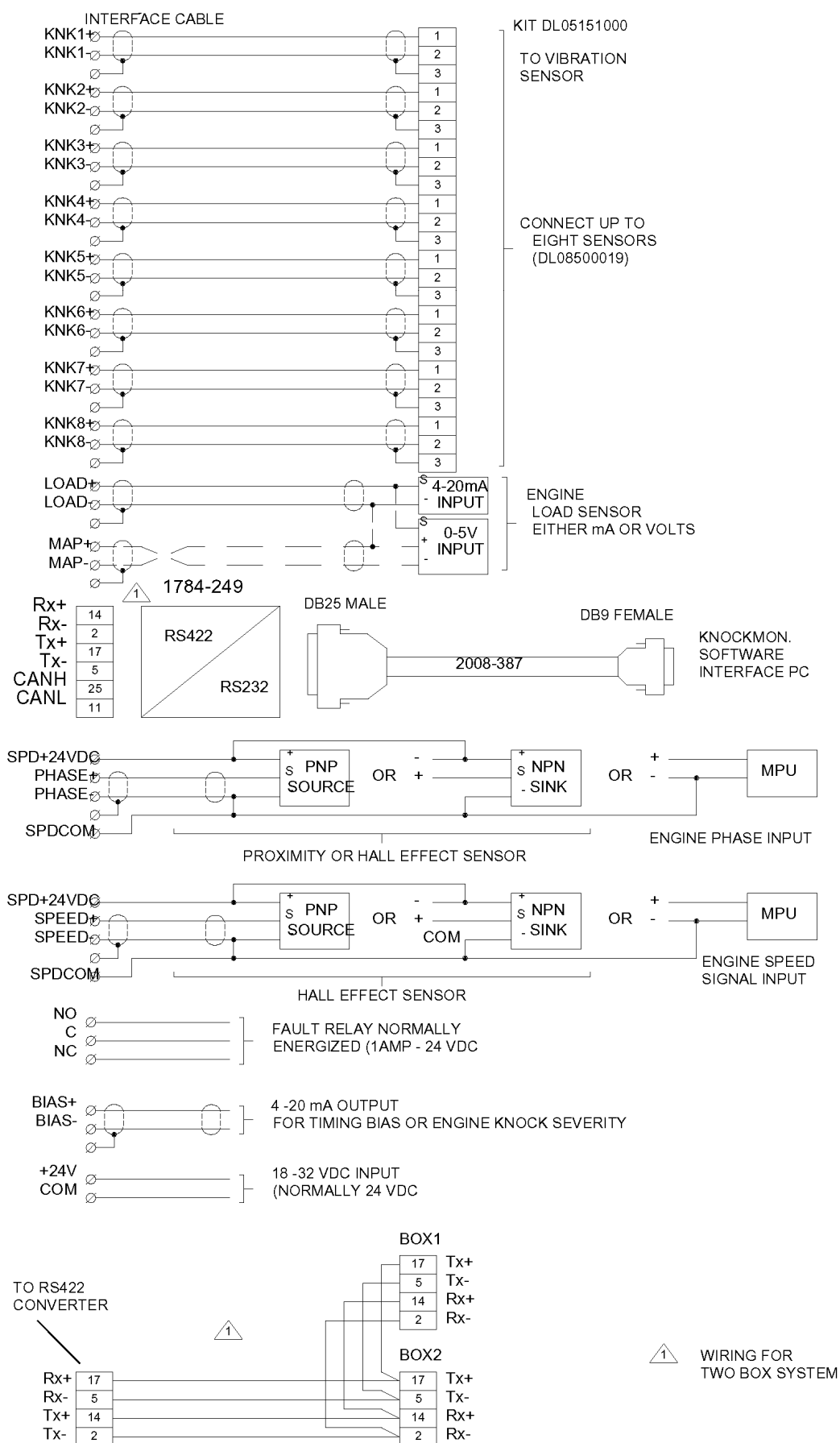


図2-6. FireFlyの配線図

3 コミッショニング

この章はコントローラのセッティング、調整、モニターソフトのローディング及びモニタープログラムの説明を行います。

3.1 起動前の組み立てチェック

以下のチェック項目をエンジン起動前に必ず確認してください。

- ・ 図2-6 "Fire Fly Wiring Diagram"を参照して、配線が正しく行われていることを確認してください。
- ・ Fire Flyにきず、破損、配線の緩みがないことを確認してください。
- ・ 速度センサーのギヤとの隙間を必要なら調整してください。(0.25-1.25mm)
- ・ 速度センサーの電圧を、クランキング時またはエンジンアイドル時に計測します。
- ・ Fire Flyは近接スイッチまたはホール素子センサーで4.0Vpp、MPUで2Vppが必要です。
- ・ Fire FlyとPC間の通信を確認します。(Knockmonソフトを使うとき)
- ・ 絶縁抵抗を計測し、各ターミナルとシャシー間で6MΩ以上必要です。もし6MΩ以下である場合は、ひとつずつ配線ははずしていったって6MΩ以上になるまで行います。最後にはずした配線を含む先のユニットに問題があります。

3.2 PCをFire Flyにつなぐ

PCをコンバータ(1784-219)及びケーブル(2008-387)を介してFire Flyにつなぎます。PCを立ち上げて、Knockmonソフトを以下の手順でインストールします。

1. "Knockmon Software"の入ったフロッピーディスクをAドライブに入れます。
