

陸軍車両用池貝渦流室式高速ディーゼル機関について[訂正版]¹

94式6輪自動貨車(乙)と97式軽装甲車

On the IKEGAI Swirl-Chamber High-Speed Diesels for Japanese Military Vehicles.

— Engines of Type 94 : 6×4 Diesel Truck, and Type 97 : Tankette —

大阪市立大学大学院経済学研究科 *Discussion Paper* No.73, 2012年11月8日

坂上茂樹

はじめに

1. 94式6輪自動貨車
2. 池貝4HSDD10XEディーゼル機関
3. 94式6輪自動貨車の諸機構
4. 97式軽装甲車と池貝ディーゼル機関
5. いすゞ統制型予燃焼室の確立と池貝“渦流蓄熱式”機関の凋落
おわりに

はじめに

2度の倒産を経て今や中国資本の配下に置かれる(株)池貝の元会社、池貝鐵工所は本邦工作機械製造のパイオニアであり、景気変動のバッファとして開拓した陸船用内燃機関、高速輪転機等の兼業部門においてもまた斯界の先達として一世を風靡する先端企業であった。

池貝は本邦自動車用・車両用高速ディーゼル技術界における先発企業でもあり、1937年6月、海軍用内燃機関の開発・製造部隊を主力としたその発動機部からは陸軍向けの業務に集中するための子会社、池貝自動車製造(株)が分離せしめられている(1952年、小松製作所に吸収)²。

渦流室式高速ディーゼル機関で知られた池貝はまた、陸軍の自動車機関分野における“統制発動機”を最初に勝ち取ったメーカーでもあった。この点について繰り返し強調して止まなかった語り部、それが大道寺 達(1912~2005、池貝→関東学院大学)である³。

¹ 本稿は日本陸用内燃機関協会『LEMA』No.507, 509(2012年4, 10月)に分載された稿に若干、加筆したものである。

² 池貝の高速ディーゼル開発や事業展開については拙著『日本のディーゼル自動車』日本経済評論社、1988年、207~215頁である程度、体系的に論じ、参考文献も掲げておいたから本稿では繰り返していない。なお、池貝鐵工所発動機部の全般的イメージについては浅見与一「熟考而努力 内燃機関と人と(19)」『内燃機関』Vol.14 No.164, 1975年、を参照されたい。

³ 大道寺 達「ディーゼル機関燃焼室の今昔論考」『モータービークル』Vol.45 No.1, 1995年、自動車技術会、1995年度 自動車技術の歴史に関する調査研究報告書、2001年に1994~00年度分を統合しCD-ROM出版。後、『エンジンテクノロジー』No.15, 16, 2001年に分割掲載。

大道寺他の記述に拠れば、陸軍は三菱重工業、新潟鐵工所、日立製作所、池貝鐵工所等に商工省標準形式自動車系軍用トラック 94 式 6 輪自動貨車(6×4)のディーゼル版、94 式 6 輪自動貨車(乙)の開発を求めた。当初は共同設計案が有力視されていたが、1937 年 7 月 31 日、池貝 4HSD10XE 型渦流室式機関(4L-105×140mm, 4.85ℓ, 70PS/2200rpm.)が統制指定され、公開された図面に基づき、池貝自動車自身の約 500 台をはじめ軍用自動車の本家＝東京自動車工業(いすゞ)を含む各社で 1939 年にかけて相当数が分担生産された。

他方、わが国を代表する豆戦車、97 式軽装甲車用空冷ディーゼル(4L-115×150mm, 65HP/2,300rpm.)もまた、4HSD10XE 型機関と並ぶ池貝量産高速ディーゼル機関の双壁であった。

以上の 2 機種は今は無き池貝鐵工所・池貝自動車によって樹立された技術史的金字塔として一部から高い評価を受け続けて来た。

しかし、94 式 6 輪自動貨車(乙)と 97 式軽装甲車に搭載された池貝渦流室式機関 2 機種については旧著でも十分論じられず、一般にも余り詳しくは取上げられることがなかった。このため、本稿は同時代資料を以って遅れ馳せながらその欠を埋め、池貝渦流室式高速ディーゼル機関とその「渦流蓄熱式燃焼室」にまつわる歪んだ認識を正すことを課題とする。

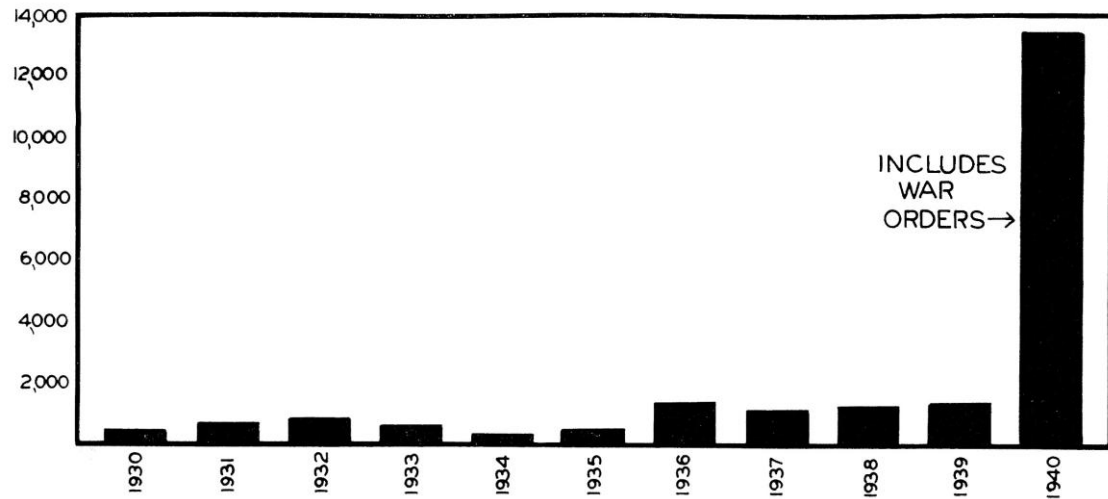
1. 94 式 6 輪自動貨車

戦争は重量物資や人員の緊急輸送需要を高め、しかも、その輸送は多少なりとも整備された道路で行われるものだけでなく、不整地上でなされる場合があり、むしろ后者の比率が増すことを常例とすると言って良い。そこで需要されるのが同一の車両総重量に対してより低い軸重、より小さな接地圧を実現してくれる多軸トラック、即ち 3 本以上の車軸を有する、わが国の軍隊用語に従えば、6 輪以上の車輪数を有する自動貨車であり、かつ、可及的に駆動軸数の多い車両である。

遺憾ながら、当今のカーゴ・トラックの主流を占める 1 軸 2 輪駆動の 6 輪トラック(6×2)についてのデータは見出せていないのであるが、両大戦期から先次大戦勃発までの時期について見れば、日本が無謀にも敵国としたアメリカにおいてさえ、1 軸駆動トラックが一般的であった。2 以上の駆動軸数を有する 6 輪トラック(6×4, 6×6)への需要はこの経済大国においてすら戦雲の拡大と共に急激に高まったことが知られている。

図 1 アメリカにおける多軸駆動 6 輪トラック(6×4, 6×6)生産台数の推移

NUMBER OF TRUCKS

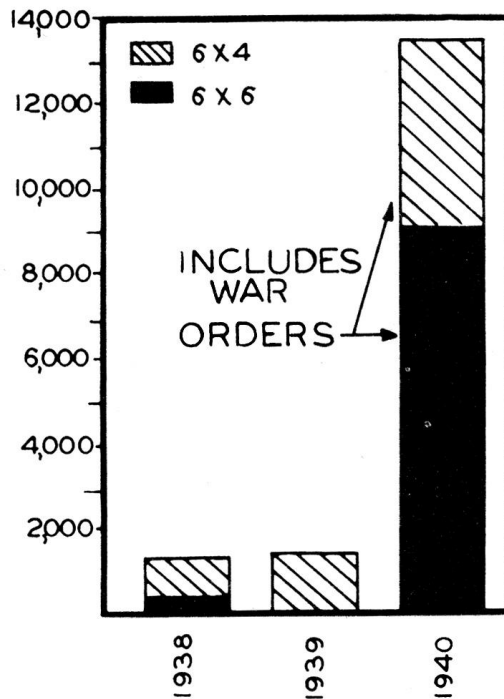


Athel F., Denham, *20 Years' Progress in Commercial Motor Vehicles(1921-1942)*. Military Vehicles Division, Automotive Council For War Production, Washington D.C., 1942(?), p.24 Chart No.2.

しかも、そのアメリカにおいて急激な生産台数増加を見た6×4, 6×6式6輪トラックの内訳を戦時需要が高まりを示し始めた1940年に見れば、その2/3ほどが全輪駆動、即ち6輪3軸駆動トラック(6×6)によって占められていた。駆動軸数の多い車両が優勢を占めたという事情の中には上述した輸送需要の特性と従前からの商用車製造を通じて培われた需要に素早く応えられる工業力の実態が反映されている。

図2 アメリカにおける3軸(6輪)トラック生産台数の内訳

NUMBER OF TRUCKS



ditto., p.31 Chart No.3.

この状況とは対照的に、先次大戦期、わが国陸軍において兵器体系の一環をなした軍用トラックの主流、平たく言えば“〇〇式”として制式化された自動貨車は商工省標準形式自動車“いすゞ”の流れを汲む車両であったが、それらの駆動方式は6×4ないし4×2ばかりであり、6輪でも4輪でも全輪駆動トラック(6×6, 4×4)はほぼ試作に類する水準に推移した⁴。

わが国における軍用トラック製造の本流をなす石川島自動車製作所→自動車工業(株)(いすゞ)における6輪車は1929年のウーズレーBSW型(後2軸クローラ伝動の6×4)、1930年のスミダP型(後2軸ウォーム伝動の6×4)、1933年1月完成のスミダS型(後2軸傘歯車伝動の6×4)を前史とし、同年8月完成の陸軍自動車学校発注、東京瓦斯電気工業(株)との共同設計になるスミダU型(瓦斯電呼称ちよだJM型)保護6輪車、制式称号94式自動貨車(後2軸ウォーム伝動の6×4)を以って一応の標準化段階に到達した⁵。

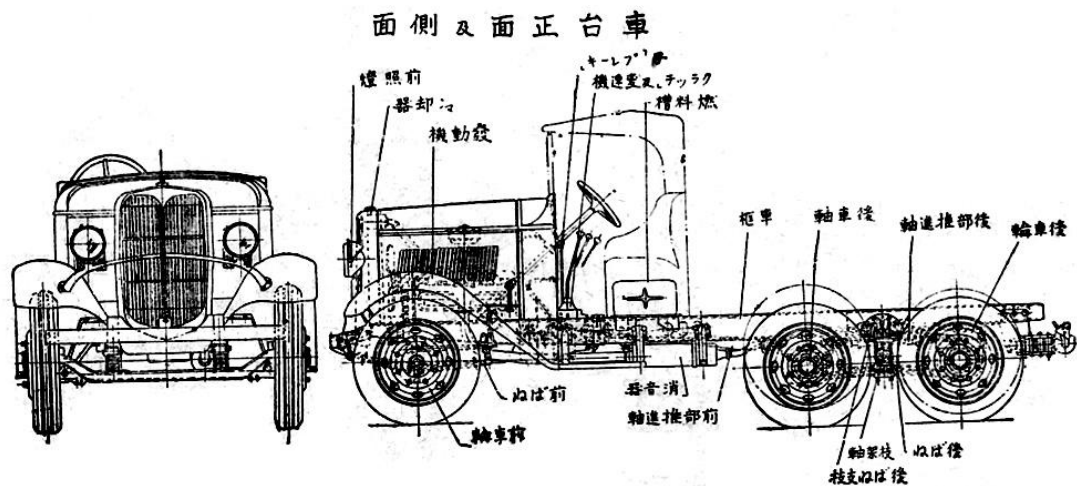
94式6輪自動貨車(ディーゼル版[乙]が出来てからは同[甲])は商工省標準形式自動車“いすゞ”系軍用トラックであり、機関はスミダXA型ガソリン機関(SV, 6L-90×115mm, 4.69ℓ, ε=5.25, 最大出力70PS/2800rpm.)であった。それは後継の1式6輪自動貨車にバトンを渡すまで、陸

⁴ この点については別稿「95式“側車付”と“四起”……その技術並びに歴史的背景——日本内燃機“くろがね”軍用車両技術史断章——」でも若干、触れられることになっているが、目下、筆者は三菱航空発動機の技術史に注力しているため、当該執筆済み原稿の発表順位を大幅に繰下げざるを得ない状況に置かれている。

⁵ いすゞ自動車(株)『いすゞ自動車史』1957年、34~50頁、参照。瓦斯電は後車軸を担当。

軍における主力大型トラックの地位を占め、保護自動車スミダ UH 型として民間にも提供された⁶。

図3 94式6輪自動貨車(甲)のシャシ



陸軍兵器行政本部監修・陸軍兵器学校編著『兵器生産基本教程』發動機 其ノ二 軍事工業新聞出版局、1944年、43頁、第百六図。

後輪はシングルタイヤ。

94式6輪自動貨車(甲)の車両主要諸元は全長5.40m、全幅1.90m、全高2.250m、最低地上高0.280m、軸距(前車軸～第1後車軸)2.800m、両後軸間距1.10m、前輪トレッド1.500m、後輪トレッド1.450m、徒水水深0.400m以下、登坂傾斜 $\frac{1}{3}$ 、最小回転半径6.500m(内周)、同7.800m(外周)、行動能力200km/日、車両重量3.4t、被牽引車総重量2.5t、であった。積載量は第一種(オンロード)が2.5t、第二種(オフロード)が1.5tであったと思われる⁷。

図4 スミダUH保護6輪自動車

⁶ 日本兵器工業会編『陸戦兵器総覧』図書出版社、1977年、377頁、参照。故・伊藤正男氏に拠れば、保護自動車の仕様は厳密に規定されていたが、金科玉条ではなかった。しかし、メーカーに対しては設変はまとめて届け出を行い一斉に実施することが求められていた。

⁷ 陸軍野戦砲兵学校編『砲兵自動車必携』軍人會館圖書部、増補改訂第十六版、1942年、285～286頁、陸軍機甲整備學校『九四式自動貨車(乙)保存取扱教程』一二三館、1942年、附表第一、参照。



4缸—5缸積 陸軍保護六輪自動車

日本工業新聞社編『標準機械大観 昭和十四年版』1938年、393頁、より。

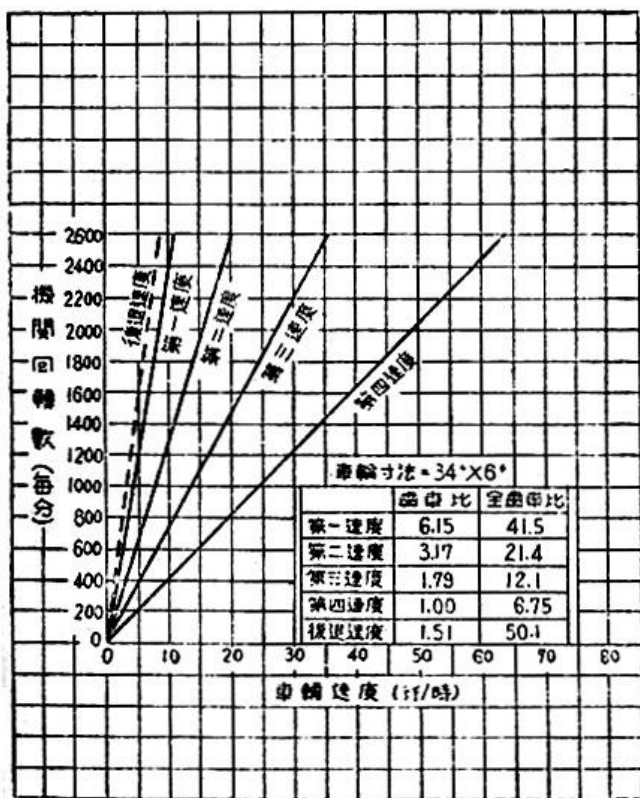
機関はスミダXA。総軸距は4.00mで94式より10cm長い。後輪はダブルタイヤである。

(甲)のディーゼル版が94式6輪自動車(乙)である。94式6輪自動車(甲)のディーゼル化が試みられようとしていた当時、軍用トラックの本家いすゞもディーゼル機関開発には成功しており、92式4t牽引車(乙)向けに開発された空冷6気筒7.98ℓ予燃焼室式機関DA6Aを4気筒にカットしてDA4A(4L-110×140mm, 5.32ℓ, 62PS/2000rpm.)型機関を急遽開発し、94式6輪自動車(甲)の車体に載せて試験を重ねていた。いすゞと池貝と、50前後の大排気量機関に敢えて2次振動の面で不利を託つ直列4気筒を開発したのは、時の陸軍がトラックには直列4気筒で十分、という意向を有していたからである。

しかし、程無く陸軍の方針は自動車機関は水冷と定まった。かくて、いすゞは一時期、自動車用ディーゼル機関の即戦力を欠く状況に置かれた。いすゞでは渦流室式と予燃焼室式を比較試験に供しつつ、最終的に水冷予燃焼室式のDE4(4L-105×140mm, 4.85ℓ, 75PS/2200rpm.)を完成させたが、池貝機関に機先を制され、シャシ製造部門を整備する以前の池貝に対して機関無しシャシを供給する一方、自らも統制指定された池貝4HSD10XE型機関相当品を自社称号DF4として製造させられることとなった⁸。

