

東芝 DD12 1 とその時代

—— 復興期の試製的汎用ディーゼル電気機関車 ——

TOSHIBA DD12 1 Locomotive and its Era

—— An Experimental Diesel Electric Road Switcher of Postwar Rehabilitation Period in Japan ——

大阪市立大学大学院経済学研究科 *Discussion Paper* No.91, 2016 年 4 月 7 日.

坂上茂樹

Shigeki Sakagami

目 次

はじめに

1. 戦前期アメリカのディーゼル電気機関車事情	3
1) ディーゼル機関のアメリカへの導入	
2) 1920年代後半のアメリカにおけるディーゼル電気機関車事情	
3) 1930~40年代前半のアメリカにおける入換用ディーゼル電気機関車事情	
2. 復興期のディーゼル電気機関車事情	12
1) アメリカの顔触れ	
2) ディーゼル電気機関車に係わる戦前戦時日本の経験	
3) 戦後の国産ディーゼル電気機関車に出発点を与えた GE 入換用機関車の技術	
3. 東芝 DD12 1	51
1) DD12 1 の誕生	
2) 機関	
3) 電気機器と制御方式	
4) 台車	
4. 国鉄における DD90 1 の使用経験とそれを反映した輸出用機関車の創製	61
1) 復興～成長期国鉄ディーゼル機関車の動静と DD12	
2) 東芝レポート	
3) 輸出用機関車	
むすびにかえて	100
補論 1：クーパー・ベッセマー天然ガス機関余聞	

はじめに

ハンブ・ヤードにおけるデッド・スローでの押上げという仕業形態がイメージされる限り、ディーゼル電気機関車、しかも直流整流子型主電動機を有するそれを入換用に、などという適用法は場違いも甚だしかろう。しかし、フラット・ヤードにおける入換仕業や仕立てた列車の本線移動にとってその適用は何等の mismatch でもなく、むしろ、電気機器の優れた速度制御性や蒸気機関車に比して高い粘着係数は有利な点であった。機関回転数の定常性は発展途上のディーゼル機関や排気ガスタービン過給機にとっても有難い使用環境となった。また、液体変速機が高い効率を示す変速比は比較的狭い範囲に限定されるが故に、低速運転時間の割合が高い入換仕業は電気式のライヴアルたる液体式ディーゼル機関車にとって必ずしも好適な適用部面とは言えなかった。

本線用大形高速ディーゼル電気機関車のパイオニアはドイツをはじめとする欧州の企業や国有鉄道ではなく、アメリカの General Motors Corporation(GM)であったが、入換用・汎用ディーゼル電気機関車の進化という点においてもアメリカは活気に溢れていた。Caterpillar Tractor Company の D-17000 型機関と General Electric Company(GE)製電気

機器を2ユニット装備し、戦後、アメリカ陸軍から国鉄に譲渡され DD12 型となったディーゼル電気機関車や東京芝浦電気㈱が GE との提携の下、Cooper-Bessemer Corporation 製 FWL-6T 型機関と内製電気機器を1ユニット装備して1954年に製造した DD12 型1号機(後、DD41 1 更には DD90 1 と号した)は入換用・汎用ディーゼル電気機関車に係わる戦前~戦時期アメリカの技術状況を反映する作品であった。

本稿は国鉄当局の液体式一辺倒路線を前にして敢無く徒花と散った佳作 DD12 1→DD41 1→ DD90 1 について、同時代資料に依拠しつつ、これを誕生させた技術史的経緯、その生き様ならびに転生的復活に光を当て、語り継ごうとする試みである。

1. 戦前期アメリカのディーゼル電気機関車事情

1) ディーゼル機関のアメリカへの導入

アメリカ合衆国におけるディーゼル機関の導入に当っては意外な(?)人物が主役を演じていた。1864年に義父の醸造所と自らのそれとを統合させ、Anheuser-Busch Brewing Association(St. Louis, Missouri : 現 Anheuser-Busch Companies, Inc.)を設立し、'91年に'76年から存在していたローカル・ブランドのビール、*Budweiser*を買収し、これを地ビール群を睥睨し遂には国際的ブランドへと成長すべきナショナル・ブランドへと育て上げた実業家にしてビール王、Adolphus Busch(1839~1913)がその大立者である¹。

自身、ドイツ人であり、仕事柄、度々ドイツを訪れていたブッシュは発明後間もないディーゼル機関に興味を抱き、1897年9月7日にディーゼル機関の発明者、Rudolf Diesel(1858~1913)と面会している。同年10月4日にはMaschinenfabrik Augsburg(アウグスブルク機械製作所)と Maschinenbaugesellschaft Nürnberg(ニュルンベルク機械製造会社)の視察を終えたその技術顧問 Edward D., Meier 海軍大佐(1841~1914)の勸奨を受け、アメリカにおけるディーゼル特許の実施者となることを決意し、10月7日、ブッシュはディーゼルとの契約を締結し、100万マルクを現金で支払った²。

直ちに展示並びに技術的データ採取のため、2基の20馬力ディーゼル機関(ニュルンベルク製とドイツ・ガスエンジン製作所製)が輸入され、翌'98年にはそれらの試験運転が実施される運びとなる。

1898年1月1日にはブッシュによってN.Y.に Diesel Motor Company of America が設立され、5月7日から6月5日にかけて約一箇月間、N.Y.、マディソン・スクエア・ガーデンにて開催された電気博覧会においてはニュルンベルク製20馬力機関が C.&C. Electric Co.(N.Y.)製直流発電機をベルト駆動し、アメリカで初めて公開運転されたディーゼル機関と

¹ 本節の記述の内、同時代の史実的部分は特に断らぬ限り、Eugen Diesel, Georg Ströbner, *Kampf um eine Maschine Der ersten Dieselmotoren in America*. Berlin, 1950、に依拠している。Eugen Diesel, *Diesel Der Mensch Das Werk Das Schicksal*. Stuttgart, 1948, SS.335, 339, 342, 347 にも断片的言及が見られる。

