

組立の活動を振り返って

Looking Back on Assembly Activities –Racing Spirit–

石 原 毅*

Tsuyoshi ISHIHARA

法 原 淳*

Atsushi NORIHARA

砂 子 直 人*

Naoto SUNAKO

石 坂 素 章*

Motoaki ISHIZAKA

要 旨

第3期 Honda F1活動の中で、多くの技術が開発されレースに投入されてきた。開発テストからレース現場まで携わる組立領域の活動を紹介する。

ABSTRACT

Numerous technologies were developed and put to use in races during Honda's third-era Formula One activities. This paper introduces assembly activities from development tests to the racetrack.

1. まえがき

第3期 Honda F1活動における組立領域では、「ヒューマンエラーによるリタイアゼロ」、「供給遅延ゼロ」、「開発問題の図面反映」、「技能伝承」を目標に掲げ我々の活動はスタートした。第2期の経験からこの四つの要素がレース運営に必要であり、勝利へ導く道筋として、常にこの目標を意識し活動してきた。

ここでは新技術アイテム開発とレース、テスト機組立供給を担う本田技術研究所四輪 R&D センター栃木(以降 HGT)、並びに Honda Racing Development(以降 HRD) 2 拠点のファクトリー領域と、レースおよび実走テスト現場を支えたサーキット領域に分け活動を紹介する。

2. ファクトリー領域

2.1. 第3期 Honda F1立ち上げ

1999 年に第2期 Honda F1 黄金期を支えたメンバを中心に新メンバへ技能を伝承し、開発スピードを高め、レース供給に追従できるチーム力を整えるところからスタートした。単にマニュアルを作成し、読ませれば新メンバに完全に伝

わるわけではなく苦勞した。

技能伝承について、まず組立部門の業務について簡単に説明する。

開発段階では先行開発単気筒エンジン、実機性能ベンチエンジン、耐久エンジン、実走テストエンジンの組立と分解を繰り返しおこない、新しい仕様の確認と問題点の抽出および対策の結果をフィードバックすることにより図面の熟成をはかる。その最新仕様のエンジンを組み立ててレースへ供給する。レースで使われたエンジンを分解して不具合を確認し次への展開を図る。このように組立領域は開発の始まりからレースまで常に携わっている。

単純にエンジン組立といっても出庫された部品を、そのまま組付ける訳にはいかないのが F1 エンジンである。パフォーマンス重視の最低限の耐久性しかなく、エンジン振動は量産エンジンの約5倍もあり、わずかなミスや、たった一つの部品の品質不良から簡単に壊れてしまう繊細なエンジンである。

そのエンジンの組立作業においては、ミスがあってはならず、各部品を丹念に一つ一つチェックし、微細なバリでさえ見逃さず、各部品の性能を最大限に発揮させる必要がある。組立部門は現物に触れ、目で確認できる最後の工程であ

*四輪R&Dセンター

り、レースで勝つためには品質を守らなければならない。また分解時も同様に、目で見て不具合を察知し、フィードバックすることで図面が熟成される。

さらに開発、レース供給に対し追従できるスピードも要求される。現実には F1 の活動の中で不具合による緊急部品組替やトラブル発生エンジンの修復が無かったシーズンは記憶の中に一度もない。常に時間との戦いであり、作業効率、スピード、確実な作業が要求される。

これを実現するためには、不具合を見抜く眼、スピード、作業精度を新メンバへ伝承することが最大の課題であった。

新メンバにとっても、これらを短期間に身につけることは難しく、第2期 Honda F1 メンバとの経験の差は明らかに大きいものであったが、HGTでの経験を基点とし、ここから HRD への出張、実走メカニックへとステップアップしていく。

これらのメンバで仕立てた台数は新規組立、リビルト、組替を含めると年間平均約 1000 台 (Fig. 1) をこなし、問題点の打ち上げ件数は年間平均 182 件というように図面の熟成へ大きく貢献した。

2.2. 品質向上施策の展開

9 年間の活動の中でエンジンの使用制限に関する、レギュレーションによりエンジン使用保証距離が 300 km から 1500 km に変化し、プラクティス、予選、レースそれぞれエンジン交換が許されていた無制限ルールから、レースイベント 1 エンジン、2 レース 1 エンジンとコストダウン施策が次々と反映されていった。さらにエンジン交換によってペナルティが課せられるというレース戦略に影響を及ぼすレギュレーションへ変更された。これによりエンジンの品質と耐久性に対する要求が高まった。

当初は従来からのやり方で十分と考えていたが、エンジンの保証距離の延長は、これまでの F1 活動を通して未知の世界であり、品質と耐久性をさらに向上させる良い機会でもあった。

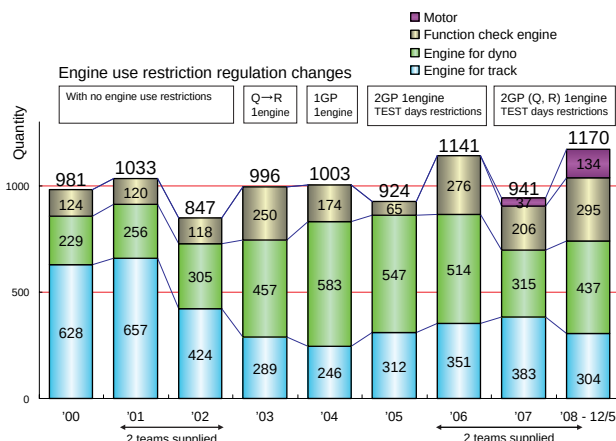


Fig. 1 Record of complete engines and motors supplied

まず各部品の品質確認を強化した。オイル通路など外からは見えない部位に異物が混入する可能性を想定し、組立前に内視鏡を用い十分な確認をおこなった。スリーブに傷が入るという事象については、発送前のベンチ確認後、発送する直前に内視鏡にてピストン、スリーブの状況、異物の混入を確認しレースに供給することとした。その他、組立すべての工程にチェック項目を増やしたりトラブルを未然に防ぐ施策を追加し、自責不良ゼロと不具合部品流出防止を強化した。これにより、メンバの品質に対する意識もさらに高まり、自分の組んだエンジンに思い入れが強くなった。