図5 94式自動車(乙)車速線図

⁸ いすゞディーゼル技術50年史編集委員会『いすゞディーゼル技術50年史』60、66、76～77頁、参照。



陸軍野戦砲兵學校編『砲兵自動車必携』軍人會館圖書部、改訂増補版、1942年、316頁、其の九。

池貝 4HSD10XE 型ディーゼル機関搭載の 94 式 6 輪自動貨車(乙)は車両重量が(甲)よりも 300kg 増して 3.7t となった。2 速以外の歯車比、終減速比は(甲)と同一であったため、機関回転数が低い分、(乙)はやや鈍足……トップギヤ標準回転で(甲)の 30km/h に対して(乙)は 29.6km/h……となった。その反面、(乙)はディーゼルの強みを発揮し、4.8km/h というローギヤ最低速度と 60km/h の最大速度を有し、かつ、(甲)の 2.5 倍に相当する 1 日当り 500km の行動能力を発揮した⁹。

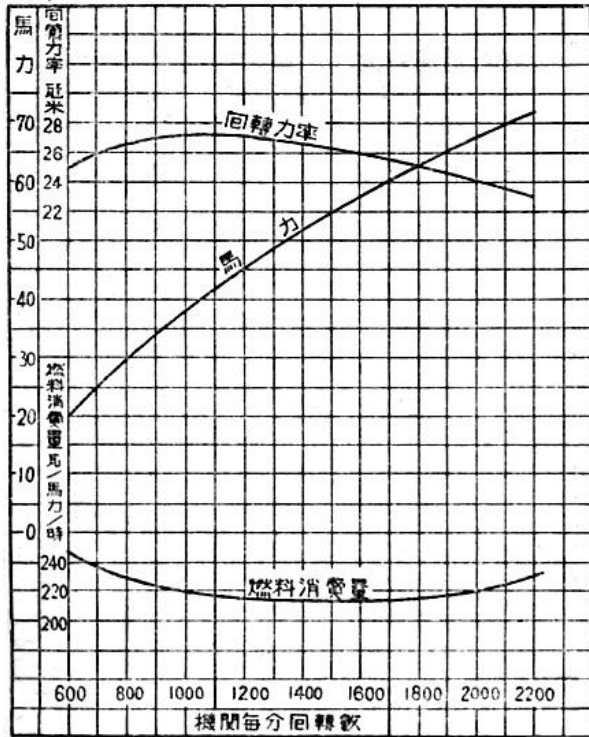
燃料消費率については 4.7ℓ/h ないし 0.157ℓ/km、潤滑油消費率については 0.048ℓ/h ないし 0.0016ℓ/km と資料にある。積載量は第一種 2.5t、第二種 1.5t、兵員輸送能力は戦時武装兵 16 名、軽装兵なら 20 名で、この点では(甲)の場合と同一であったようである。

2. 池貝 4HSDD10XE ディーゼル機関

(乙)の心臓である池貝 4HSD10XE は 4HSD10 を 5mm ボアアップして 4-105×140mm に増強した「渦流蓄熱式」機関で、出力は最大 70HP/2,200rpm.、標準 45HP/1,200rpm. であった。先ず、その全負荷性能曲線を掲げよう。

⁹ 陸軍が定める自動車部隊の標準速度は短時間至急速度 35~40km/h、急速度 30km/h、普通速度 20~25km/h、緩速度 10km/h、短時間至緩速度 2km/h であった。牽引車の場合は概ねその半分であった『砲兵自動車必携』127~128 頁、参照。

図6 94式自動貨車(乙)用池貝4FSD10XE機関の全負荷性能曲線

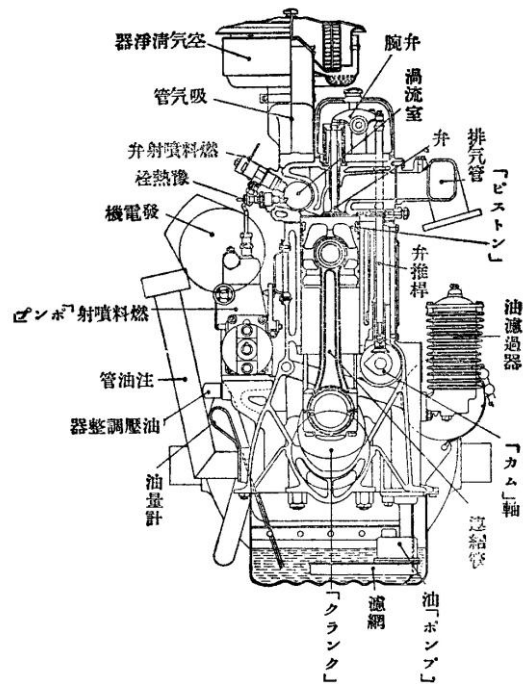
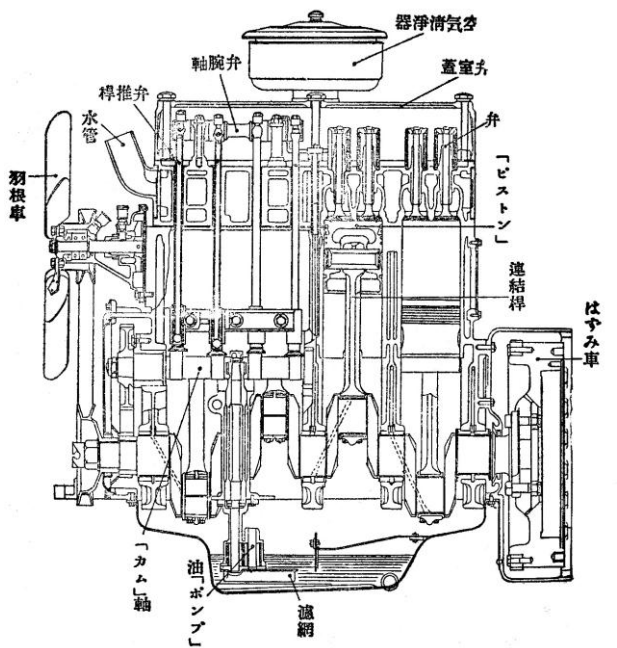


陸軍野戦砲兵學校編『砲兵自動車必携』298頁、第一図 其の七。

今井武雄「高速ディーゼル機関燃料ポンプ工作の研究に就て」『内燃機関』第3巻 第6号、1939年、第13図も同じ。

次に機関の全体図を掲げる。

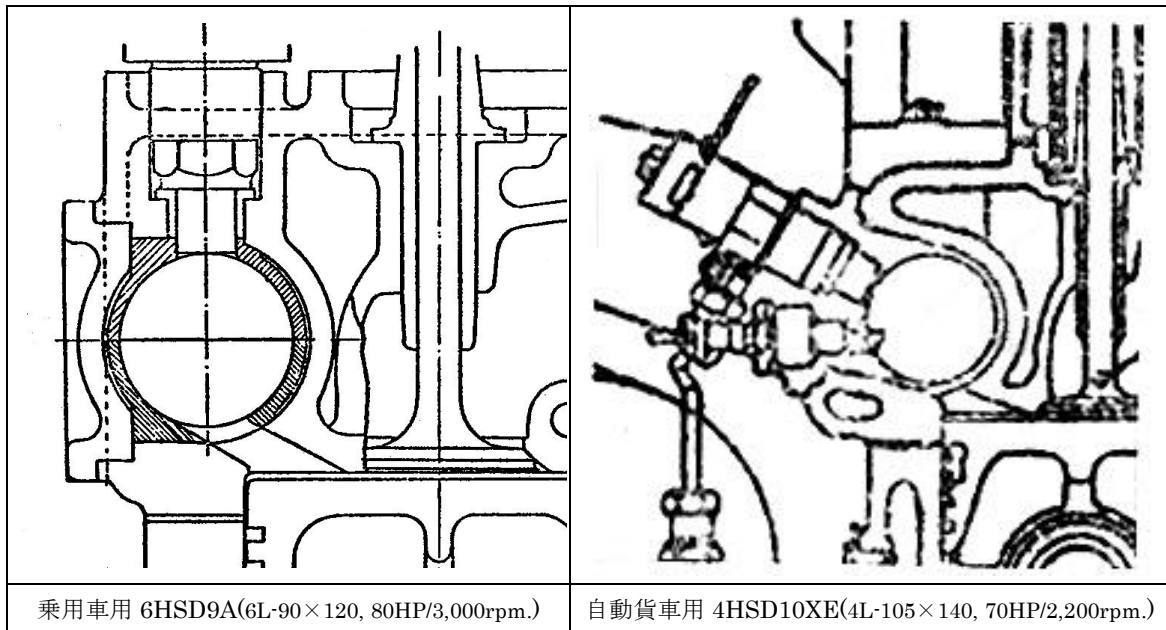
図7 池貝4HSDD10XEディーゼル機関



陸軍機甲整備學校『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』一二三館、1942年8月、3頁、第一図、4頁、第二図。

この図は余り質の高いモノとは言えぬが、今井武雄らによって開発された池貝「渦流蓄熱式」燃焼室のトラック用機関における実施形態を機関全体と共に図示した例として稀有の資料である。何故なら、今井ら開発者たちは燃焼室の詳細を秘匿し続けていたからであり、トラック用機関の全貌が公表されることも無かったからである。陸軍統制発動機を取るか取られるかの局面ではそれも致し方なかったか、と思われる。そして、池貝「渦流蓄熱式」燃焼室の初出はこの資料と同じ1942年に刊行された乗用車用ディーゼル機関に係わる大道寺論文に収録された図にまで持越されることになる。図6の左がそれである。

図8 池貝の渦流室二態

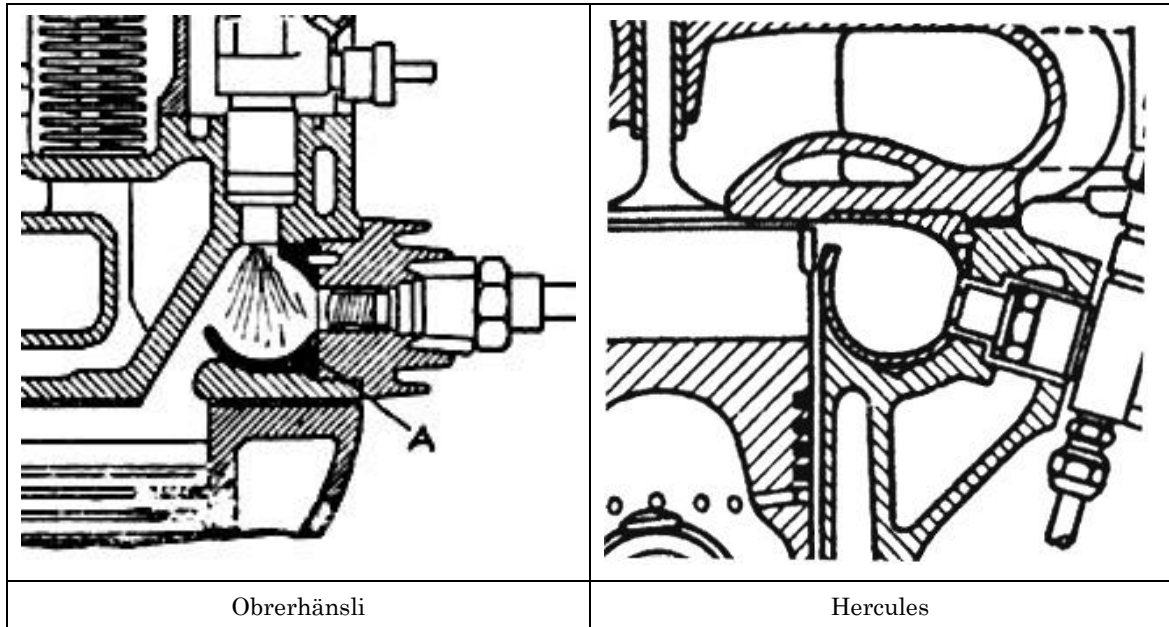


左=6HSD9A：大道寺達「乗用ディーゼル自動車機関に対する渦流燃焼室の性能」（『内燃機関』第6巻 第5号、1942年5月）、第7図。右=4HSD10XE：図5をトリミング。

もつとも、左図（大道寺）に示された耐熱鋼製インサートは内外に断熱空隙を有する形式であり、右図に示す 4HSD10XE のそれとは根本的に異なっている。4HSD10XE の当該部分は不明瞭な図からは断熱空隙を欠く単なる耐熱鋼製一体プラグのように見える。もつとも、かような形状を有する部品の場合、ネジ及び胴部ならいざ知らず、先の半球部に鋳鉄構造体との密着を確保することは困難であるから、半球部はもとより胴部にも微小な断熱空隙が設けられていたと見るのが合理的であろう。それがかような構造であったとすれば、Oberhänsli(独)と類似、Hercules(米)とも似通った発想ということにはなるが、外側が完全なムクである以上、6HSD9A のそれとは全然異なるモノと認められざるを得ない¹⁰。

図9 Oberhänsli と Hercules の渦流室

¹⁰ 類似の図として大道寺『増訂 ディーゼル機関設計法』工学図書、1964年、233頁、図8・19、「ディーゼル機関燃焼室に関する史的知見」『モータービークル』Vol.29 No.8、1979年、図6、『ディーゼル機関燃焼室設計の理論と実際』山海堂、1988年、145頁、図・204、「ディーゼル機関燃焼室の今昔論考」『モータービークル』、Vol.45 No.1、1995年、Fig.27が挙げられる。外側断熱空隙は在ったり無かったり。しかも、中にはかなり不正確な概念図も混淆する。



Obrerhänsli : A.,W., Judge, *High Speed Diesel Engines*. 6th.ed., London, 1967, p.205 FIG.134.

Hercules : L.,C., Lichty, *Internal-Combustion Engines*. 6th.ed. N.Y., 1951, p.381 Fig.309.

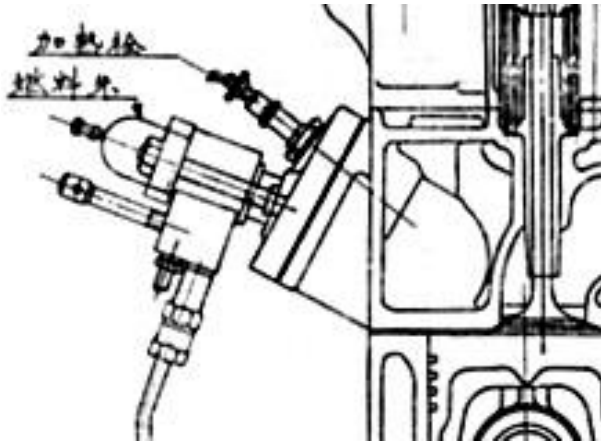
よって、このプラグは先端薄肉部においてこそ蓄熱層ないし断熱層として機能し得たが、全体としては外部に熱を逃し、鋳鉄構造物の熱負荷を軽減する働きを担っていたと考えられる。つまり、そこに観察され得たのはあたかも排気弁におけるそれと等しい熱流である。池貝「渦流蓄熱式」燃焼室が後年、産業技術としては大成しなかったものの、かなり大排気量の機関に適用され得たことの秘密は実にこの熱流プラグ構造にあったと考えられる¹¹。

因みに、大道寺前掲「ディーゼル機関燃焼室の今昔論考」には4HSD10XE(図5右)と思しき機関の部分断面図が Fig.25 として掲載されている。しかし、立入った説明が付されていないばかりか、その燃焼室を6HSD9A(図6左)のそれと全く同列に「蓄熱部を設けるもの」と分類している。これは断熱空隙配置における甚だしい相違を糊塗した誇大にして誤解を招き易い記述である。とりわけ、4HSD10XEの当該部に関する詳細図面を欠く場合においては然りである。

さて、当時、池貝は三菱重工業、新潟鐵工所と並んで本俸高速ディーゼル工業界における先行三社の一角をなしていた。しかし、その地位の割には池貝の小心ないし秘密主義ぶりは際立っていた。因みに、1937年に刊行された日本機械学会『改訂 國産機械圖集』に見るベース・エンジン(但し、6気筒)の6HSD 10型(6-100×140, 90HP/2,000rpm.)の図には燃焼室断面は不記載で、水套の内部に現れた渦流室のノッペラボウな外貌のみが図示されている。

¹¹ 西巻一雄「池貝自動車製造株式会社」(手稿、1981年、自動車工業振興会蔵)に拠れば、1952年、池貝自動車では大道寺によって20tトラクタ用にボア140mmの渦流室式機関が試作され、'54年にはこれを活かした15tオフロード・ダンプが小松製作所よりリリースされている。

