

空気室式高速ディーゼルの盛衰と日立自動車用機関

—— 内燃機関開発における試行錯誤と技術シフト ——

History of Air Cell Type High-Speed Diesels and HITACH Automobile Engines

Trial and Error and Shifts in the Development of Internal Combustion Engines

大阪市立大学大学院経済学研究科 *Discussion Paper* No.93, 2016年4月7日

坂上茂樹

Shigeki Sakagami

目 次

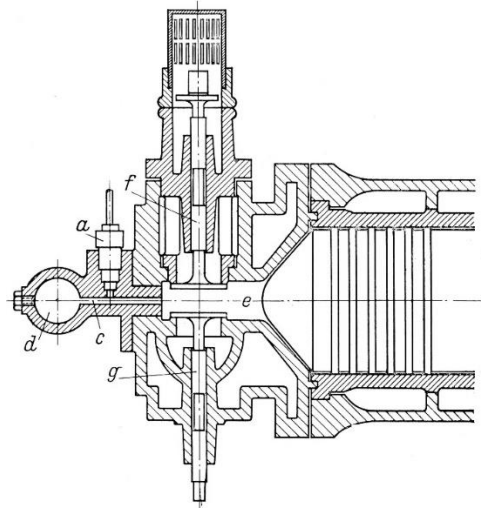
はじめに……空気室とその2類型

1. 2次空気供給型空気室の展開
 2. 2次噴射型空気室の展開
 3. 日立製作所製自動車用ディーゼル機関とその展開
 4. 戦後の日本における空気室式機関の残影
- むすびにかえて

はじめに……空気室とその2類型

空気室(air cell)と総称され、戦前戦時期、一部の高速ディーゼル機関に用いられた副燃焼室ないし副室付き燃焼室は 1908 年、Gasmotorenfabrik Deutz に在った Prosper L'Orange(独)の手で創始された。無論、その開発時期からして、元来はディーゼル機関の高速化へのアプローチとしてではなく、無気噴射方式の実現、R., Diesel の特許回避を目的として開発された技術であった。想えば、そこで目の敵とされた空気噴射方式も一種の2次空気供給システムを兼ねる燃料供給・霧化装置に他ならなかった。

図1 L'Orangeによる元祖空気室(1908年)



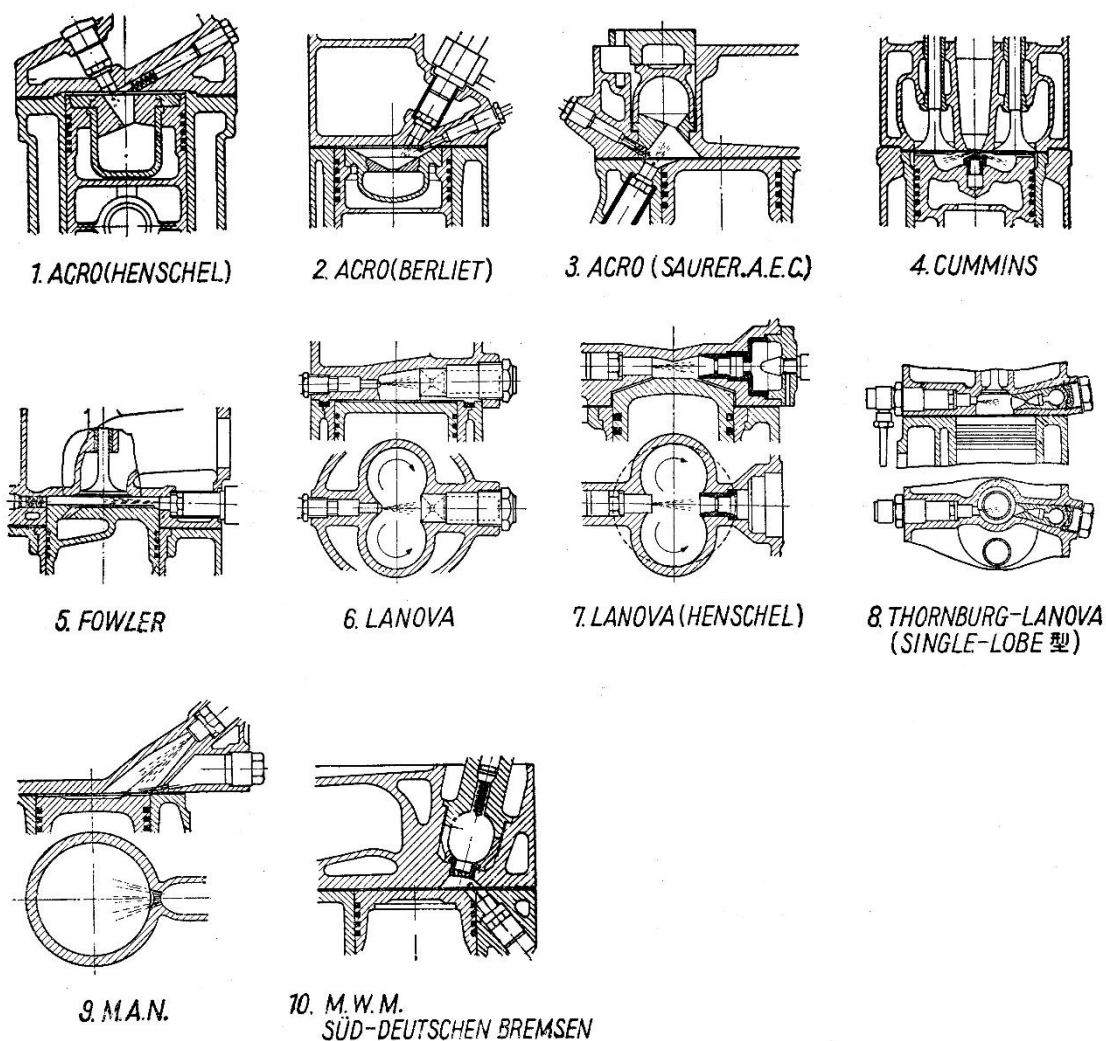
F., Sass, *Geschichte des Deutschen Verbrennungsmotorenbaues von 1860 bis 1918*. Berlin et al., 1962, S.396 Bild 330.

図より、L'Orange 空気室の設置目的が燃焼場への2次空気導入に置かれていたことは自明である。圧縮行程と初期燃焼過程における圧力差により主燃焼室から空気室へと押込まれた空気ないし空気と燃焼ガスとの混合物が主燃焼室内の圧力降下に伴い、そこに逆流し、2次空気の供給と攪拌作用が果され、比較的緩慢で良好な燃焼が実現される寸法である。

ところが、後年、空気室にはこの純粹の2次空気供給型を押し退ける勢いで2次噴射型とでも形容され得る型式が割り込んで来ることになる。2次空気供給型が恃みとする噴出エネルギーは単なる圧力差であるからその逆流生成能力は微弱であった。そこで、これを強化するために燃料噴霧の一部を空気室内へと導き、そこでの着火を促すことにより空気室から主燃焼室へのガス噴出エネルギーを大きくしてやろうというアイデアが浮上した。この意図の下に講じられた様々な摸作の結果として誕生したのがここに謂う2次噴射型なる第2類型の空気室であり、それらは大袈裟にもエネルギー室(energy cell)などと呼称されたりしたものである。

その作用機序故に、2次噴射型空気室のあるものは擬似渦流室とでも位置付けられ得るような存在である。実際、あるタイプの2次噴射型空気室と渦流室との境界線は、後に見るように、若干、曖昧となっている。次図において4のCumminsと9のMANが2次空気供給型、それ以外は2次噴射型であり、3及び10がここに謂う擬似渦流室型をなす。

図2 各種空気室式機関要部



大井上 博『高速ディーゼル機関』山海堂、1940年、167頁、図9・1。

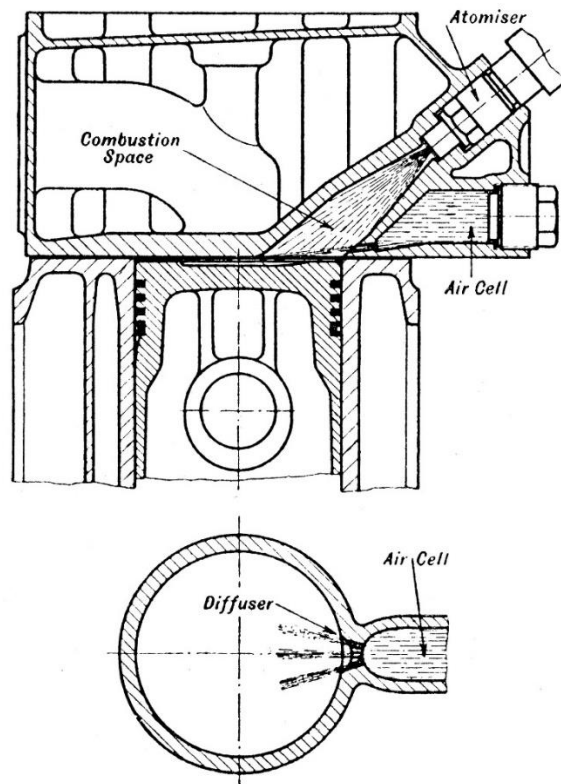
本稿は高速ディーゼル用に開発実用化された2つの種類の空気室について歴史的に概観し、我国におけるその実施あるいは模倣例を日立製作所製自動車機関その他を通じて紹介しようとする試みである¹。

1. 2次空気供給型空気室の展開

i) MANの2次空気供給型空気室

前図9のMAN空気室の内部において燃焼はほとんど生起しない。従って、それは典型的な2次空気供給型空気室である。そして、一時期はこれが最もメジャーな空気室であったから、歴史的順序はさて置き、先ずこれから取上げたい。

図3 MANの空気室



A.,W., Judge, *High Speed Diesel Engines*. London, 1938, p.132 Fig.96.