また性能が向上していく中で組立上の不具合も発生した。エアバルブシステム可動シール部のフリクション低減を目的とした材料置換の開発が進められたが、組付け時にエア洩れを起こす事象が増加した。エア洩れが発生すればその都度修復作業に時間を費やされ、対策された仕様をレースに間に合わせられる限界まで待つなど、タイトな日程でレースへ供給する上で大きな課題となり、レース中にエンジンプローに至ることも懸念された。

当初エアバルブ周りの部品の品質不具合を疑ったが結論が出せず、エア洩れを起こした箇所から分析をおこない微量の埃が可動シール面に噛みこんでいることがわかった。それまでの仕様では埃が噛んだとしても影響が出なかったが、材料置換が原因だと考えられた。部品洗浄、組付け前の確認と細心の注意を払って組付けをおこなったが不良は解決されず、微量の塵、埃が噛みこんでいた。

対策として、通常洗浄では落としきれない、部品内部から出る異物を超音波洗浄機導入により排除した。さらに空気中を舞う埃と作業服から出る埃を排除するため、クリーンルームを設置し、作業服の上に防塵服を着用し、防塵CAPにて髪の毛を覆い、その中でエアバルブ系の組立をおこなうこととした。小さな傷を嫌う可動シール面には細心の注意を払い組付けをおこない、エンジンを組む工程の中で神経を使った。

結果としてエア洩れを完全に防止することができ、戦術力アップしたエンジンを安定供給することができた。

2.3. Honda 製モータの供給

2007 年当時 FIA により 2009 年からハイブリットシステムをレースで使用するというレギュレーションが提示され、モータを組立部門で製作することが決まった。

我々にとって全く未経験分野であり、完全にゼロからのスタートとなった。今まで幾多の難関を乗り越えており、必ず道は開けるという気持ちはあったが、形に見える物から目に見えない電気分野への変化で不安も大きかった。

まず量産車のモータの勉強から始め、量産モータのエキスパートからアドバイスを受け習熟を開始した。

実際、製作工程の確認段階でも想像を超えた難易度の高さであった。構造上ワイヤを巻く作業は 1 台のモータに対

し1人の作業でしかできない。エンジンのように作業を分担して製作日程を縮めることは困難で、レースへの供給を想定するとレース直前までベストな仕様決定を待つことはできない、何かトラブルがあったらレースに間に合わないなど、不安は増幅する一方であった。

レースで使用するための要件として軽量、コンパクト、高出力が絶対条件であり、超高占積率の巻き線技術が要求された。どのように巻いたら要件のサイズに入れることができるか、巻き方を確立させることが最優先課題であった。

検討と試巻が始まり Try1 から Try3 まで全く要件をクリアできなかった(Fig. 2)。渡り部(スロット間の折り返し部)がどうしても高くなってしまった。工数はこの段階で約50時間を費やした。Try4にて治具を考案し試みたが要件クリアに至らず、さらに工夫が必要であった。再度治具の改良と巻線工程を変えるなど工夫を入れ、見通しが立ち始めたのが Try5 で、しかし進化はしているものの要件はクリアできず、工夫を入れた Try6 でようやく要件クリアに成功し、検討開始から試巻まで2ヶ月を費やした。

当初巻線は設備導入で機械巻きにて工数の削減を考えていたが、要件クリアにはあまりにも複雑な巻き方が必要で機械では不可能という結論に至り、手作業で巻かなければならないことになった。

巻線作業が終わるとケースに収めるため渡り部の成形をおこなう。ここで重大な課題が発生。成形時にワイヤ同士が擦れ短絡してしまった。長い時間をかけ、ようやく巻きあがった物がここで使えないものになってしまった。

原因は巻き方と成形荷重の関係であることがわかったが、人の手で作業する以上、ワイヤの通し方を完全に一致させることは不可能で、成形する際の荷重を管理する手法を選択した。

なんとか完成までこぎ着けたが工数が掛かり供給に対し懸案が残る、工数削減策の検討も重ね、約30種類の治具を作りだした。

また作業員全体のスキル向上も含め、巻線作業では約50



Fig. 2 Try 1

時間から約15時間に短縮することに成功した。

これによりベンチ耐久テスト、実走テスト、レース全戦の供給に目途がたち、体制も整った。

製作も軌道に乗り 2009 実走ウィンターテストへ向け製作中、F1からの撤退が発表され残念ながらレースへの投入に至らなかったが、ノウハウが詰め込まれた貴重な一品であった。

先が見えず手探りで始まったモータの開発は組立部門にとっても大きな自信と誇りに繋がった。

2.4. Honda エンジンを生み出す HRD

第3期 Honda F1 活動現地エンジンメンテナンス(リビルト部隊)および実走部隊の拠点となる HRD は、エンジン開発拠点 HGT との距離リスクを補うため、第2期 Honda F1 活動から機能が継承され、EU内各サーキットへのサポート業務最前線基地として設立された。立ち上げ当初、日本の長期連休期間中(5月と8月)のエンジン供給に始まり後に役割が発展し、新仕様エンジン実走テスト後の耐久信頼性の一次判定やロットアウト部品の緊急組み換え、材料解析メンバ常駐化による、実走現場での不具合発生状況のより詳細な解析判断などをおこない、開発のスピードアップに多大に貢献した。また、2度目の2チームエンジン供給においては、Super Aguri F1 Team(以降SAF)用の全エンジンおよび Honda Racing F1 Team(以降HRF)用エンジン(実走エンジン供給比率で50%)にまで担当範囲が拡大、供給数増大および不具合対応上さらなる体制強化と拡大が必要となった。これに伴い、活動も駐在員1名と出張者が常駐し定常業務に変貌、レース活動を支えてきた。リビルト部隊が仕立てたエンジンを「このエンジンよろしく」と気持ちを込めて現場メカニックに託す、言葉には出さないが信頼関係で結ばれている。完璧な状態でエンジンを送り出すという自負とプライドをリビルトメンバ全員が意識していた。エンジンリビルト出張者は UK 滞在中 HRD 近郊の住宅を社宅とし3-4名の同居所帯、年間5-6ヶ月間寝食を共にした。またここでは年に数回、諸先輩との同居もあるため新人への生活面やレースに対する取組姿勢やマインド伝承の場であり、また英国内にて唯一リラックスできる場所であった。ジェンソン・バトンを2006年ハンガリー GP で勝利へ導いた Honda エンジンが仕立てられたのはここ HRD である。