図 10 池貝 6HSD10 型

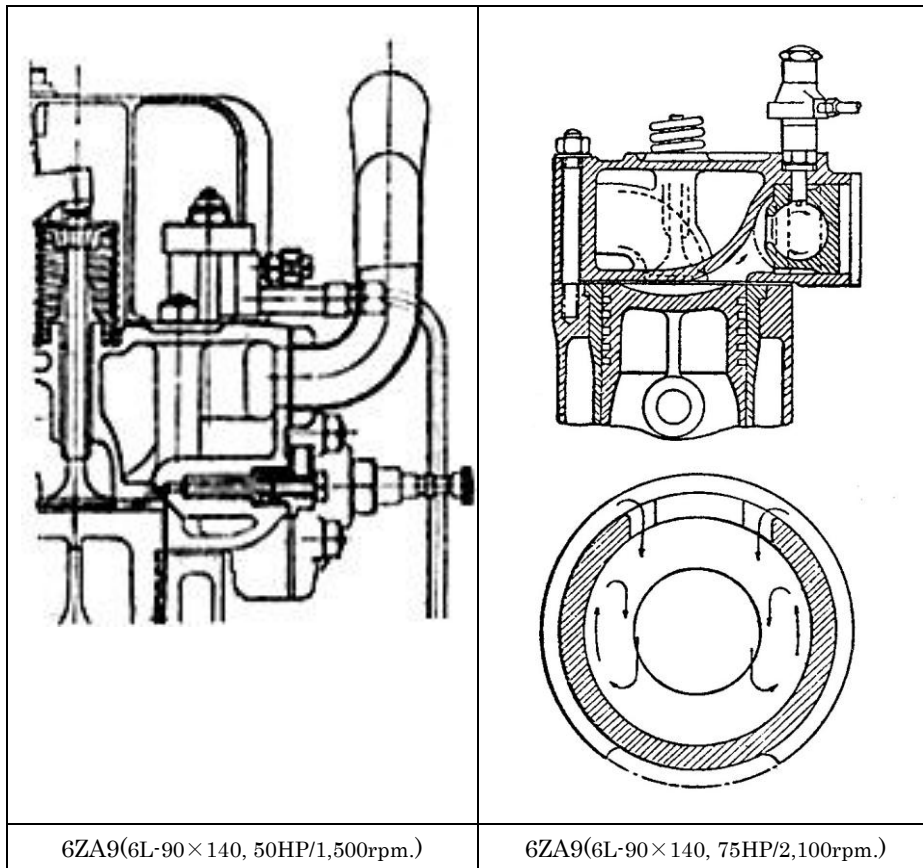


日本機械学会『改訂 國産機械圖集』1937年、110頁。

同書に掲載された自動車用クラスの国産高速ディーゼルにおいて燃焼室断面が明示されているのは神戸製鋼所、船用機関(6-110×140, 60HP/1500rpm., 渦流室式、88頁)、三菱重工業、船用機関[東京系] (680MD : 6-130×160, 80HP, 直噴、108頁)、三菱重工業、自動車機関[神戸系](SHT-6:6-105×140, 70HP/1,800rpm., 予燃焼室式、109頁)、新潟鐵工所、自動車機関(LH4W, 4-100×125, 52HP/1,200rpm., 渦流室、111頁)である。

なお、神鋼でも 112 頁収録の自動車機関(6ZA9 : 6-90×140, 50HP/1,500rpm.)は上例の如きありふれた渦流室ではなく、同社特許の「三元渦流蓄熱式」燃焼室付きに進化した作品であっただけに、燃焼室断面は池貝機関の場合と同様、不記載となっている。神鋼の「三元渦流蓄熱式」機関について図解が与えられたのは花井嘉夫「実績から観た國産ディーゼル自動車の動向」(『内燃機関』第3巻第12号、1939年12月)が最初である。それに拠れば、この副燃焼室も耐熱鋼製プラグの渦流室のようであり、かつ、水平切断面らしき図からすれば連絡孔が二股になっているようであるが、本図とそれに附された説明だけからその機構の詳細を読み取ることは困難である。

図 11 神鋼「三元渦流蓄熱式」燃焼室の図示状況



左=6ZA9：日本機械学会『改訂 國産機械圖集』1937年、112頁、右=6ZA9：花井嘉夫「實績から観た國産ディーゼル自動車の動向」（『内燃機関』第3巻 第12号、1939年12月）、第4図を左右反転。

大道寺や花井の論文に見られる燃焼室断面図の掲載は後述するいすゞ予燃焼室が陸軍の空冷統制型として確立した1936年から、同じく水冷統制型として確立した1939年にかけての疾風怒濤時代を経て各社の落武者的技術が広く文献的に公開されるようになった流れの一環をなしている。つまり、勝敗は既に決しており、1940年には100式統制発動機の制定に到ったほどであるから、技術秘匿の意味自体が失われてしまっていたワケである。

それにしても、神鋼その他の動きに比して、池貝「渦流蓄熱式」燃焼室の公表は、上述の通り、漸く開発者の後継世代に属する大道寺前掲論文(1942年5月)を俟ってのことであつたから、池貝の秘密主義ぶりは実に堂に入ったモノであつたと言えよう。

続いて、遺憾ながら図解の乏しい同時代文献を頼りに池貝4HSD19X機関の構造全般を眺めて行こう。4気筒一体の気筒ブロックはディーブ・スカートのクランク室上半部と一体鑄造、気筒頭は17本のスタッドボルトで気筒ブロックに結合されていた。気筒頭ガスケットの種類は明記されていない。恐らく銅・アスベストであろう。組み付けに際してはその両面に「緊塞用塗料ヲ塗布」する、とある。主軸受は5個、ハンガー式であつた。

ピストンはAl合金製、リングは圧縮3本、油2本(上と下)、上部2本の圧縮リングはピストン体に鑄込まれた特殊鑄鉄製リングキャリアに嵌込まれた。ピストンリングは真円リン

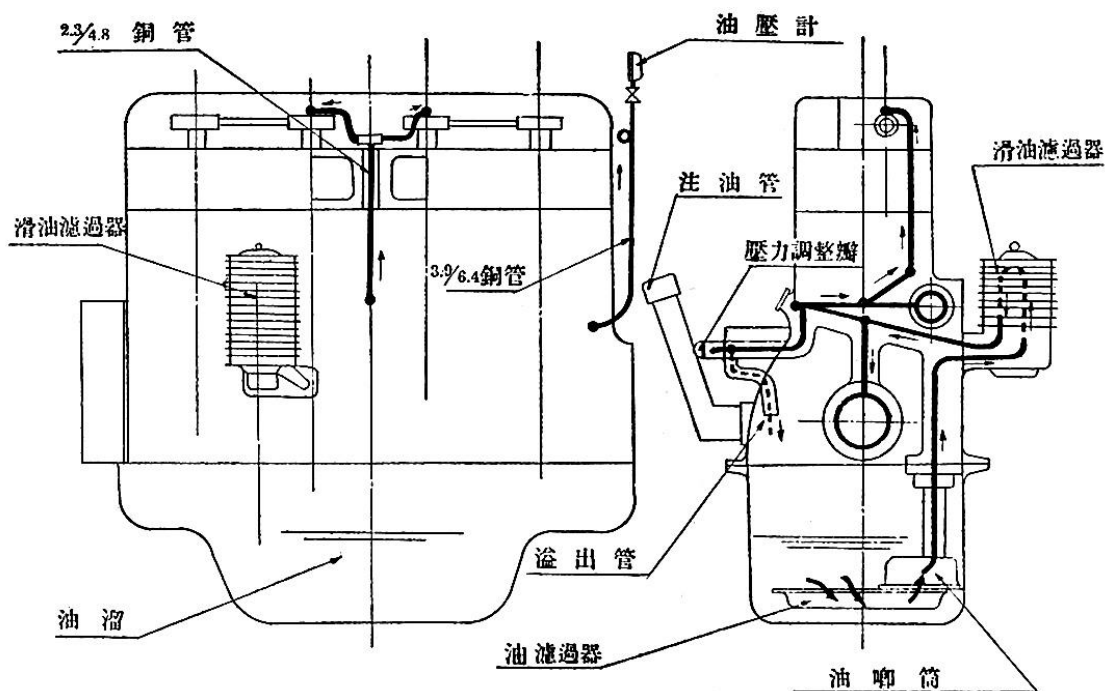
グであった。圧縮リングの合口は気密保持製を高めるため「階段型」をなしていたとも、 45° 斜切とも記されているから、異同ないし変更があったようである。

ピストンピンは全浮動式の 35ϕ 中空円筒。表面は浸炭焼入れ。両端はサークリップで押えられていた。リングを含むピストン Assey の重量は $1.860\text{kg}\pm 13\text{g}$ と定められていた。

連桿は NiCr 鋼製、I 断面鍛造品、小端は青銅製ブシュ圧入、大端部軸受冠は数枚のシムを介して 4 本のボルトで固定。大端軸受は直径 62mm 、幅 50mm の鋼製裏金付きメタルで、内側にはケルメットが鑄込まれ、クランク軸に明けられた油道から潤滑油の供給を受けた¹²。

軸受冠ボルトの締付に際しては後述の主軸受についてと同様、割ピン孔を合わせるためにナットを緩めるような所作は軸受メタルの弛緩を招くため厳禁され、孔が合わねばナットの底面を鑪で削れと指示されていた。連桿 Assey の総重量は $3.159\text{kg}\pm 30\text{g}$ と定められていた。

図 12 池貝 4HSD10XE 機関の潤滑系統



陸軍野戦砲兵學校編『砲兵自動車必携』187~188 頁、第二図 其の五。陸軍機甲整備學校『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』15, 16 頁、第五図も同じ。

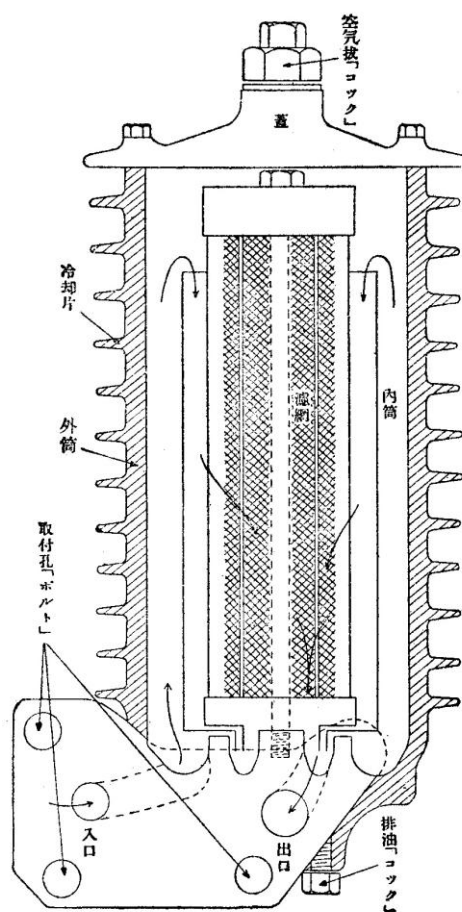
一部に「配油管」と証して銅管が用いられている点に注意。

運転中における油圧は新車の場合、 $1.5\sim 3.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 。通常値は中速回転にて約 $3.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 、あるいは $2\sim 6\text{kg}/\text{cm}^2$ などとも表記されている。オイルパン内の油量は 8.50 。この油は新車

¹² 連桿やクランク軸の構造・材料、鋼材規格については後述する 97 式軽装甲車用池貝渦流室式機関の項を参照されたい。

乗り出し時、約 800km、爾後は約 3,000km 毎に交換するよう指示されていた。この際、ドレンプラグを抜くだけでなく、時々オイルパン全体を取外して清掃するようにも求められていた。オイルパンは鋼板製で、後方に向かって傾斜する底を持つ油溜めをなし、紙製「パツキン」を介してクランク室にボルト止めされていた。使用潤滑油としては勿論、ガソリン車のそれより良質の油種が用いられた。

図 13 池貝 4HSD10XE 機関の油冷却器を兼ねた油濾過器



『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』19 頁、第七図。

クランク軸は NiCr 鋼製、5 軸受。長さ $790 \pm 0.15\text{mm}$ 、ジャーナル径 70mm、ピン径 62mm で、釣合錘無し。主軸受は上述の通り鋼製裏金付ケルメット。クランク軸には前端に調時歯車が取付けられ、後端は 6 本のボルト孔を有する弾み車結合用フランジが成形されていた。

カム軸は自動車鋼浸炭焼入れの中空品。リフトは吸排気共 9mm。青銅製軸受 3 個を介して気筒ブロックに保持された。中心孔は油道をなしカム表面の小孔より摺動面への給油がなされた。カム軸の途中にはネジ歯車が切れ、そこから歯車式油ポンプが駆動された。

吸排気弁は頭径 46φ のシルクローム鋼製、弁座角 45° の 2 弁式、弁開閉時期は以下の通りであった。

吸気弁啓開： 5° BTDC

吸気弁閉塞： 35° ABDC

排気弁啓開： 45° BBDC

排気弁閉塞： 10° ATDC

オーバーラップは 15° となる。また、冷間時の弁隙間は吸気が 0.20mm、排気は 0.25mm とされていた。

冷却は一般的な水冷式であったが、冷却液についてはその凍結温度について次のようなデータが示されている。運転中の水温は注水口部で 70℃ 附近を正常値とした。

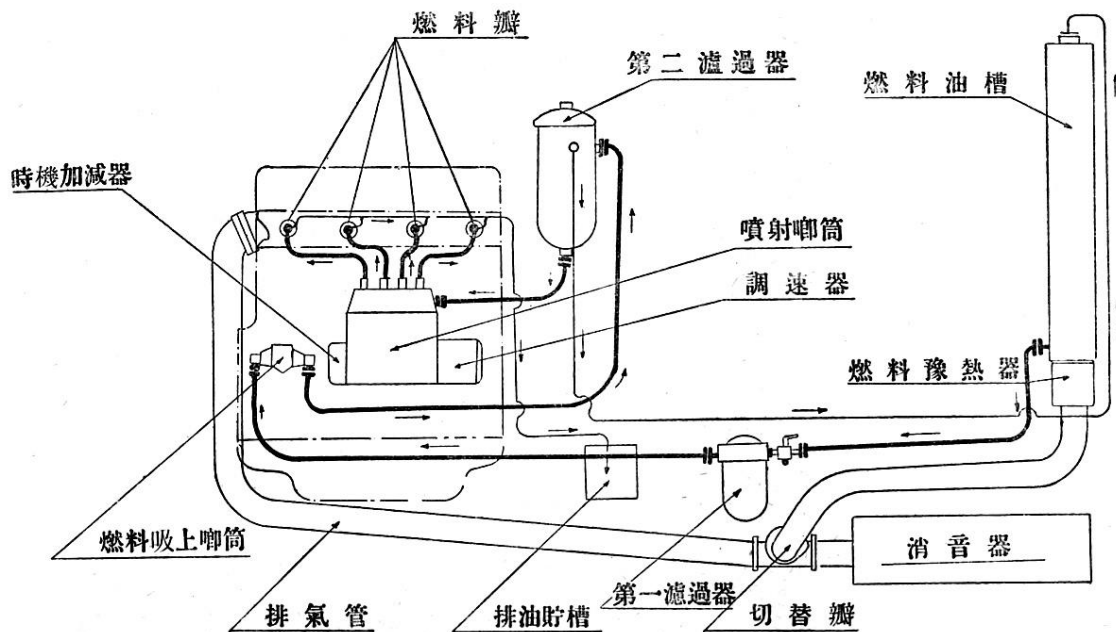
表 1 冷却液の性状

種 類	配 合 比		凍結温度 ℃	比 重	摘 要
	アルコール、グリセリンの量	水の量			
グリセリン溶液	40	60	零下約 18 度	1.112	グリセリンノ比重ハ 1.264 トス
	50	50	同 26 度	1.14	
アルコール溶液	30	70	同 1.94 度	0.959	アルコール分蒸発スルヲ以テ毎日比重ヲ測定スルヲ要ス アルコールハ 95% トス
	50	50	同 3.16 度	0.935	

『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』 27 頁、より。

吸気系統は油を浸潤させたフェルトと金網を用いる湿式。燃料供給系統は図の如くで、排気熱を燃料の予熱に使用する装置が併設されていた。

図 14 94 式自動貨車(乙)の燃料供給系統

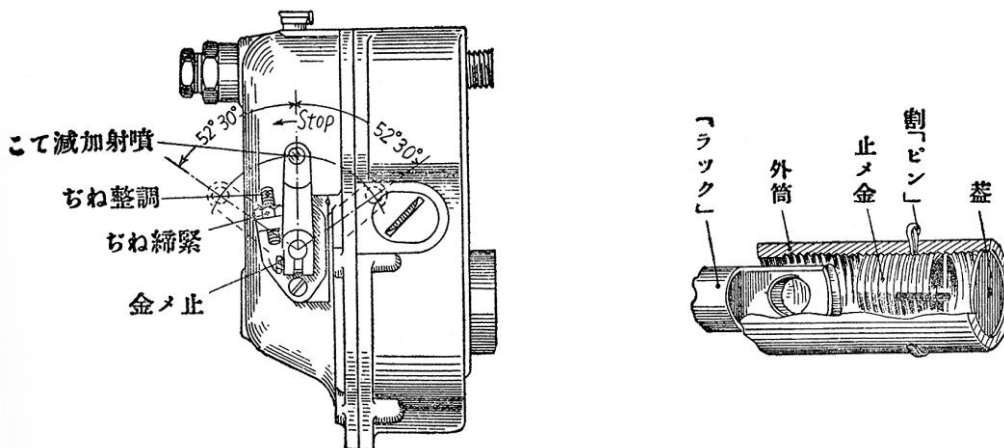


陸軍野戦砲兵學校編『砲兵自動車必携』201-202頁、第三図 其の三。『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』41頁、第十四図も同じ。