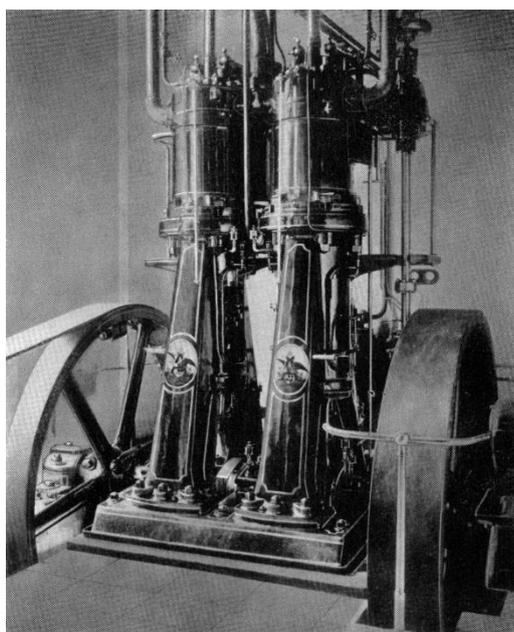
² ディーゼル機関に係わる R., ディーゼルのアメリカ特許は1895年7月16日の No.542,846、1901年4月2日の No.11,900、'03年8月25日の No.736,944 である。

なっている。同機はインジケータ・サンプリングにも供された。6月30日からは会社の研究室に据付けられた輸入20馬力ディーゼル機関に対する Stevens Institute of Technology の Denton 教授に依る科学的研究が開始されている。

8月13日にはカリフォルニア産原油から精製された石油によるディーゼル機関の運転が成功裏に行われ、回転の乱れもカーボン堆積も観察されなかった。

9月9日、ブッシュはベルリンにてディーゼルと再度面会し、アメリカにおけるガス機関の盛行に鑑み、アウグスブルクにおけるガス・ディーゼル実験の帰趨への強い関心を表明した。同19日にはドイツからの図面に則り、Iron & Machine Co.(St. Louis)にて2気筒機関(60PS/165rpm.)が建造され、試運転に成功し、これがアメリカ製ディーゼル機関の初号機となった(図1)。同機は'99年1月4日に Anheuser-Busch Brewing Ass'n の工場に据付けられて稼働を開始し、3月7日から18日にかけては12日間連続運転にも成功している。

図1 アメリカ製ディーゼル機関の初号機



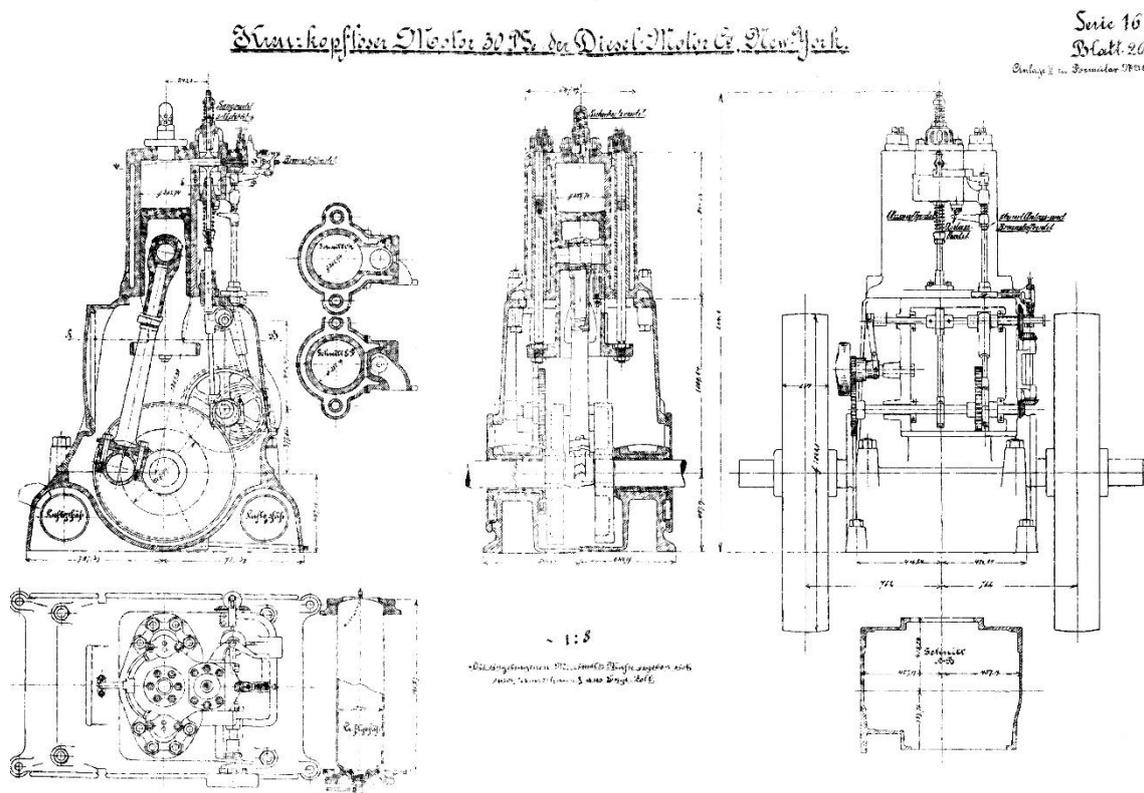
Diesel und Strößner, *Kampf um eine Maschine*. nächst zur S.116.

'99年7月25日、マイヤーはアメリカ海軍の一委員会において蒸気機関を原動機とする潜水艦“Plunger”(165ト)へのディーゼル機関導入の可能性について報告した。この提案はディーゼルその人やその下で主任技師を務めていた Hugo Güldner、彼の友人、Frédéric Dyckhoff によって詳細に検討されたが、当時としては危険な高速機関となるとの理由から最終的には却下された³。

³ cf., W.,R., Nitske and C.,M., Wilson, *Rudolf Diesel Pioneer of the Age of Power*. Okla., 1965, p.252.

10月11日には Arthur F., Frith の手によってアメリカで初めて設計された単気筒機関(30PS/170rpm.)が Hewes & Philipps Machine Works(N.J.)にて建造された。本機には図2に示される通り A 型架構を排して箱型架構が採用されていた。また、本機には初期コスト圧縮の方策として吸排気弁を気筒頭横に上下に配するガス機関の F 頭を真似た気筒頭設計が導入されている。この箱型架構も F 頭も Westinghouse 辺りのガス機関譲りであったのであろう。アメリカではこれ以後、暫時、F 頭をもつディーゼル機関の設計流儀が盛行した⁴。

図2 アメリカで初めて設計・製作されたディーゼル機関



ditto., nächst zur S.128.