2.5. 現地メンバとのコラボレーション

リビルト領域で第2期 Honda F1 と第3期 Honda F1 の活動において体制面に変化があった。第2期 Honda F1 では研究所の出張者のみで業務を推進し、研究所の出先拠点として研究所と同様に業務を推進できる環境であったが、第3期は設立時点から数名の現地スタッフと HGT 出張者が共同で業務遂行した。当然文化や言語も異なり共同歩調は難しいと感じていたことを今でも覚えている。しかしこ

ここでレース活動をおこなう以上この異文化を融合し、共に創り上げる体制を立ち上げることが大きな課題でもあるが、F1 活動上、初の試みで大きなやりがいを感じた。

採用された現地スタッフは典型的現地レースエンジンビルダであり、部品庫より払い出されたパーツの組立作業をおこなうのみで、品質面から開発課題に対処するエンジン開発の経験がないのである。これに対しわれわれはすべての領域(検査、加工、材料)の最終確認工程者としての責任感を常に意識して行動し、ここは組立工場でなく研究開発を常に意識し完成したエンジンの品質保証を担うのが大前提で、不良部品を組立してしまえば組立の責任であり、なぜ組立する前に気がつかなかったのか常に議論していた。

先輩からは「研究所開発情報およびサーキット現地情報の収集と、とにかく現物を良く見なさい」と言われたものだった。この基本は揺ぎ無いもので第2期 Honda F1 活動からの伝統である。このやり方を根付かせるために現地スタッフと出張者でコンビを組ませ教育指導を実践し、数シーズン経過の後ようやくスムーズに業務を推進できるところまでたどりつけた。また責任のある役割を現地メンバに与えて責任感を植えつけ、お互いのことがわかり合えるようになり、知識を吸収しあえるようになった。

2006 年から二度目の2チームエンジン供給となり、SAF 用全エンジンを HRD から供給することが決定された。それまで HRD は金曜日プラクティクスエンジン(P)およびレーススペアエンジン(RS)仕立てを担当していたが、レースエンジン(R)も担当し、Rは HGT 組立供給という体制から大きく変貌した。

この年から、HRD 供給エンジンには全て“Made in UK”を刻印した。これを境に現地メンバのモチベーションは向上し自立化への確かな手ごたえが感じとられ、F1を戦う上で強固な信頼関係が確立できたことを覚えている。

2.6. 優勝エンジン仕立秘話

2006 年7月後半、HGT 夏季連休中の作業補完するため8月6日から8月8日開催ハンガリー GP 用エンジン2台について HRD 組立を計画し実行した。1台は順調に作業が進み日程通り完了したが、残る1台はトラブルに悩まされることになった。組立作業中、動弁系エアバルブシール面からエア漏れが発生し止まらなかった。原因と思われるシール面の傷や異物の介在、変形や形状不良、硬度などあらゆる調査をおこなったが、特定することができず、ロットが異なる部品に組み替える対応を施すなど、大幅に作業時間を費やすことで修復にこぎ着け、2台を日程ぎりぎりまで完成した。HGT 組立エンジン1台と合わせて合計3台、Rd13 のエンジン組立供給計画が整った。エンジン出力が若干上回った HGT エンジンがバトン選手のマシンに、HRD 組立エンジン1台がバリチェロ選手のマシンに搭載された。組立作業工程中にエア漏れが発生した残り HRD 組立エンジ

ン1台はレーススペア扱いとなり落胆したが、いざハンガリー GP が開幕してみると2日目のプラクティス中に、バトン選手のエンジンがブローに至った。急きょスペア扱いであった HRD 組立エンジンを搭載した。エンジン交換ペナルティからバトン選手は、予選4番手から10ポジションダウン14番手グリッドから追い上げることとなった。オーバーテイクが難しいハンガリーでドライコンディションのレースではもはや致命的と思われたが、レース当日はウェットコンディションからのスタートとなった。車の速さ、天候変化とピットストップ戦略、強豪の脱落などが加わり、14番手スタートのバトン選手が徐々に順位を上げ最後は他車に大差を付けレースを制した。

この瞬間、第3期 Honda F1 初優勝を成し遂げた。HRD で日本人1名、イギリス人1名により作り上げたエンジンが優勝できて HRD にとって大きな自信となった。

3. メカニック領域

3.1. 2チーム供給

第3期 Honda F1 立ち上げから 2001 年の2チームエンジン供給数増大に至るまで要員の増加を図った結果、経験者13%と残りは未経験者の体制で2チーム供給をスタートした。むろんメカニクも未経験者が対応せざるを得ない状況であった。第2期 Honda F1 経験者の指導のもと、現場でトラブル解析手法を学ぶというまさに実践教育だった。

突発トラブルに対しての判断力は一朝一夕では身につかないことを実体験から学び、経験値のギャップを補うあらゆる手立てを考え実行に移していった。過去のトラブル集を読みあさり、車を前にしてトラブル発生時のシミュレーションをおこない、若手メカニク間でFMEAをするなど知識レベルでの向上は図れた。しかし、現場の雰囲気やスピード感にのまれ動けなくなることもあった。

極限の状況でとっさの判断力と行動力は常日頃からエンジンと対峙し、手を出していないと身につかないことを感じた。

また知識や技量が向上しても、レース現場に工具やスペアパーツ(新規投入部品に不具合が発生した場合の組換用実績部品なども含め)などがなければ何にもならない。

よく先輩から言われた言葉が「段取り9割」である。

現場で使用する工具や機材、部品は常に綺麗に整理整頓され、緊急時にいつでも取りだせる状態に保ち、何ひとつ欠けてはいけなかった。至極当然のことである。若手メカニクの実務デビューはここから始まった。