2. MS-DOSまたはWindows ExplorerからAドライブに行きます。
3. Knockmon.exeファイルをAドライブから作業ディレクトリーにコピーします。
4. Knockmon.exeファイルを走らせます。
"Woodward Knock Monitor Display"の初期画面が表示されます。もうすでに".knk"ファイルがあるときには、Fileメニューの下のOpenコマンドで既存のデータファイル".knk"を選び、OKをクリックします。ファイルがローディングされ、モニタープログラムはFire Flyと通信を始めます。
5. まだ".knk"ファイルを作っていないときには、新しいデータファイルを以下の方法で作成します。
初期画面でFileメニューの下のNewコマンドをクリックすると新しいファイル作成のダイアログボックスが開きます。8文字以内の適当な名前をつけてOKをクリックします。Configurationデータをこれで入力できるようになりました。



Fire Flyをモニタリングしたり、メニューの説明をする為に、Helpメニューがプログラムに用意されています。

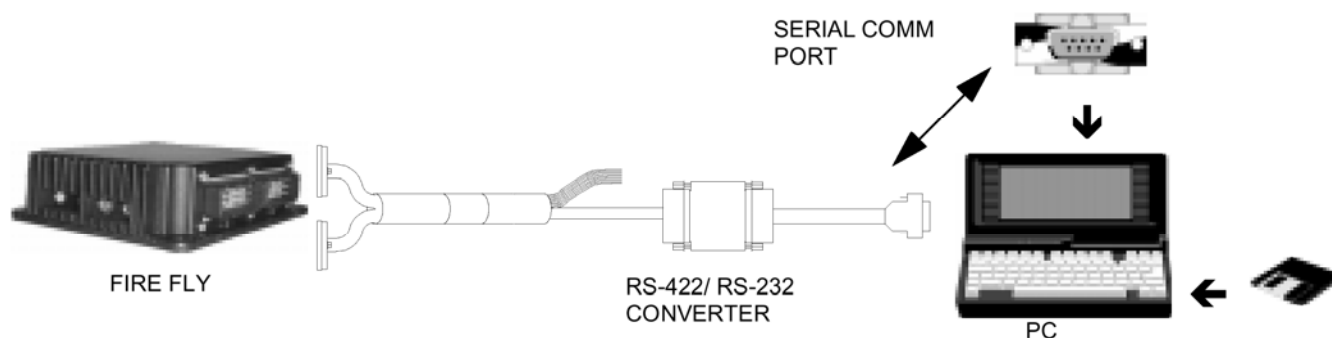


図3-1. PCとFireFlyの間の接続

3.3 Fire Flyのコミッショニング

**警告**

機械油圧式ガバナや、電子制御装置や、アクチュエータや、燃料調整装置や、駆動機構や、リンケージや、その他、これらの制御装置によって制御される装置が故障した為に、エンジン始動時に、エンジンが暴走したり、オーバースピードが発生して、その結果、人身事故や死亡事故や建造物の損壊が発生する事を防止する為に、何時でもエンジンのシャットダウンを行える態勢にしておいてください。