文字表示はドイツ語、タイトルは“N.Y.ディーゼル機関会社の 30PS トランクピストン式ディーゼル機関”で、寸法は in.を mm に換算した値が記入されている。

本機は石油を用いた試運転に成功し、12月にはインジケータ線図の採取を含む負荷試験が実施された。同機に対しては10基を超える注文が発せられている。その後の使用実績については不明ながら、低い圧縮比と最高燃焼圧力を有するベース機関をディーゼル化する場

⁴ cf., *Machinery's Encyclopedia With 1929 Supplement*. Volume II, N.Y., 1929, p.372 Fig.1. 後述する Busch-Sulzer Diesel Engine Company の初期の作品もこれに近い F ヘッド機関であった。cf., Harry R., Ricardo, *The Internal-Combustion Engine, Volume I Slow-Speed Engines*. London, 1922, pp.451~454.

合、強度の過不足という問題が惹起されがちとなる。虚弱でも冗長でもない設計を具体化することは難しく、この辺りの処理にはメーカーの技術力が自ずと顕現する。

ディーゼル転換の例ではないが、出力増強の度に主軸受のトラブルを発生させ、遂に 1350 馬力という低出力機関にトンネル型クランク室を与える処にまで逢着したわが国鉄制式機関車用ディーゼル開発などは悪しき例の典型であるが、狙うレベルが高ければ似たような失敗は随所に観察されている。よって、過重量を忍んだ冗長設計が壊れるよりはマシとばかりに蔓延しがちとなる。

戦前戦時期、三菱の航空発動機開発を領導した深尾淳二は：

ディーゼル発動機的设计がガソリン発動機のように軽快にできないのは、最高圧力が高いとの先入観がわざわざしている。しかし当時のガソリン発動機の最高圧力は一〇〇キロに達していたから、ディーゼルだからとて特別に扱わなくてもよかったのである。昭和十二年仏国パリでコータレン六〇〇馬力【航空】ディーゼル発動機を見た。これはイスパノー二Yをそのまま、使用してシリンダーだけを改造したものであった。外国人の要領のよい一例でもある。ディーゼル発動機を頑丈に作る考えの今なお抜けない設計者のいるのはなさないことである⁵。

と述べている。

確かに、コータレンは単なる試作品であったが、第二次世界大戦期の最高傑作戦車、ソ連の T34 型の機関などはイスパノ航空発動機のディーゼル転換設計による立派な実用量産機であった。然しながら、かような前例にも拘らず、こと機関車用クラス以上の大形高速ディーゼルの軽快に設計出来るメーカーはこの分野に長年の経験を有する MTU(フリードリヒスハーフェン)を頂点として今尚ごく限られた存在である⁶。

⁵ 『深尾淳二 技術回想七十年』同刊行会、1979年、114~115頁。【】内引用者補。Coatalen 航空ディーゼルについては大井上 博『航空ディーゼル機関』増補改訂版、山海堂、1942年、120~124頁、参照。

⁶ 本稿の守備範囲からやや外れるテーマではあるが、Daimler Benz AG と Maybach Motorenbau GmbH は 1961 年にその大形高速ディーゼル部門の統合に合意し、Maybach Mercedes-Benz Motorenbau GmbH, Friedrichshafen を設立し、伝統を誇るベンツ大形高速ディーゼルは'62年よりフリードリヒスハーフェンにて製造される運びとなった。

'69年、ダイムラー・ベンツと Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG(M.A.N.)は前年に始動させた航空用ガスタービン・エンジンの協同開発組織、Entwicklungsgesellschaft für Turbo-Motoren mbH を往年の BMW ジェットエンジン部門、BMW Triebwerksbau に起源を發する M.A.N.-Turbo GmbH, München-Allach に統合することに合意し、Motoren- und Turbinen-Union München GmbH が設立された(通称 MTU München : 現・MTU Aero Engines)。

また、これと併せて M.A.N.の大形高速ディーゼル部門をも Maybach Mercedes-Benz Motorenbau GmbH, Friedrichshafen に統合し、Motoren und Turbinen-Union Friedrichshafen GmbH M.A.N. Maybach Mercedes-Benz が設立された(通称 MTU Friedrichshafen)。cf., Daimler-Benz AG, History of Mercedes-Benz Motor ehicles and Engines. Stuttgart, 1971, p.220, Wilhelm Treue, Stefan Zima, *Hochleistungsmotoren Karl Maybach und sein Werk*.Dusseldorf, 1992, SS.254~256.

閑話休題。1902年1月には Diesel Motor Company of America を発展的に解消し、マイヤーを社長に戴く American Diesel Engine Company が創立された。工場は American Locomotive Company(Alco)の一工場(Providence)内に設けられた。ここは旧 Rhode Island Locomotive Works の工場で、その前年、8社連合によって設立された Alco の一工場となっていた。

'03年には Jewett 市(Conn.)の市営電灯会社の発電所に3気筒75馬力機関2基が据付られた。発電機駆動はベルト掛けに依っていた。この年、合衆国においては総計1,605馬力のディーゼル機関が稼働しており、更に66基、総計8,200馬力が建造途上に在った。'04年にはセントルイス万国博覧会においてディーゼル機関3基、225馬力の発電機直結並列運転に成功した。これはアメリカにおける発電機直結方式の嚆矢であり、クランクシャフト・デフレクションへの対処法に目途が立てられたが故の導入であったと考えられる。そして、'06年には合衆国内において総計16,605馬力のディーゼル機関が稼働中ないし建造中となっていた。

その最晩年に近い1910年、ブッシュは新たに Gebrüder Sulzer A.G.(スイス)の技術援助の下にディーゼル機関を製造する新会社の設立を決意し、1911年1月、American Diesel Engine Company の後身としての Busch-Sulzer-Diesel-Engine-Co.が設立された。1912年には彼のセントルイス醸造所の一隅で工場建設が始められた。起工式に当ってはディーゼルその人が招待され、その手で鋤入れを行った⁷。

ディーゼルとブッシュが相次いで世を去った1913年、Busch-Sulzer-Diesel-Engine-Co.は操業を開始した。最初の製品はズルツァ K シリーズ4気筒機関で、ボアは267mmから483mmまで4つに段階付けられ、出力レンジは120馬力から520馬力までをカバーした。これらは信頼性に富む成功作で、その製造は1920頃まで続けられた。1913年の上半期、アメリカでは全世界の総計1,719,000馬力の4.8%に相当する83,000馬力のディーゼル機関が稼働していた⁸。