あるイベントのできごとである。今まで快調に動いていたエンジンが予兆もなく突然ブローした。急きょガレージで壊れたエンジンを先輩と二人で緊急分解し原因の一次解析をしている時に電動インパクトレンチをよこすようにいわれたものの、手にしたそれはバッテリー切れであった。

先輩からはひどく叱られた。準備に対する甘い気持ちを一瞬にして見透かされた気がした。それからというものの現場でまずやることといえばバッテリー充電器の設置となった。

レース現場へは HGT, HRD での厳密な最終確認がなされたエンジンが届くわけだが、全てのエンジンはメカニックの手で再びエンジン仕様を確認し、各ボルトのトルク確認やハーネス類の取り回し確認など何度も何度も繰り返しおこなった。

現場の使用環境に応じて油圧の調整、吸気ファンネル長の調整もおこなった。

時には対策部品への組換えもおこない、レースごとの性能と耐久信頼性を常に最大限に引き出すことに努めた。

決勝スターティンググリッドでは、油圧、水圧、燃圧、エア圧、エア消費、オイル消費、油水温は大丈夫か、漏れはないか、全気筒火は飛んでいるか、A/F は大丈夫か、フォーメーションラップスタートの直前ぎりぎりまでエンジンハード面の最終品質確認をおこなった。

不具合があれば即対応しなければならない、非常にハードな業務である。

シグナルが変わり、車が無事にスタートできるまでは胃が痛み、食事が喉を通らないこともあった。

レース中もテレメータシステムで飛んでくるデータを読み、異常時には緊急ピットインに備えるなど、レース結果以上にノントラブルで完走させることが最大の使命であった。

3.2. キッチング

実走現場の作業はメカニック全員が正確に同じアウトプットを出せるようにする必要があった。いわゆる「金太郎あめ」である。誰がどこを切っても切り口は同じになることが求められるのだ。

2人のドライバに用意された2台のレースエンジンを並べ、ワイヤーハーネスや補機部品を固定するためのタイラップの太さ、位置、向き、締め付け力に至るまで細かく揃えていった(Fig. 3)。

図面指示のない組立作業手順仕様を決めるのはメカニッ



Fig. 3 Completed engine

クの経験に頼る部分が大きかった。

これは熱や振動、さらには部品に加わる応力等が量産とは比較にならないほど過酷なためである。特に夏場の酷暑レースでは対策の必要性が生じやすく、不具合発生時は現場での原因追究と処置判断を誤らぬよう、環境変化に応じ作業手順仕様の手直しの連続であった。

特に新規仕様エンジンに対する作業手順仕様書は神経を使い、過去のトラブル対処手法を反映しシェイクダウン、実走テストにて検証した。

これら信頼性が確認された作業手順仕様書はデジタルカメラにより、文章の説明だけでは伝わりにくい描写を写真でわかるようにマニュアル化された。

まさに百聞は一見にしかずであった。

さらに確認リストを作成し、担当者全員の認識に抜け漏れのないようにしていった。確認項目は年を追うごとに細分化され 2008 年には 120 項目に及んだ。

この発送前の最終確認工程を「キッチング」と呼んでいるが、全くの Honda F1 特有の用語である。そのネーミングの由来は 1980 年代の F2 時代にさかのぼる。この時代諸先輩はエンジンを研究所に返送しているとレースに間に合わないため、現地イギリスの社宅の台所すなわちキッチンで緊急リビルトしレースに投入していたのが、その由来である。

メカニックになるためには、まずこのキッチングを正確にできなければならなかった。いわばメカニックになるための登竜門であった。

第3期 Honda F1 からの新人メカニックは諸先輩から厳しく指導された。「メカニックはHondaの看板を背負い、組立の代表として恥ずかしくない行動をとるように」と、この言葉を聞くとおのずといつも気が引き締まる。それはまさしく日の丸を背負ったオリンピック選手であるかのようであった。

「頑張ってこい！期待してるよ！TVで応援するぞ！」

レースへ向けて出発する時は全員が必ず外に見送りに出てきてくれた。嬉しかった。

F1 界は完全な欧州文化そして貴族社会のイベントである。言葉も文化も違う極東の島国日本からHondaの代表として、そして日本の代表として技術の戦いに臨んだ。

3.3. 現場でのエンジン分解

2005 年カナダ GP 準備日のエンジン始動確認でオイルタンクブリーザより大量のエア噴出が発生した。P1 圧(ボンベ圧)、P2 圧(レギュレータ調圧後のエンジン供給圧)は共に下降して下げ止まらず。リーク箇所特定のため P2 サブラインを外すと漏れが止まった。

エンジン本体側からのエア漏れであった。

考えている間もなく、車検に間に合わせるべくエンジン交換を急ぐ者や、急遽カムカバーをあけて原因解析を敢行

する者など、現場は騒然となった。

分解状況によるとバルブコッタがPneumatic Valve Return System(以降 PVR)ピストンに埋没し、シールリング部がわずかながらチャンバよりはみ出しエアリークに至っていた。解析の結果、PVRピストンのコッタ接触面のテーパ角に不具合が確認され、通常よりテーパ角が緩くコッタが奥に入り込むようになっていた。

これが、品質不良によるものかを断定できない状況であった。

こうなれば残りの5台全てのエンジンに対し内部を確認するしかなかった。所要時間は1台あたり5時間にもおおよび、たまたま交代メンバとの引継ぎにきていた者も含め総動員での対応であった。

通常カバーを開けカムまで外した場合はベンチにて運転し、オイル漏れその他異常がないか確認するのが常識である。それができないレース現場での、ミスのできない作業であったが、予選前までには終わらせた。そして予選結果は、当期末のポールポジションを獲得し大きな達成感を味わうこととなった。極度の緊張から解放され、チームのメカニックからは「グッジョブ！グッジョブ！」と握手とねぎらいの言葉をもらった。