1. エンジンを起動してFire Flyがエンジン速度を正しく検出していることを確認します。もし正しくなければ速度、位相またはギヤ歯数が正しく設定されていません。設定を確認してください。
2. エンジンを無負荷及び全負荷で運転してFire Flyが負荷信号を正しく検出していることを確認します。
3. Knockmonソフトで負荷信号のレンジがエンジンのロードセンサーのレンジと合っていることを確認します。(Configuration menu/Box specific settings)
4. すべてのタイミングデータが正しいことを確認します。テストカバーをFire Flyに取り付けます。位相センサーのタイミングエッジがFire Flyテストカバーからの立ち上がりのエッジに重なっていることを確認してください。もし重なっていなければKnockmonのSensor setup/invert phase check boxを選択してください。
5. 次に、Fire Flyが位相センサーがパルスを出してから最初に着火するシリンダーのみをモニターするように設定してください。通常これはReferenceシリンダー(A1)です。
6. Fire FlyのテストカバーからのINT/HOLDパルスが、ReferenceシリンダーのTDC(Top Dead Center)と重なることを確認してください。タイミングストロボまたはオシロスコープを使って、シリンダーの点火パルスと比較します。もし正しくなければConfiguration menu/Sensor setupで位相角度を正しくなるまで調整してください。



これが既設のエンジンまたは以前調整したことのあるエンジンと同じ型式のものであれば、このまま次のステップに進んでください。もしこれが最初のコミッショニングのときには、"new Engine Type"に進んでください。

既設のエンジンの場合

7. 以前調整したConfigurationデータをFire Flyにローディングします。このファイルの設定値は変更する必要がありません。
8. ノックセンサーが正しいシリンダーをモニターしているか確認します。(Configuration menu/Sensor setup)エンジンを全負荷で運転します。ノックセンサーをひとつずつはずして、オシロスコープでどのシリンダーのノイズが消えたかを確認します。正しいシリンダーのノイズが消えたら、次のセンサーを確認します。ノイズレベルが低くて、センサーをはずしてもシリンダーが特定できない時は、1-2番ピン間をジャンパーして信号が0となることを確認します。
9. Fire FlyがReferenceシリンダーのノックだけを検出するかどうか、エンジンを全負荷状態で運転して、Referenceシリンダーにプロパンを注入してノッキングを起こさせて確認します。
10. プロパンの注入をやめて、エンジンの負荷と速度をいろいろ変えてみて、どのシリンダーにもノッキングが発生しないことを確認します。
11. もし機能を使うのであれば、点火タイミングバイアス、及びまたはロードリダクションが正しく働くことを確認します。

新しいエンジン

コミッショニング中は、Fire Flyの調整過程でリレーのステータスが変わることがあります。Fire Flyの調整が完全に終わるまでは、ノッキング検出によってエンジンが停止しないようにしてください。

7. Fire Flyをノッキングモニター開始状態にしてください。エンジンを全負荷で運転します。プロパンを注入して、あるシリンダーにノッキングを発生させます。

ノッキングがどのタイミングで発生するか見極めます。大体0度から50度のCA(Crank Angle)で始まり、継続時間は10度から50度(CA)です。モニターソフトでConfiguration menu/mapsの画面で現在の負荷と速度におけるノッキングの開始と幅の値をマップに入力します。クランクアングルはつぎのように計算します。

$$\text{Angle (degree CA)} = \text{time period(second)} * \text{Engine Speed(rpm)} * 6$$

注) $N \text{ rpm}/60 * 360(\text{deg}) = N * 6 (\text{deg/sec})$ なので、たとえば1500rpmのエンジンで600 $\mu \text{ sec}$ なら5.4度

8. ノッキング周波数の解析

振動解析装置を、これから解析しようとしているノックセンサーにつなぎ、トリガー入力を、Fire FlyのテストカバーのINT/HOLD信号から取ります。エンジンを全負荷で運転し、プロパンを入れないで20サンプルの平均値データを振動解析装置に取ります。そして周波数解析を行います。この画面をセーブします。次に同じことを今度はプロパンをそのシリンダーに注入してノッキング状態を作って行います。このノッキングスペクトラムもセーブします。ノッキングが発生している状態と発生していない状態のスペクトラムを比較して、同じ周波数に対して波形の差をとり、差し引きされた波形を作ります。この波形がもっとも高くなっているところがFire Flyの設定に使うノッキング周波数です。

