

新品より高精度・高品質なリビルト・ターボを作り出す現場



ここはターボテクノエンジニアリングの工場。同社はT/Cを製造しているのではなく、リビルド=再生を専門とする会社だ。故障したT/Cを修理し再び使い返り出す。これが同社の生業である。しかし、その仕事内容はじつと興味深い。

「年間2万8000基ほどのT/Cをリビルドしています。工場の能力は年間3万基ほどです。ありとあらゆるタイプのT/Cを扱っていますが、注文の多いT/Cについては中古品や故障品を入手し、リビルドしたうえで注文に備えて在庫しておきます。注文があればそれを送り、引き換えに故障品を返してもらい、またそれをリビルドするというサイクルです。手回しの在庫を確保できれば、次の注文に対してスピーディに対応できますから。もっとも、見たことのないようなT/Cに、たとえば船舶用だとか昔の建設機械用などはほとんど在庫がありませんから、故障で持ち込まれたものを現物修理するしか手はありません。自動車ではボルシェッパターボやランシア・デルタのT/Cにも入ってきますよ」

なるほど、注文を持って修理するだけでなくリビルド品を在庫しているから「巻き貝の標本」が出来るわけか……

「月平均2000基のT/Cをリビルドしている工場を、さっそく見せてもらった。作業の流れはいってシンプルである。

まず、中古や故障品のT/Cを分解し洗浄する。このとき、再利用できる部品についての見極めを行なう。交換が必要な部品はT/C製造メーカーや自動車メーカーに発注する。入手不可能な部品は社内で製造する。必要な部品をそろえ、ふたたびT/Cを組み立てる。組み立てたら検査を行なう。検査に合格したT/Cは在庫として保管するか、あるいは発注主に



真っ黒いペアリングが付いているのはT/Cによるリビルド品。ペアリングはコーティングされ、軸と滑らかに磨かれている。いい状態が選り好みである。磨かれてくれている。

Series 27

もの創りの現場

第27回：株式会社ターボテクノエンジニアリング | リマニョファクトリーターボチャージャー |

世の中には、新品よりも優れた精度を持った中古品がある。一品料理で仕上げられたリビルド(再製品)は、豊度の「公差」に埋もれていた製品の可能性をさらに引き出す場合が多い。ターボテクノエンジニアリング(TTS)が手掛けるターボチャージャーも、まさにそういう製品である。

TEXT: 丸島雄雄 (Shigeo MARUMO) PHOTO: 池田誠 (Machiko IKEDA)

巻き貝の標本——そんな感じである。特別に作られたハンガーには、ターボチャージャー(以下=T/Cと略)のタービンハウジングとコンプレッサーハウジングが品番ごとに整理されていた。ざっと数えて、その数は150以上。毎の両端に風車を取り付けたようなT/Cは3つのハウジングを持つ。エンジンの排気を受ける側のタービンブレードを覆うタービンハウジングと、シャフトを固定するペアリングハウジング、それと空気を圧縮しながら吸い込む側のコンプレッサーブレードを覆うコン

プレッサーハウジングである。このページの写真に写っている巻き貝のような形がタービンまたはコンプレッサーのハウジングである。それにしては数が多い。「軽自動車用の600ccエンジンと組み合わせる小型のT/Cから大型トラック搭載用の12気筒エンジンに組み合わせる大型T/Cまで、さまざまなサイズがあります。それと、コージェネ用定置エンジンのT/Cや船舶用のターボも扱っていますから、ざっと数えて200種類以上でしょう」

納品する——という具合である。しかし、T/Cのように精密な仕上げを求められる回転体だけに、すべての工程について独自のノウハウがあった。分解工程。持ち込まれたT/Cのなかには「えっ、これを分解するの?」という状態のものもある。ハウジングから中を除くと、タービンの羽根が欠けたり、軸の中心から真二つに割断していたり、ハウジングを留めているボルトが錆びていたり、とにかく壊ましい状態である。ハウジングが腐びてい

部品検査・検査



プラスト成形は、部品ごとにメディアと設備を同じにし製造管理が行われています。このバーベキューの車のような部品は注目の対象マシンだ。



洗いを終えたT/Cがスタッフに渡っている様。その後の多くは別のラインで組み立てられる。



このように手作業でバランス取りのための「微調整」が行われます。またスタッフがこうした作業の補助もしている。

説明（ブレード）が付いたオイルの蓋面を覆ってバランスを取ります。その部分にアンバランスがあるかブレードのように表示される。T/Cメーカーが持っているものと同等の精度で、