ブッシュ・スルザー社が1913年に発行したカタログにはアメリカ海軍の大西洋岸の工廠に納入された150t ポンツーン・クレーン(一種の簡易なクレーン船)とその動力源である1912年製の3気筒225馬力機関の写真が掲載され、*Kampf um eine Maschine*の著者はこれを

両MTUは西ドイツの技術的優越を護るための国策会社のような格好で設立されたが、MTUフリードリヒスハーフェンのオーナーシップは後年、転変を重ね、そのHPに拠れば、現在はRolls-Royce plc.の子会社、Rolls-Royce Power Systems A.G.(フリードリヒスハーフェン)によって所有される処となっている。

⁷ Sulzerは伝統ある機械メーカーであり、ディーゼル・メーカーとしても一級の会社であったが、構造不況業種であるディーゼル部門は'90年、New Sulzer Dieselとして独立せしめられた。しかし、このNSDは'97年、Wärtsilä(Fin.)に買収された。ヴァルツィラは大したエンジン・メーカーでもなかったが、左前の伝統企業を次々に乗っ取り、その存在感を高めた会社である。

⁸ Kシリーズについてはcf., Nitske and Wilson, *Rudolf Diesel Pioneer of the Age of Power*. p.254.

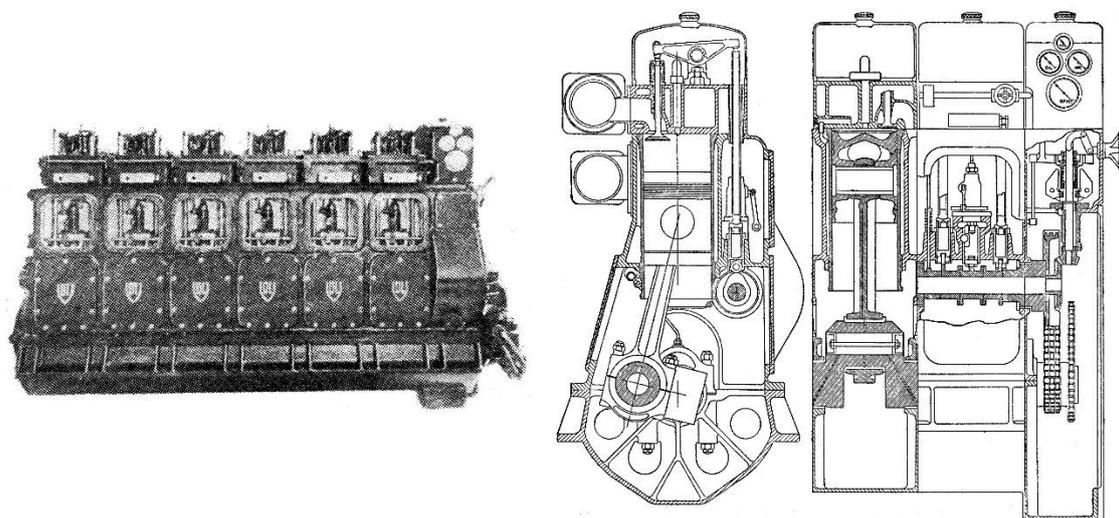
ディーゼル機関が当時からヘヴィー・デューティーな用途に適用されていたことの証左としている。もっとも、伝動方式はディーゼル・エレクトリックであったようである。因みに、同型のポンツーン・クレーンはハワイ、真珠湾の軍港にも納められた述べられている。

1915年にW.,H., Adamsがアメリカ機械学会(ASME)で行った報告に拠れば、その時点における合衆国内保有ディーゼル機関の総出力は約10万馬力に達していた。それは顕著な増加趨勢を示していたが、75馬力で約6,000 ドル 、1,000馬力で約48,000 ドル 、このレンジ内での価格はほぼ馬力の1次関数になるというディーゼル機関の高い初期コストを挽回し、その一層急速な普及が実現されるためには燃料コストの低下が必須の条件であった⁹。

上記のような保有馬力増加がもたらされた背景には、輸入と並んで、国産メーカーの叢生があった。即ち、Power and Mining Machine Company(Wis.)は1906年までにディーゼル機関製造に参入した。この会社は後にWorthington Pump and Machinery Corporation(N.Y.)に吸収されることとなる¹⁰。

また、1893年、Herbert A., Stuart(英)によって1890年に創生された低圧縮・焼玉着火式石油発動機の製造に参入したDe La Vergne Refrigerating Company(N.Y.)は1908年頃にはその経験をベースとしてディーゼル機関の製造に参入している。1917年、同社はアメリカ初の無気噴射ディーゼルを完成させた。そして、1930年、この会社はBoldwin Locomotive Works(PA.)に買収され、そのディーゼル機関工場に転生することとなる(図3, 4, 参照)¹¹。

図3 De La Vergne 4サイクル4弁式機関の一例(6-228.6×279.4mm, 300HP/750rpm.)



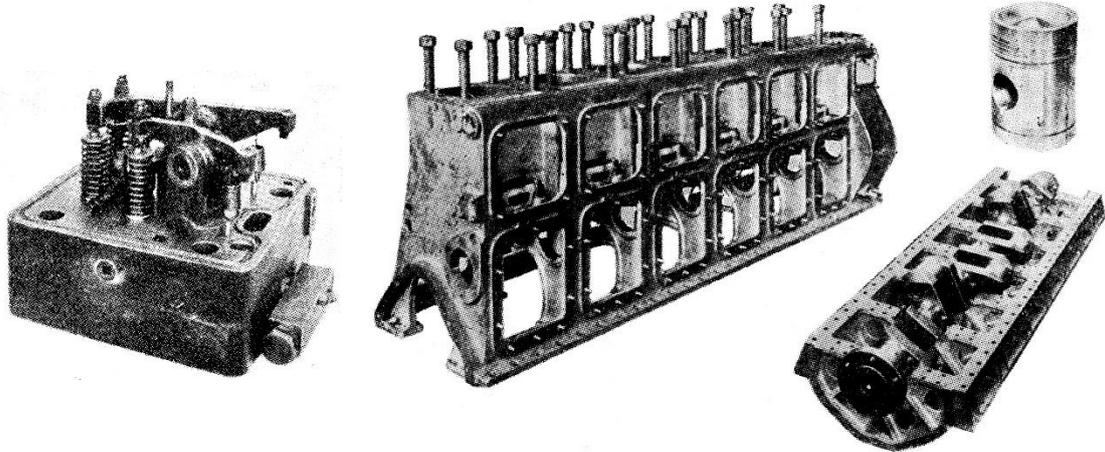
清水喜一編『高速度ディーゼル機関』最新工學普及會、1931年、29頁、第11圖、30頁、第12圖。
当該部は *SAE Journal*, 1931/2 論文の邦訳。

⁹ 価格 $\$ \approx 45 \times \text{HP} + 3405$ となる。cf., *Machinery's Encyclopedia With 1929 Supplement*. Volume II, pp.370~377.