9. Fire Flyに周波数解析で得られたノッキング周波数を入力します。

10. MAP1の速度を入力します。

Configuration menuからMAP1を選び、適当に15点入力します。

11. MAP2のスタート値を入力します。

エンジン負荷を100%から90,80,70,60%に変えて、各負荷の点でノッキングを発生させ、その開始位置を測定します。現在の速度での角度をMAP2に入力します。必要なだけ、速度を変えてこのMAP2にデータを入力します。

12. リミットを逃がします。

Rlimitの値を、MAP3の現在の速度のところで25.5とし、シリンダーをモニターします。Configurationメニューの下、GeneralダイアログでEnergyリミットを3200にします。同じくConfigurationメニューの下、GeneralダイアログでシリンダーSeverityリミットを127%にします。Configurationメニューの下、GeneralダイアログでエンジンSeverityリミットを1600%にします。

13. 積分器の値を調整します。

Configurationメニューの下、GeneralダイアログでIntegratorの値を100uSから600uSの間に設定し、すべてのシリンダーウィンドウでGainの値が0.3から0.7の間になるようにします。最適値は0.6くらいです。Integratorの値が下げられないときにはウィンドウ幅を広げてください。Integratorの値が十分上げられないときにはウィンドウ幅を狭くしてください。

14. MAP1のウィンドウ幅の値を入力します。

Integratorの値を固定して、エンジンを全負荷で運転し、エンジン速度をMAP1に指定された値に変えます。各速度においてウィンドウ幅をMAP1で調整します。このとき、各速度でウィンドウ幅を調整して、GAINの値がIntegratorの調整で得られた値になるようにします。ウィンドウ幅がノッキングの持続時間よりも極端に狭くなるのは問題です。Integratorの調整の項目に戻ってウィンドウ幅が広げられないか確認してください。ウィンドウ幅が極端に大きいと、次のシリンダーのそれとオーバーラップしてしまいます。これはシングルボックスシステムでは許されないで、Configurationメニューの下、Generalダイアログでこれより下の速度ではノッキングアルゴリズムを使わないように設定してください。

15. Ratioリミットの感度調整

エンジンを定格速度、全負荷で運転します。Ratio Limit(Rlimit)の感度を探すためにエンジンSeverity (Eseverity)が1%0%で時々1-2%になるようなところまでRlimitを下げていきます。RlimitはConfigurationメニューの下、MAP3から選択します。Eseverityはシリンダーウィンドウにあります。Rlimitの値は、10%まで上げることができます。MAP3の現在の速度のところにこの値を入れます。全部のシリンダーですべての速度においてこれを繰り返します。

16. Rlimitの微調整

エンジンを定格速度、定格負荷で運転し、ノッキング検出をチェックします。ノッキングが検出されないはずの場所で検出されたら、Rlimitを上げます。ノッキングが検出されるはずの場所で検出されなかったら、Rlimitを下げます。ガイドラインとしては:

- すべてのシリンダーでノッキングの兆候がなく、シリンダーとエンジンのSeverityが0%を示していること。この状態をノックが発生していないと定義します。
- 軽度のノック(微かに聞こえる)。参照しているシリンダーのCseverityがおおまかに言って0-5%くらい。他のシリンダーのCseverityは0%です。
- 中程度のノック(時々ノックの音がする)。参照しているシリンダーのCseverityはおおまかにいって0-10%くらい。他のシリンダーのCseverityは0%です。
- ヘビーノックを起こさせることはとても勧められませんが、Severityは10%以上になっているはずです。

**警告**

エンジンをノッキングさせたまま放置すると、エンジンに損傷を与えます。

17. リミットの調整

GeneralダイアログボックスのCseverityとエンジンSeverityのリミットを調整します。通常2-5%です。エネルギーレベルリミットは $\text{MAXLEVEL}/(19.6 \times 10^{-3} \times 0.6)$ にセットします。通常MAXLEVELは4.5Vです。

18. これでFire Flyはノッキングを検出できるように調整されました。リレーを正しくつなぎ、アナログ出力もつないで、ノックストラテジーが正しく機能することを確認し、必要なら調整してください。