本来トラブルがないに越したことはないが、この経験が肝の据わったレースメカニックへの成長に導き、またHGTでのエンジン開発図面反映打ち上げにつながり、耐久信頼性を高める行為につながる。現場で起きた事象に対し、現物を確認し、現実を知ることが次には同じことが起きないようにする上でなくてはならない行為であり、すなわち三現主義の実践であった。現場が何を考え、何を必要としているかを日本へ伝える。

「現場が叫ばないと何も変わらない」メカニックの存在意義がここにあったように感じた。

3.4. エアポンプ投入

動弁系フリクション低減策として 2003 年に投入されたエアバルブ供給用エアポンプシステムは現場を担当したメカニックを悩ませるシステムであった。

車体に搭載していたエアポンベの容積を小さくするようにチーム側より要望が出ていた。確かに空力への影響を考えると搭載していたエアポンベをこれ以上大きくするのは困難であった。

大量に消費するエアを無限に供給し続け、この問題を解決したのがエアポンプであった。

メカニックとしても現場でのエア充填作業から開放される素晴らしいものだ。しかし、開発当初は今まで以上の作業が待ち受けていた。楽ができるなんてとんでもない話であった。

エンジンへ小型の圧縮ポンプを搭載し、その潤滑にはエンジンオイルが利用された。まるでラジコンのエンジンが

付いているようであった。

開発当初は不具合続出でまともに走れた日はなかった。

「エア圧がおかしいぞ、レギュレータはどうだ、ポンプは動いているか、ホースはどうだ」エア供給が断たれれば、即エンジンブローに至る緊張の判断作業である。

このポンプから供給されるエアからは同時に潤滑油として使用しているエンジンオイルが、オイルスラッジとして生成され、エア通路を閉塞させたのである。それを除去するためのフィルタはオイルスラッジのあまりの多さに目詰まりを起こし、エンジンフロントカバー内のエア通路も閉塞されていた。

フロントカバーは電動ドリルにブラシを取りつけ洗浄したが落ちきらず、エアポンプ吸気口からキャブレタクリーナを10秒間吹きつけ、5分放置後に1分間ファイアリングを2セット、午前と午後の走行後にそれぞれおこなった。さらに分解が必要な部品はトレーラの中で洗浄した。機密保持の観点からガレージではできなかったのだ。

鼻をツンとつく異臭と真っ黒なヘドロ状のオイルスラッジを洗浄する日々が深夜まで続いた。

開発当初、レース距離はおろか車体テストへも影響をあたえるほど車を止めざるを得ず、フィルタの交換、通路の洗浄をやることとなった。

チーム首脳陣に囲まれ、覗き込まれ、青い目をしたイギリス人に白い目で見られていたのは今でも忘れられない。

メカニックは最前線で矢面に立たされる職業だと痛感した時でもあった。毎晩トレーラの中ではエンジニアが走行データの整理に追われている横でスラッジが強い異臭を放っていたが「臭いからやめてくれ」とは誰一人言ってこなかった。皆それぞれがこの状況を痛感し共有できたのだろう。

「どうにかしなければ」の思いが一つになり、その後の改良に好影響を及ぼしたのはいうまでもない。オイルスラッジが生成されにくい温度へエア吐出温度を低減させ、さらにはピストンとシリンダのクリアランス管理などオイル上がり対策を施した。

3.5. クイックシフトギヤボックス投入

2003 年 開発責任者の開口一番「世界一のギヤボックスを創り出す」に端を発し、ラップタイムを短縮するため、理論上変速タイムラグの無い独自新機構(クイックシフト)を開発し、後にシステムをBARへ技術移管、レースに投入するプロジェクトが発足した。

開発チームと自分を奮い立たすが、当時達成根拠は未確立であり、F1エンジン開発供給に特化していた我々が、ギヤボックス開発に初関与することもあり、経験が無いすべてゼロスタートであった。以降担当領域が拡大する変化点でもあった。

開発当初「ギヤボックス共同開発 Honda に何ができるの?」「教わることなんかないよ」と難色を示すブリティッ

シユアメリカンレーシング(以降BAR)首脳陣。それには訳があった。この号令が掛かる前年度に、HGT提案で幅狭シフトギヤ機構の実走現場で不具合を発生させ、一度冷たい洗礼を受けた経緯があったのである。この経験をふまえ今回はさらなる情熱とスピードで対応した。

クイックシフトは駆動中のギヤと変速する次のギヤの2重噛み合いを可能にし、シフト間のトルク抜けをなくしたシステムである。翌年には実走評価に進むが、このメカニズムを実機で知ったBARの顔色と態度が一変した。初号機でシフト機構の動きを多くのエンジニア達が見に来た。

そして誰もが「クレイジー」と一言言って立ち去った。

初実走テストではピットアウトと同時にエンジニア、メカニックがピット裏のコース脇フェンスまでも登り変速音を聞きに行く様を見た。

しかし、現実には厳しく開発課題が連続し、制御ソフトとハード(手修正での形状変更)と現場でできるすべての対策を試みたが、毎回同じ走行距離(35 km)で同じ事象が起こった。

ベンチテストではクリアできているのに不可解な事象の連続であった。この状況から、耐久信頼性向上を最優先項目として推進し、HGTから払い出された対策品をHRDで組み換えたが、いつもテスト前ぎりぎりの物流のため、深夜に及ぶ作業で急場をしのぎ、実走現場でギヤボックス交換を実施し、なんとかテスト日程に乗せる努力が続いた。

対策品の効果も次第に見えロングランを開始し、ドライバから次のようにポジティブなコメントがあった。

「とにかくシフトの繋がりがスムーズで頭打ち感が無い、コーナリング中でのシフトアップでもリヤの挙動が乱れない、シフトアップごとに前車との距離が縮む」と絶賛されスタンダードギヤボックスと比較し、Lapタイムも0.2 sec/Lap短縮を実証した。残念ながら04年シーズン中には500 km耐久要件がクリアできずレース投入は翌年、2005年の開幕戦となったが、レース投入は世界初であった。ここに世界一のギヤボックスが完成した。サーキット現場では他チームからシームレスシフトと呼ばれた。