¹⁰ cf., Nitske and Wilson, *Rudolf Diesel Pioneer of the Age of Power*. p.253.

¹¹ cf., *ditto*, p.251.

図4 同上の気筒頭、架構、台板、ピストン



同上、30頁、第13圖、31頁、第14圖。

1910年にはNorman McCartyなるN.Y.在住の人物が3気筒525馬力/180rpm.というアメリカでは最大のディーゼル機関を発電用に制作してワイオミングに据付け、ドイツ・ガス機関製作所のライセンシー、Otto Engine Company(PA.)、New London, Ship and Engine Company.(Conn.)も斯界に参入した。後者はアメリカ海軍向けに潜水艦ならびに洋上艦艇用ディーゼル機関を製造した¹²。

ほぼ同じ頃、Fulton Iron Works(St. Louis)もまたディーゼル機関製造に着手した。フルトンはFranco Tosi Meccanica(伊)からの技術援助の下での斯界参入であった¹³。

1912年までにWorthington Pump and Machinery Corporationは横型単筒空気噴射式4サイクル・ディーゼルの製造に参入し、やがて陸船用堅型4及び6気筒をラインナップさせた。この年にはAllis-Chalmers(Wis.)とFairbanks, Morse and Company(Wis.:後述)、Nordberg Manufacturing Company(Wis.)も斯界に参入した。後者はやがて10馬力から1万馬力超までに及ぶ幅広い製品レンジを開拓して行った¹⁴。

1913年のブッシュ・スルザーの創業開始と踵を接するかのよう、同年にはWinton Engine Company(Ohio)が斯界に参入し、'15-16年には4サイクルの12気筒と同ヨット用6気筒機関を開発している。1928年にそのヨット用機関を購入して以来、ディーゼル機関

¹² cf., *ditto.*, pp.251, 254.

¹³ cf., *ditto.*, pp.251, 254. Tosiは4サイクル単動、4サイクル複動中・大形機関で気を吐き、Wm. Beardmore & Co. Ltd.(英:Glasgow)やWerkspoor(オランダ)に対する技術移転なども行う一方、馬力競争への対応策として2サイクル単動にも進出したが時既に遅く、かつ、向き噴射化の趨勢に乗れず、1930年を最後に大形ディーゼル分野から撤退した。もともと、蒸気タービン、水タービンの製造家として同社は今日もなお健在である。Tosiの中・大形ディーゼル機関については鴨打正一『船用ディーゼル機関』増訂版、山海堂、1955年、593-601頁、参照。

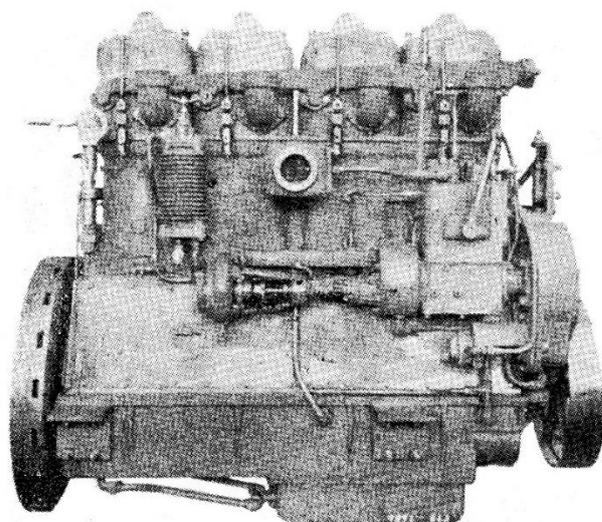
¹⁴ cf., Nitske and Wilson, *Rudolf Diesel*. pp.254~255.

の可能性と改良の必要性に注目した General Motors Corporation 研究部門の長、C.,F., Kettering(1876~1958)の手によってユニット・インジェクタと軽量の溶接架構を有する革新的な2サイクル排気弁付き単流掃気型高速ディーゼル機関が創生され、'30年のGMによるウィントン社と Electro-Motive Engineering Company の吸収合併を経て'34年、ディーゼル特急列車の時代が切り拓かれることとなる。

また、1886年創業のエンジンメーカー、McIntosh & Seymour Corporation(N.Y.)も同じく1913年に Aktiebolaget Atlas Diesel(Swed.)元社員の技術を得てディーゼル機関製造に着手し、4サイクル4気筒500馬力の初号機を完成させている。なお、M&Sは1929年下半期ないし'30年上半期には鉄道におけるディーゼル機関の将来性を確信した Alco に買収され、そのエンジン製造工場となっている¹⁵。

1914年には Standard Fuel Engine Company の後身である Atlas Imperial Engine Company(Cal.)がフェリー・ボート用に密閉型架構を有する噴射用空気圧縮機直結型機関を製作し、'19年にはアメリカ初のコモンレール式無気噴射機関をリリースした(図5は1930年頃の製品例)¹⁶。

図5 Atlas Imperial Engine Company の製品例(4-177.8×203.2mm, 80HP/650rpm., 4.6t)



同上、7頁、第3圖。

オイゲンらは The Snow Steam Pump-Works(N.Y.)もディーゼル機関製造に参入したと伝えているが、ここはウォーシントンと技術的に所縁^{ゆかり}があり、後、これに吸収されてもいるから、独立したディーゼル・メーカーとしての実績は後者に帰属するようである。また、オ

¹⁵ cf., *Locomotive Cyclopedia of American Practice*. 1930, pp.1072~1073, Nitske and Wilson, *Rudolf Diesel*. pp.254~255.