燃料タンク容量は1000。燃料濾過器は約500km毎に分解清掃せよと指示されていた。

燃料噴射装置の内、噴射ポンプには Bosch B型と池貝式とが併用された。池貝機関には池貝式ポンプというのは誤った先入主である。ボッシュポンプに関して注目すべきは、最大負荷を下回る使用状況を前提に、「噴射加減てこ」の可動範囲を制限する機構ならびにコントロール・ラックの移動量を直接制限する機構が付加されていた点である。これは4GSD10XEの実力不足を暗示する物証に他ならず、我々としても上掲の“カタログデータ”を決して鵜呑みにしてはならないとの戒めと受け止めねばなるまい。

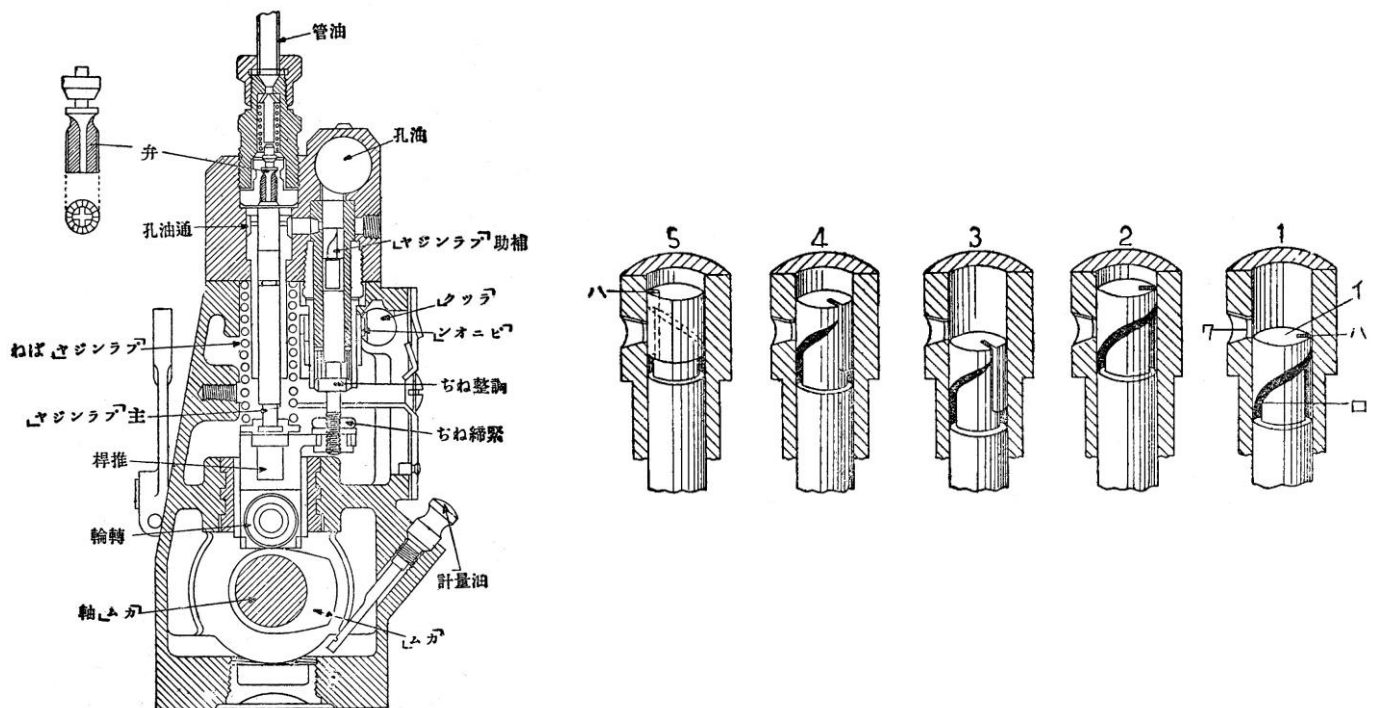
図15 4HSD19X用ボッシュ・ポンプに付加されていた二重の最大噴射量制限装置



『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』66 頁、第三十一図、67 頁、第三十二図。

池貝式ポンプは主副 2 本ペアのプランジャを有する、如何にもボッシュの特許回避を目的として開発されたと言いたげなシロモノであった。然しながら、デリバリーバルブや噴射量調節用補助プランジャに切られたリードなどはボッシュ B 型そのものであり、よくこの程度で特許回避が出来た(?)ものである¹³。

図 16 池貝式燃料噴射ポンプとその補助プランジャ

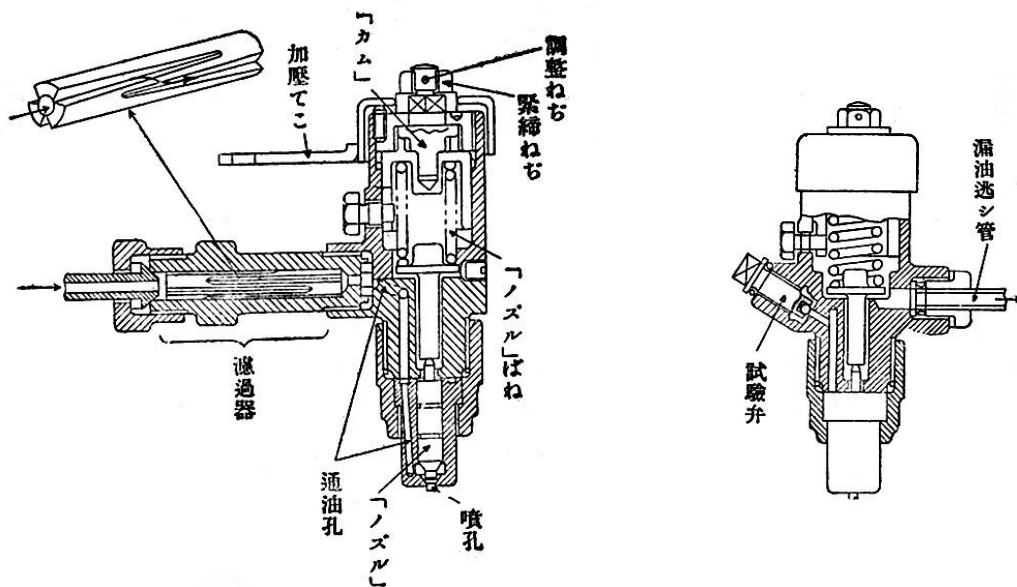


『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』54 頁、第二十三図、55 頁、第二十四図。

左図同様のものは陸軍兵器行政本部監修・陸軍兵器学校編著『兵器生産基本教程』発動機 其ノ三 軍事工業新聞出版局、1945 年、270 頁、第五百八十八図としても採録されている。ヨリ古い、中形機関用の池貝式噴射ポンプについては機械学会『國産機械圖集』1932 年、5-118, 第二図、参照。

図 17 4HSD10XE 用噴射ノズルとノズルホルダ

¹³ 池貝式噴射ポンプの開発については今井武雄「高速ディーゼル機関燃料ポンプ工作の研究に就て」『内燃機関』第 3 巻 第 6 号、1939 年、参照。



『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』58 頁、第二十五図。

ノズルは孔径 1mm のピントル・ノズルで、その開弁圧は意外に高い 160kg/cm^2 に設定されていた(『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』59 頁)。図に見える「加圧てこ」は運転席からの操作によって「カム」を回転させ、ノズル・スプリングのプリロードを高め、開弁圧を引上げることにより噴霧粒径を微小化し、酷寒時の始動性改善を図る仕掛けであった。

なお、ノズル・テスターは用いられていないが、開放大気に噴射させてノズルの作動を確認する試験における開弁圧の設定値は 160kg/cm^2 ではなく 130kg/cm^2 と表記されている(『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』70 頁)。機関の運転中は昇圧が速く、ニードルの慣性故にこれで実効的には 160kg/cm^2 の開弁圧となったものかとも想われるが、他にも運転中の開弁圧を 130kg/cm^2 と述べた箇所がある(『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』73 頁)。筆者としては同書、巻末「附表第三」の記述を活かし、「孔径 2mm のボッシュ、ピントル・ノズル(DN30S2)と池貝式ポンプとを組合せた場合における開弁圧は 130kg/cm^2 であった」という妥協点に逃げ込みたいところであるが、真相はあくまでも謎とせざるを得ない。

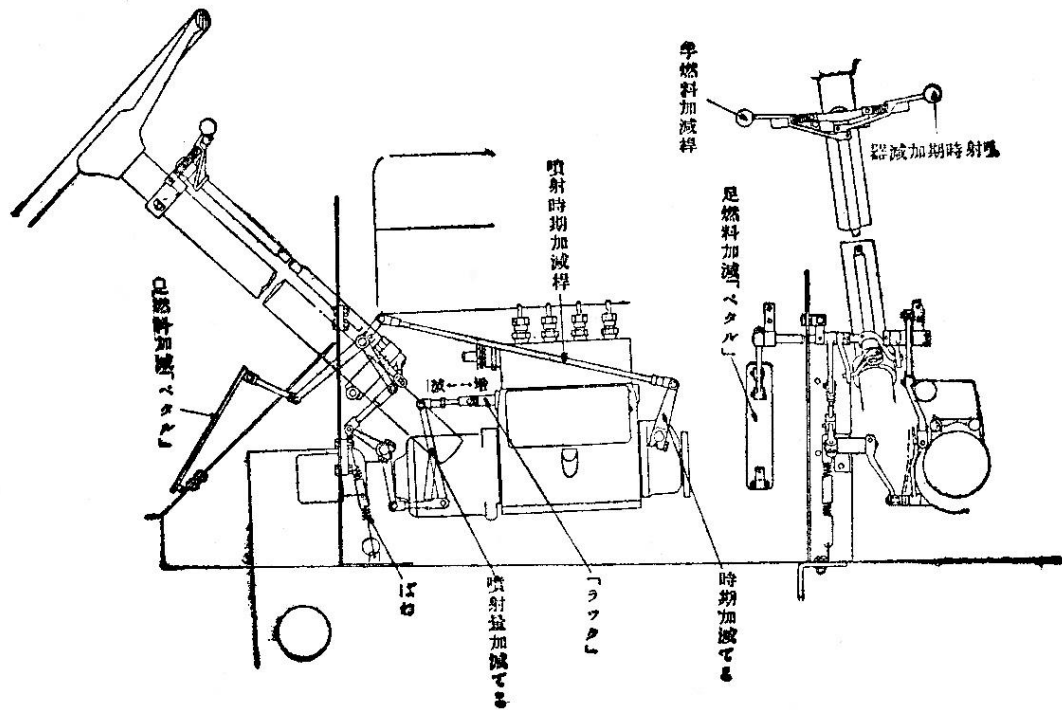
噴射開始時期は手動式噴射時期加減装置のレバーをを中立位置にセットした状態で 30° BTDC となるように合わせられた。この加減装置自体は噴射時期をクランク角にして 24° ($\pm 12^\circ$) 前後させる機能を有していた。

調速器としては最低回転数を 450~500rpm に、最高回転数を 2,400rpm に制御する機能を持つ遠心式ガバナが用いられた。同じ文献は：

以上ノ回転数ノ範圍ニ於テハ機関ハ極メテ平滑ニ運転シ排気ハ無色トナリ無負荷ノ時ハ多少青味ヲ帯ビ過負荷ノ時ハ淡黒色ヲ呈ス(『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』75 頁)と述べている。

燃料系のリンケージは次の図の如きモノであった。

図 18 94 式自動貨車(乙)の燃料供給系の操作リンケージ

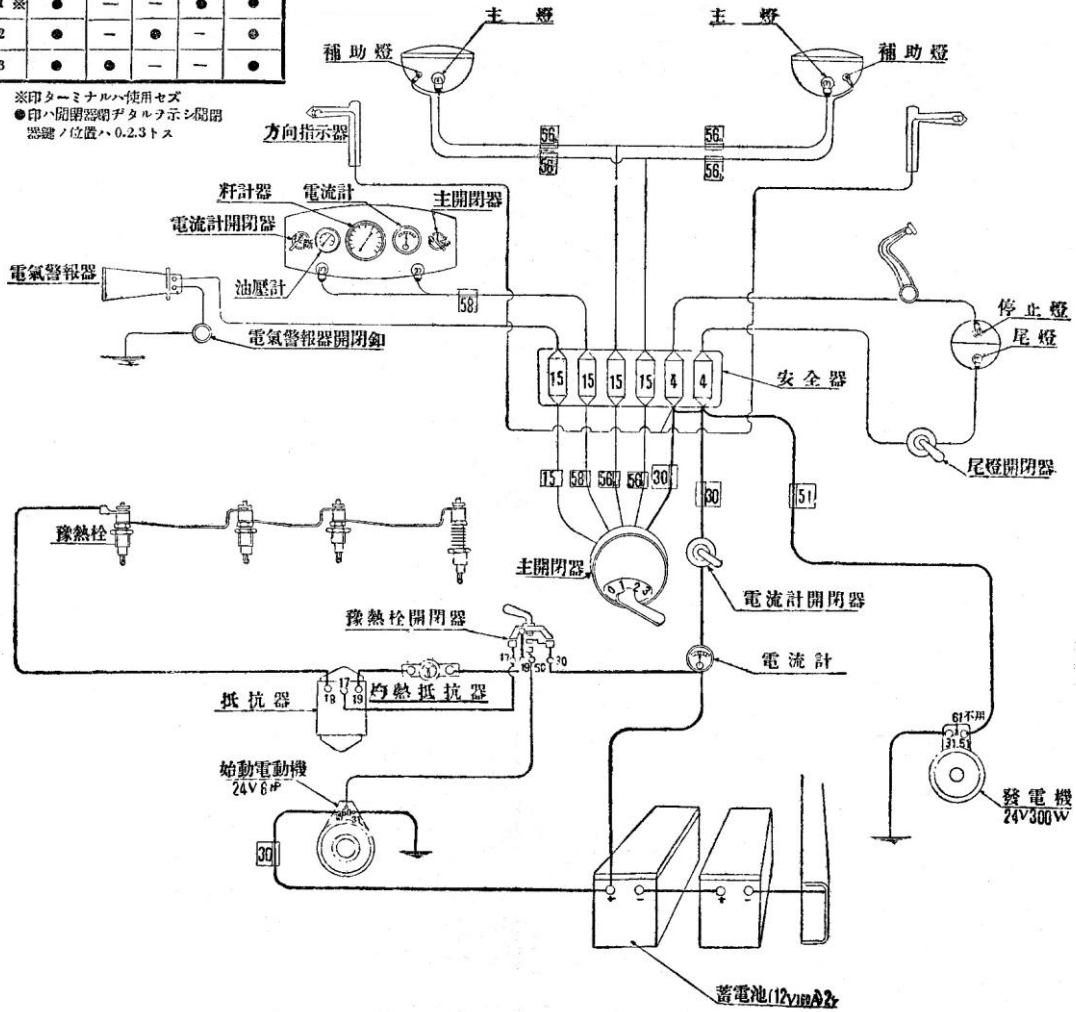


『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』68 頁、第三十三図。

図 19 94 式自動貨車(乙)の配線図

開閉器 位置	電氣警報 器端子30 及15	主燈 端子56a	副燈 端子56b	※計器 端子57	※計器 端子58
0	●	-	-	-	-
1 ※	●	-	-	●	●
2	●	-	●	-	●
3	●	●	-	-	●

※印ターミナルハ使用セズ
●印ハ開閉器開キタルヲ示シ開閉
器鍵ノ位置ハ0.2.3トス



陸軍野戦砲兵學校編『砲兵自動車必携』229-230頁、第五(九と誤植)図 其の五。『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』130頁、第四十九図も同じ。

電気系は勿論、12V。始動電動機はアマチュア・シフトのボッシュ式 24V, 6HP 統制型、発電機も 24V, 300W 統制型。非・冷間時には予熱無しで始動出来、冷間時には電熱グローブ ラグに依る 30~70 秒ほどの予熱が行われた。酷寒時には「加圧てこ」の操作に依り開弁圧 を挙げる他、潤滑油を抜取って加熱してから再注入、機関の下部で火を焚いて加熱、機関 水套・放熱器の水を抜いて熱湯を張る、といった常套的措置が講じられた。

今一の目からすればやや意外なのは：

極寒地ニ於テハ補助「タンク」ニ軽油ヲ携行シ燃料切換「コック」ニ依リ起動時軽油 ヲ使用スルヲ可トス(『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』76頁)

とあることである。暖機後、主タンクの燃料に切替えるワケで、ガソリンで始動させ灯油

に切替える石油発動機なみの操作法である。この下りは本機関の常用燃料が重油に分類されるモノであったことを暗示している。

参考までに、同時代に陸軍統制発動機を勝ち取ったディーゼル自動車工業(いすゞ)の発行になる『五立統制型ディーゼル機関 取扱説明書』においては、5.10統制発動機いすゞDA40型予燃焼室機関における使用燃料油種についてかなり具体的に、以下のように述べられており、当時のディーゼル自動車用燃料に係わる国内事情を窺わせている：

本機関に使用し得る燃料は広範囲に亘り天然石油、人造石油は勿論広く動植物油の使用も可能である。安価で且つ機関に最適の燃料は一般に「二号軽油」又は「二発」と呼ばれるもので工場に於ける馬力試験は此の燃料を用ひる。これは正しくは「日本標準規格(JES)」中の「燃料油第四種二号発動機油」と呼ばれるものである¹⁴。