とにかくすべての現実を受け入れ組立部門内ではテスト機供給の体制と環境づくりから始めBARへのレース運用までの移管業務を達成した。

3.6. Jバルブ投入

2005年に投入されたJバルブシステムは動弁系フリクション低減を目的に開発された。

今まではバルブスプリングの動きをするエア室には各々入り口出口にワンウェイバルブが配置され、最悪エアの供給が途絶えてもバルブが自重で落下しない構造であったが、このワンウェイバルブが廃止され、各エア室に一つオリフィスが付き連通構造となったため、一つのエア室からエア漏れが生じると全気筒のバルブに支障をきたす構造と

なっていた。この新しいシステムにはこれまでのエンジン品質保証の運用では通用しないことがわかった。

エンジンの組立方法も変更するものであったが、メカニックとしては何よりも輸送方法、現場での保管からエンジン始動までの運用方法、特にバルブシステム部へのオイル潤滑手法に注力した。

エンジン始動時バルブシステム部の焼きつきの心配があり、見えないエンジン内部のオイル量をどのように管理すべきかが、一番苦勞した部分である。

運用上さまざまな壁にぶつかり、本当に大丈夫かと不安になるばかりであった。

- ・ 輸送中バルブが自重で落下しない最低圧は
 - ・ クランクを手廻した時にバルブがカムシャフトの動きに追従する最低圧は
 - ・ PVRS ピストンシールの性質上、エア漏れしにくい温度や圧力は
 - ・ エア室にオイルを溜めて保持する場合、エアラインのオイルは排出できるのか
 - ・ 大型高圧エアポンベの容量はどれだけ必要か
 - ・ 大型高圧エアポンベを付けてエンジンを飛行機輸送できるのか
 - ・ バルブシステムへの初期給油の確認はどうするのか
- 一つ一つテストし不安を払拭していった。

いずれもHGTでエンジンを組み立て、サーキットへ発送し、再びHGTへ戻ってくるまでの間、エンジンとつききりとなってデータを採取し、要件決めをしていった。

2005年の投入時は特に慎重に事を進め、Jバルブが現場運用の面で成立することを実証し、以後Jバルブはスタンダード仕様へ育っていった。

その後も継続してデータを蓄積し2008年には大部分において機材と運用面での簡素化を実現できるまでに至った。

もう、開発当初の不安を感じることなく普通に使えるエンジンへと成長した。今でも忘れられない言葉がある。

「Jバルブが成功するか否かは残すところ現場の運用次第、とりわけメカニックに期待している」当時のJバルブ開発責任者に言われた言葉である。

3.7. エンジンマイレージ延長対応

今までは金曜、土曜、日曜と毎回エンジン交換可能であったが2004年から始まったエンジンマイレージ延長、1エンジン1レース使用限定のレギュレーションは2005年にはさらに延長され1エンジンで2レースをプラクティスから使い続けなければならない状況となった。エンジン使用距離にして300 kmから800 kmそして1500 kmへと変化していった。単純に同一仕様のエンジンを距離伸ばししていくのではなく、距離の延長に伴い、エンジン骨格仕様変更をおこない、それぞれ耐久信頼性と性能面の両立を図る地道な開発作業であった。

制限使用距離内でトラブルが発生し、エンジンを交換した場合のペナルティとしては、予選前交換は10番手グリッド降格、予選後に交換した場合は最後尾からのスタートと厳しいものであった。

以前はペナルティがなかったのでトラブルが発生した場合、問題解析および不具合修復に掛かる時間とエンジン交換時間とを天秤に掛けどちらが早いかを選択することができた。

エンジン交換は早ければ 30 分もあればできるのだ。

もちろんピット裏ではそのための準備は整っており、エンジンにはラジエータ、オイルクーラ、オイルタンク、エキゾーストパイプ、クラッチ、ハイドロリックシステムなどエンジンにまつわる部品はほとんどすべて組み付けられている。

サーキットには常にブラクティスエンジン、クオリファイエンジン、レースエンジンが2人のドライバにそれぞれ与えられ、スペアエンジンが3台さらにTカーへのエンジンも1台用意された。これだけでもガレージには最低10台が並ぶこととなる。もちろんすべてを置けるわけもなく、特に古いサーキットはガレージが狭く、エンジン輸送用の専用箱からの出し入れだけでも大変な作業環境であった。

そんな状況から一転、レギュレーションの変更で毎日のエンジン交換の作業がなくなり、エンジン台数も減少、作業負荷は下がるものと誰もが予想していた。

しかし、予想ははずれた。

従来異常が発生した場合のみおこなっていた、シリンダ内チェックを毎日走行後に、ファイバースコープを用いて

シリンダ内のピストンのかじりが発生していないか、スリーブの顔つきから判断した(Fig. 4)。

また、クランク後端とクラッチハウジングを連結しているインプットシャフトのスプラインにピッチングが発生していないかも重要な確認項目であった。

クランク側スプラインにピッチングが発見されれば、磨き修正を入れる。これを見逃し放置すれば、そこを起点にクランクが破断し油圧が保てずメタル焼きつきに至ることとなる。



Fig. 4 Checking inside of engine

コンパウンドとダイヤモンドやすりでピッチング跡を消し込むが、硬く手強かった。エンジンを救えるか否かは担当するメカニックの肩に重くのしかかった。

1イベント使用後は毎回オイルフラッシングも実施した。目的はコンロッドピンメタル、メインジャーナルメタルに残留している劣化したオイルを除去することである。経験上長期滞留したエンジンはベンチテストでも実走でもメタル焼きつきに至るケースが散発することがわかっており、レース後欠かせない作業となった。