¹⁶ cf., Nitske and Wilson, *ditto*. pp256, 258.

イゲンらは Lyons Atlas Company(Ind.)の名も挙げているが、此処もディーゼル・メーカーとしての実績は不詳である。もつとも、彼らの言に拠れば、これらの製造家群はその全てが第二次世界大戦後まで最も由緒ある国内ディーゼル・メーカーとして斯界に君臨し続けたということである¹⁷。

この他、Cummins Engine Company(Ind.)は1919年に創業され、Lanova(独)の空気室式を導入していた Mack Truck Company はやがて独特の燃焼・燃料噴射方式を採るカミンズ機関の採用へと転じた。Buda Engine Company(Ill. : 1881)は1926年、M.A.N.(独)のライセンスとして自動車用ディーゼルに進出した¹⁸。

Caterpillar Tractor Company(Cal. : 1925)は'28年、Atlas Imperial のディーゼル機関をそのトラクタに装備し始め、'31年、独自に開発された予燃焼室式へと転じた。'30年には Continental Motors Corporation(Mich : 1905)が2サイクルディーゼル界に参入した。Hercules Motors Corporation(Ohio : 1915)は'30年代より独特の渦流室で斯界に参入し、比較的長く踏み止まった。Waukesha Motor Company(Wis. : 1906)は一時期、サイドバルブ式の直噴ディーゼルを製造していた。これは同社のガソリン機関と艤装上の同一性を持たせる意図の下に開発されたもので、気化器を備えガソリン機関として始動後、ディーゼル運転に入ったり、ガソリン機関としてもディーゼル機関としても使用可能なバージョンまでリリースされたが、高速ディーゼル界への本格的参入は Sir Harry R., Ricardo(英 : 1885~1974)に依って発明されたリカード・コメット渦流室で果された。この会社は中~小形据付機関やヘッセルマン機関の製造でも知られたが、やがて据付天然ガス機関の方面に展開し、GEの子会社に吸収されブランド名として現存している¹⁹。

¹⁷ ブッシュ・スルザーは1946年、その事業を縦軸星型ガス機関やミラー・サイクルで名を馳せる Nordberg Manufacturing Company に譲渡し消滅した。後者は1970年、Rex Chain Belt Company に吸収されている。

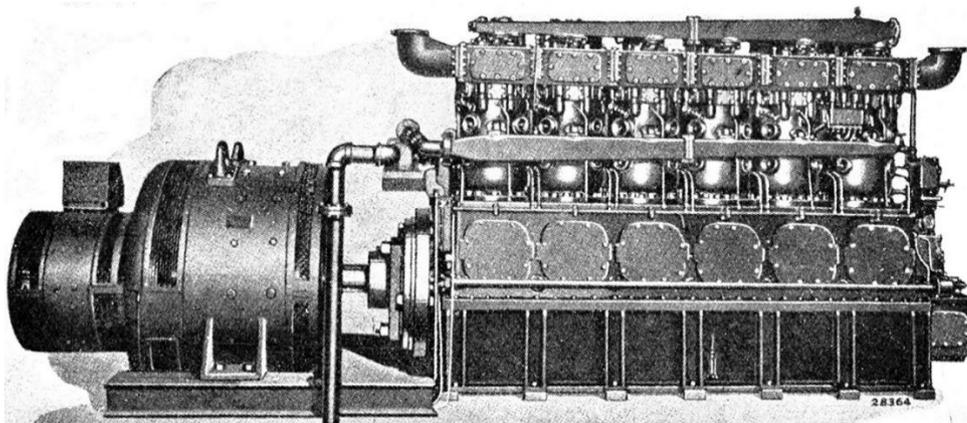
¹⁸ ブダは当初、M.A.N.の空気室式機関を導入し6気筒の全空気室連絡孔に弁を取付けることで圧縮比を連通時13と閉塞時約17との切換え式にしたなどと伝えられたが、やがてM.A.N.初期型の単純な横吹き直噴式へと移行し、'36年にはラノーファ空気室へと主力を転じつつ渦流室式をも加え、1953年にはアリス・チャーマーズに吸収されている。1955年、同社ブダ事業部はラノーファのライセンスに基づく空気室式、予燃焼室式、渦流室式機関に加え、漸く自社開発の直噴機関を並べ始めていた。『エンジン』Vol.2 No.1, 1956年1月、「データシート」、参照。

¹⁹ cf., P.,M., Heldt, *High-Speed Diesel Engines*. P.A., 1932, pp.304~308, A.,W., Judge, *High Speed Diesel Engines*. 3rd. ed., London, 1937, pp.278~280, P.,M., Heldt, *High-Speed Diesel Engines*. N.Y., 1940, pp.271~277, Nitske and Wilson, *Rudolf Diesel*. pp.258~259, 拙著『日本のディーゼル自動車』日本経済評論社、1988年、88-92、122~126。空気室式について簡単には拙稿「空気室式高速ディーゼルの盛衰と日立自動車用機関」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載)、ヘッセルマン機関について簡単には拙稿「多燃料機関の時代と日本」(同)、参照。なお、荒牧寅雄「側弁式ディーゼルの可能性」『内燃機関』第4巻第5号、1940年5月(実際の執筆は伊藤正男氏)はウォークシャの初期高速ディーゼルの技術復活の可能性を検討した論考である。なお、サイドバルブ式は時として“underhead-valve”などと呼ばれることがあったが、理屈は確かにその通りである。cf., Edward F., Obert, *Internal Combustion Engines*. 3rd. ed., P.A., 1968, p.17 Fig.1-11.

2) 1920年代後半のアメリカにおけるディーゼル電気機関車事情

アメリカにおける鉄道機関車ディーゼル化はディーゼル・エレクトリック、コンビネーション(ディーゼル・エレクトリック+蓄電池)方式、とりわけ前者を根幹的技術として発展した。その過程においてパイオニア的役割を演じた先達は機関については産業機械メーカーの Ingersoll-Rand Company(N.Y.)、電気機器については General Electric Company(N.Y.)であり、1925年がその離陸点であった。I-R の 750 馬力機関搭載貨物用機関車や M&S の 1000 馬力機関(12V-356×457mm, 325rpm.)搭載機関車、更には Baldwin 製の Knudsen 1000 馬力機関搭載旅客機関車といった大出力機関車の試用が開始されたものの、この時代のアメリカ製ディーゼル電気機関車は概ね小出力の車両で、その用途も支線貨物列車牽引、入換等軽仕業が中心をなしていた。図 6 に件の I-R 750 馬力機関・GE 発電機ユニットを示す。流石に古風にして雑然たる外貌である²⁰。

図 6 Ingersoll-Rand 750 馬力機関・GE 発電機ユニット



I., Franco and P., Labryn, *Internal-Combustion Locomotives and Motor Coaches*. The Hague, 1931, p.11 Fig.5.