天然石油系の燃料としては、次の条件を満足するものであれば完全なものと考えてよい。

比 重	0.83—0.90
引火点	60℃以上
粘 度	25℃ レッドウッド秒 60 以下
灰 分	0.03%以下
水 分	0.5%以下
硫黄分	1.0%以下
発熱量	10,000 カロリー以上

¹⁴ 燃料油第四種 二号軽油は淡黄色ないし赤褐色澄明、酸価 0.05 以下、引火点 50℃以上と定められ、国産自動車用ディーゼル機関においては“ふそう”、“イケガイ”、“ニイガタ”、“ヒタチ”ディーゼル車及び神鋼機関にはその使用が指定され、“ちよだ”(瓦斯電)と“スミダ”(自動車工業=いすゞ)には日本石油二号が指定されていた。もっとも、両者の間に性状の差は無く、単に規格で呼ぶか商標で呼ぶかの違いであったと考えられる。『砲兵自動車必携』101-102 頁、『兵器生産基本教程』第十三巻 発動機 其ノ一、18、31 頁、参照。

なお、『砲兵自動車必携』101 頁、『兵器生産基本教程』第十三巻 発動機 其ノ一、31 頁には燃料油第四種第一号-第三号=軽油は「主トシテ焼玉式又ハ類似ノ内燃機関ノ燃料トシテ適当ナル品質ヲ有シ水又ハ沈殿物ヲ混ゼズ……規程ニ合格スルコトヲ要ス」とある。第二号に係わる規程については上に引いた通りである。

わが国において焼玉発動機が漁船用などに普及し始めた 1900 年代一桁当時、注水式焼玉発動機と称し、高負荷運転時における焼玉の過熱防止のため掃気ポートに清水を滴下し内部冷却を図る方式が一般的であった。この場合、重油のように硫黄を多く含む燃料を焚くと燃焼生成物として SO₂ が生じ発動機内部に硫酸腐蝕を来すため、硫黄含有率の低い燃料として軽油が希求された。

しかし、1920 年代はじめにはわが国においても焼玉下半部に水套を巡らせ外部冷却を行うことにより注水を不要化し重油を供し得る無注水式焼玉発動機へのシフトが実現していた。それ故、「主トシテ焼玉式」云々という両書の記述は時代錯誤の極みであった。

但し、それらは高速ディーゼル機関実用化に遙か先立つ時代、注水焼玉の盛行と共に軽油なる燃料油種が制度的に確立せしめられたであろう経緯を窺わせる証言としてその即自的当否を超えた価値を有しているように思われる。焼玉発動機その他については拙稿「多燃料発動機の時代と日本」『経済学雑誌』第 110 巻 第 4 号、2010 年 3 月、参照。

蒸 留 300℃迄に 約 60—65%

350℃迄に 約 90%

セテン価 45 以上

軽油以外の燃料を使用する場合には次に述べる様な注意が必要である。

厳冬期に凍結し易い燃料(例へば重油、コガジン等)を使用する場合には燃料タンクは適当な加熱・保温装置を施さねばならぬ。

大豆油其の他動植物油は冬期に凍結し易く又使用中乾固して膠質の膜を生成してポンプのプランジャ、吐出弁又はノズルを膠着させて運転不能となることがある。

重油を用ひる場合は成分中にアスファルト分の含有が多いため燃焼の際ノズルに附着して噴油の状態を悪くするため機関の性能を低下せしめることがある故時々噴射弁を点検せねばならぬ。

是等の燃料を使用する場合には別に補助燃料タンクを設け良質の燃料を用意し機関停止前に燃料を切り替へ凝固又は膠化しない燃料で噴射ポンプ及ノズル中の主燃料(重油、動植物油等)と置きかへてから停止する様にするとよい。

相当の低温迄凍結の心配なく使用し得る燃料を必要とする場合には天然軽油又はシェール油を用ひればよい。

人造石油系の軽油を使用する場合にはその比重が著るしく軽いため工場に於ける出力試験のまゝの噴射ポンプの最大吐出量では天然軽油使用の場合より最大出力が低下する故、その場合には最大吐出量を増しポンプの再調整を行ふがよい、他の燃料の場合には最大吐出量はそのまゝで出力は殆んど相違はなく再調整を行ふ必用はない(ディーゼル自動車工業㈱『五立統制型ディーゼル機関 取扱説明書』(無刊記)、70~72 頁、より)。

起動時ではなく、停止直前に洗浄のための切替を励行すべし、というのはガソリンに添加された四エチル鉛に起因する鉛化合物の燃焼室壁への沈着回避のため、無鉛ガソリンでクールダウン運転を励行した航空発動機の運用法にも通ずるが、燃料性状からして合理的な指示である。また、ここに述べられている燃料の顔触れは池貝から早稲田大学に転じた関 敏郎の「ディーゼルは豚の胃袋」なる至言を想起させるに足りて余りある。

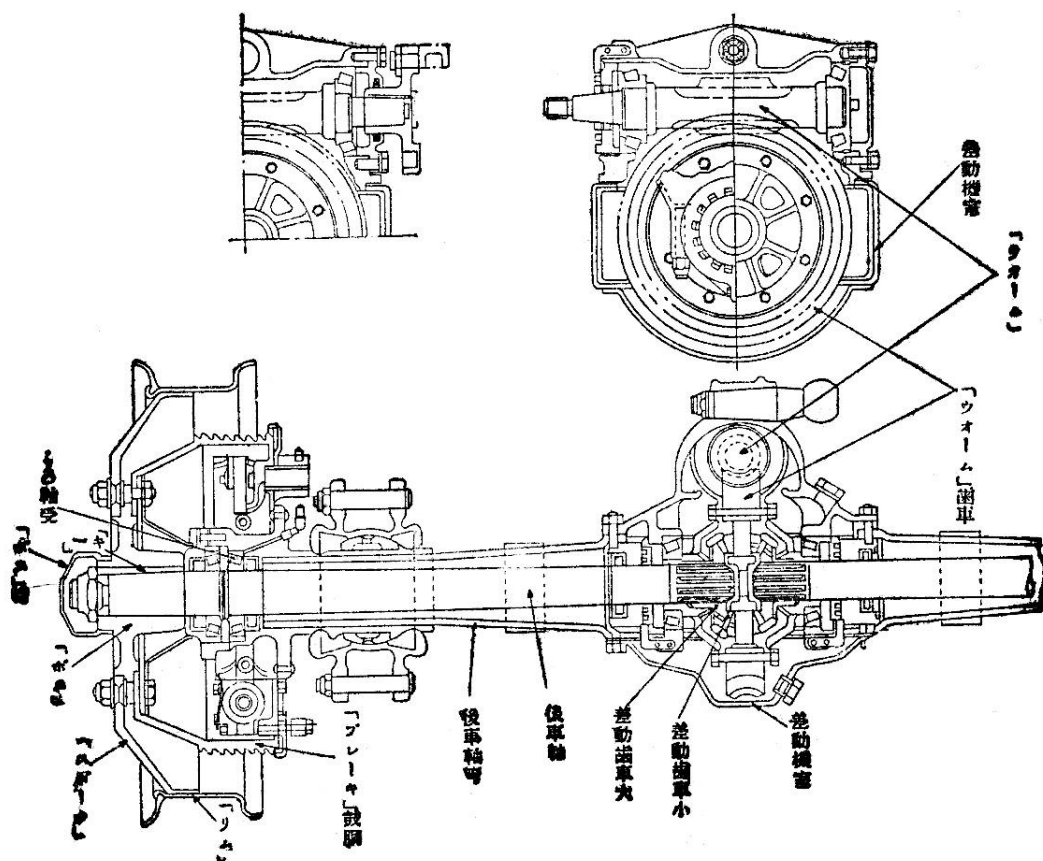
なお、4HSD10XE に立ち返れば、そこに使用されたボッシュ・ポンプにおける最大噴射量抑制装置の存在自体からして、94 式自動貨車(乙)において、クールダウン時を除き、「人造石油系軽油」が使用されていた事実は絶無であったと見られる。

3. 94 式 6 輪自動貨車の諸機構

続いて 94 式 6 輪自動貨車(甲、乙) の機関以外の項目について瞥見して行こう。クラッチは摩擦盤外径 276φ の乾式単板式、クラッチ・スプリングはコイルバネ 6 本。変速機は選択摺動式 4F1R。ギヤ比は 6.15, 3.17, 1.79, 1.00, 7.51(R)であった。変速機潤滑油は新車時約 500km にて交換・洗浄、1,500km に達したところで点検補充、3,000km で交換。以後、1,500km、3,000km 毎に補充及び交換と定められていた。

終減速装置は減速比 8.33 のウォーム(可逆ネジ歯車)。ウォームは NiCr 鋼製、ウォームギヤは特殊青銅合金製であった。後車軸は車軸にモロに負荷のかかる半浮式で軸受は正面組合せの円錐コロ軸受という実に拙い構造であった¹⁵。

図 20 94 式 6 輪自動貨車の後車軸

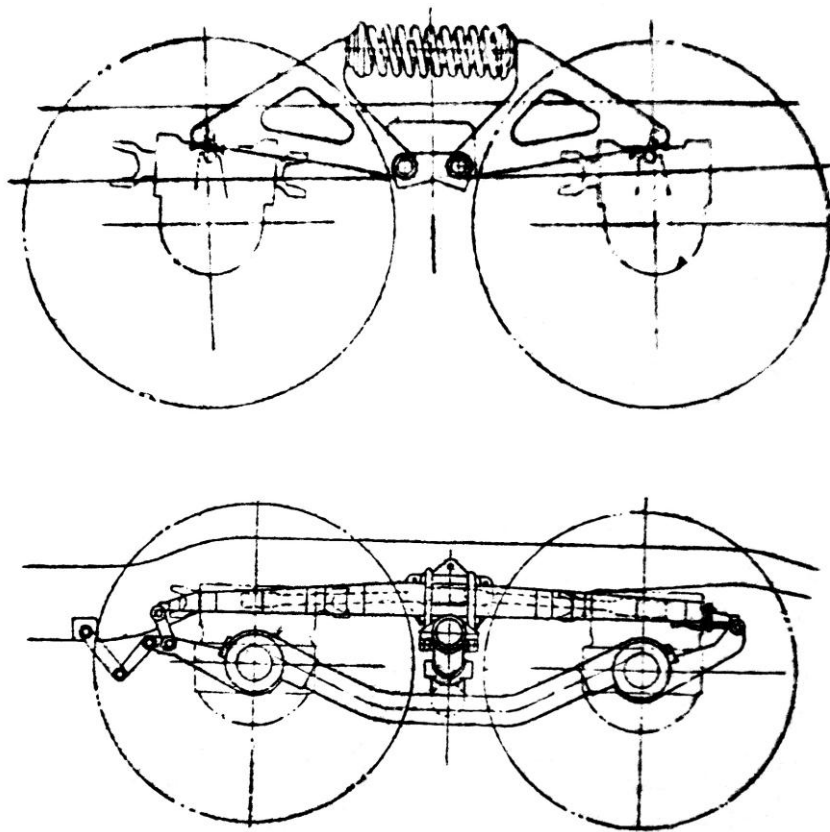


『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』91 頁、第三十八図。

ブレーキドラムは当時のこと故、鋳鋼製であった。後車軸の懸架装置は上下一対の重ね板バネを用いる方式であった。先ず、これに先行する二形式について紹介し、その進化形たる 94 式の件が装置の図を掲げよう。

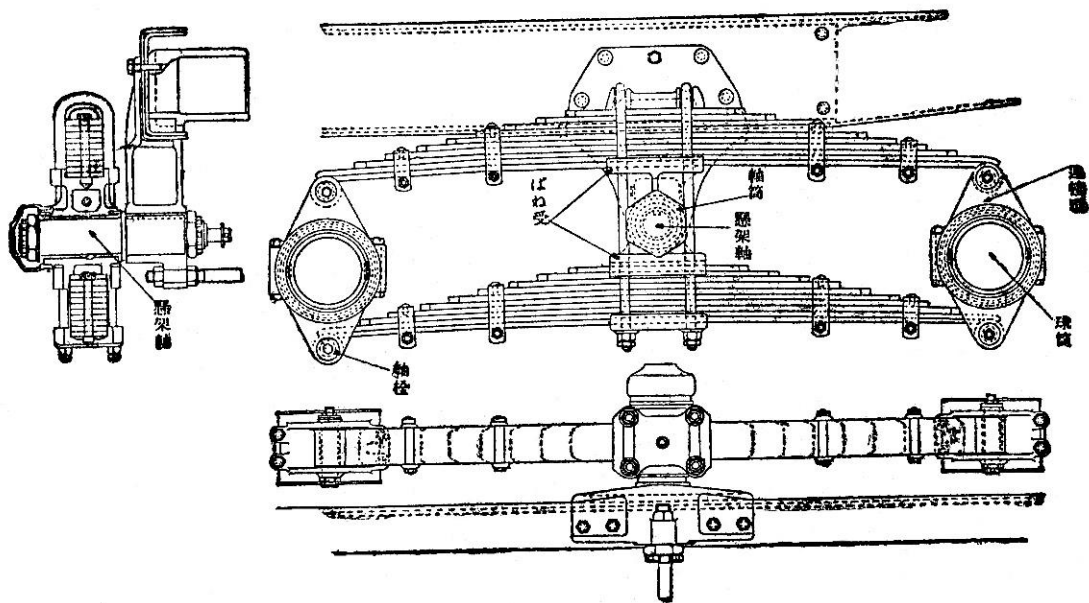
図 21 94 式に先行するいすゞ 6×4 車の後軸懸架装置 2 例

¹⁵ 円錐コロ軸受の用法については拙稿「鉄道車両用ころがり軸受と台車の戦前戦後史」(大阪市立大学学術機関リポジトリ、Discussion Paper)、参照。



鎌田 明・井上清治「いすゞTW型六輪駆動車について」『いすゞ技報』第14号(1952年)、第15,16図。

図 22 94式6輪自動貨車の後車軸懸架装置



『九四式自動貨車(乙) 保存取扱教程』117頁、第四十四図。

親板長さ 1,084±5mm(無荷重)、幅 70mm、厚さは 9mm が 1枚、7mm が 6枚。

前車軸はありふれた逆エリオット。操向機構は減速比 19 のウォーム・セクターで、ハンドル回転数は端から端まで 3.5 回転。前輪操向角度 32°、車輪は前後同一のディスクホイールで 8 本スタッド式であった。フット・ブレーキは機械的にカムを操作するタイプの内拡式であったが故に後輪のみに組込まれていた。

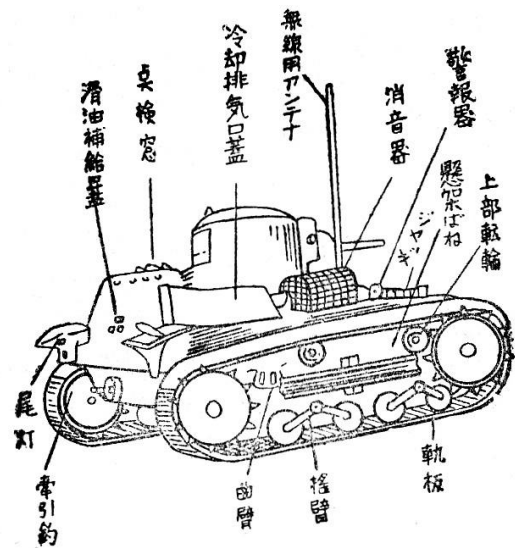
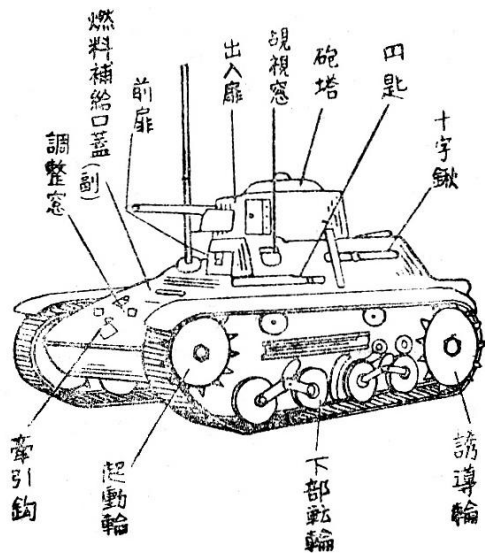
陸軍は「武人の蛮用」に耐えるのは機械式ブレーキと信じ切っていた。これは戦地においてブレーキ・フルードの補給難に陥ることを避けたいという願望の現れであると同時に、国産油圧ブレーキの低い信頼性の反映でもあった。有事徴発を前提としない民需用 4 輪トラック・バスには油圧ブレーキが採用され、無論、前輪にも装備されていたが、一応、民需用という位置付けでも流石に保護自動車においては 94 式同様、後輪のみの“4 輪ブレーキ”が採用されていた。

