超大形爆撃機「富嶽」のエンジン

——5 000 馬力への挑戦物語——

水 谷 総 太 郎*

Sotaro MIZUTANI

Key Words: Aircraft, Internal Combustion Engine

1. はじめに

太平洋戦争は昭和 17 年半ばをすぎると戦況は転機を迎え、このまま推移すれば日本は劣勢に追い込まれることが予想されるようになった。中島飛行機の創設者であった故中島知久平氏は、“アメリカの大形長距離爆撃機が出現すれば、戦場は外地ばかりでなく日本本土にも及び、まず軍需工場が爆撃され、つぎには都市が無差別爆撃を受けるのは必至である。この野望を阻止するためには、日本もアメリカに勝る大形爆撃機を生産し、これによってまず日本本土をねらう敵基地を大形爆弾により使用不能にすることが先決である。さらに積極的に太平洋を越えてアメリカ本土に侵攻し、逆にかの兵器生産工場を爆撃すべきである”という大構想を建てた。

この目的のため、当時アメリカで開発中の B29 などをはるかに上回る、超大形機を製作することを軍に建議した。しかしこの大計画は容易にいれられず、正式に計画を進めるまでにはその後 1 年余の貴重な年月が流れたのであった。

中島知久平氏ははじめ自社開発の決意をし、昭和 18 年 1 月武蔵野製作所に機体とエンジン部門の所長、技師長クラスの要職の人々を招集し、自案の超大形爆撃機（Z 機）の構想を発表した。同時に社内に計画の推進組織を設けて「必勝防空研究会」と名づけた。

一方、この計画を「必勝戦策」として、軍部をはじめ政府首脳要人に熱心に説いて回った。その努力が実って陸海軍もようやく正式に本機の試作を採りあげ、この飛行機を陸海軍共通名称「富嶽」と名づけ、昭和 19 年 2 月同氏を「富嶽試作

専任委員長」に任命した。こうして富嶽の試作はようやく前進を始めたのである。

つぎに同機の要目を抜粋する。全幅 65 m、全長 45 m、主翼面積 350 m²、全備重量 160 t、馬力 30 000 HP（5 000 HP×6 台）、速力 680 km/h、航続力 16 000 km である。ちなみに B 29 は全幅 43.07 m、全長 30 m、馬力 8 800 HP（2 200 HP×4 台）である。Z 機は設計が進められていく段階で、数多くの構想が提案され、そのつど計画が変更されていったのであるが、ここでは上記の要目に基づいて設計された 5 000 HP の富嶽用エンジンについて、設計の苦心や問題点、結末などを紹介したいと思う。

2. 富嶽のエンジン「ハ 54」

富嶽のエンジンは陸海軍共通名称「ハ 54」と名づけられ、社内では BZ と呼ばれた。設計主任には昭和 11 年北海道大学機械科卒業の田中清史技師が任命された。田中技師は中島飛行機で量産されたエンジンのなかで、最も大きな空冷 2 列星形 14 シリンダの「護」の設計主任の経歴があった。ハ 54 の設計部隊は約 50 名で、昭和 18 年も半ばにはいったころ三鷹研究所に立てこもって設計を開始した。陸海軍が正式に富嶽を承認した時期より半年も早く設計に着手していたのである。

つぎにハ 54 の要目の大要を示す。図 1 の縦断面図をあわせて参照すれば、ハ 54 の概要を知ることができる。

エンジン形式、空冷乱列星形 36 シリンダ（18 シリンダ×2 台）。シリンダ径×行程 146×160 mm、総行程容積 96.4 l、圧縮比 7.2。遊星歯車式減速装置、減速比 0.414。3 速歯車駆動式過給機、翼車直径 500 mm、増速化（1.00）（4.77）（5.88）。

*（☎ 167 東京都杉並区荻窪 3-11-1、自宅）。

燃料供給装置, 中島式低圧燃料噴射装置. エンジンカウリング外径 1550 mm, 全長 3581 mm, 乾燥重量 2450 kg. 性能は表 1 のとおりである.