²⁰ cf., *Locomotive Cyclopedic of American Practice*. 9th., ed., 1930, pp.1067~1069. 総計 28 頁の Section 14 が Motor Locomotives and Cars となっている。

なお、インガーソル・ランドは 1871 年に端緒を有するアイルランドとアメリカに跨る企業で現在の北米拠点ハノーバース州に在る。内燃機関メーカーとしての活動期間は短く、750 馬力機関も製造してはいるが、産業動力用機関や小形入換用機関車機関がその製品の中心で、大出力機関車分野においては大した実績も見当たらないようである。

Knudsen Motor Corporation(N.Y.)は Carl H., Knudsen によって運営されていた企業であった。Google Patent に拠れば、彼は 1919 年から'20 年代前半にかけて倒立 V の U 型 2 サイクル単流掃気気筒を有する機関について 5 件ばかりの特許を取得している。U 型気筒ディーゼル機関は Junkers の対向ピストン機関の気筒を中央で折り返したような機関である。件の 1000 馬力 12 気筒ディーゼルは同類中の極北と形容されるべきモノで、'25 年に製作されたが、純然たる線香花火に終わった。到底、鉄道会社での使用に供し得る程の出来ではなかったであろう。富塚 清『二サイクル機関』養賢堂、1985 年、233-234 頁、同『内燃機関の歴史』三栄書房、1993 年、178 頁、に若干の記述がある。

表1 1929年5月時点の北米(合衆国及びカナダ)におけるディーゼル電気機関車事情

Order or Delivery Sequence	Customer	Loco. Wt.	Engine Horsepower and Builder	Delivery Date
1	Central R. R. of N. J.	60 ton	300 IR	Oct. 22, 1925
2	Baldwin Locomotive Works	138 ton	1000 K*, 1925
3	Long Island R. R.	100 ton	600 IR	Dec. 22, 1925
4	Baltimore & Ohio R. R.	60 ton	300 IR	Dec. 26, 1925
5	Lehigh Valley	60 ton	300 IR	Jan. 7, 1926
6	Chicago Northwestern	60 ton	300 IR	May 1, 1926
7	Erie Railroad	60 ton	300 IR	May 25, 1926
8	Reading Railroad	60 ton	300 IR	June 1, 1926
9	D. L. & W. R. R.	60 ton	300 IR	June 23, 1926
10	D. L. & W. R. R.	60 ton	300 IR	July 1, 1926
11	Utah Copper	60 ton	300 IR	July 23, 1926
12	Red River Lumber	100 ton	600 IR	Aug. 17, 1926
13	Chicago Northwestern	60 ton	300 IR	Oct. 1, 1926
14	Ingersoll-Rand	60 ton	300 IR	Sept. 24, 1926
15	Great Northern	100 ton	600 IR	Sept. 24, 1926
16	Chicago Northwestern	60 ton	300 IR	Apr. 15, 1927
17	Lehigh Valley	73 ton	300 M&S	June 20, 1927
18	Union Carbide	60 ton	300 IR	Aug. 11, 1927
19	Erie Railroad	100 ton	600 IR	Sept. 19, 1927
20	Erie Railroad	100 ton	600 IR	Oct. 18, 1927
21	American Rolling Mill Co.	60 ton	300 IR	Nov. 23, 1927
22	N. Y. C. Oil-Battery	128 ton	300 IR	Feb. 5, 1928
23	Reading Railroad	60 ton	300 IR	Mar. 15, 1928
24	American Rolling Mill Co.	100 ton	600 IR	Mar. 31, 1928
25	Donner Steel Co.	60 ton	300 IR	Apr. 10, 1928
26	New York Central	145 ton	750 IR	June 15, 1928
27	Long Island R. R.	87 ton	660 W	July .., 1928
28	American Rolling Mill Co.	74 ton	300 IR	Aug. 3, 1928
29	Long Island R. R.	110 ton	600 IR	Sept. 8, 1928
30	Erie Railroad	66 ton	300 IR	Sept. 22, 1928
31	New York Central	165 ton	880 M&S	Nov. 8, 1928
32	Canadian National Ry.	326 ton	2660 B	Nov. .., 1928
33	Donner Steel Co.	66 ton	300 IR	Dec. 21, 1928
34	American Rolling Mill Co.	74 ton	300 IR	Dec. 22, 1928
35	American Rolling Mill Co.	74 ton	300 IR	Dec. 22, 1928
36	Hoboken Terminals	70 ton	300 IR	Dec. 31, 1928
37	Hoboken Terminals	110 ton	600 IR	Dec. 31, 1928
38	Westinghouse E. & M. Co.	55 ton	300 W	Dec. .., 1928
39	Donner Steel Co.	70 ton	300 IR	Jan. 29, 1929
40	Donner Steel Co.	70 ton	300 IR	Feb. 9, 1929
41	Illinois Central	110 ton	600 IR	Mar. 12, 1929
42-43	Chiriqui Land Co.	35 ton	250 EM	May 20, 1929
44	American Rolling Mill Co.	55 ton	300 W	May .., 1929

UNDER CONSTRUCTION

45	Erie Railroad	114 ton	825 IR
46	Foley Brothers	110 ton	600 IR
47-51	Illinois Central	110 ton	600 IR
52-54	Chiriqui Land Co.	35 ton	250 EM
55-56	American Rolling Mill Co.	70 ton	300 IR
57-91	N. Y. C. Oil-Battery	128 ton	300 IR
92	Ford Motor Co.	70 ton	300 IR
93	Ford Motor Co.	110 ton	600 IR
94	Buffalo General Electric	66 ton	300 IR
95-96	D. L. & W. R. R. Oil-Battery	124 ton	300 IR
97-100	Michigan Central Oil-Battery	128 ton	300 IR