4. 97 式軽装甲車と池貝ディーゼル機関

池貝水冷 4HSD10XE 型の兄弟に当る量産ベースの機関としては今一つ、97 式軽装甲車 テケ(偵察牽引車) = “豆戦車” 用池貝機関(4L-115×150, 65HP/2,300rpm.)が存在した。97 式軽装甲車は他社分担分を含め、「相当数」……600 両前後製造されたようであり、派生車型も少なくなかったから、本機関も上に見た 4HSD10XE と共に、道楽程度に終わった乗用車用機関などとは異なり、池貝高速ディーゼルを代表すると称しても過言でないほどの存在感を発揮していたことになる¹⁶。

図 23 97 式軽装甲車

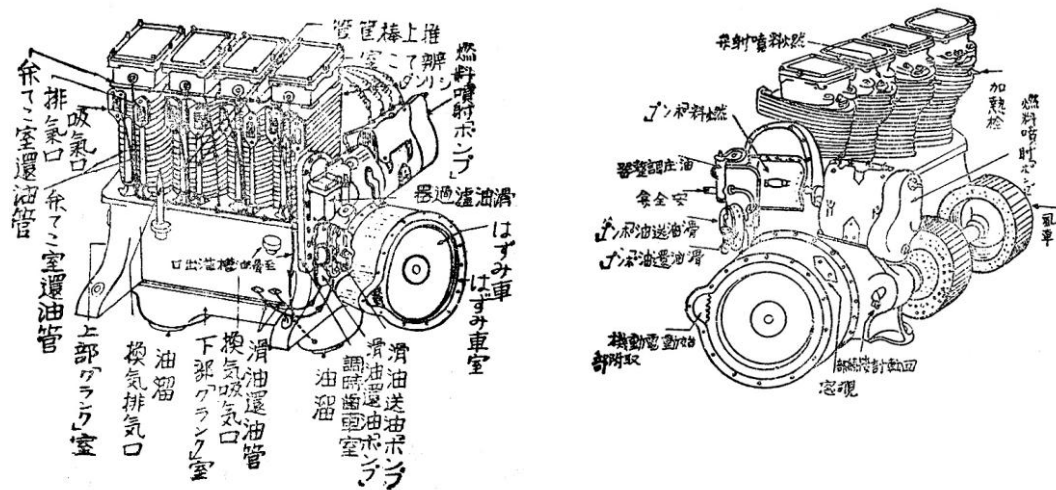
¹⁶ 加登川幸太郎『帝国陸軍機甲部隊』白金書房、1974 年、205 頁に拠れば(元データは日本兵器工業会資料)、97 式軽装甲車の生産両数は 1939 年までの累計が 274 両、1940 年が 284 両、1941 年分は不詳、1942 年が 35 両で、合計 593 両+幾許かということである。



『兵器生産基本教程』發動機 其の二、307 頁、第三百三十三、三百三十四図。

全長 3.66m、自重 4.25t、主砲 37mm、乗員 2 名、最大速度 42km/h。手法を装備せず、機関銃を持たむタイプもあった(原乙未生・栄森伝治『日本の戦車』[下]46 頁より)。

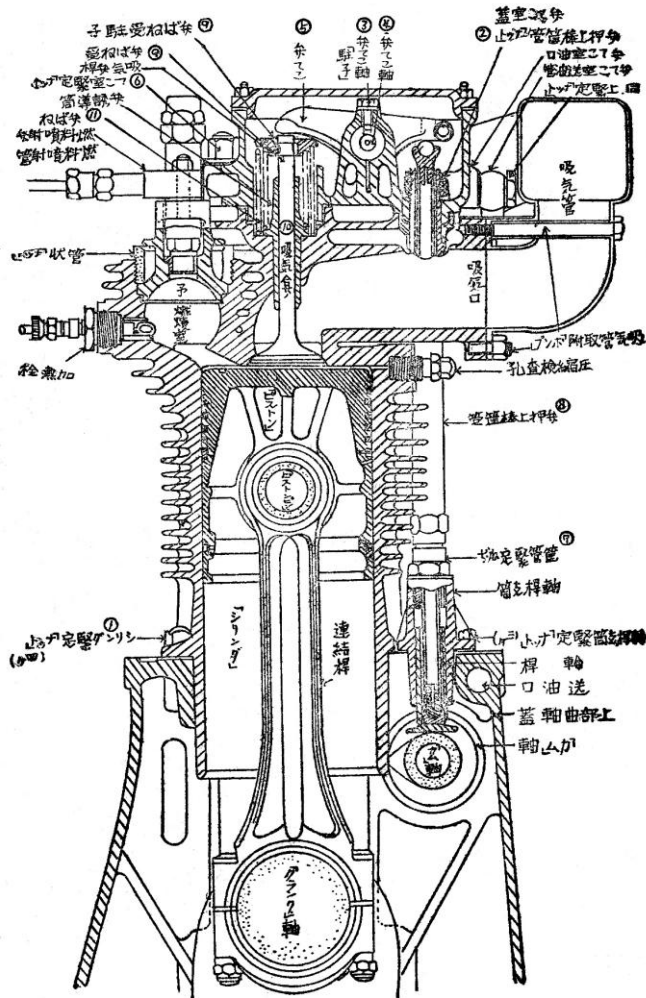
図 24 97 式軽装甲車用池貝渦流室式ディーゼル機関



同上書、309 頁、第三百三十六図、310 頁、第三百三十七図より。

本機関もまたコンパクトさを第一義として開発された。しかし、次の断面図に示されているように(この副燃焼室を「予燃焼室」とはよく言ったものである)、115φ×150mm ストロークという 4HSD10XE より一回り大きなサイズを有する本機関は「蓄熱式」とは形容し難いごくありきたりの渦流室を有する気筒頭と気筒胴とが一体に鋳造された如何にも苦し紛れの設計を体現する空冷ディーゼルであった。それ故、本機関を「渦流蓄熱式」燃焼室付きとしている点において、西巻前掲「池貝自動車製造株式会社」の記述は誤りである。

図 25 97式軽装甲車用池貝渦流室式機関の断面図



『兵器生産基本教程』發動機 其の二、311頁、第三百三十八図。

図のように、渦流室にはグロープラグが装備されている。これは副室式ディーゼルとしては当然の始動性確保策である。この点に若干、係わる挿話であるが、1942年9月、半期繰上げで東京帝国大学工学部航空原動機学科を卒業し、中島飛行機に就職すると同時に陸軍の短期現役として広島 of 搜索第五連隊なる軽戦車隊に入隊させられた中村良夫は、その当時の思い出として：

初年兵の第一期教育は池貝のディーゼルエンジンを積んだ九八式軽戦車にロープをつけて毎朝引っ張ることから始められた。この連隊が蒙古のノモンハン戦でソ連戦車に痛めつけられたのは、池貝のディーゼルの始動性が悪かったからであり、戦車を人間が引っ張ってディーゼルを始動させるためである¹⁷。

¹⁷ 中村良夫『クルマよ、何処へ行き給ふや』グランプリ出版、1989年、35頁。

などと語っている。

しかし、ノモンハン事件は1939年5~9月であり、その当時、実際には1942年から製造が開始された100式統制発動機(いすゞ統制型予燃焼室式ディーゼル)搭載車両である98式軽戦車が参戦することなどあり得ない。ノモンハン当時の主力戦車は共にA6120VD三菱東京型直噴機関搭載の89式中戦車と95式軽戦車、SA12200VD三菱サウラー直噴機関搭載の97式中戦車であり、それら以外では94式並びに97式軽装甲車があった。後二者の内、前者はガソリン機関搭載車であったから、池貝ディーゼル云々はまさしくこの97式軽装甲車を指すものとせねばならないが、本車は質量共に事変の帰趨を左右するほどの主力的存在では決してなく、かつ、グロープラグを装備していたから始動性が本質的に劣悪であったワケではない¹⁸。

始動電動機を使えるような状況ならその前にグロープラグも赤熱しておかれて然るべきであり、それが出来ないというのはバッテリー上りなど非常の場合のみである。かような危急時なら人力等によって引っ張ってやるしかあるまい。結局、中村は戦訓に事寄せた初年兵イジメの記憶を池貝ディーゼルへの怨嗟に置換えてしまっているのであって、池貝ディーゼルにとっては名誉毀損もいいところ、大いに迷惑なハナシである。

本機関の設計について今井武雄は戦後の対談の中で「困って仕方なくやった」と回顧し、当時、東京瓦斯電気工業(→日野自動車工業)の技師であった家本 潔は「苦心の結果とは思いますがヘンな設計をしたものだと思います」と応じている。その珍妙さは鋳鉄を材料とする頭部分離式という通常構造のままでは渦流室回りの熱負荷を制御し切れなかったことに困っている¹⁹。

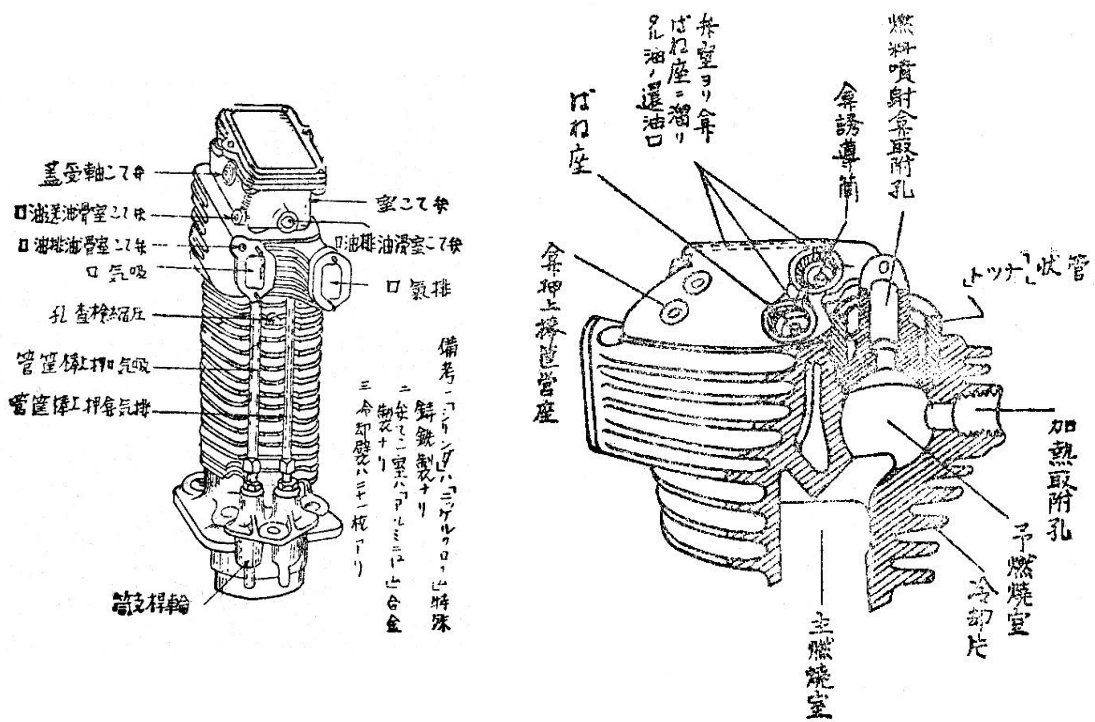
本機関の概要は次の通りであった。気筒は頭部一体NiCr特殊鋳鉄製、ロッカーカバーはAl合金製であった。冷却フィンが21枚であった。排気弁座にはAl青銅製弁座環が嵌入されていた。

図 26 97式軽装甲車用池貝渦流室式機関の気筒

¹⁸ 加登川前掲『帝国陸軍機甲部隊』158頁の表に拠れば、関東軍の機甲部隊、戦車73両、軽装甲車19両、総計92両の内、97式軽装甲車は僅か4両を占めるに過ぎなかった。Alvin D., Coox/岩崎俊夫・吉本晋一郎訳『ノモンハン 草原の日ソ戦 — 1939』朝日新聞社、1989年、(上)208頁に97式軽装甲車についての簡単な紹介、(下)177頁の前のグラヴィア、「ノモンハン戦凱旋書舞台観兵式 — ハイラルで10月1日」なる一葉に行進する2両の97式軽装甲車が写されている。

なお、佐山二郎『機甲入門』光人社NF文庫、2002年、94頁の表には何故か97式軽装甲車はカウントされていないが、ミスである。因みに、佐山に拠れば、相手のソ連軍戦車は総勢450両を数えたというから、4両位では誤差の範囲であったのだが……。

¹⁹ (社)自動車工業振興会『自動車史料シリーズ(1) 日本自動車工業史座談会記録集』1973年、134頁、参照。



同上書、310頁、第三百三十七図より、312頁、第三百三十九図。

ピストンはY合金製。圧縮リング4本、オイルリング2本(上下各1)。頂部の構造は非常に変わっているので、資料の原文を引用しておく。

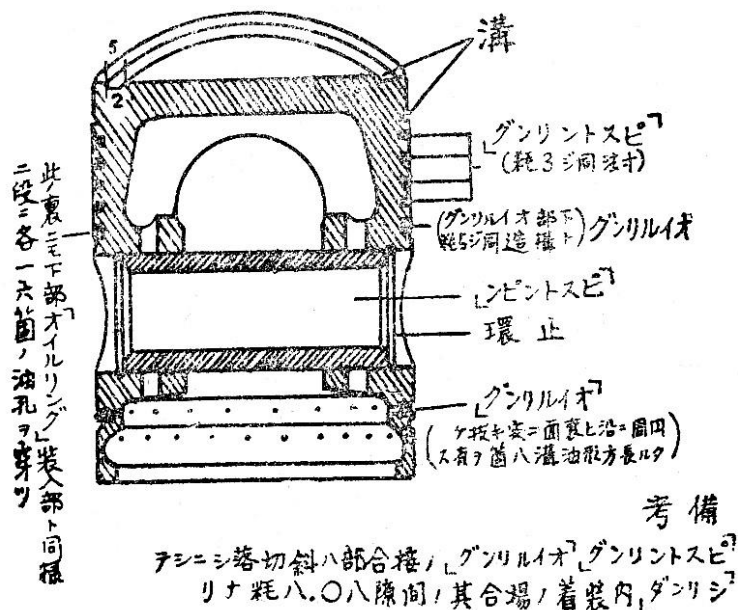
「ピストン」頭部ニ切削セラレタル溝ハ起動時噴射燃料又ハ「シリンダ」内ニ於ケル不燃焼燃料ノ溜リトナリ之等不燃焼燃料ガ「ピストン」頭部ト「シリンダ」トノ間隙ヨリ流入シ「シリンダ」内ノ高熱ニ依リ粘性物質ニ変化シ「ピストン」及「ピストンリング」(主トシテ第一「リング」)ノ焼著ヲ防止スル如ク考慮セラレタルモノニシテ該溝ニ溜リタル燃料ハ發動機ノ起動後ハ良好ナル燃焼ノ行ハルルニ至ラバ燃焼瓦斯中ニ混入燃焼ス(同上書、312~313頁)。

つまり、未燃焼燃料の熱変性物がトップリング部に潤滑剤として流入し、焼付き防止に役立つことを狙い、未燃焼燃料を滞留させる(ピストン頂面に拡散させないため、ピストン頭にワザワザ環状溝を切ったという次第である。

これより先、池貝は97式中戦車開発に際し三菱重工業と共にそのディーゼル機関の競争試作相手に指名されたが、池貝機関は試験中激しいオイル上りを来して敗残した。池貝への97式系装甲車用機関の単独発注はその池貝に陸軍が仕向けた救済措置であった。状況からすれば、池貝はオイル上に悩む余り、“糞に懲りて膾を吹く”を地で行った結果、燃料に依るトップリングの潤滑などという、“逆転の発想”と形容するにはお粗末なケレンを思い付いたのではなかったかと推察される。もっとも、上述した4HSD10XEのピス

トン頂面にもかような溝が在ったのか無かったのかについては謎とせざるを得ない。

図 27 97 式軽装甲車用池貝渦流室式機関のピストン



同上書、313 頁、第三百四十図。

ピストンピンは全浮動式、材料は自動車鋼第七種。連桿は自動車鋼第十四種製 I 断面、桿部には油孔を穿孔。小端軸受は青銅製ブシュ、大端軸受は鋼製裏金付ケルメット、とある。軸受冠は 4 本のボルトで固定される。

鋼材規格に言及した序でに、当時の陸軍における鋼材規格について紹介しておこう。もっとも、戦争末期となるにつれて Ni、Mo の払底により所謂“代用鋼”なる総称の下に制定された鋼材の戦時材料規格の中身は度々改訂され、その具体的内容は特定時点での資料を参照しなければ判明しないほどであった。従って、「自動車鋼」の成分規格に Ni が頻繁に顔を出す以下の規格概要はあくまでも無 Ni 鋼の累進的導入が開始される以前、1943 年末時点における規格を偲ぶ縁として参照されるべきものである点に注意されたい²⁰。

²⁰ 主として航空発動機に用いられる発動機鋼に係わる陸軍規格、陸海軍(共一)規格、ユンカースのそれをベースとして三菱が一時期用いていた材料規格等については拙稿「三菱内燃機・三菱航空機の V 及び W 型ガソリン航空発動機——ルノー、イスパノ・スイザ、ユンカース、93 式、W 型——」『経済学雑誌』112 巻 第 4 号(2012 年 3 月)より 6 回連載、の各所で触れておいた。

戦争末期~復興期における自動車用金属材料規格名称の一端については前田利一他『自動車』(上巻)、日本機械学会、1950 年、33~37 頁、第 2・11 表、参照。