空気室そのものに係わるという点でMANにして最初の英国特許と推定されるモノはNo.355459(1930年7月15日)である。後のMAN空気室に現実的係わりを有する原型特許と

¹ 本稿はそれ故、旧著『日本のディーゼル自動車』日本経済評論社、1988年、に対する補足をなしている。

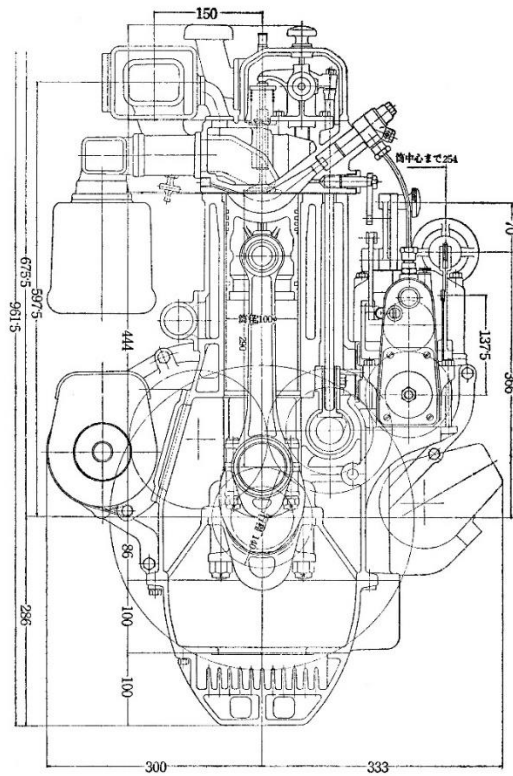
思しきモノは No.376576(1931年10月15日)であるが、後に製品化された形態とは正反対の構成となっており、大柄な空気室横吹きの子燃焼室に附加したようなスタイルであり、しかもこの両者は連通されていた。これに続く No.403268(1933年4月8日)においては生産型に近い構成が謳われている。生産型との違いは空気室と主燃焼室との位置関係のみである。同じ日付の No.404838 においては2つの主張が為されているが、空気室は予燃焼室への附加物へと零落せしめられており、空気室の位置を除けば生産型との距離は却って遠くなったと解されるが、この2つの特許から選り取りすれば生産型の MAN 空気室が出来上がったと言えなくはあるまい²。

完成形となった空気室を備える MAN の空気室式機関(6-105×120mm[6.23ℓ]、90PS/2400rpm、総重量 600kg)は先次大戦期、ドイツ陸軍における自動車用統制発動機に指定され、MAN 以外に Humboldt-Deutz、Henschel und Sohn 等、数社で分担生産された。しかし、戦後、この空気室式機関は直噴式に途を譲り第一線を退く結果となっている。

我国における MAN 型空気室に係わる事蹟としては自動車工業(株)(現・いすゞ自動車(株))において単筒試験機関が製作され、実験に供された記録があるものの、実用水準の機関製作例としては船用中型機関メーカー、阪神鐵工所(現・阪神内燃機工業(株))における試作例が伝えられているのみである。その諸元は 4-100×140mm、標準出力 40HP/1600rpm.(最大出力 45HP)、 $\epsilon = 15$ で、寸法入りの図まで残されているが、それ以上のことは不詳である。

図4 阪神鐵工所試作 MAN 型空気室式機関

² 発明公報協會『英国特許總覽 内燃機關 上(1932 - 1935)』1944年、152、350、610、621頁、参照。



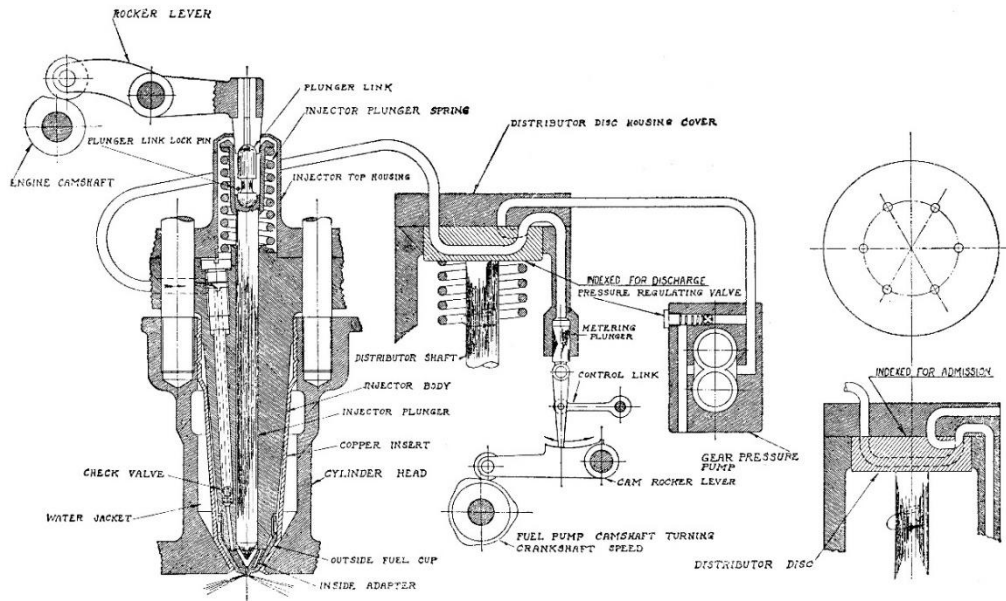
日本機械學會『機械工學年鑑』1942年、284頁、第7図。

ii) Cummins 他

Cummins Engine Company.(米)は1932年、燃料噴射に低圧燃料供給ポンプと一種のユニット・インジェクタとを組合せた独特の2段階機械式噴射システムの創製によって斯界に名を馳せたエンジン・メーカーである。但し、戦時期までのカミンズは突出した作品で知られたものの、産業動力用エンジン・メーカーとしてのその存在感は今日ほどではなかった。それはアメリカでは未だこの領域にガソリン機関が蔓延っていたこと、カミンズが単体エンジン・メーカーであり、Caterpillarのトラクタやブルドーザのような華のある最終製品と無縁であったことの帰結であろう³。

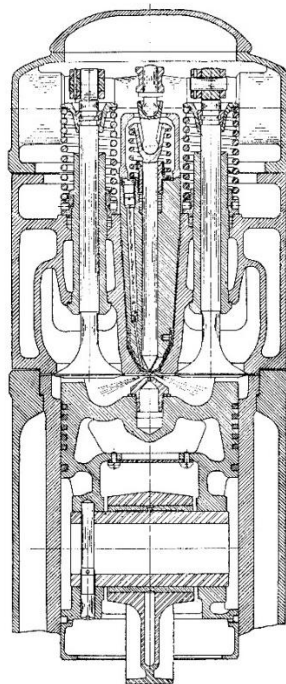
図5 CumminsのDD式噴射系

³ この時代のカミンズ機関については cf., P.M., Heldt, *High-Speed Diesel Engines*. N.Y., 1940, pp.281~288。この旧方式と新方式との対比については菊池恭三「ディーゼルエンジンの高速回転と Cummins の燃料噴射ポンプ」『エンジン』Vol.2 No.2、1956年2月、A.W., Judge, *High Speed Diesel Engines*. 6th. ed., London, 1967, pp.281~286、参照。



Judge, *ibid.*, p.179 Fig.133.

図6 Cummins 機関の燃焼室回り



ditto., p.328 Fig.285.