「このあたりは部品ごとにプラスト（高圧水洗浄）を行います。この機械はパイプ内のプラストを行ないます。中にカーボンが付着しているのを20気圧くらいかけて吹き飛ばします。こちらの機械は重曹プラストです。向こうはガラスビーズプラストです」プラスト作業はT/Cの部分ごとに専用の機械で行なわれていた。水にメディアとして重曹を混ぜるのが重曹プラスト。輪受けのように高圧への異物付着を嫌う部品はこれでいい。回転体との摩擦がない部分にはガラスビーズも使われる。「輪受けにプラスト用のガラスビーズが吸着するとトラブルのもとになりますが、重曹ならとえ残ったとしても高圧になれば落ちてしまいます。水に混ぜるものは重曹、アルミナ、ジルコニア、ガラスビーズなど、洗浄する相手によって変えています」プラストを終ると、まるで輪受けから出てきたばかりのような金属の輝きが戻っています。「リビルドは洗剤技術がまずポイントです。とにかく徹底的に洗う。洗えば部品の状態が分かります」と言われ、実際に洗浄された部品を見て、思わず納得。

きて、いよいよ組み立てである。軽自動車用の小さなT/Cの組み立て工程をじっくり見せていただいた。タービン側もコンプレッサー側も、ブレードの付いたオイルの径は25mmほどしかない。部品が並べられているが、どれも非常に小さなものだ。「小さい部品は新品ですか?」と尋ねると、「いや、ほとんど再製品です」と言われて驚いた。軸はビカビカだし、その軸が収まるベアリングハウジング同様にビカビカだ。「軸はすべてファッピンしています。1500番のペーパー（紙やすり）で磨き、真円度をチェック済みです。ブレードも所定の回転数まで回してバランスを測定してあります。それぞれ部品で品質保証しています」ふたつの風車を取り付けられる軸は、触っているとツルツルだ。「このベアリングは二酸化モリブデンを焼き付け加工してあります。もともと付いているベアリングとは真逆の「潤滑」がまったく違いますよ」そう、過去に見慣れたT/Cのベアリングは真ちゅうの塊の色だが、目の前にあるベアリングは透いめのグレー。研磨加工が施されている。しかし、表面を加工すると、その分だけ厚みが増える。軸の太さとベアリングの内径が合わなくなる。「焼き付け塗料の厚さが5ミクロンなので、その分だけベアリングの内径を削ってあります」と簡単に言われた。通常、T/Cのベアリングにはコーティングは施されていない。「T/Cを交換して、まだオイルが充分に回るくらいに高回転まで回されると、そこで焼き付いてしまう。その、オイルの収縮が原因で瞬間だけDCコートでカバーしてあげるという発想です」そうか、軽自動車用のターボは20万rpmあたりまで回る。慣性質量が小さいから回転の上昇は早い。取り換えたばかりのT/Cを「試運転」するときのミスを防ぐため、わざわざ軸を研削しベアリングにコーティングを施す。「取り換えた瞬間に壊れたのではリビルド品に悪いイメージが付きまといまうから」と言う。

いやいや、軸に感心している場合ではない。目の

分解・洗浄工程



部品品として返られてきたT/Cの分解作業は手作業ですが、この作業に当たっているものは精度が高いものである。ちなみにこれはR020T-10型。

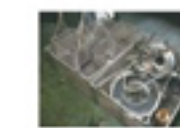


分解作業の最後、オイルやワックスを取り除く作業も重要であることがわかった。それも分解も高圧洗浄機に任せられている。これはR020T-10型。

分解しやすいように加熱するオープン。800℃まで熱すれば400℃をスリッパで簡単に落とせる。



超音波、熱湯、アルカリ洗剤と重曹洗剤。分解したT/Cはここを過ぎた時点で高圧洗浄機に入る。



T/Cの分解も、このようにスリッパで落とす。まるでプラスチックの食品洗いのような仕組みだ。

るのは当たり前で、本当にただのスクラップにしか見えぬものばかりである。ちょうど、サバコRX7 (FD) 用のT/Cを分解する作業に出かけた。ファインターボだからユニットそのものが結構大きい。「この裏にあるボルトは、レンチを回せる角度が小さくて苦手です」若いスタッフはそう言いながらレンチを60度くらいずつ回し、ボルトを外した。「特ににくいボルトもあるんじゃないですか。T/Cメーカーは分解難理なんて考えていないでしょうか」と尋ねると、「ものすごく強力な締め止めをボルトに施しているメーカーもあります」とのことだった。この工場内で2-3日じっくり見学すれば、T/Cメーカーごとの設計の違いやワークポイントがすべてわかるだろう。そんなことを考えている間にも、手早く分解作業が進む。取り外した部品を素早く観察する。すべての部品について「程度」を見極める。「ガasketやボルトは消耗品ですから、新品と交