4 トラブルシューティング

この章はいくつかのFaultの例(または質問)、起こり得る原因及びそのFaultに対する解決方法などを述べます。



Fire Flyの完全なトラブルシューティングのためには、PCをFire FlyにつないでKnockmonソフトを走らせる必要があります。Knockmonソフトでエンジンパラメータのウィンドウを開けてセンサーFaultがないかチェックしてください。センサーFaultがあれば赤い丸が点灯しています。

Fire Flyが正しく機能していないときには、次の手順でチェックしてください。

- 4.1の”Things to Try First”の項目をまずチェックしてください。これらはトラブルが発生したときまず最初に手がかりを得るためのものです。
- 4.1で適当な答えが見つからなかったときには、”Fault Description Table 3”を探してください。
- テクニカルサポートが必要でしたらWoodwardに連絡してください。

Faultの内容／種類	参照箇所
Fire Flyがノックセンサー信号を拾わない	4.2 節
Fire Flyがエンジン負荷信号を拾わない	4.3 節
Fire Flyがエンジン速度信号を拾わない	4.4 節
Fire Flyがエンジン位相信号を拾わない	4.5 節
KnockmonモニターがFire Flyと通信しない	4.6 節
リレーが規則的にON/OFFを繰り返す。	4.7 節
誤った歯数が検出された	4.8 節
Load Reduction (負荷減少) 機能	4.10 節
ノッキングを検出しない	4.11 節
リレーが非励磁になったまま	4.12 節

表3: 故障内容の説明

4.1 最初に見ること

- PCはKnockmonソフトを走らせるに必要な最小限のスペックを満たしていますか。
- Fire FlyとPCに正しい極性の正しい電圧レベルの電源がつながっていますか。
- システムの配線、I/Oの配線は正しい位置につながっており、正しく機能していますか。
- コンバータとケーブルは正しくFire FlyとPC間につながっていますか。
- KnockmonソフトはFire Flyと正しく通信していますか。

4.2 Fire Flyがノックセンサー信号を受け取っていない

エンジンパラメータのウィンドウを開けてノックセンサーの状態をチェックしてください。

原因

- ノックセンサー信号の喪失
- ノックセンサーの故障

点検項目及び処置

- ノックセンサーの配線をチェックする。
- 入出力の配線にノイズが乗っておらず、かつ正しくシールドがされているかチェックする。
- 信号の極性をチェックする。
- KnockmonプログラムがFaultを知らせて、いないかチェックする
- ノックセンサーを交換する

4.3 Fire Flyがエンジン負荷信号を受け取っていない

ロードセンサーの状態をチェックするため、“Engine Parameter”ウィンドウを開けます。負荷信号は、Fire Flyのハードウェアチャンネルから受け取ることもできますし、CAN busによって通信で受け取ることもできます。どちらの方法が使われているかは、“Box specific settings/load source”をみてください。

原因

- エンジン負荷信号の喪失
- CAN信号の喪失
- エンジン負荷センサーの故障

点検項目及び処置

- エンジン負荷信号の配線をチェックする。
- 入出力の配線にノイズが乗っておらず、かつ正しくシールドがされているかチェックする。
- 信号の極性をチェックする。
- KnockmonプログラムがFaultを知らせていないかチェックする
- CAN通信が正常であるか確認する。
- 正しいCAN通信Configurationであることを、チェックする。

→センサーを交換する

4.4 Fire Flyがエンジン速度信号を受け取っていない

速度センサーの状態をチェックするため、“Engine Parameter”ウィンドウを開けます。もし位相センサーもFault状態であるときは、4.5を先にチェックしてください。

原因

- エンジン速度信号の喪失
- エンジン速度センサーの故障

点検項目及び処置

- エンジン速度信号の配線をチェックする。
- 入出力の配線にノイズが乗っておらず、かつ正しくシールドがされているかチェックする。
- 信号の極性をチェックする。
- Knockmonプログラムをチェックする
- Fire Flyをチェックする
- 速度センサーとフライホイール間の隙間をチェックする。

→センサーを交換する。

4.5 Fire Flyがエンジン位相信号を受け取っていない

位相センサーの状態をチェックするため、“Engine Parameter”ウィンドウを開けます。位相センサーがFault状態であるときは、速度センサーもやはりFault表示が出ます。