それにしても、そのピストン冠中央部に埋設され、往時、“air bottle”などと呼ばれた2次空気供給・攪拌用空気室はどう最頂目に見ても高々、盲腸程度の存在に過ぎず、既往のDD方式から1954年に開発されたよりシンプルなPT方式へとその噴射システムが転換された

頃には敢え無く撤去されてしまった⁴。

その他、マイナーな、言い換えれば特許だけに終わった 2 次空気供給型空気室に係わる英国特許の例として Motorenwerke Mannheim A.G.(MWM) No.341455、Daimler-Benz A.G. No.413512、同 No.452005、Soc. Anon. A. Saurer No.383993、McLaren, Ltd. No.399369 といった例が見出される。また、一流エンジンメーカーのそれを含め、箸にも棒にもかからぬような特許が取得されている。これらについてはしかし、一切、無視してかからざるを得ない。

なお、国内では池貝鐵工所が噴霧の軸と直交する壺型空気室いじりから渦流室式へと転じたり逋信省航空局の村田元之助らが 2 次空気供給型の球状空気室と渦流室との比較実験を行った事蹟が報告されている⁵。

2. 2 次噴射型空気室の展開

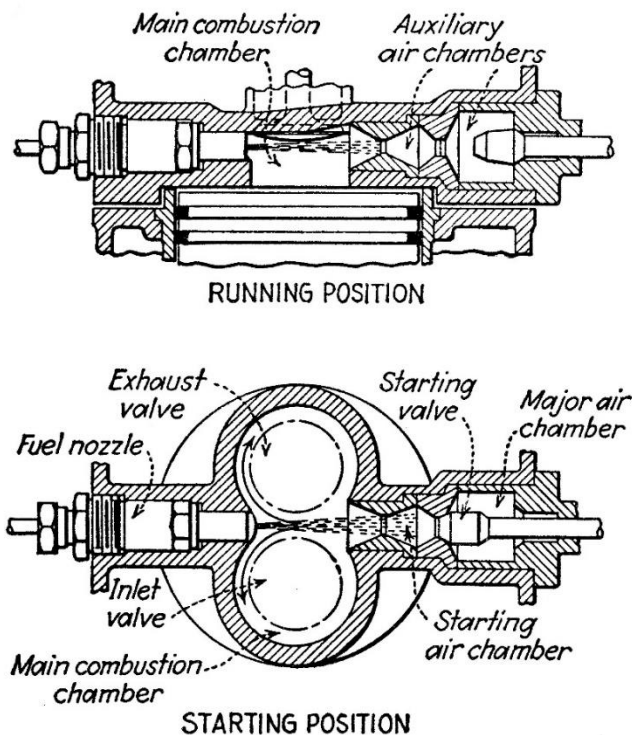
i) Lanova 空気室

2 次噴射型空気室の一典型は予燃焼室のような働きを有するそれであり、ラノーファ空気室がその代表である。定常運転時と始動時とで空気室を切替え、圧縮比を変更出来るような工夫がなされていた。定常運転時には噴射燃料の 20~30%程度が空気室内で燃焼し、これによる圧力上昇が主燃焼室への噴出エネルギーを供給した。次図はその完成形態を示す。

図 7 Lanova 空気室

⁴ 因みに、PT の新噴射系ユニットはそのまま DD のそれに置換えられるよう設計されていたが、大井上前掲『高速ディーゼル機関』の 1954 年版の巻末に新たに付加された折込表中の第 91 表、'54 年 8 月時点における「外国製自動車・車輛用ディーゼル機関要目一覧表」において、カミンズ機関は「直接噴射式」と表記されている。

⁵ 今井武雄「池貝ディーゼル自動車に就て」『機械學會論文集』第 1 巻第 4 号、1935 年 10 月、門馬孝吉『最新 高速ディーゼル機関』自動車工學社、1937 年、186 頁、村田元之助他 4 名「試作副室附ディーゼル発動機の性能(第 1,2 報)」『機械學會誌』第 41 巻 第 250 号、1938 年 2 月、参照。



L.,C., Lichty, *Internal-Combustion Engines*. 6th. ed., N.Y. et.al., 1951, p.383 Fig.313.

ラノーファ空気室は Franz Lang(独)によって発明された。その最初の英国特許は 1930 年 11 月 22 日の No.358416 と 358417 に取得されている。ランクはその後も彼の燃焼室の改良に腐心したと見え、No.359886、380337、380692、387556、392806、396616、412636(ピストンに依る可変容積空気室)、421163(弁に依る同左)、421713(同左)、441675(同左、グロープラグ併設、通電始動時に圧縮比を下げる)、467375(ピストン頭形状変更)といった英国特許を取得した他、空気室に代えて 2 つ目のノズルを設け噴霧を激突させるアイデアに対して No.393817 を得ている。彼は Lanova A.G.を設立する一方、その特許をドイツ内外の多くのエンジンメーカーに譲渡し、空気室式機関としてはその仲間が最後まで現役に踏み止まった⁶。

噴射ノズルと空気室とを正対させ、後者を予燃焼室的に作用させるラノーファまがいのアイデアとしては後者を壱型片寄せ予燃焼室のような格好に配するイギリス特許 No.401796 や噴射ノズルの代りに壱型予燃焼室を配し、その噴孔に空気室を正対させるベントの英国特許 No.421093(単噴孔+1 空気室又は中央 3 噴孔+周辺 3 空気室)が存在する。しかし、何れも図面上のみの技術に終始したようである。

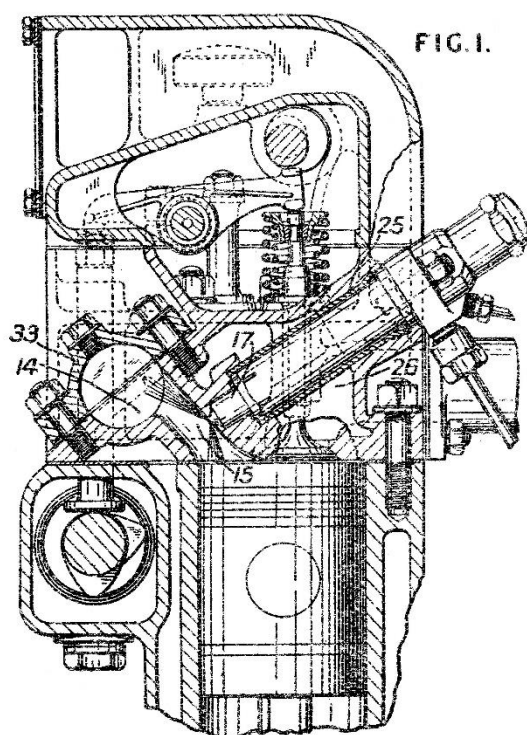
ii) MWM・南ドイツ・ブレーキの空気室

⁶ 発明公報協会『英国特許総覧 内燃機関 上(1932 - 1935)』173、189、387、390、452、504、515、548、688-689 頁、同『下(1936 - 1939)』1944 年、14、15、20、128、191 頁、参照。

2次噴射型空気室に係わる今一つの型式は擬似渦流室として分類可能な一群を形成している。その典型は Acro 燃焼室及びそこから派生した Saurer-Acro(AEC)燃焼室(図2の1~3)であり、後者は Ricardo の Comet 系渦流室の直接的な前段階に位置するモノとなっている。しかし、これについては旧著にて論じられたことでもあり、ここでの再論は控えたい⁷。

擬似渦流室的空気室が有する中間的性格は渦流室式に分類されてはいるが、ノズルを2噴孔とし、噴霧の一方を主燃焼室側に、他方を副燃焼室側に向けた Perkins 渦流室の存在によってより強調される。この点を確認した上で、サウラー・アクロと双璧をなす擬似渦流室的空気室=MWM 空気室に目を転ずることにしよう。

図8 Perkins の Aeroflow 燃焼室(英国特許 No.401703[1932年4月14日])



発明公報協會『英国特許總覽 内燃機關 上(1932 — 1935)』597頁、より。

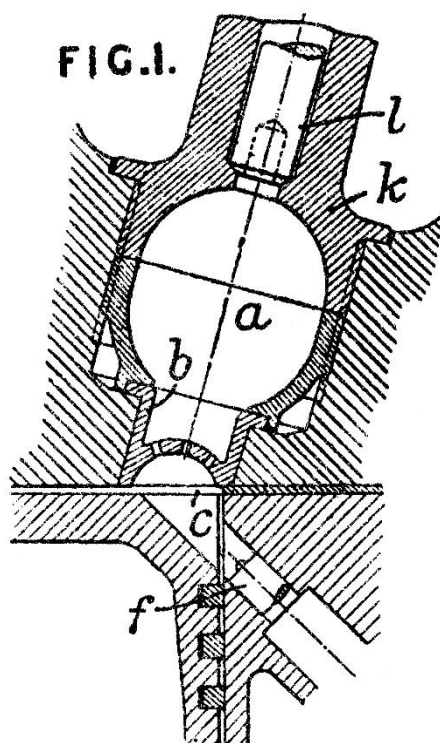
MWM(現・MWM GmbH)は1883年、Carl Benzによってマンハイムに設立されたガス機関メーカーに端を発し、現在でも世界的に有力なディーゼル機関メーカーの地位を保っている。但し、MWMがかつて市販した空気室式機関は当時、その親会社であった Knorr-Bremse A.G.の傘下に肩を並べていた Süddeutsche Bremse A.G.に依り MWM ブランドで製造された製品のようなものである。それは、親会社クノールが MWM には大形機関を、南ドイツ・ブレーキには小形機関をとという分担生産体制を構築させていたからである。後者は第一次世界大戦後、BMW から派生させられた会社であったから、小形エンジンぐらい造っても不思議は