ハ 54 の設計に当たり “5000 HP は 1 HP でも下回ってはならない” と厳命されていた. 富嶽計画のトップバッタであるエンジンが甘い性能に後退すれば, 全計画が混乱して収拾がつかなくなることを心配したからである. 実際機体側には比較にならないほどの難問が山積していたのである.

中島飛行機のエンジン生産の歴史は, 大正 14 年秋から開始したフランス・ローレン社の水冷「ローレン」V 形 400 HP のライセンス生産に始まる. ローレン V 形はわずか数台を生産したのみで, 同 W 形 450 HP の生産に移り昭和 3 年までに約 130 台を生産したが, 水冷の生産はこの W 形が最後になり, 中島飛行機の水冷エンジン生産の歴史はこの時点で幕を閉じる.

一方, 水冷の自家設計は昭和 2 年から始まり, これが中島飛行機での設計第 1 号となったが, この水冷はいきなり 1000 HP をねらい試作の結果も良好であった. つづいて数種の水冷エンジンが試作され, いずれも耐久運転まで終了したものの

不幸にして機体運に恵まれず生産にはいったものがなかった.

ローレンに続いて昭和 3 年秋, イギリス・プリストル社の空冷星形 9 シリンダ「ジュピタ」のライセンス生産にはいった. ローレンとジュピタの生産に当たっては, 見本エンジン, 図面はもとより治工具など生産に必要な道具だてはすべて購入し, 始めは主要素材まで買い入れた. そのうえそれぞれの会社から技術者を招き, 直接指導を受けながらの生産であってまさに揺らん時代であった.

昭和 4 年 12 月, 空冷星形 9 シリンダ「寿」の自家設計に着手した. 寿はわが国の国産エンジン第 1 号となったが, ジュピタで体得した技術力が独自の設計として花開いたものである. “寿はジュピタの土台に「ワスプ」の洗練を加えたもの” という名評があるが, 設計時にいわゆる“お手本”となったのは, ジュピタのほかにアメリカ・プラット・アンド・ホイットニ社の星形 9 シリンダのワスプであった.

寿以降中島飛行機のエンジンは模倣時代にはいる. 寿に続く「光」とその同形の陸軍の「ハ 8Ⅱ形」は, アメリカ・ライト社製「サイクロン」の製造権を取得し, これとほとんど同形のものを生産して光と名づけたものである. 空冷星形 9 シリンダで量産されたのは以上のジュピタ系, 寿系と光系の 3 系列である. さらに大馬力をめざすためには, もはや単列では図体が大きくなるばかりで, 小外径でしかも当時の大目標であった 1000 馬力を達成するためには, 2 列星形に進まねばならなかった. 単列 9 シリンダを卒業した日本の

表 1 性 能

	馬 力 HP	ブースト mmHg	回転数 rpm	高 度 m
離 昇 (1 速)	5 000	+600	2 800	0
2 速 公 称	4 300	+400	2 800	0
	4 620	+400	2 800	2 200
3 速 公 称	4 060	+400	2 800	6 300

図 1 縦 断 面 図

(14)

航空エンジン工業は、さらに高性能を求めて2列星形全盛時代を迎えることになる。

中島飛行機の空冷2列星形14シリンダの代表作「栄」の設計に着手したのは、昭和8年6月であった。栄の設計に先立ち同年2月、ライト社の「ダブル・ホワールウィンド」R 1510、2列星形14シリンダ(700 HP)を研究した。このエンジンは単列星形7シリンダのホワールウィンド 230 HPを2列にしたものである。

この分解調査によって2列星形の主要構造を知ることができたし、またこのエンジンはホワールウィンドとサイクロンの量産部品を共用しており、さらにシリンダヘッド、ピストン、過給機、エンジン後部などはサイクロンの形式を踏襲して、既知の技術を集約している点など学ぶところが多かった。それに性能が単列7シリンダの3倍にも達していることが、栄の設計者たちを刺激した。