換します。ハウジングはほとんど再利用できますよ。亀裂が入っていたり歪んでいたたり、一見したところ再利用は無理に見えるようなハウジングも、あらかた再生します」しかし、ひどく錆びているT/Cもあるし、錆びれて真っ黒になっているターボもある。「そういう場合は600℃くらいまで加熱して油分を飛ばします。オイルのスタックから油分が吸んでしまえば取り除くのは簡単です」分解作業場には、加熱のためのオープンのような機械が置いてあった。高温の排気が当たるタービン側ハウジングはインコネル（鋼にタングステン、ニオブ、モリブデンなどを添加した耐熱合金）700系が多いから、耐熱温度は800℃以上だ。600℃まで加熱してもまったく問題は無い。そのハウジングの再生については、見学の後半で思わず「うわーっ」と声を上げてしまったほどに驚いた出来事があったので、のちほど紹介しよう。とにかく、TTSでは丁寧に分解し、部品を洗浄し、ひとつひとつの部品について再利用できるかと

うかを見極める。当然、見極めにはT/Cそのものについての知識が必要だし、経験が積まなければならぬ。「もともとこの工場はギヤレット（現ハネウェル）日本法人のアフターマーケット事業部が手創りしていたリビルド部門なんです。事業継承するときに設備とスタッフごとターボテクノサービスが引き継いだんです」つまり、元はT/Cメーカーのリビルド部門だったということだ。T/Cを知り尽くしているスタッフが揃っているのはそのためだ。聞けば、リビルド工場にいるスタッフ15人は全員が担当を定期的にローテーションするという。つまり、この工場で行なわれる作業は何でもこなすマルチプレーヤーが15人揃っているわけだ。分解の次は洗浄。分解したT/Cの部品をひとつひとつの金属製のケジに入れ、まず超音波、続いて酸洗剤の洗浄を繰り返し、アルカリ洗剤で脂を落とす。洗浄を終ると、赤黒かったハウジングも金属の塊が見えてきた。

組み立て作業の最終工程



これも大型T/C用の組み立て設備。作業済みの部品は自動的に運ばれ、またT/Cは自動的に組み立てられる。



組み立て作業の最終工程。このように整理された部品は、最終に組み立てられる。あらかじめ部品は色分けされている。これもターボの一部である。





VZ47 VZ54
VZ48 VZ55
VZ49 VZ56
VZ50 VZ57
VZ51 VZ58
VZ53 VZ59

本車の工場では、このような状態である。かつての自動車に多く使われていたマニッシュターという部品は、現在はほとんど使われていない。すべてが廃棄される。



ベアリングハウジングに軸が差し込まれた状態。軽自動車用のGのタービンコンプレッサーは回転速度が速い。たかよ3000rpmで回る。



NC装置を汎用機のように使ってしまうのは難い。残った部品を人海、また残った部品を人海、人手が足りない部品はソフトウェアで補う。この作業もリビルド工場スタッフの重要な仕事です。



ターボチャージャーエンジニアリングの部長。工場に集まるすべての部品を管理している。また、TCも取り扱っている。部品は必ずしも再生して再利用するとは限らない。

もの創りの現場



ハウジングの表面が、しかも材料は同じ。磨き上げられた部品は、磨き上げられた部品と見分けがつかない。また、同じ部品は、磨き上げられた部品と見分けがつかない。これがNC装置の最大のメリットである。

前では軽自動車用T/Cの組み立てが始まろうとしている。部品は組み立て直前にオイルに浸けられている。試験管のような筒の中にオイルを入れ、そこに軸を挿すという金の入れ替え。異物をオイルの中に落とすコンタミネーション対策だ。ゴム手袋をしたスタッフが、ベアリングハウジングに小さな部品を組み込んでいく。タービンとコンプレッサーのハウジングを置いて組み上がったT/Cを、すぐに回転バランスのテストにかける。羽根が勢いよくエアを当て、5万rpm、10万rpm、15万rpmと回転を上げる。ディスプレイにはアンバランスの値が表示される。単位はG（重力加速度）だ。