⁷ 『日本のディーゼル自動車』89~90、148~150頁、参照。

無かったが、同社はその後、親会社に統合されている⁸。

以下、本稿ではこの間の経緯を無視して単に MWM 空気室などと呼ぶ。但し、その英国特許は確かに南ドイツ・ブレーキによって取得されている。

図 9 MWM 空気室：Süddeutsche Bremse A.G.の英国特許 No.375136(1931年9月1日)



発明公報協會『英国特許總覽 内燃機關 上(1932 - 1935)』338 頁、より。

次図に示されるように、ノズルからの燃料噴霧は空気室の手前 1 で着火し、火焰は空気室内に進入しつつその内圧を高め、ピストンの下降と共に主燃焼室への噴出を生じて 2 次空気の供給と攪拌作用を果たす。

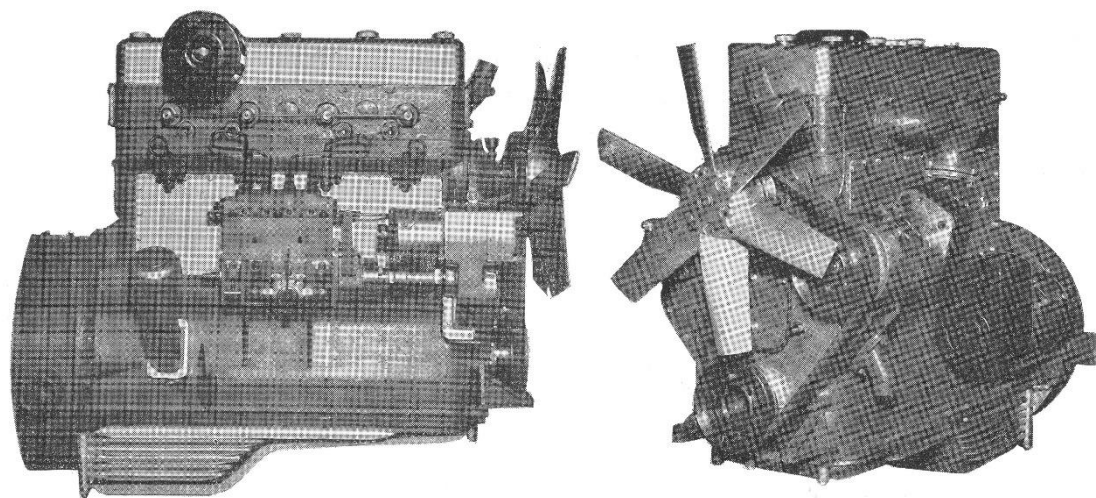
図 10 MWM 空気室における火焰伝播

⁸ MWM の最初の 100 年史についてはオノ・ジュアセン/吉田正裕訳「創立 100 年を迎えた MWM 社」『内燃機関』Vol.19 No.244(1980 年 12 月)、参照。空気室式機関についての記述はごく限られている。

3. 日立製作所製自動車用ディーゼル機関とその展開

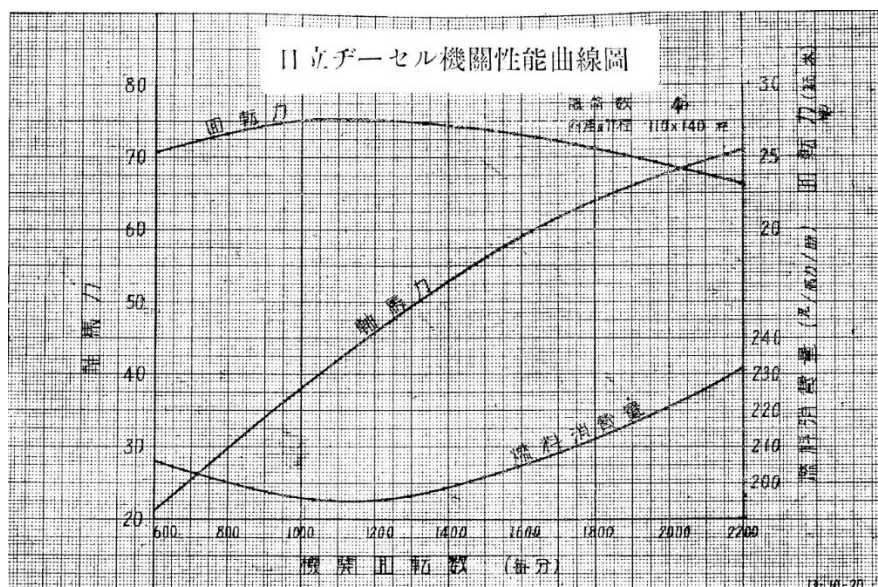
以下、この MWM タイプの空気室を有する日立機関の一機種についてやや詳しく紹介して行こう。依拠する資料は株式会社日立製作所『自動車用 日立ディーゼル機関説明書』1936年10月(以下『説明書』)、表紙左上に「第 47 号」とあり、数字はスタンプである。解説されている機関の型式は日立式 429BO 型である。その概要は OHV、4L-110×140mm(5.32ℓ)、標準出力 46HP/1200rpm.、最大出力 75HP/2200rpm.であった。

図 12 日立式 429BO 型ディーゼル機関の外観



『説明書』より。

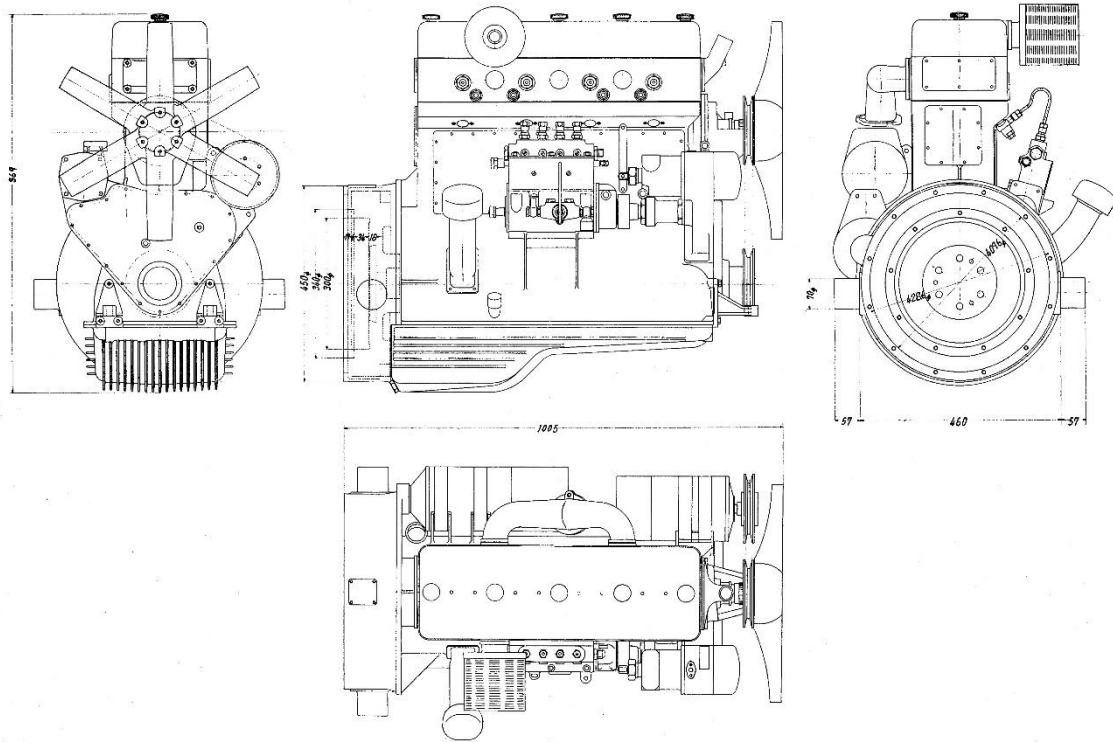
図 13 日立式 429BO 型ディーゼル機関の全負荷性能曲線



『説明書』より。

常用される燃料は日石二號發動機油相当の重油であった。酷寒時始動には補助タンクに蓄えられた軽油の使用が勧められていた。標準出力における燃料消費率は $6.5\text{km}/\ell$ 、同じく潤滑油消費率は $200\text{km}/\ell$ であった。

図 14 日立式 429B0 型ディーゼル機関組立図



『説明書』より。

クランク室上半部と一体の気筒ブロックは特殊鋳鉄製とあるが、気筒頭の方法についての言及は無い。ヘッド G/K は銅アスベスト。新車には走行 500km で気筒頭取付けボルトの増し締めが求められていた。