昭和12年7月の蘆溝橋事件は満州事変以来の紛争を、日中戦争へ拡大していった。14年7月、アメリカは日米通商航海条約を破棄し日本への輸出禁止を宣言した。そのため頼りにしていたアメリカからの情報は途絶え始め、以来技術雑誌さえ入手困難になっていった。したがって日本の航空工業はしかたなく、自立時代に転じていくことになる。

エンジンも新しい開発に必要な参考資料はなくなり、すでに修得した技術の上に自らの独創を重ねていく以外に方法はなくなった。この点について田中設計主任は、昭和19年4月付の「ハ54計画要領書」のなかで、設計に当たっての苦衷をつぎのように吐露している。〈本期ハ単列及ビ2列星形發動機ノ試作ニハヨク慣熟シタ技術団ニヨリ進展セシムルモノデハアルガ、コノ技術団ハ本機ノゴトク全クオ手本ノナイ完全ニ新形式發動機デ、シカモ大物ハ手掛ケタ経験ヲ持タナイ〉。〈マタ研究設計試作ノ常道ヲ踏ンデ進メタノデハ絶対ニ時期ニ合ワナイコトデアル〉と。

さてハ54は手本もない時間もない設計で、心せくままエンジン形式の決定を急がねばならなかった。この場合基礎エンジンとして経験豊富な空冷星形を念頭に、6種ほどの形式を考えた。始め7シリンダ×4列の28シリンダから7×6列とか、ついには18×3列の54シリンダまで検討されたが、結局18×2台の36シリンダが有望と考えられた。¹

すなわちこの時点では、護を設計から試作生産まで手塩に掛けて育ててきた田中主任は、知り尽くしている護を18シリンダにした「BD」が当時すでに試作されていたので、このBDを基礎エンジンとし、これを2台タンデムに結合する36シリンダの設計を進めていたのである。ちょうどそのころ、図1に示す第Ⅱ、第Ⅲシリンダ列の中間にある〈集合吸入管〉(後述)が考案され、この方式を採用入れて設計全体を見直すことになった。同時に基礎エンジンも改めて検討し直し、試作の域を脱した信頼性の高い2列18シリンダを対象とすることになり、ハ54の設計は新しく再出発することになった。

当時中島飛行機の2列星形18シリンダには、生産中と試作段階のものを取りまぜてつぎの4種類があった。シリンダ径155×行程170の前記のBD、150×180の「NAN」(ハ107)、146×160の寿系の「BH」(ハ44)と130×150の栄系の「誉」である。このうち誉は量産にはいっていたが、ほかは進度の差はあったがまだ試作の段階で、完成しているものはなかった。中島飛行機では上記3種の試作エンジンを同時に完成する暇がなく、BDとNANは放棄し、BH一本に的を絞ってこれだけを完成した。したがってハ54の基礎エンジンは、誉かBHかの選択となった。

エンジン設計の場合、シリンダ径と行程の選択はエンジンの歴史を映して興味深い。寿(146×160)の場合は、当時生産中の中島ジュピタ(146×190)が、オリジナル・ジュピタの径 $5\frac{3}{4}$ in (146.05 mm)を146として生産中であつたので、寿もそれに習ったものである。しかし当時の写真などによると、ジュピタのピストンとその関連部品は初期の寿のそれらと酷似しているの、積極的に同一部品を共用したものといまでは推測している。手慣れた信頼性の高い部品を新設計に導入する方法は、前記のように外国でも採用されており、堅実で即効性がある。設計から試作初号の組立までわずか6箇月でやり遂げた。寿の設計もこの手法によったものと考えている。

また行程の160は、ワスプの $6\frac{1}{4}$ in (158.75 mm)から由来するというが、当時は行程は径の10%増し程度であつたから、160はどちらからも適当な数値であつた。寿の146×160は14シリンダの「ハ5」(97式 850 HP)に引き継がれ、そのハ5の18シリンダが前記のBHである。そしてつ