さらには耐久保証の取れていない部品の交換作業も余儀なくされた。

それだけ 1500 km のハードルは高く、ありとあらゆる手立てを施す必要があった。

本当に手の掛かるエンジンだった。

サーキットでは何もないのが一番のはずが、いつしかこれらの作業は定常化していった。

エンジンを継続使用するためのメンテナンスはメカニックの技量、経験に頼るところが多く、一つ事象を見過ごせば即リタイヤにつながる。

この件に関しては設計、研究、電装それぞれの担当者によく議論となった。今思えば議論というより「頼むから早く治してくれ、安心して使えるエンジンを現場へ送ってくれ」という悲痛な叫びであったように思う。これはドライバの命を預かっているというプレッシャの中で闘ってきたものとしての叫びでもあった。

継続メンテナンス以外にも2レース1エンジンのレギュレーションはメカニックに大きなプレッシャとしてののしかかってきた。

容易にエンジン交換の判断ができない状況となり、今まで以上に正確でスピーディな不具合解析と修復作業が要求された。

そのためには今まで以上の機能を有するツールや幅広い部品が必要となった。

現場に持ち込む機材と部品は1台エンジンが組み立てられるほどへと増加していった。

もちろんメンテナンス性の改善、作業効率の改善も合わせておこなった。

「レースは待ってくれない、時間との勝負」とは諸先輩からよく聞かされていたが、まさしくそういった状況に追い込まれることもしばしばあった。

レギュレーション変更はメカニックにとってある意味エンジン品質保証のチャレンジングな環境となった。

3.8. SAF の立ち上げ

2005 年末 SAF へのエンジン供給が決定した。担当第一陣は翌年1月12日5名でUK入り。腰を据えることとなったSAFファクトリーは、イギリスオクスフォード西部リーフィールド田園地帯の中、日章旗が大きな目印であった。

そしてこの日を起点に挑戦が始まった。

到着時は、SAF従業員十数名、車両も機材も部品も無かった。何も無いそれが第一印象。体制の整っている既存チームへのエンジン供給と大きくかい離があり、チーム立ち上げ業務も兼任した。

第一目標は、開幕戦決勝グリッドに車両2台を並べることであった。工具・機材スペアパーツの準備、エンジン補機部品変更(BAR → SAF 仕様置換)、エンジン運用ルール整合(到着後、返送方法、暖機、OIL管理、搭載前状態等)、エンジン始動手順、走行手順、距離管理部品など、すべてゼロから指導した。

まず対話から始まった。

この地を踏んだ第一陣は、気持ちを抑え忍耐の連続であった。

1月17日、初号車(ベースは2002年仕様のアローズA23、F1界では異例の4年落ち旧車両)が持ち込まれ、Honda エンジン搭載用にモノコック改修やFIA 衝突要件をパスするための車体改造がスタート、機材搬入、物製作が始まった。

メカニックも十名採用され、1月30日、車体組立作業を開始した。すべて手造りで全員で製作し、メンバー間に隔たり無し、立って居るものはチーフデザイナーやテクニカルディレクターでも使えという状況であった。彼らもしっかり答えてくれ、コミュニケーション上全く問題無かった。

互いの役割責任も助け合いながらではあったが支障をきたすことはなかった。何より前向きな姿勢があった。皆協力しあいチームとしての一体感が高まった。

32日目 初号車シェイクダウン(SA05-05)

39日目 パルセロナ合同テスト(SA05-05) タイムはともかく 590 km 走行した。

58日目 第1戦 練習走行 2台の車は走行開始

59日目 予選 20位(SAT) 21位(IDE)で通過した。

60日目 決勝2台グリッド上に並んだ。

第一目標をクリアし達成感を得られるかと思ったがかなり冷静だった。開幕戦に間に合わせたことを当たり前のように感じていた。ここまで約2ヶ月を長く感じた。しかしシーズンのスタートラインに立ったに過ぎない。

結果は残せなかったが、注目度は大きい。チームメンバーの顔つきもレースごとに厳しくなっていく。とにかく失敗なし、待った無しで顔つきも変わった。

レースを重ねていくうちスペアパーツ不足、リタイヤ数も増えていく、車体の進化も進まない現実がそこにあった。Rd12から、Honda ギヤボックス(クイックシフト)を投入、技術指導も実施した。

それに合わせサスペンションも変更し車両を大きく進化させ、車体性能は向上、レース現場で貴重な経験をした。予選前のレシオ交換を、Tカーを含め3台おこなった。新機構ギヤボックスの作業であり、SAF メカニックは新機構の現

場交換経験はまだ無い。予選開始2時間前に3台並べて指示しながら初の実戦作業を経験させた。メンテナンス性とその向上反映は重要なことだと再認識させられた。ここからチームメカニックの自立に向け特訓を開始した。

2006年、SAFは新チームとして誕生しF1選手権を全戦戦った。

そして、この年リーフフィールドの地を踏みしめた誰もが、みんなの想いが夢を叶えたと感じた。

3.9. KERS 開発

F1 界も環境への配慮が盛んにうたわれるようになり、2009年よりレギュレーションが大きく変わることが決まっていた。

KINETIC ENERGY RECOVERY SYSTEM(以降 KERS)の導入である。いわば INSIGHT の F1 版、ハイブリッドシステムの開発が急務となった。ハイブリット車が環境に良いとされるのは、燃費が良いことによるものである。もちろんレースにおいても燃費競争は戦略的に大きなアドバンテージを期待できるものであった。

さらに、減速時にモータよりチャージされる電力は最大出力 60 kW、1Lap あたり放出エネルギー 400 kJ 以内でエンジンのアシストに利用が認められ、最高速の伸びやコーナー出口加速の向上などによる Lap タイムの短縮も期待できた。それには軽量、コンパクト、高効率なシステム開発が必要となりモータ、PCU、バッテリー全てを自社で開発した。この自社開発こそが現場に出向くメカニックにとってはとても重要な意味を持つのである。