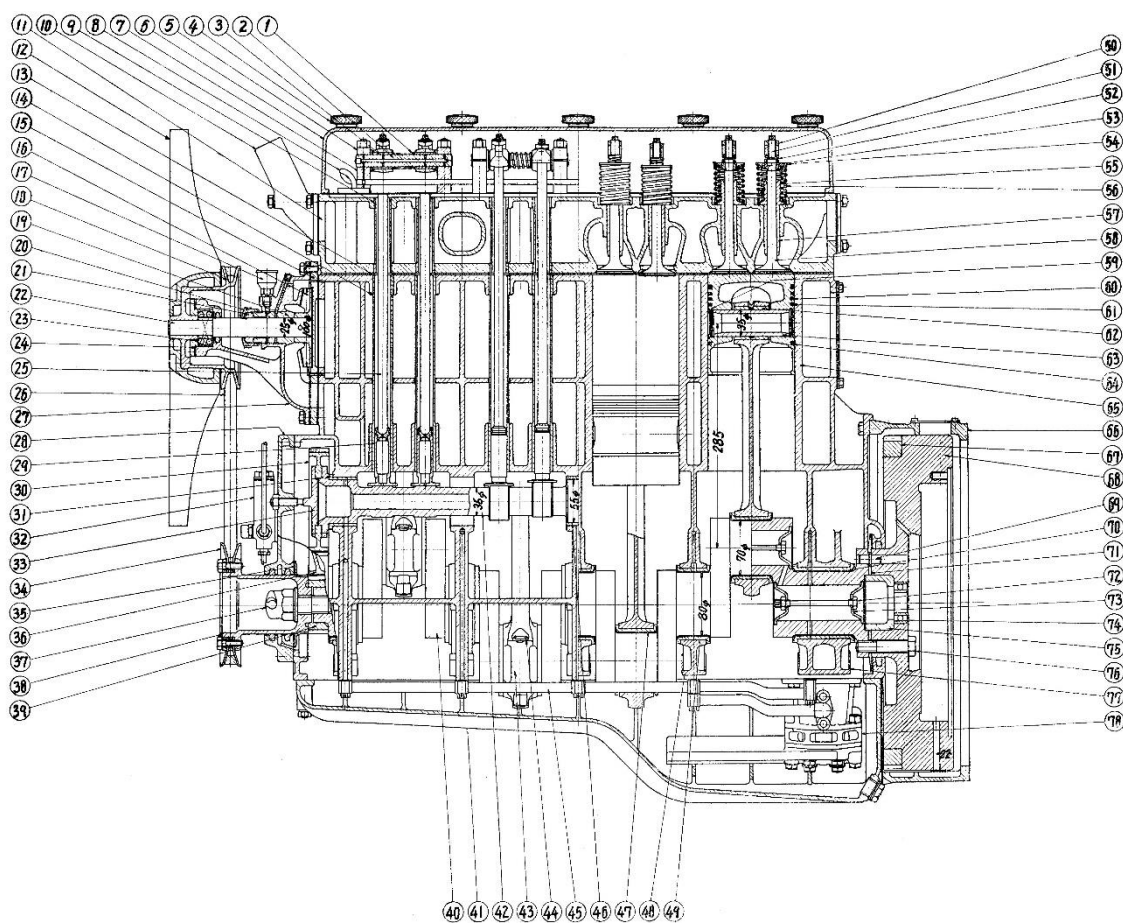
また、給油管を兼ねるクランク室ブリーザ・パイプからの白煙ないし青煙、あるいは多量の排ガス吹き出しはブローバイの過多を表し、気筒焼付きの兆候であるから注意すべしとある。確かにリング折損でも起こればその通りであり、正直な忠告でもあるが、これ程までに自信無さげであるからには、キャブオーバー・エンジン車やリヤ・エンジン車への搭載など絶対の御法度であったと見える。

ピストンは軽合金鋳造品で上部にプレーンの真円圧縮リング 3 本と油リング 1 本、下部に油リング 1 本入り。気筒組込み常態における合口隙間は圧縮リングが 0.6mm 、油リングは 0.3mm 。

連桿は NiCr 鋼製で I 断面を有する鍛造品のようなのである。中進間距離は 285mm。桿部に油道が明けられ、小端ブシュは青銅製、大端軸受はケルメットであった。

クランク軸は NiCr 鋼製 5 軸受で全面機械加工され、ピン、ジャーナル部は中空加工されている。釣合錘は無く、形状的に削り出し品と判断される。ジャーナル径は 80φ、ピン径は 70φ である。主軸受もケルメットであったろう。軸受隙間は $5/100 \sim 8/100$ mm 程度。

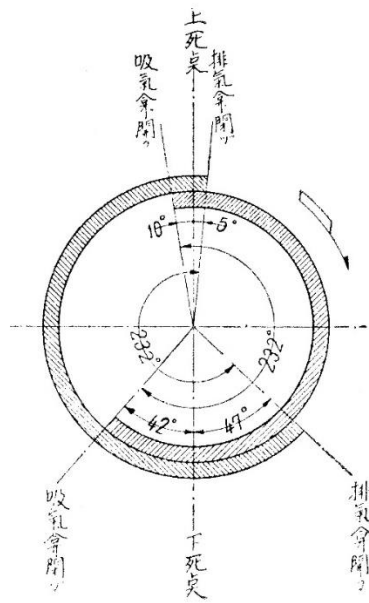
図 15 日立式 429BO 型ディーゼル機関縦断面



『説明書』より。

カム軸は NiCr 鋼製肌焼き、吸排気弁はシルクローム鋼製一体品、冷間の弁隙間は吸排気共に 0.2mm。

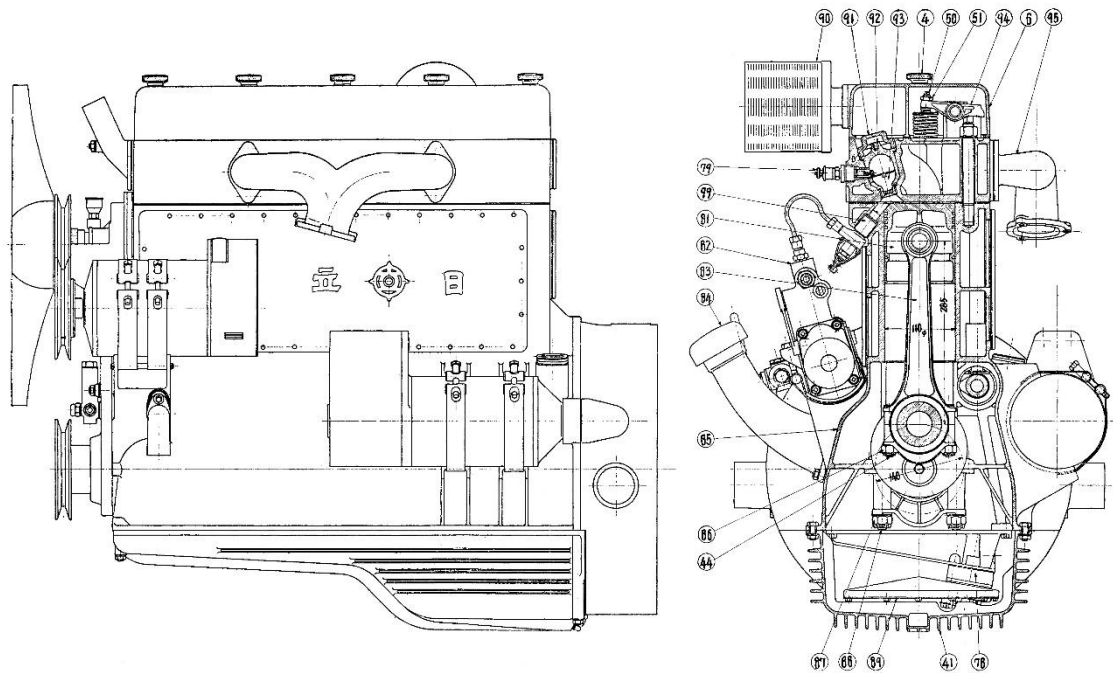
図 16 日立式 429BO 型ディーゼル機関の弁開閉時期



『説明書』より。

オイルパンは軽合金製、潤滑油ポンプは歯車式、新製時における標準油圧は概ね 3kgcm^2 。冷却水循環ポンプは遠心式、冷却水量は放熱器込み 30l で、その機関出口温度は $40\sim 70^\circ\text{C}$ と指定されていた。

図 17 日立式 429B0 型ディーゼル機関横断面及び側面



『説明書』より。

本機関に採用された燃焼室とその燃焼機序について『説明書』は次のように語っている。いきなりイミテーションが告白されているものの、その論旨は用語法をアップデートすれば今日においても通用するような内容である。

氣筒内に吸込まれたる一定量の空気を以て出来る丈多量の重油を完全に燃焼せしめたる時、此の氣筒から最大の馬力を最も能率よく得らる。即ち此の時の軸馬力當りの燃料消費率が最小にして其の機関に許されたる最大馬力を發生す、而して此場合機関の回轉數を増せば毎回吸込まれる空氣の量の減ぜぬ限り馬力は増加す。以上の理由に依り近來機関の回轉速度と容積當りの出力は増加の傾向に在り、故に非常に短時間内に一定の空氣量に對し多量の重油を完全に燃焼せしむる要あり。設計材料、工作共に優秀なる機関なることを要す、自動車用ディーゼル機関に於て此の目的に對し最も適當なりとの定評ある別室壓縮燃焼式を本機関は採用せり。