ぎに述べるように、いまや36シリンダ5000 HPエンジンにまで飛躍していくのである。もとはといえば、青い目をしたジュピタとワスプを祖先とするものであり、殊に径146にいたっては揺らん時代の中島ジュピタから、5000 HP 36シリンダにまで、五代の血筋を引いていることは、なにか因縁めいたものさえ感じるのである。新技術の追求をなによりも優先した中島飛行機には、よい意味での保守性もあり、両者がよく調和を保っていたと考えている。

さて5000 HPを確保するためには、総行程容積は約100 lを必要とする。誉2台の36シリンダでは約72 lで過少である。誉はリットル当たり馬力55 HP/lを出したが、それでも5000 HPはむりであった。したがって、残るBHに望みを託さざるを得ないことになった。最終的にBHを2台タンデムに歯形セレーションにより連結する形式が決定されて、設計諸条件は出そろい、設計速度はいっきに加速されたのである。以来ハ54を社内では、別名ダブルBHとも呼んだ。

BHは次期戦闘機用エンジンとして完成されて「ハ44」となり、離昇馬力はブースト+550 mm、回転数2800 rpmで2450 HPであった。ハ54の場合はブーストを+600 mmに上げて、5000 HPを計画したのである。550から+50のブースト・アップは、そんなにむりはないと考えられるが、+600は末踏のブーストである。この成否は試作エンジンが完成して運転してみるまでは、予断を許さないものであった。

3. 問題点と結末

ハ54の設計はできるかぎり新規を避け、既知の構造を使用することを堅持したが、既知の組合せにより生じる未知の部分の発生はいかんともし難い。4列36シリンダともなると、当然数多くの問題に直面した。

図2 冷却方式第一案

その一つは冷却問題である。4列36シリンダの長い空冷エンジンの冷却は未経験である。エンジン自体はシリンダの冷却ヒレ、導風板などの実験や、吸・排気管の影響の研究などを繰り返して細心の注意を払ったが、冷却問題は実際には機体側のエンジン装備方式が大きく影響する。それにどの試作機の場合も、エンジン側が被疑者になる傾向があり神経を使う問題であった。ハ54の場合は特に両者の事前研究を重ねる必要があった。最終的にはつぎの2案に絞られ検討された。

第一案は図2に示す通常の強制冷却ファン方式で、第二案(図3)は吸出しファン方式である。この両案はそれぞれ特徴はあるが、第一案は既知の形式でありこの方式で可能と判断されて第一案に決定した。

つぎの問題点は、各シリンダへの燃料分配を含めた吸気系統の問題である。ハ54の場合は図1に見えるように、第IIと第IIIシリンダ列の中間に〈集合吸入管〉と称する環状の混合気だまりを設け、過給機から出た混合気は9本のパイプにより、一度この集合吸入管に導入される。これから改めて各シリンダに分配する構造を採った。図4は集合吸入管構造のシリンダ群と吸入管、排気管群の配列を示す木型模型である。

燃料供給装置には要目に示すとおり、気化器に代わって中島式低圧燃料噴射装置を使用した。この装置は昭和19年中島飛行機で開発されたもので、4翼可動偏心ポンプを用い、吸入空気圧に応

図3 冷却方式第二案

図4 吸入管、排気管の配列模型(前後に一直線に通っているのが排気管)

じ偏心量を変化させて燃料供給量を調節し、噴射弁から吸気中に約 2 atm で燃料を連続噴射させるものである。通常噴射弁は吸入空気量を調節する絞り弁の後にいた。この装置は気化器の機能を受け持つもので、気化器と同じように過給機の翼車前で吸気中に燃料を供給することには変わりはないので、燃料の均等分配について無気噴射のように、シリンダと同数のプランジャによる均等性とは根本的に差があった。

18 シリンダ時代になると、燃料の均等分配の問題は深刻になっていった。運転中に 18 個のシリンダのそれぞれの混合比や吸入量を計測する機会はなかったが、想像以上に不均等であったと考えている。それに目をつぶって、ブーストや圧縮比などを高めて高馬力を追求していったのであるから、この辺はかなり大胆であった。