サーキットでの不具合に安全かつ柔軟に対応できる知識や技術を習得するにはその内容を熟知していることが必要不可欠であった。

購入品を使うのであれば中がどうなっているのが知る術もない。いわばブラックボックス同然であり、それはそれで割り切るしかない。

逆をいえば HGT で開発している以上は何も知らないでは許されなかった。幸いにもモータの製作は組立部門内で完結していた。

このモータを目の当たりにしても、わずか 105 mm X φ100 mm の体格で FIT 1 台分の出力を発生するとは誰も考えつかないであろう。

その開発は並大抵の努力ではなかったことは簡単に想像がつくはずだ。

モータを組み立てることに限っては全くの素人としてのスタートであった。

その上、量産とは比べようのない難易度の高い巻き方が要求され、試行錯誤の末、結実したものであった。

バッテリーの取扱いには UN 法が大きな障害となって立ちあがった。

バッテリーリチウムイオンを採用し、一つのセルを数個

組み合わせた物をモジュール化し、それらを組み合わせた物をパックと呼んでいる。メカニックとしては当然パック化されたものが現場に送られてくるものと思っていた。

しかし、日本からイギリス HRF へ送られてきたものはたくさんの単セルとそれらを組み合わせるための溶接機であった。

モジュール化、パック化した物に対し UN 法の認可を取得するまでには最低3ヶ月以上かかり、仕様が変わるたびに申請が必要であった。開発スパンの短い F1 の世界においては致命的でこの時ほど日本とイギリスが遠く感じたことはない。

「絶対あきらめない、どこよりも先に成功させる」そのためには、やはりメカニックがイギリスで溶接をするしかなかった。とはいっても溶接に関してもゼロからのスタートである。

特殊な溶接技術を短期間で身につけイギリスへと渡り、HRF 倉庫の片隅で組み立てた。安全には細心の注意を払い取り組んだ。

単セルはその状態を安定させるためわずかな電荷を持っており、組み立てにおいて誤れば人も感電死してしまう恐れがあった。もちろん担当者は事前に電気安全講習を受講し、ハイブリッド車を量産している鈴鹿製作所へ視察に出かけたりもした。正直電気は目に見えないから怖いと思っていたが、知識を増やしていくうちに我が身を危険から守る術を体得していった。

これらモータ、PCU、バッテリーを車に搭載し仕立て上げるまでには 187 項目に及ぶ不具合の洗い出しと懸案事項のつぶし込みをメカニックが担った。

当たる触るといった組立不具合はもちろんのこと、信頼性や作業性に関するハーネスの取り廻しから組付け手順に至るまで図面指示のない組立作業手順仕様を決めていった。

現場で安全に運用するには何が安全で、何が危険であるのかシステム図をもとに皆で話し合った。エンジン始動前準備に始まり、走行後の分解に至るまで作業工程一つ一つについて確認を進めていった (Fig. 5)。



Fig. 5 Checking KERS system

そんな中、BMW ザウパーのメカニックがテスト走行時のサーキットで感電するというニュースが写真とともにインターネットで流れた。皆も動揺した。災害は予期せぬところに潜んでいるとはまさにこのことであろう。

結局のところ我が身を守るのは個人一人一人の安全に対する意識一つであることを再認識させられた。

従来とは全く違う領域での安全意識と幅広い知識と技能を兼ね備えたメカニックの誕生がここからスタートした。

2008 年 4 月、実走開発はイギリスのサンタポッドでのシェイクダウンテストから始まった。いまだかつて経験したことのない程の問題が続出し苦しい船出となったが、ここに F1 界初となる KERS 実走を成し遂げた。

その後 2 回のシェイクダウンとスペインのヘレスサーキットでの走行をおこない、11 月には再びサンタポッドでの開発第 4 ロットのシェイクダウンに至るまでさまざまなトラブルを克服していった。

「プレチャージができない、メインコンダクタを繋げられない」という事象の原因は、バッテリー内の高電圧回路に組み込まれたメインコンダクタを接続する際の接点溶損防止回路が壊れていた。開発第 3 ロットのバッテリーはドライバシートの下に格納されていたため、エンジン始動ごとにドライバにモノコックから一度出てもらい、シートを外し外部から手でメインコンダクタの接続を試みた。接続手順は複雑で時間を要するものであった。

些細なことではあるが常にスピードを求められる F1 開発においては重大なトラブルであった。

さらには通信系へのノイズの影響からフルに出力を発揮できず、このままの状態での現場での解析は限界となっていた。次のポールリカルテストはキャンセルして、ノイズの解析を優先させるため、車体は急ぎょイギリスから HGT へ発送されることとなった。もちろんメカニックも同様、悔しい思いでの一時帰国となった。

仕切り直しとなったスペインのヘレスサーキットでは、ドライバから「KERS のことは、これから色々と学んでいかなければならないが、KERS のアシストを入れた時ヘアピンが物凄い速さで近づいてきて感激した。逆にアシストの無いエンジンだけの加速はまるで重りを背負っているようだ」という評価を得るまでに至った。

その後さらに軽量コンパクト化された開発第 4 ロットのシステムではまたしても通信ラインへノイズが乗るトラブルが頻発し、HGT でサポートしているメカニックが PCU へのコンデンサ追加、フェライト追加、アース不良箇所改善などの対策を施した。

組立メンバが PCU を触るのは初めてのことであった。その間 HRF では実に 100 回を超えるエンジン始動をおこない、ノイズ発生源の特定に全力を注いでいた。対策 PCU はぎりぎりのところで現場に間に合い、ノイズは根絶された。

さあこれからだという 2008 年 12 月 5 日、F1 からの撤

退が発表された。

メカニックという職種も新時代の到来を前に孤軍奮闘した 12 ヶ月であった。

4. あとがき

9年間の活動を振り返ると、エンジン開発供給からスタートした第3期 Honda F1 であった。その後、開発要求からギヤボックス、車体実走、KERS 開発さらにはプライベートチーム立ち上げまで多岐に至るニーズに応じてきた。集大成である 2009 年車両の戦闘力を見届けるまでに至らず、F1からの撤退で幕切れとなったが、ここで培ったレーシングスピリットは次世代のレースで再び輝くことと信じている。

残念ながら輝かしい成績は残せなかったが、今まで諸先輩からの指導のもと、マインドの伝承は達成できた。また開発関連各部門の協力のもと、業務完遂できたことに感謝する次第である。

■著 者■



石原 毅



砂子直人



法原 淳



石坂素章