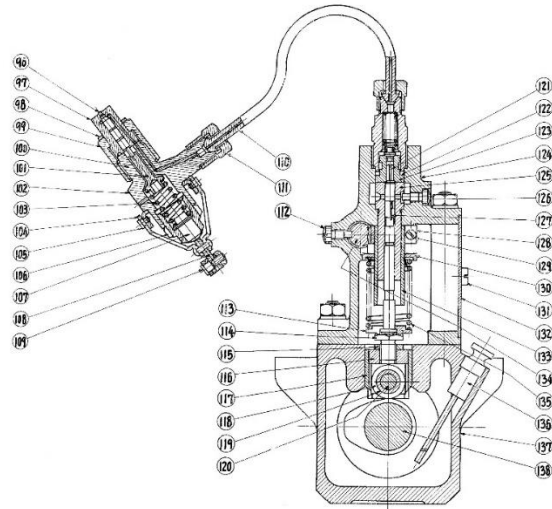
……ピストンが上行を初むれば氣筒内の空氣は壓縮せられ其の壓力と温度とを高め上死點に近づき油の自然着火温度に達せる時燃料噴射弁より重油を強壓力の下に霧状に噴射し之が高温の空氣と混和して圖に於て氣筒の右上に設けられたる別室と氣筒との間の絞口部を経て非常な勢で流入し此の中に於て油の微粒子と空氣とが完全に接觸して燃焼作用を起しつつ次の衝程に移る。

上述の燃料作用は嚴密には未だ其の現象が完全には研究されておらず、即ち重油と空氣の氣筒及別室内に於ける化學反應及び其の時間的經過は明らかならざれども大體の様子は上死點の手前にて噴射されたる重油の微粒子は高温の空氣に觸れて熱を受け、又微粒子が空氣中を非常な高速度を以て通過する爲兩者の間に起る激しき摩擦に依り熱せられ表面が分解して爆發し易き瓦斯となり之が先づ自然着火して燃焼が始まり激しき氣流の爲めに表面の燃焼せる部分は直ちに取去られ漸次微粒子内部に移つて燃焼を繼續するものと考へらる。

現在までの研究の結果に依ると燃料油が噴射されてより點火するまでの時間は短かく、油の微粒子が周圍の空氣より熱傳導に依り温度上昇すれば油粒表面に酸化作用起り其の作用速度は次第に増加す、高温になれば分子内の原子の化學的結合は不安定になり分離し其の際の發生熱に依り燃焼室中の諸點で點火す。同時に酸素が遊離して殘の燃料を酸化し高速度で全燃料に點火を起す、點火後燃焼ガスの熱解離、高温ガスの輻射其他色々複雑な現象を生ず。

斯く機関内の燃焼作用は極めて複雑にして一二の簡單なる推理を以て律すべからず、本機関は前述の如く燃焼の遅れ時間及び高速度機関なることを考慮し死點前可なり早く噴射を始め噴油期間の適當な選定に依り死點を少し過ぎたる點までの間に燃焼を完結するやうに設計せり。又此の燃焼も或る瞬間一時に行ふのではなく曲軸角度の相当期間繼續して行ひ最高壓力も一般の直接噴油式の機関より低く運轉状態は静肅なり。

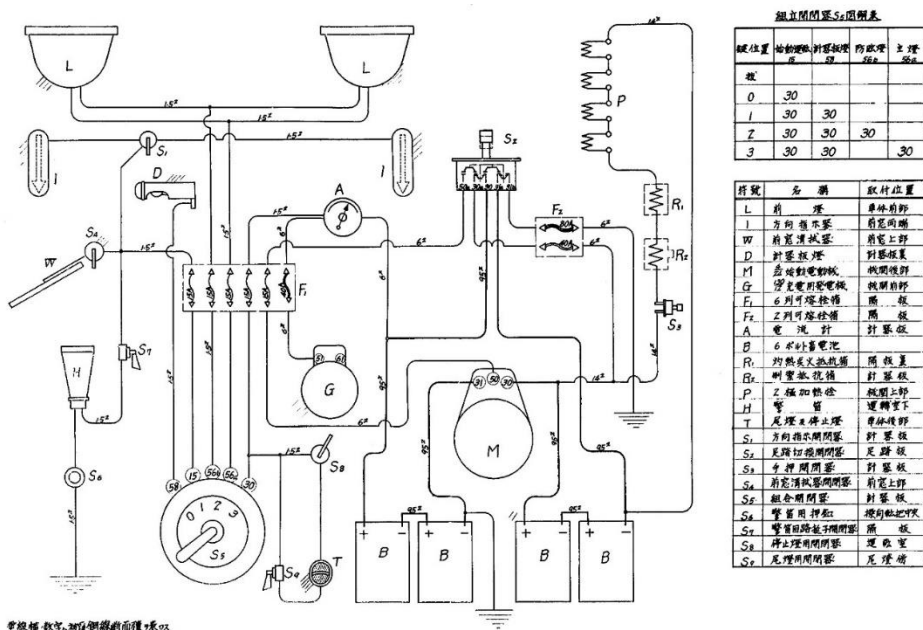
図 18 日立式 429BO 型ディーゼル機関の噴射系



『説明書』より。

噴射ポンプは定行程逃し孔式列型の内製品で、本体は軽合金製であった。プランジャのリードの詳細並びに调速機については不詳。噴射時期加減装置は手動式、噴射管は外径 6mm の鋼管であった。噴射ノズルは自動弁。標準的な開弁圧は意外に高く、160kg/cm² に設定されていたが、ダッシュボードには酷寒時始動用の開弁圧加減リングが装備され、更なる高压噴射を行えるように配慮されていた。

図 19 自動車搭載常態における日立式 429BO 型ディーゼル機関の配線図

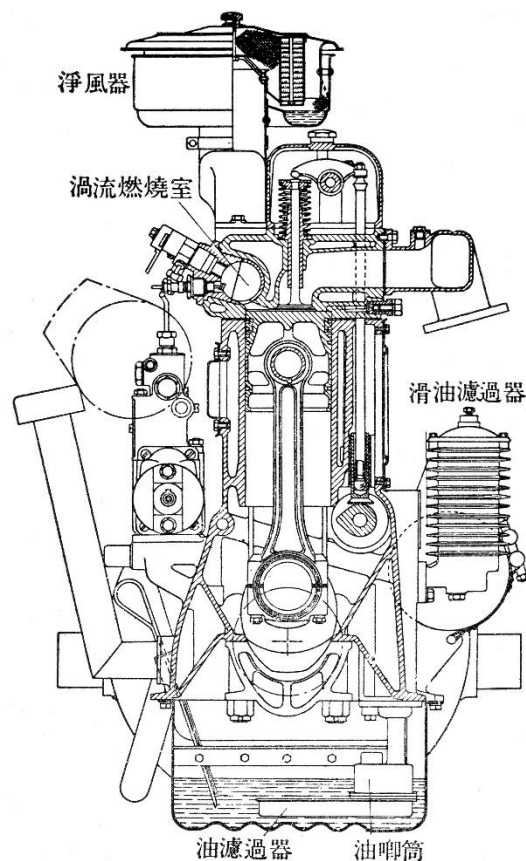


『説明書』より。

発電機は 12V・300W、蓄電池は 12V・140Ah、始動電動機は 24V・6 馬力のボッシュ・電機子移動型統制品。予熱栓は 2V・37A。

然しながら、程無く日立自動車ディーゼルは当時、普通に観られた渦流室式へと転じ、空気室時代と同様、大した実績も残さずにフェードアウトして行くことになる。

図 20 日立の渦流室式機関



菊池五郎『ジーゼル自動車工学』岩波書店、1953年、44頁、第32圖。

4. 戦後の日本における空気室式機関の残影

i) 長尾不二夫博士による MAN 空気室の改良研究

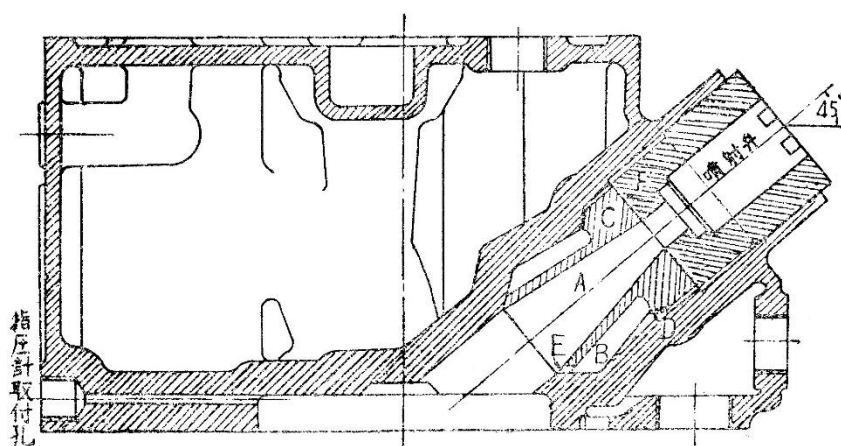
長尾は予燃焼室式において大きな絞り損失、冷却損失が発生する点を問題とされ、予熱無しでの冷間始動が容易で燃料消費率の少ない空気室式の開発を志向した。これ等の特性を有する空気室は勿論、2次噴射型ではなく2次空気供給型のそれであればならなかった。実験時期については不明ながら、報告の末尾には(昭 23.5.31)とある¹⁰。