ハ 54 の場合は単純に考えても 18 シリンダの 2 倍の複雑さがあり、性能も極限を追求したものであったので、前記の吸気系統や燃料分配は最も難問で、実物を運転する以外の確な確認方法はなかった。これらのほかにも大小いくつかの問題点を抱えたハ 54 は、そのうえ時間の制約を厳しく受けていた。しかし拙速は許されず、その試作は即完全であることが要求された。

ハ 54 計画要領書は最後に、〈試作機ノ進展計画ノ確立〉に関してつぎのように付言している。〈本試作 1 号機ノ確信度ヲ 2 列星型ノソレト同程度ニシヨウトスレバ、実大模型ニヨル検討ト基礎実験トヲ絶対ニ図面ニ先行セシメル必要ガアル。…昭和 20 年 5 月ニ飛行スルトイウ 1 年 1 カ月ノ僅少期間ヲ考エルト、1 号機ガ出ルマデニ実施スベキ実験ハ全部完了シテ、信頼性ノ高イ発動機ヲ機体側ニ渡スベキデアル〉と述べて、実験先行主義を貫く姿勢と、信頼できるエンジンを完成する覚悟を表明している。しかし〈昭和 19 年 3 月 1 日現在ニ立脚セル BZ 発動機進展計画〉によると、この実行は望み薄いことが感じとられる。この計画表によると、図面の完成したものから材料準備を始め、機械加工は 19 年 3 月から 9 月までに終わる。1 号機の組立は 10 月、2 号機は 11 月となっている。この 1, 2 号機は性能測定と耐久運転用に使用し、翌 20 年 2 月までには耐久試験に合格し完成にこぎつける予定であった。

この日程から考えると実験先行主義は後退して、ともかくもしやにむに 20 年 2 月までには、

耐久運転を終了することを主眼としている。この強行軍は勇猛漸行形への偏向を思わせるが、当時日本を覆っていたあわただしい雰囲気を見ると、この日程を掲げたことはむりもないこととなぜけるのである。

富嶽 1 号機の飛行は 20 年 5 月である。上記 2 台のエンジンはもちろん、はれの日をめざして機体装備用の 6 台の計画は前進を続けていた。そのようなある日突如、富嶽の計画中止の命が設計主任に届いた。その当手を振り返って、田中主任は「設計部隊全員の不屈の努力が実り、設計が完了し部品図も出そろった。クランク軸やクランクケースなどの素材もはいり始め、機械加工も一部の荒削りが始まっていた。そのころサイパン島が敵の手に落ち、その後いく日もたたず、突然計画は中止になった。…あれは終戦 1 年ぐらい前であった。もうこれで終わりだと全員がぼう然となった」と静かに語った。

これらのことを総合すると、ハ 54 の試作は前述の日程より 2, 3 箇月遅れであるが、ともかくも進行していたのである。設計者たちには 1 年早く終戦の日がやってきた。田中主任自身はその後、武蔵製作所の所属となり一転して浅川と五日市の地下工場建設に参加し、五日市で終戦の日を迎えた。田中主任の回想は淡々と続いたが、聴く者には当時の心境が伝わってくるように感ぜられた。

富嶽の大計画は実らずして終わったが、せめてエンジンだけでも形を残して欲しかったと残念に思うのである。

4. あとがき

「富嶽のエンジン」は設計主任であった、田中氏が執筆するのが最も望ましいのであるが、もっか病氣療養中のため筆者が代役を務めることになった。昭和 19 年 4 月、陸海軍の技術将校団に説明するため作成した「ハ 54 計画要領書」が筆者の手元にあることが直接の動機となった。

本稿はこの計画要領書を主体とし、それに田中氏の回顧談を随所に織り込んだものである。また中島飛行機エンジン史の流れのなかで、この 5000 HP エンジンの源流にも触れたつもりである。言うまでもなく、ハ 54 は中島飛行機での最後のエンジン設計となった。

(原稿受付 昭和 57 年 3 月 24 日)