原因

- エンジン位相信号の喪失
- エンジン位相センサーの故障

点検項目及び処置

- エンジン位相信号の配線をチェックする。
- 入出力の配線にノイズが乗っておらず、かつ正しくシールドがされているかチェックする。
- 信号の極性をチェックする。
- KnockmonプログラムでFault表示が出ていないか、チェックする。

→センサーを交換する。

4.6 ノックモニターソフトがFire Flyと通信していない

原因	点検項目及び処置
・ 電源もしくは通信線コネクタへの配線不良	→配線をチェックする。
・ Fire Flyに電源が供給されていない	→電源電圧及び極性をチェックする。
・ Fire Flyとの通信ケーブルが不良	→Fire FlyとPC間のケーブルをチェックする。
・ 正しい通信ポートを使っていない	→Knockmonプログラムで正しい通信ポートを指定する。
・ 正しくないConfigurationファイルを使っている	→正しいConfigurationファイルをKnockmonプログラムにダウンロードする。
・ KnockmonプログラムがOffラインになっている	→コマンドメニューでSynchronize Configurationを選択する。

4.7 リレーが周期的にON/OFFを繰り返す

Fire Flyに電源を投入すると、ハードウェアの故障がないか自己診断を始めます。リレーは、電源投入から約一秒後にオフとなり、異常がなければ10秒以内にオンとなります。

原因	点検項目及び処置
・ リレーが0.2秒間オフとなり、再びオンとなる	→異常ではありません。Fire Flyは正常に作動しています。
・ リレーが2秒間オフとなり、1秒間オンとなる。 その後点滅を2回繰り返す	→リレーがこのパターンをおこなうときは、CANコントローラーのConfigurationに問題があります。
・ リレーが3回点滅する	→リレーがこのパターンをおこなうときは、内部のStaticラムに問題があります。
・ リレーが4回点滅する	→リレーがこのパターンをおこなうときは、内部のラムコードが壊れています。

Fire Flyは故障原因を取り除き、自動的にリセットをかけようとしています。

4.8 検出ギヤの歯数が異なる

原因	点検項目及び処置
・ Knockmonプログラムが間違ったギヤ歯数を検出している。	→ Configurationをチェックし、もし間違った歯数が入力されていれば修正します。
・ 配線が不良で位相パルスにノイズがのっている。	→速度と位相センサーの配線をチェックします。 配線が不良である事は必ずしも位相Faultランプで検出できるとはかぎりません。 しかし実際はノイズを拾うことによってパルス状に光るのが見られます。

4.9 バイアス出力

原因	点検項目及び処置
Fire FlyのConfigurationが正しくない	→Fire FlyのConfigurationをチェックします。 →負荷コントローラーをチェックします。 →イグニッションシステムをチェックします。 →Fire Flyと負荷コントローラまたはイグニッションシステム間の配線をチェックします。

4.10 負荷減少制御

原因	点検項目及び処置
負荷減少制御が、Knockmonプログラムで有効になっていない	→Fire FlyのConfigurationをチェックする。 CAN通信及びModbusレジスターでメッセージが有効になっていれば、負荷コントローラは、どのくらいの負荷減少指示が出されているかをチェックできます。
負荷コントローラとの間の配線不良	→負荷コントローラへの配線をチェックします。

4.11 ノッキングを検出しない

原因	点検項目及び処置
Knockmonプログラムがノッキングを全く検出しない	→ Knockmonプログラムでエラーが検出されていないかチェックします。 3.3に基づいて“Commissioning the Fire Fly”をもう一度繰り返します。

4.12 リレーがOFF(非励磁)になったまま

原因	点検項目及び処置
- Fire Flyの異常 - ノックセンサーの異常 - 速度センサーの異常 - 位相センサーの異常 - ギヤ歯数異常 - 以下のいずれかのパラメータがリミット値を越えています。 - Engine Severity - Cylinder Severity - Bias Output - Load Reduction - 電源がない	→Fire Flyを交換します。 →4.2項をチェックします。 →4.4項をチェックします。 →4.5項をチェックします。 →4.8項をチェックします。 → Fire FlyのConfigurationをチェックします。 →Fire Flyの電源をチェックします。