¹⁰ 長尾不二夫「新空気室ディーゼル機関について」日本ディーゼル自動車普及会『ディーゼル自動車機関の研究』1950年、参照。

そこで取上げられたのは MAN 空気室式の改良版であった。元々の発想は「数年前当研究室に居た三宅祿郎氏」によるものであったというが、この長尾門下の三宅については良く分っていない¹¹。

改良型 MAN 空気室は次図のようなモノで、A が主燃焼室、B が空気室、E がその連絡孔である。この構成においては主燃焼室はやがて燃焼に与る空気室の空気によって冷却されるため、その壁を水冷する原型より高温に保たれ、熱損失が抑制される、耐熱鋼製の口金 C の温度は上部厚さと下部接触面積の多寡により調節可能という理屈であった。試作品の大端径は 30φ、小端径 12.4φ、長さ 53.8mm、円錐角は 16° 40′、噴孔断面積は 4×15mm = 60mm² が出力的に最良であった。

図 21 三宅式改良 MAN 空気室



長尾「新空気室ディーゼル機関について」第 2 図。

実験に用いられたベース機関は三菱の予燃焼室式単筒機関で、その気筒頭だけをすげ替えて予燃焼室式、改良 MAN 空気室式、渦流室式機関とし、二号軽油(セタン価 28)を用いて試験が行われた。開弁圧は予燃焼室式、渦流室式においては 120~160kg/cm²、新空気室においては 300 kg/cm² が最適であった。これは着火方式が直噴であったから当然である。なお、予燃焼室と渦流室とについては以前の実験において最適化に至っていたモノであったというが、各形式の圧縮比は著しく不揃いとなっている。

表 1 比較実験に供された新空気室、予燃焼室、渦流室式機関の基本スペック

| |
|---|
| ベース機関 : 三菱 4 サイクル予燃焼室式 1-105×140mm、正規出力 10HP/1800rpm. |
|---|

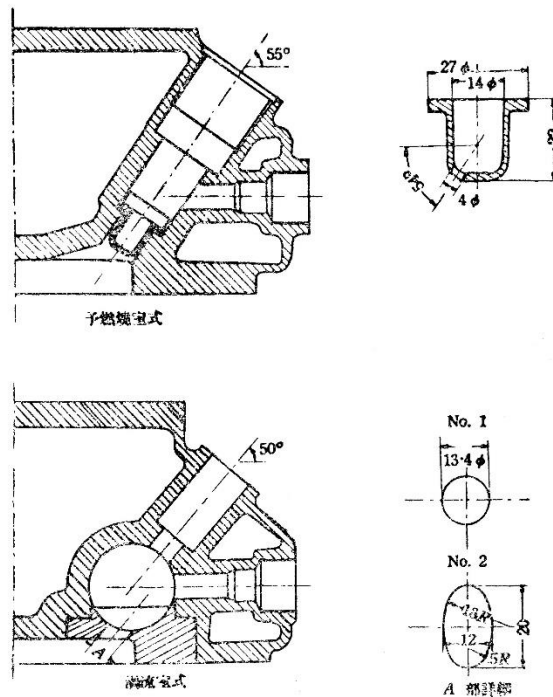
¹¹ 三宅は長尾が日本學術振興会の補助金を受けて 1938 年に手がけた「高速度指圧計の改良試作」研究の成果の一部を公刊した論文「新光學的高速度指圧計」『機械及電氣』第 3 卷 第 9 号、1938 年 9 月、の共著者となっているが、それ以外にこの人物に係わる情報は見出せていない。

| | 新空気室式 | 予燃焼室式 | 渦流室式 |
|----------------------|-----------------|---------------|----------------|
| 主燃焼室体積 cc | 67 | 56 | 25.9 |
| 副燃焼室体積 cc | 28.1 | 27 | 61.1 |
| 全圧縮体積 cc | 95.1 | 83 | 87 |
| 圧縮比 | 13.7 | 15.6 | 14.9 |
| 噴孔面積 mm ² | 60 | 26.7 | 220 |
| 噴射弁形式 | Bosch DN15S210R | Bosch DN4SD24 | Bosch DN40S36Q |

同上、第1表に補足。

ノズル型式は全てピントル。DN4SD24は最も普通に用いられていた型番。

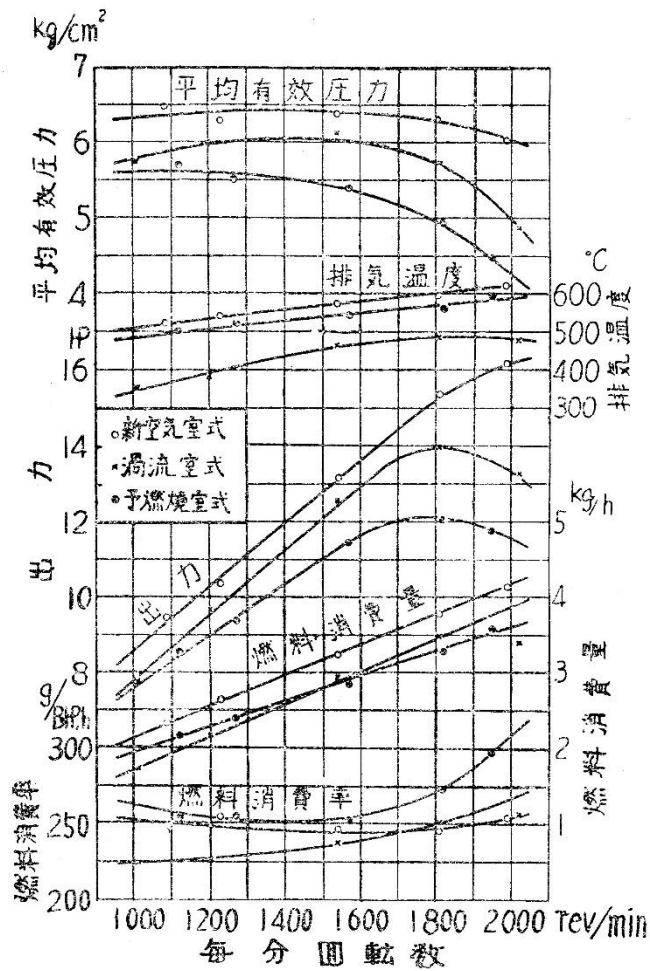
図22 比較対象となった予燃焼室と渦流室



同上、第3図。

3方式の性能比較は概ね次図に示される通りで、ベース機関が1800rpm.をピーク回転としていたのに対して新空気室は原型のMAN空気室が2400rpm.を基準とするものであっただけに高回転域での出力減退傾向が目立たず、燃料消費率もフラットな推移を示している。

図23 3方式の性能比較



同上、第5図。

新空気室について長尾博士は始動が容易で高速における出力が大きく、燃料消費は少なく P_{max} が低く静粛であり、排気性状も良好とし、「更に改良の余地があると思ふ」と総括しておられる。恰も直噴式の長所と副室式の長所とを兼併したかのような特性であるが、 P_{max} の低さに対応する高い排気温度は直噴に及ばざるところであり、この 6 気筒なら 7.3ℓのサイズで 96 馬力に相当する出力もどの程度の耐久性が担保された上でのことか不明ながら、食い足りぬ水準ではあった。その後、本空気室についての消息は管見の及ぶところとはなっていない。

やがて、本邦小形自動車用ディーゼル界においてはリカード・コメット Mk.V 渦流室が、それを超えるサイズの自動車用ディーゼル界においては改良された陸軍統制系予燃焼室が全盛を窮め、その後、気筒当り排気量の大きい分野から順次、直噴化が進展して行くことになる。

ii) 新潟鐵工所的高速艇用 MSA16H 型空気室式機関

1935年頃、南満洲鉄道の電気式ディーゼル動車“ジテ”に搭載された新潟 K6D 型中速機関(6-250×310mm、連続定格 466PS/830rpm、重量 5 トン)の燃焼方式はモデルである Sulzer(瑞)機関様の予燃焼室式ではなく、空気室式であった¹²。

上に見た通り、空気室式には MAN、MWM、ラノーファ等、多くの変種が存在した。しかし、その採用例は何れも 100mm 前後のボアと 2000rpm 前後の最高回転数を有する自動車用クラスの機関で、低温始動性の良さと円滑・静粛な運転が長所とされた。しかし新潟の如く 250mm などという大径の中速機関への採用は蓋し例外である。