組み立てて、いきなりテストにかけるT/Cは、8万rpmあたりでGが一気に立ち上がった。するとスタッフが、羽根を軸に固定しているナットを少し回った。ふたたびテストにかけると、Gは低くなった。「1000分の0.5グラムほど削ってバランスを取ります。全員、このようなテストを行いますが、我われはアンバランスが0.5G以下でないと出荷しません。回転リミットまで全域で0.5Gです」

再度、スタッフはT/Cのナットをリューターで削った。ほんのわずかに、である。テストにかけると、表示されるGグラフは0.5G全域で0.4G付近にとどまった。

「合格です」検査をパスしたT/Cをよよく観察したが、ナットの部分が一部、削り取られて、さらにかつのキドのうち2つがほんの少しだけ丸まっていた。羽根や軸はそれぞれ部品状態でバランス取りを併せているから、組み上がったときにもそれぞれのバランス精度を持っている。それを再び部品状態でテストする。二度の検査を行なうのだ。筆者が知る限り、日本

の自動車メーカーの生産ラインに納入される車に装着されるT/Cは、アンバランスが0.5G以下ということはない。2〜3Gは当たり前だ。「部品はコスト削減が厳しいから、アンバランスをそこそこに入れておく状態です。昔は、T/Cの「チューン」という言葉を強調するため、わざとアンバランスを残したのもありました」

隣の部屋では、部品状態でのパワースタットが行われていた。ちょうどホイールの裏の部分（バック）を、同様の製型パワースタットでチェックしながら1000分の0.5グラムほどを削り、バランス取りしている。その隣にはNC（数値制御）装置が並んでいた。そのうちの1台を汎用機のように使って、小さなT/Cのブレードを削っている。

「型番によって微妙にブレード部分の径が違うのですが、それぞれ0.5mmとか1mmの差です。ひとりで大きなブレードから削り出すことが多いです。このNC装置は、一品ものの部品を仕上げるのに役立ちます」

で、さきほどの話。電気が入ってたり入ってたりしたハウジングである。

「これですよ」よく見ると、コンプレッサーの羽根を載せる穴の周囲の部分に金属をつなぎ合わせた痕がある。「磨いていた部分を削り取り、同じ素材でスリーブを作って圧入したのです。それからNC装置で形状を整えました」

思わず声を上げてしまったのは、見事に再生されたハウジングである。つなぎ合わせたとは思えない仕上がりに。同じ素材なら、確かに新車とは同じだが、果たして大丈夫なのか。「ハウジングは丈夫なんです。しかし、これをT/C

メーカーが新しく作るとなると、金属を溶かすためのエネルギーを消費します。それを廃棄品として我われが買くと非常に高価なのです。CO₂排出を抑え、我われもリビルドコストを抑える。そのため、できるだけ金属は再利用しています」

そう。製造コストはそのままCO₂排出量に置き換えることができる。日本では軽やかにエコロジーなどと言われるが、金銭的なエネルギーを消費しないことはエコミーであり、だから消費者に受け入れられ、結果としてCO₂削減になる。TTSはそれを実践している。再利用しても性能には影響がないという「見極め」のツボがここには、この会社の最大の財産であると述べる。

TTSのリビルド工場を前から裏まで見学して感じたことは、もはやここはリビルド工場ではなくT/C「製造工場」であるということだ。リビルドではなくリニューファクトリーである。リニューファクトリーだからTTSが性能を担保する。出荷のときは、リビルド品に取り付けの注意書きを添え、さらに取り外したT/CをTTSに返送してもらうための位置も同梱する。

「注文が入ったとき、すぐにリビルド品を送るようには、注文数の3割の修理品を確保しておく必要があります。同じ型のT/Cで100個の注文があれば、300個のリビルド在庫品が必要です。だから、返却したT/Cを返してもらいます。それが再び再生される商品になるという循環を歩みます」

空気量ダウンサイジングが進んで過給が当たり前のになると、この会社はどんどん忙しくなるのだろう。T/Cの駆け込み寺であり、こういうプロ集団がいるということを知っただけでも、なんだか非常に心強い気分になる。



株式会社ターボチャージャーエンジニアリング
1980年、ディーゼルエンジンのエンジニアリングがスタート。1985年にターボメーカーの設立を経て、株式会社ターボチャージャーを設立。2008年にマニッシュターから軽自動車向け、ターボチャージャーを生産するターボチャージャーエンジニアリングが独立して設立されている。トルクアップ、トルクダウン、トルクコントロールの3つの機能が備わっており、自動車だけでなく、トラック、船舶、発電機などにも使われている。国内唯一のターボチャージャーエンジニアリング工場である。