5 技術仕様

Fire Fly

重量	0.85kg(1.9lbs)
電源定格	18-32Vdc (24V nominal)
消費電力	10W nominal (2A power-up surge)
最大使用温度	-40 to 70C
最大保管温度	-40 to 125C
湿度	60C/95% RH,NC
ケースの耐水性	IEC 529 Class IP56
振動、サインスweep	4G, 5mm 5-20000Hz, 3Hr min/axis,90min dwells
振動、ランダム	0.04G2/Hz, 10-20000Hz, 90min/axis, 8.2Grms
ショック	40G, 11ms Saw tooth Pulse
EMC	Heavy Industrial EN50081-2/EN50082-2; ISO7637-2
<u>入出力</u>	
1xエンジン負荷入力	Rating 4-20mA @ 250 ohm or 0-5Vdc
8xノックセンサー入力	Wide Band Piezo Electric. Frequency Range 1-30kHz
1x速度入力	NPN/PNP Proximity/Hall Effect Probe 4-32Vdc
1x位相入力	1Hz to 14kHz MPU Probe 2-50Vpp, 100Hz to 14kHz
1xバイアスまたはエンジンSeverity出力	Rating 4-20mA @ 600 ohm
2xモニタリングとコンフィグレーションチャンネル	1 CAN and RS422 with Modbus
1xFault Annunciation出力	Rating 1A @ 24 Vdc Breaking

メモ

6 機能説明

6.1 始めに

Fire Flyのコミッションングは、モニターされているそれぞれのシリンダーが発生する振動をノックセンサーで検出することによって行います。それぞれのシリンダーは異なるセンサー、ゲイン設定及びウィンドウを持つことができます。シリンダーの振動はサンプリングウィンドウの間だけ計測されます。これはエンジンの雑多な周波数(バックグラウンド周波数という)を取り除くフィルターの働きをします。そして目的とするノック周波数のみを拡大して拾い上げます。このデータをA/Dコンバータによってデジタル信号に変換し、CPUによって記録します。この信号(Vlevel)はReference (Ref)とRatioで比較され、もしあるリミット(Rlimit)を越えたり、Vlevelがある絶対的なリミット(Vlimit)を越えたりすると、このシリンダーの燃焼はノッキングを起こしているとみなされます。シリンダーがノッキングを起こしていないときには、Vlevelは新しいRefを計算するのに使われます。シリンダーがノッキングを起こすとフラグがセットされ、プログラムされていれば、バイアスアルゴリズムが有効になります。またノックSeverityも新たに計算されます。

6.2 サンプルウィンドウ

サンプリングウィンドウは2つのパラメータを持っています。始まり(start)と幅(width)です。ウィンドウ幅は、速度をx軸としたマップによって決められます。ウィンドウの始まりは、x軸に速度、z軸に負荷をとったマップによって決められます。

6.3 リファレンスとノック検出

ノッキング信号(Vlevel)は、各シリンダー毎にサンプリングされてノッキング電圧レベルとしてストアされます。もしKnock Voltage Reference (Ref)とこの信号の比がKnock Ratio Limit (Rlimit)よりも大きくなったとき、またはVlevelがKnock Voltage Limit (Vlimit)よりも大きくなったとき、このシリンダーの燃焼はノッキング状態にあります。

$(Vlevel(c)/ref(c)) > Rlimit(c)$ のとき、シリンダーcはノッキング中です。

$(Vlevel(c)/Gain) > Vlimit(c)$ のとき、シリンダーcはノッキング中です。

Knock Ratio Limit (Rlimit) は速度をx軸としたマップによって各シリンダーごとに決まります。Vlimitは速度をx軸としたテーブルによって各シリンダーごとに決まります。もしノッキングが発生しなければ、新しいRefが、現在のKnock Voltage Levelによって作られます。

システムのゲインは自動的にリミット間のReferenceを保つように調整されます。これによってセンサー間の出力のばらつきや経年変化を補正できます。

6.4 ノックSeverity(History)

あるシリンダーがノッキングを起こすと、このシリンダーについて過去のノッキング回数を合算していた値を更新します。これによってこのシリンダーがどのくらいの割合でノッキングを起こしているかを知ることができます。(Severity)全体のエンジンSeverityは、各シリンダーSeverityの合計になります。ノッキングSeverityは可調整のベースサイクル数当たりのノッキング発生回数を%で表わしたもので、100%ということはこのシリンダーが毎回ノッキングを起こしているということです。