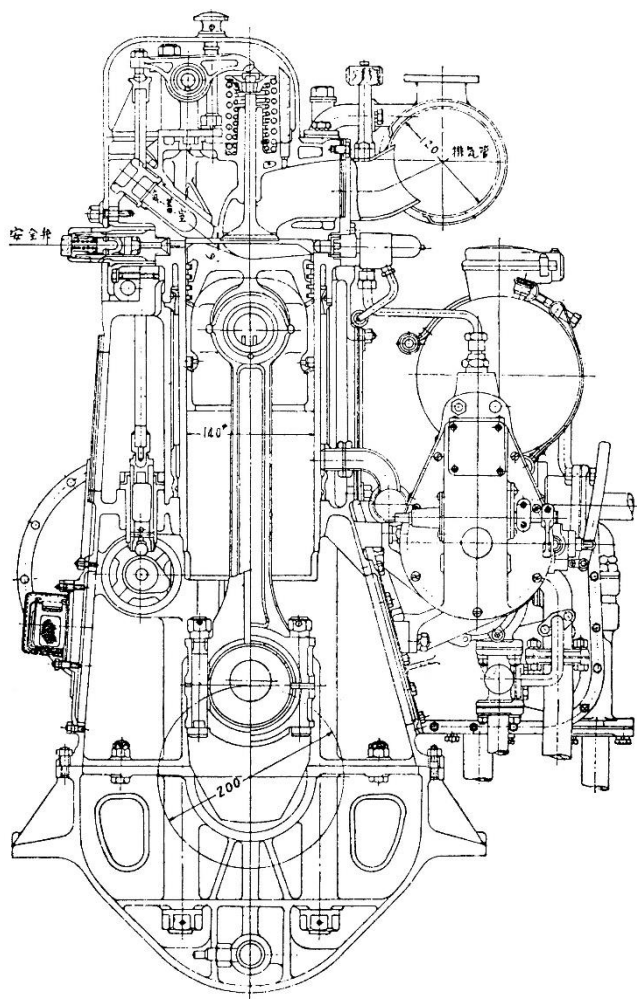
これでは空気室の元々か細い 2 次空気供給機能が十全に果たされる筈もない。つまり、この空気室の実体としては本来の空気室ではなく、燃焼の粗さを隠すために設けられた圧カスパイク緩衝室に過ぎなかった。換言すれば、新潟鐵工所はヨリ扱い易い予燃焼室式ないしヨリ高度な直噴式大型高速ディーゼル開発の追求を放棄し、珍妙な「空気室付き直噴」式大型高速ディーゼルへと逃げを打ったワケである。

同時代の欧州中・高速ディーゼル界における予燃焼室式回帰は燃料資源環境の変化に対応するための技術進歩であった。出発点が低かっただけに新潟 K6D 型機関における開放燃焼室への空気室付加をあながち退歩とまでは呼べぬが、明らかにそれは技術力の欠如と開発戦略失敗の帰結であった。

この方式はその後日本海軍の魚雷艇(但し速度は 17.5 ノット程度の哨戒艇)等の主機となった 51 号内燃機関において臆面も無く復活する。本機は'35 年頃新潟において開発された MH6S、MH10S 型高速ディーゼルの制式化したモノで、6L、10L-140×200mm、182 ないし 305PS/1500rpm の定格を有した。1200~2600PS 級の海外作品と比べ、高速艇用高速ディーゼルなどと形容するのはおこがましい限りであるが、ともかくこの内、直列 10 気筒型は日本海軍としては初の「大形」高速ディーゼルであった。気蓄室の先に 6 と書き込まれており、連絡孔径は 6φ であったと想われるが、その個数については不明である。

図 24 51 号内燃機関

¹² 拙稿「戦時日本の中速・大形高速ディーゼル 第Ⅲ部」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載)、参照。

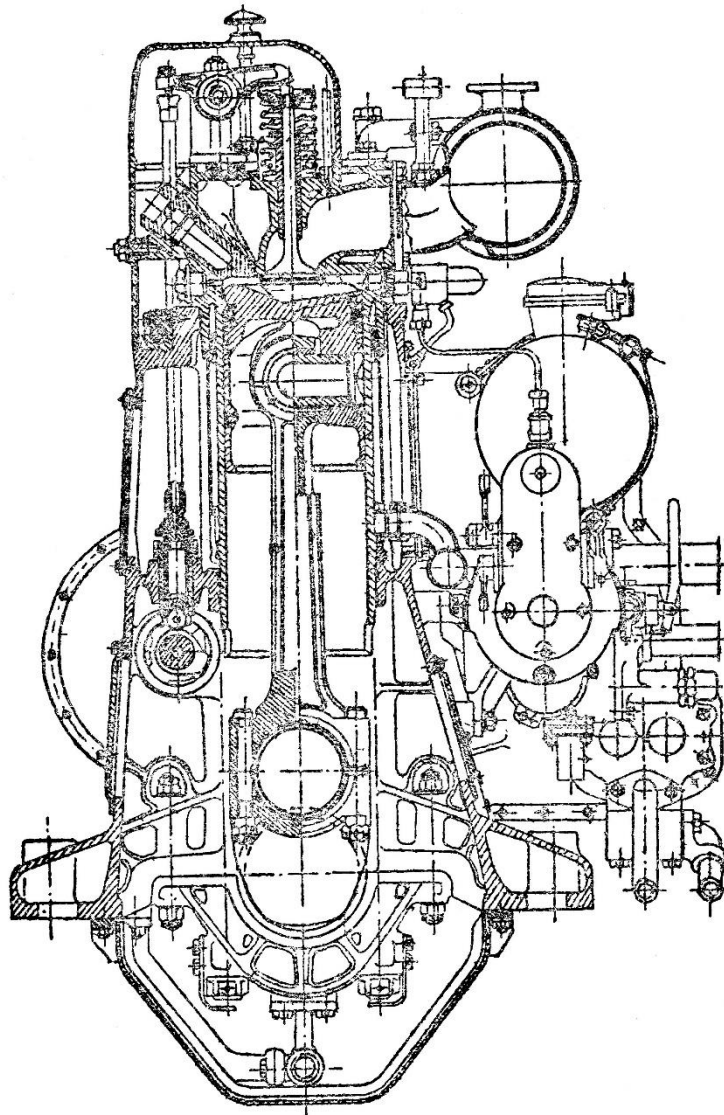


日本造船学会編『昭和造船史』第1巻、原書房、1977年、678頁、第15図。

新潟ではこの機関の予燃焼室式転換を狙って予燃焼室噴口のマッチング試験を行なっている。2弁式で気筒軸上に直立した予燃焼室を有する単筒試験機関の基本レイアウトは満鉄ジテ用ズルツァ機関のそれに倣ったものと想われ、実験では51号10型換算で345PSに相当する出力がマークされたものの、結局、予燃焼室式転換は果されなかった。

その新潟は何と'49年、海上保安庁12m内火艇主機としてまたしても「空気室付き直噴」式のネオ51号6型=MSA16H型機関(6-140×200,167PS/1450rpm.)を世に送っている。空気室(気蓄室)の連絡孔は6φ×2個。

図25 新潟MSA16H型機関(「空気室併設直噴」式)



中谷勝紀『船用ディーゼル機関の解説』天然社、1953年、97頁、第120図。

本機はクランク室上半部一体気筒ブロック等に軽合金が多用され、自重は1.2トに抑えられていたが、それでも比重量は9.76kg/kWに達した。しかし、新潟「空気室付き直噴」機関の命脈も流石にここで尽き、やがて、これを中央堅型予燃焼室を備える4弁式へと進化させたような製品が陸船用に開発され、その陸用バージョンのみが国鉄ディーゼル機関車用制式機関のルーツとなり、この特殊閉鎖的ローカル市場を長らく制圧し続け、遅きに失した直噴化の果てに退場して行くこととなる。

戦後、この国で云々された2つの空気室の型式は表向きには何れも凋落一際著しい2次空気供給型であった。この点、興味深いと言えぬこともないが、その目的とするところが全く異なっていたという点は大いに強調されるべきである。そして、それらを押し退けて行ったモノたちの顔触れが領域に応じて相当に異なっていたことの一部は技術内在的要因から、

一部は産業構造の局所的歪みから説明されるべき事象である。

むすびにかえて

日立自動車用ディーゼル機関の空気室式から渦流室式への推転は研究開発の深化に依る技術シフトというよりも単に時流に乗った鞍替えに類するそれであったように解されるが、その行動自体には技術的必然性が伴っていた。所詮、空気室は渦流室や予燃焼室によって、あるいは直噴開放燃焼室によって代替されるべき過渡性の高い技術に過ぎなかった。

直噴が最良であることはコトのはじめから分かっていたものの、各領域において乗り越えられるべき壁の高さは異なっており、自動車用ディーゼルの如きは、とりわけ段数の少ない歯車式変速機と組合された我国のその如きは最も困難な途を歩まねばならなかった。その過程において様々な気筒径に対応可能な陸軍統制発動機を頂点とする予燃焼室式機関が主流を占めたことは必然かつ最適の技術選択であった。