但し、自動車用 Cr 鋼の他、青銅鋳物、ケルメット等に係わる J.E.S.、旧 J.E.S.、自動車統制会規格、陸軍地金仮規格、航空規格等との対応関係が掲げられているものの、成分規格については触れられていない。前田らは個々の古い別規格に拘泥するより経験を活かしつつ S.A.E.規格に準じた体系を構築する方が生産的であると考えたのであろう。そもそも、

表2 1943年時点における陸軍の発動機鋼、自動車鋼、ばね鋼規格の概要

種別	鋼種		用途	
発動機鋼	第一種	炭素鋼 (含珪素及「Mn」)	第一種ヨリ第六種ニ至ルニ從ヒ炭素量増加	「カム」弁てこ、水「ポンプ」軸等表面硬化法ニ適ス
	第二種			板管
	第三種			「ボルト」、ねじ
	第四種			
	第五種			「キー」類
	第六種			弁楔、円形楔等
	第七種	「Ni」鋼 (含「Mn」「Cr」)		転輪、同軸、弁てこ軸、「ピストンピン」及水「ポンプ」軸等ノ表面硬化法ニ適ス
	第八種			圧桿、弁動桿等
	第九種	「Ni、Cr」鋼		「クランク」、連結桿、歯車
	第十種	「Ni、Cr、W」鋼		排気弁、「ピストンピン」、伝動歯車
	第十一種			「ピストンリング」
	第十二種	「Ni、Cr」鋼		歯車
	第十三種	「Cr、V」鋼		球軸受
	第十四種	「Cr、W」鋼		排気弁
	第十五種	「Ni」高「Cr」鋼		排気弁其ノ他耐錆耐熱効力ヲ要スル部分
	第十六種	「Cr、Mo」鋼		「シリンダ」
自動車鋼	第一種	炭素鋼 (含「Mn」)	第一種ヨリ第六種ニ至ルニ從ヒ炭素量増加ス	車体板
	第二種			大ナル効力ヲ要セザル歯車及「カム」軸等ノ表面硬化法ニ適ス
	第三種			鍛造品、「ボルト」及「ナット」等
	第四種			「ボルト」及「ナット」等
	第五種			連結桿、自在接手臂及前車軸等
	第六種			「キー」類
	第七種	「NiCr」鋼		「カム」軸及「ピストンピン」
	第八種			軸及各種歯車
	第九種	高「NiCr」鋼		効力ヲ要スル歯車
	第十種			
	第十一種	「NiCr」鋼		連結桿、前車軸及軸臂等
	第十二種			「クランク」軸、軸臂等
	第十三種			「クランク」軸、自在接手、前車軸及焼入歯車等
	第十四種	高「Ni」高「Cr」鋼		「クランク」軸及抗力大ナル歯車

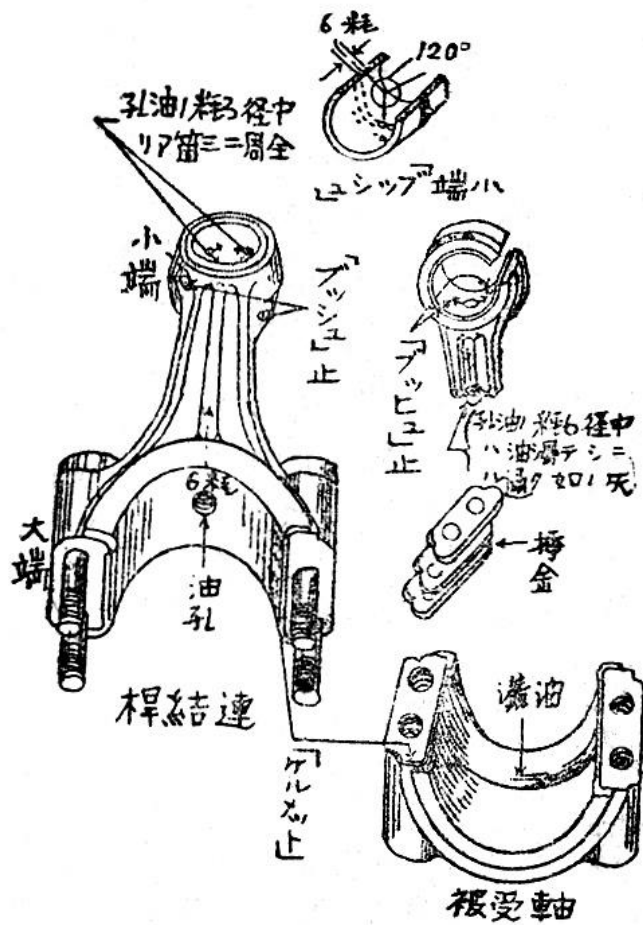
純粹工学的に觀れば規格称号自体には二義的な価値しか無い、とも言える。

なお、J.E.S.特殊鋼規格、各種代用鋼規格の最後の姿(規格名と成分比)については生産技術協会『実用工学便覧』山海堂、1951年、278~299頁、参照。

	第十五種		抗力大ナル歯車	
	第十六種	「シルクロム」鋼	排気弁	
	第十七種	「CrMo」鋼	「クランク」軸及軸臂	
ば ね 鋼	第一種	炭素鋼 (含「Mn」)	抗力用一般ばね	第六種、第八種及第九種ハ 自動車車体ばねトシテ用フ
	第二種			
	第三種			
	第四種		普通ばね	
	第五種			
	第六種	「シルマンガ」鋼	高抗力ばね	
	第七種			
	第八種			
	第九種	「シルクロム、マンガ」鋼	特殊抗力ばね	
	第十種			
	第十一種	甲	炭素鋼	
乙		機関銃後座用ばね		

陸軍兵器行政本部監修・陸軍兵器学校編著『兵器生産基本教程』第十三巻、発動機 其ノ一、兵器航空工業
新聞出版部、1943年12月、1~5頁、より。“Ni”など、原表記は片仮名で“ニッケル”

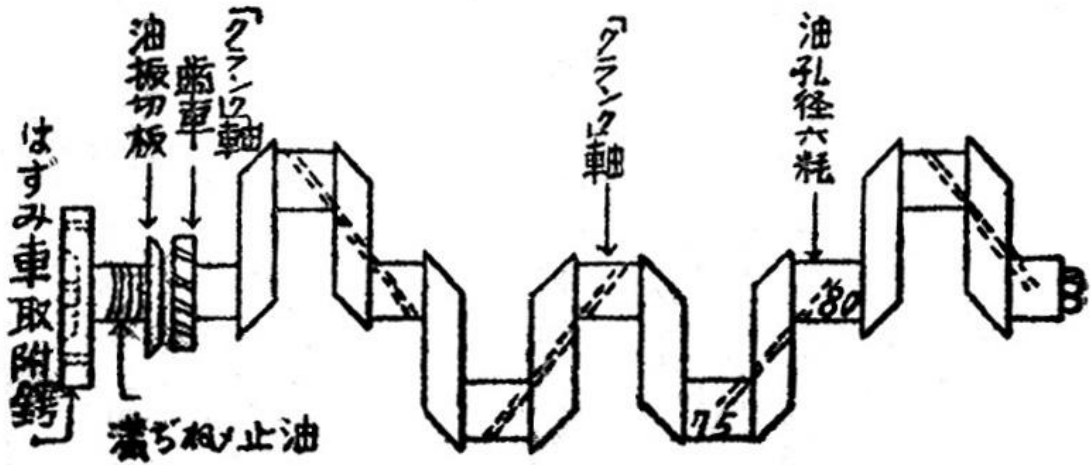
図 28 97式軽装甲車用池貝渦流室式機関の連桿



同上書、314頁、第三百四十一図。

クランク軸は自動車鋼第十四種製鍛造品で(恐らくピン、ジャーナル部は)表面焼入れ、研磨仕上げ。釣合錘は航空発動機張りに一つも無い。

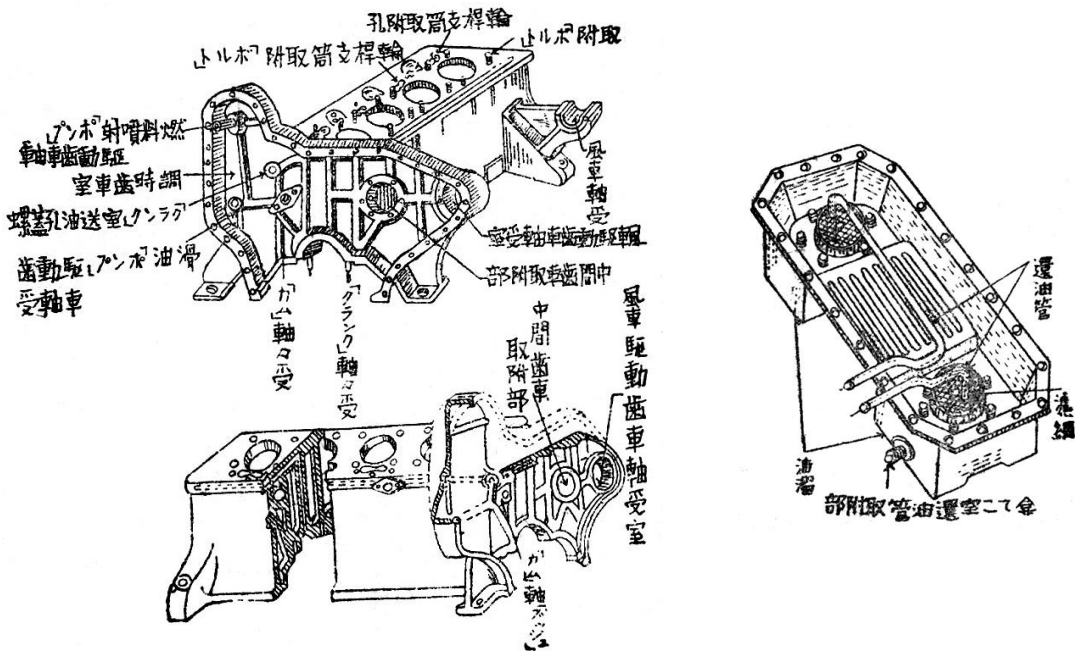
図 29 97式軽装甲車用池貝渦流室式機関のクランク軸



同上書、315頁、第三百三十四四図。

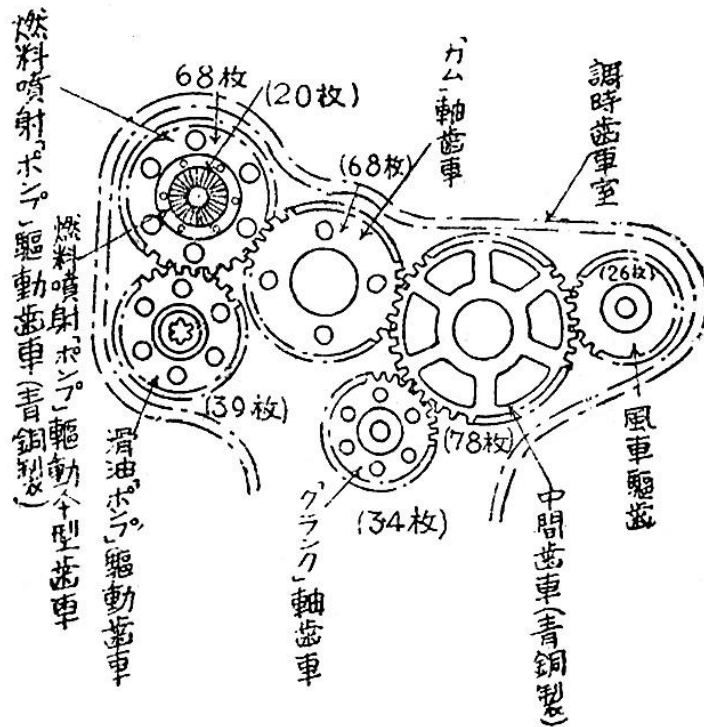
クランク室は特殊鋳鉄製、4点支持。前部は調時歯車室をなし、更にその前面に弾み車室主が取り付けられる。軸受はハンガー式。オイルパンは鋼板製。

図 30 97式軽装甲車用池貝渦流室式機関のクランク室とオイルパン



同上書、314頁、第三百四十二図、315頁、第三百四十三図。

図 31 97式軽装甲車用池貝渦流室式機関の調時歯車列



同上書、318頁、第三百四十九図。

カム軸は一体・3軸受方式で、平歯車列によって駆動された。吸排気弁は共にシルクロームで吸気46φ、排気44φ。上述の通り排気側にはAl青銅製弁座環を嵌入。弁座角は何れも45°、弁隙間は冷間で吸気0.2mm、排気0.5mm、暖機状態においては吸気0.2mm、排気0.25mmに設定されていた。温度変化を補正する特別な仕掛けは無かった。

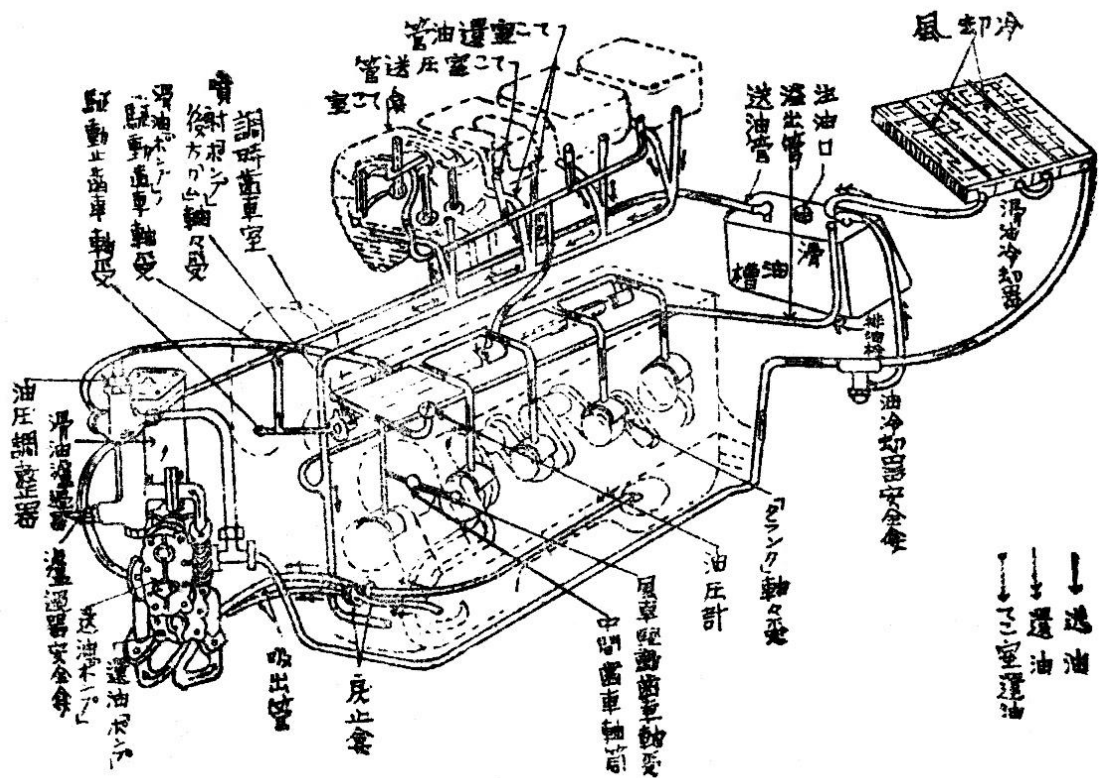
弁開閉時期は：

吸気弁啓開	TDC
吸気弁閉塞	50° ABDC
排気弁啓開	45° BBDC
排気弁閉塞	15° ATDC

であった。オーバーラップは15°である。

空気清浄器は金網、金屑を用いた乾式。冷却はシロッコファン2基により、1基当り2気筒を分担した。潤滑は歯車ポンプによる強制循環式で腰上には露出配管が多用されていた。油圧は2.5~3気圧。

図 32 97式軽装甲車用池貝渦流室式機関の潤滑系統

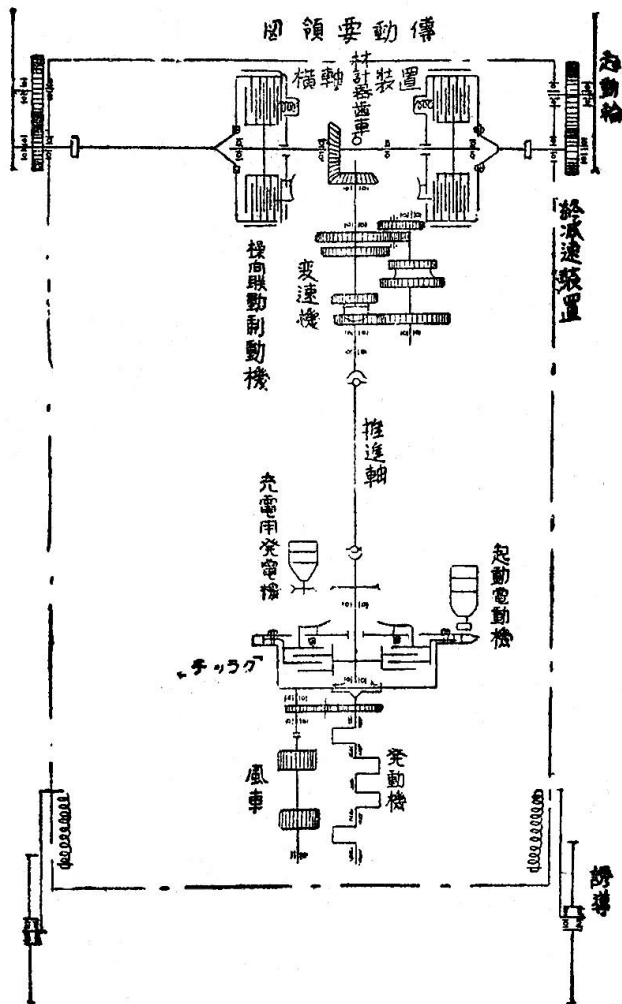


同上書、321 頁、第三百五十三図。

燃料噴射ポンプはボッシュ B 型(PE4B65C121)。噴射開始時期は 33° BTDC を基準に手動タイマにより±12° の調節が行われた。戦闘車両故か、池貝ポンプの採用は無かったようである。噴射ノズルは 1.5φ・噴霧角 15° のピントルノズルで、開弁圧約 140kg/cm²。ノズルホルダに 4HSD10XE におけるような「加圧てこ」は取付けられていなかった。