6.5 ノックStrategy

各燃焼毎に以下の項目がアップデートされます。

1. このシリンダーがノッキングを起こしているか、あるいはノッキングを起こしてなくてリセットされたかの状態を示すフラグ。
2. 新しいシリンダーSeverityが、今回のサンプルと過去x回のサンプルから計算されます。(ノッキングサイクルは可調整です。)
3. 新しいエンジンSeverityが、各シリンダーSeverityから計算されます。(これは各サイクル毎に行われます。)

Strategy1: オープンループ、シャットダウンのみ

アナログ出力はエンジンSeverityの%に比例したmAを出すようにプログラムされています。この出力はエンジンのノッキング状態を表示するために使ったり、他のコントローラーにノッキング情報を伝えるのに使います。もしエンジンSeverityが予め決められたレベル(Knock severity Level、可調整)を越えたり、また特定のシリンダーSeverityがリミット(Cylinder Severity Level)を越えると、リレーが非励磁になります。このリレー出力はエンジンの非常停止の接点として使えます。エンジンSeverityがリミットをしたまわれば、Fault状態は解除され、リレーは通常励磁の状態に復帰します。



リレーの機能としてはそのほかにも、Fire FlyのハードウェアのFaultやセンサーの異常を検出できます。

Strategy2: クローズループ、点火時期及びシャットダウン

アナログ出力はイグニッションシステムの点火時期バイアスとして使うために、ステッピングアルゴリズムを使っています。ノッキングを検出すると、あるステップ量だけ点火時期を遅らせる信号を出します。(ステップ量は可調整)ノッキングが消えたら、出力は徐々に点火時期を進めるように最初の位置に向かってゆっくりとしたランプレートで戻って行きます。(復帰する速度は可調整)もしこの状態で、ある燃焼回数の経過後もノッキングが継続しているようなら、(再度ステップ変化させるノック回数は可調整)点火時期を更に遅らせるステップ状の信号を出します。それでもノッキングが継続していると、ついには最大点火遅れのレベルに達してしまいます。(最大バイアスレベルは可調整)そこまで達すると、もはやクローズループは機能しなくなり、そのことを知らせるためにリレーは非励磁となります。ノッキングが消えれば、点火時期バイアスは進みの方向に初期値に向かって進み、この最大バイアスレベルを下まわった時点でリレーは再び励磁状態となります。

Strategy3: クローズループ、ロードリダクション及びシャットダウン

これはStrategy2と同じアルゴリズムですが、アナログ出力はエンジンの負荷を下げるができる、ロードコントロールシステムにつながっております。Knockmonの表示も異なり、CA Degreeの代わりに%値が使われます。チェックボックスで好きな単位が選べます。(%の単位は可調整)

Strategy4: クローズループ、点火時期、ロードリダクション及びシャットダウン

これはStrategy2と同じアルゴリズムですが、点火時期を遅らせるバイアスが最大まで達したときに、ロードリダクションの機能がリレーが非励磁になる前に実行されます。Fire Flyにはひとつのアナログ出力しかないので、これを点火時期バイアスに使い、ロードリダクションは通信ポートを使って行います。メッセージが送られ、ModBusはデータを更新し、というやり取りがこのアルゴリズムが有効である間中に行われます。(ロードリダクション機能は可調整)ノッキングが発生していないときには、ロードリダクションは0%です。ノッキングを検出するとロードリダクションはステップ状に変化します。ノッキングが消えれば、ゆっくりと0%にランプ状に戻ってきます。ロードリダクションが0%になって更にノッキングが発生していなければ、点火時期を徐々に進めていきます。これはStrategy2で述べたのと同じです。ノッキングが継続すれば、ロードリダクションはステップ量の位置にとどまっております、そのままある時間が経過すると、もはやクローズループは正常に機能していないことを知らせるためにリレーが非励磁となります。(Load Reduction Timeoutは可調整)ノッキングが消えればロードリダクションはもとの位置にゆっくりと戻っていき、リレーも励磁状態になります。

6.6 異常

Faultリレーは重故障を知らせるためについており、通常は励磁されています。非励磁になるのは以下の場合です。

- 電源異常
- Watch Dog Timer作動
- 速度センサー異常
- 位相センサー異常
- 検出ギヤ異常
- いずれかのノックセンサーの異常
- Eseverityがtime severityを越えたとき
- Cseverityがシリンダーリミットを越えたとき
- 通信異常

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.