車体側に眼を転ずるに当り、自動車とかなり異なる 97 式軽装甲車の動力伝達・操向系に係わるレイアウト図を採録しておこう。

図 33 97 式軽装甲車の動力伝達・操向系統



同上書、308頁、第三百三十五図。

図の上が前方である。この構造であれば信地旋回は可能であったと思われるが、少なくとも陸軍の牽引車部隊においては履帯(無限軌道)の離脱を嫌い、信地旋回は砂地・礫石道においては「厳禁」され、積雪地においても「真止ムヲ得ザル場合ノ外行ハザル」ことが定められていた。『砲兵自動車必携』162、163頁、参照。

主クラッチは乾式複板、変速機は一種のトランスアクスルで、選択摺動の4F1R。変速比は0.161、0.365、0.481、1.000、0.336(R)であった。

操向はトランスアクスル中央横軸両端に設けられた操向クラッチと操向ブレーキに依った。先に図示されたように起動輪は車体前方に位置しており、左右の起動輪には左右横軸から動力を受取る終減速歯車装置(減速比0.327:推定)が各1個、設けられていた。起動輪の軸は減速大歯車の内側を円筒コロ軸受、外側(起動輪の根元)を自動調心コロ軸受によって支持されていた。

燃料タンクは主タンクが590、副タンクが320であった。これは燃料の切替え云々ではな

く、単に艤装(空間活用)上の措置であったと思われる。電気系統は 94 式自動貨車(乙)とほぼ同様に、24V300W 発電機のみがベルト駆動された。

以上、97 式軽装甲車用機関は 94 式 6 輪自動貨車用 4HSD10XE 型機関と技術的に相似た点を多々有する兄弟機関であったが、肝心要の渦流室構造においては決定的な相違点が存在した。すなわち、本機関の渦流室は如何なる点から観ても「蓄熱式」と呼ばれ得るような特徴を有してはいなかった。

5. いすゞ統制型予燃焼室の確立と池貝“渦流蓄熱式”機関の凋落

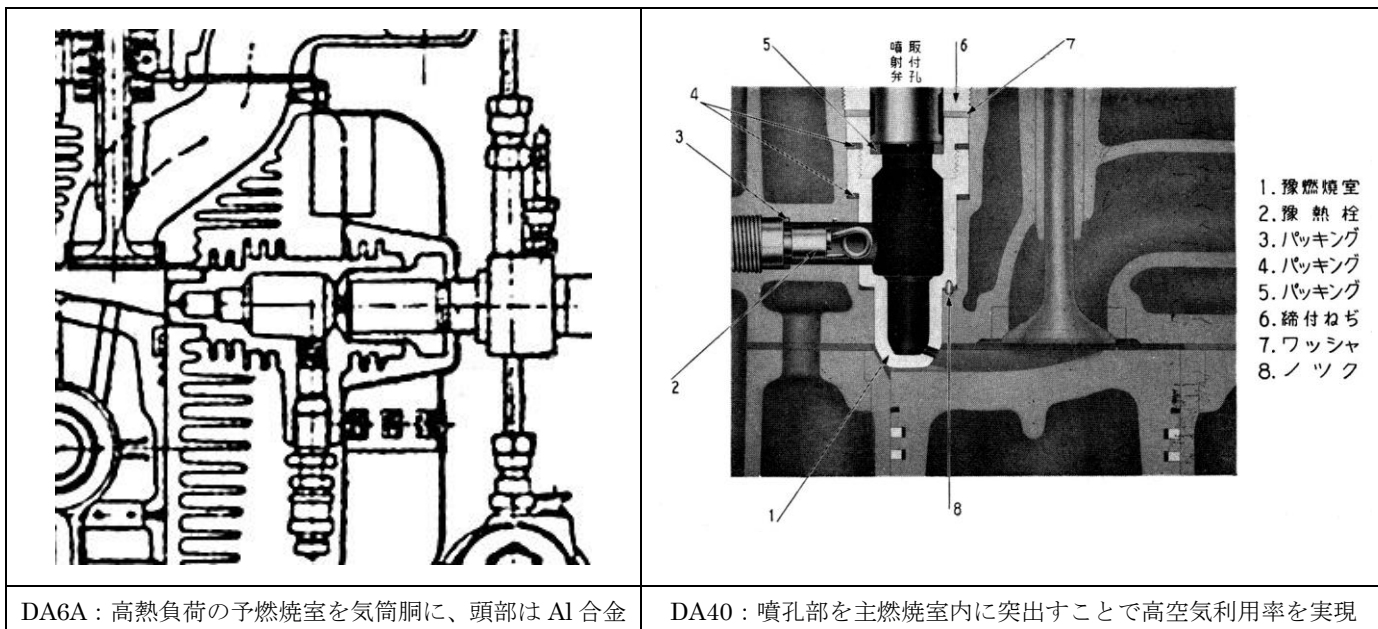
結果的に、池貝「渦流蓄熱式」を典型とする渦流室式燃焼室[他に新潟、神鋼]や直噴(開放)燃焼室[三菱]、斜め吹き予燃焼室[三菱、新潟]等は自動車・牽引車・戦車用統制発動機への競争を制し得なかった。渦流室式に関して言えば、その命運は須らく一過性の存在に終わった同世代・世界各国のケレン味溢れる仲間たちと同断であった。かくて、高速ディーゼル機関用渦流燃焼室進化史における“カンブリア紀の大爆発”は終りを告げ、世界各国において選ばれたものたちだけが生き残り栄えて行く時代が訪れた。

わが国において先行三社や同時代の新たな競争相手の作品に打ち勝って統制発動機の座を射止めたのは自動車工業(株)(いすゞ)、伊藤正男氏の開発になる予燃焼室式機関であった²¹。

伊藤氏によって生み出された統制型予燃焼室は空冷(戦車)・水冷(自動車・牽引車)二系列存在した。この内、最初に開発されたのは冒頭にも述べた 5t 牽引車用空冷機関 DA6A 型(6L-110×140, 100PS/2,000rpm.)で、横吹きの予燃焼室を有していた。それは 100 式統制 DB50 型(6L-120×160)へと発展した。水冷・堅型・片寄せ燃焼室付機関としては乗用車用 DC6 型 4.20ℓを習作として、6t 牽引車用 DD6 型 10.52ℓ、同 100 式統制 DA50 型 10.85ℓ、標準車系トラック・バス用 DA40 型 5.10ℓ、大型トラック用 DA60 型 8.55ℓが相次いで開発され、空冷 V 型 12 気筒を頂点とする 100 式統制発動機諸形式は設計公開の上、三菱、池貝、新潟、日野、日立等各社で多数分担生産された。ここに掲げるのは DA6A 型と DA40 型の予燃焼室である。

図 34 いすゞ統制型予燃焼室

²¹ 前掲『いすゞディーゼル技術 50 年史』の他、前掲拙著『日本のディーゼル自動車』及び『ディーゼル技術史の曲り角』信山社、1993 年、第 6 章、『伊藤正男 —— トップエンジニアと仲間たち —— 』日本経済評論社、1998 年、参照。



DA6A：高熱負荷の予燃焼室を気筒胴に、頭部はAl合金

DA40：噴孔部を主燃焼室内に突出することで高空気利用率を実現

DA6A：荒牧寅雄(実際の開発と論文執筆は伊藤正男氏)「自動車用空冷ディーゼル発動機」『内燃機関』第2巻 第9号、1938年9月、第31図、より。

本機関については上西甚蔵・荒牧寅雄「空冷ディーゼル発動機に就て」『日本機械学会論文集』第4巻 第17号、1938年11月、にも詳しく報告されている。これも実際の執筆者は伊藤正男氏である。

DA40：ディーゼル自動車工業(株)『五立統制型ディーゼル機関 取扱説明書』8頁、第三図(同『自動車講義(全)』8頁、第二図も同じ)。

いすゞ統制予燃焼室の確立、とりわけ98式牽引自動貨車や98式6t牽引車の制式化を転機として池貝自動車において製造される自動車用・車両用ディーゼルにおいても統制型予燃焼室式機関が主流を占めるに到った。詰まる所、本稿で紹介された池貝機関2機種は比較的大きなボアを有する高速ディーゼルにおいて渦流室式燃焼室が“大爆発”の兆しを見せていた時代をわが国において代表する示準化石的作品に終わった。

94式自動貨車自体もホイールベースを保護自動車並に100mm伸ばしてやや大形化した上述の1式6輪自動貨車への世代交代が進展する中で後景に退いて行った。ここでは資料の制約上、1式6輪自動貨車の応用車型である2式発生自動車のシャシ図面を掲げておく。

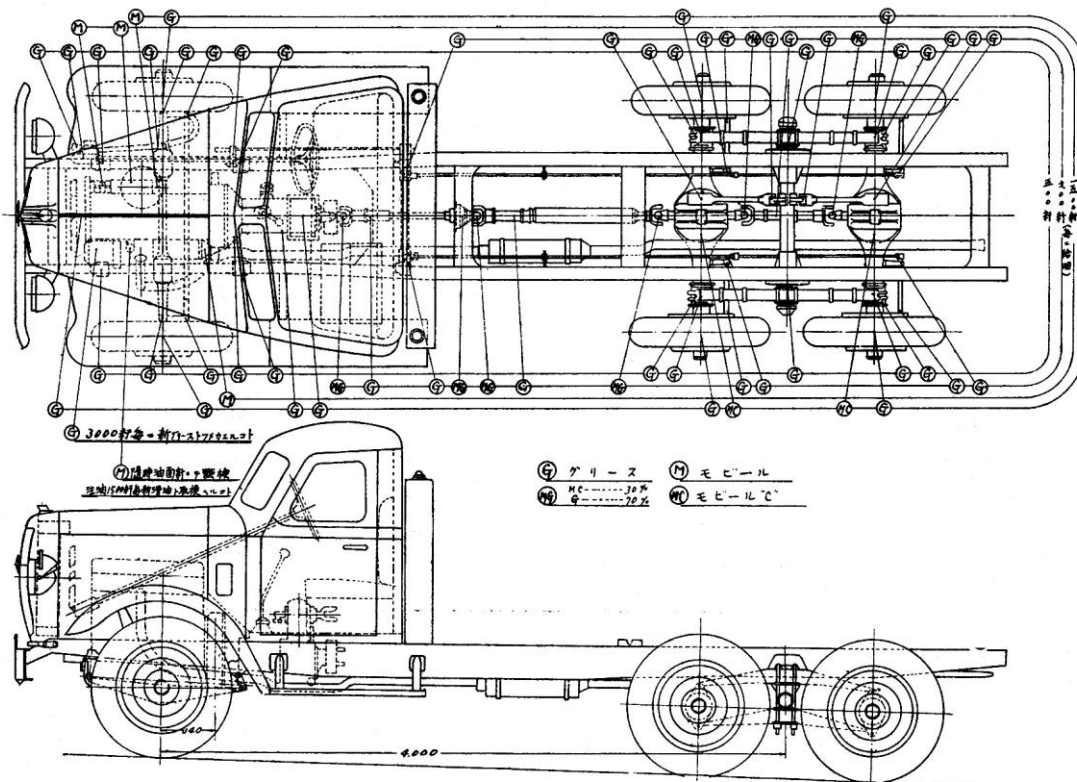
2式発生自動車というのも耳に馴染まぬ、かつ如何にも奇異に響く称号であるが、2式という以上れっきとした制式車両であり、「属品表」に「錨章」とあることからして海軍の車両であったということは間違い無い。察するに、本車両は魚雷用液体酸素を製造するための圧縮冷凍機を架装した車両ではなかったか？ 主機により変速機附属のPTOを介して圧縮冷凍機を駆動したと推察する次第である²²。

この2式発生自動車はDA40型ディーゼル機関搭載車両であった。ディーゼルなれば連

²² いすゞ自動車(株)『いすゞ自動車50年史』1988年、95頁、表19の冒頭に陸軍兵器本部発注品として「二式水素発生車甲」なる車種が掲げられているが、本車との異同は不明。

続高負荷運転させてもガソリン機関のようにオーバーヒートでダウンするような事態には陥らぬから、噴射系重要部品国産化のテンポが一向に上らず、自動貨車のディーゼル化が思うに任せぬ状況下にあっても優先的にその生産計画が立案されたのであろう²³。

図 35 1式自動貨車の応用車型、2式発生自動車のシャシ



ディーゼル自動車工業㈱『自動車講義(全)』165頁、第四十六図。

表 3 ディーゼル自動車工業㈱における戦時自動車生産実績

年 度	ディーゼル車[比率%]	ガソリン車	合 計
1938	(100)[6.0%]	(1,555)	1,655
1939	277[6.6%]	3,919	4,196
1940	347[4.9%]	6,801	7,148
1941	(300)[3.9%]	(7,467)	7,767
1942	(350)[6.2%]	(5,289)	5,639

²³ 戦後、類似の局面は消防ポンプ車機関を巡って再現された。しかし、消防ポンプ車用機関においてはガソリン機関にとっては持久力が、ディーゼルにとってはクイックスタート性が致命的な問題であった。それ故、ポンプ車用機関の全面的ディーゼル化は直噴ディーゼル機関の登場に待つところ大であった。これについては拙稿「戦前・戦時期の国産中・大型自動車用機関について(1)」『経済学雑誌』第 111 巻 第 2 号、2010 年 9 月、参照。

1943	(550)[10.4%]	(4,724)	5,274
1944	?	?	3,845
1945	?	?	638

いすゞ自動車㈱『いすゞ自動車 50 年史』1988 年、56 頁、表 12、61 頁、表 15、78 頁、表 16、より。

懸命の努力にも拘らず、軍用装軌車両のケースとは対照的に自動貨車ならびにその応用車型総体のディーゼル化は遅々として進まなかった。1941 年、自動車製造事業法に基づく許可会社としてディーゼル自動車の製造を独占的に許可されるに到った新会社、東京自動車工業㈱改めディーゼル自動車工業㈱における戦時生産実績は表の通りに推移した。

陸軍統制系ディーゼル機関やその技術の上方展開を以ってする大型自動車・鉄道車両・建設機械・小型船舶主機分野における動力革新は全輪駆動化共々、概ね戦後の課題として持ち越された²⁴。

それがこの国の国情、工業技術の実力であった。左様な国が対米戦争を仕掛けたこと自体が無謀の極みであった。技術者は今井武雄にせよ伊藤正男氏にせよ、^{それぞれ}夫々の職分を見事に全うした。無能さを発揮したのはあくまでもこの国の指導層に他ならない。

平和の到来と共に統制系予燃焼室機関は海外市場にも進出し、国内においては 1970 年代、直噴式機関へのバトンタッチが始まるまで現役であり続けた。その過程においては一時期、ボア 80mm 前後ないしそれを下回る小形機関の領域において渦流室式の隆盛が併進した。しかし、その担い手は Ricardo Comet Mk.V ないしその亜流ばかりとなっており、最早、池貝のそれを含む“大爆発”世代の面影はそこには見出されなかった。

おわりに

陸軍統制発動機をめぐる闘いにおいて劣敗した技術について永らく穿鑿を弄することとなり、諸賢に申し訳なく思うが、一連の考証により次のことが判明した。

渦流室式燃焼室を持つ池貝高速ディーゼルは陸軍における自動車用統制ディーゼルの嚆矢ではあったものの、「乗用車用ディーゼル」に係わる大道寺の論文、その他の著書を通じて一般に流布せしめられて来た「池貝＝“渦流蓄熱式”燃焼室」のイメージと実際に 94 式 6 輪自動貨車用池貝 4HSD10XE 型統制ディーゼル機関に用いられていた燃焼室とはかなり趣を異にするモノであった。

更に、97 式軽装甲車用池貝空冷ディーゼルの燃焼室は 4HSD10XE 型のそれとも、また池貝の「渦流蓄熱式燃焼室」とも異なる月並みな渦流室に過ぎなかった。

以上 2 点が明らかにされたことにより、「池貝＝“渦流蓄熱式”」という誤ったイメージの固定化を通じて技術進歩の微細構造が見失なわれて来た旧套を脱する機縁得られたと結論付けられる。

²⁴ 上方展開(サイズアップ)の局面については『ディーゼル技術史の曲り角』第 6 章、参照。