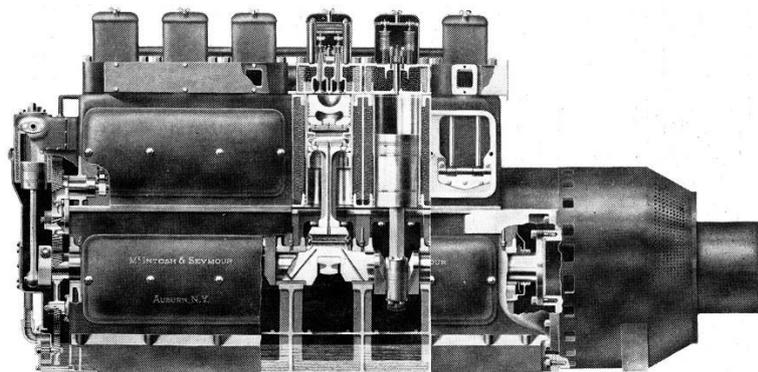
*Key—B, Beardmore; EM, Electro-Motive; IR, Ingersoll-Rand; K, Knudsen; M&S, McIntosh & Seymour; W, Westinghouse.

Locomotive Cyclopedia of American Practice. 1930, p.1069, Table I.

表 1 に示されるように、両先達会社の調べに拠れば、1929 年 5 月時点において北アメリカの本線上では 1925 年 10 月引渡しの 60 トン、300 馬力機関車を筆頭にカナダ国鉄の 2D1-1D2 の 2 連接・機関出力 2660 馬力の大型機関車まで総計 44 両のディーゼル電気機関車が稼働中であり、なお 56 両が建造途上にあつた²¹。

表 1 に記載されたエンジン・メーカーは須らくアメリカのディーゼル界において伝統を誇った会社群である。但し、上述の通り、M&S はこの表の作成時点以降、Alco に買収されている。アメリカの鉄道における初期ディーゼル化における今一つの代表的企業は将にこの Alco であつた。図 7 に 1930 年頃の M&S Alco Type ディーゼル機関車用 4 サイクル 4 弁式機関を示す。燃焼室は如何にも旧世代然たる半球状の窪みではあつたが、前掲の I-R 機関と比べれば俄然、スマートな風貌となつていた。その謳い文句は軽量性(18kg/BHP)、整備性と密閉生徒の両立、強圧給油、発電機・励磁機との一体ユニット化を前提し共通台板を不用化した上、ブレーキ用コンプレッサまで統合したクランク室設計、交換容易な湿式ライナの採用、主発電機による始動電動機機能の兼務、回転・往復運動部への軽合金多用、錐孔の多用・配管の最少化、低いランニング・コスト、メンテナンス・フリー性にあつた²²。

図 7 M&S の Alco Type 4 サイクル 4 弁式ディーゼル機関

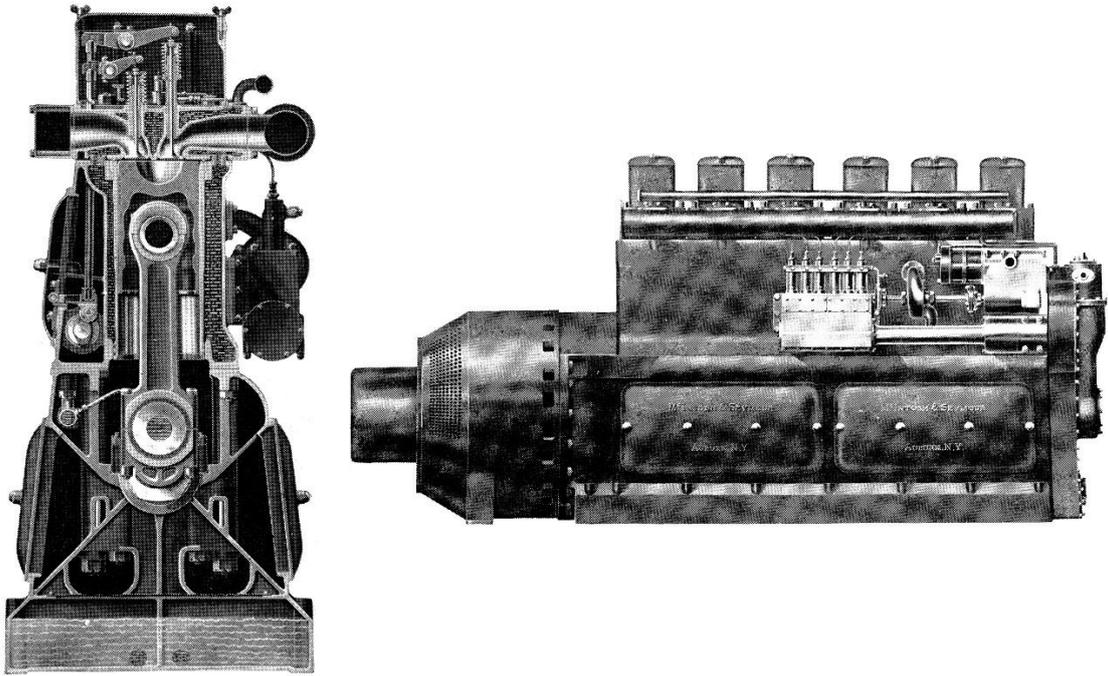


²¹ ベアドモア製 V 型 12 気筒無気噴射機関(12V-209.5×304.8mm, 1360HP/800rpm.)と Westinghouse Electric & Manufacturing Company 製発電機から成るユニットを 2 基搭載したカナダ国鉄の 2600 馬力ディーゼル電気機関車 No.9000 については cf., *Locomotive Cyclopedia of American Practice*. 1930, p.1071 Fig.2571, p.1077 Fig.2585, Franco and Labryn, *Internal-Combustion Locomotives and Motor Coaches*. pp.131~132.

この機関は 1922 年に投入された 209.5φ×304.8mm のボア・ストロークを有する直噴機関シリーズ(L4, -6, 8V, 12V)の最大機種であつた。cf., Judge, *ibid.*, p.393, Figs.342, 343(facing to p.393), 大井上 博『高速ディーゼル機関』山海堂、1940 年、106~108 頁。

なお、ウェスチングハウスは'20 年代後半、ベアドモアからライセンス導入を行つてディーゼル界に参入を果すことになる。

²² cf., *Locomotive Cyclopedia of American Practice*. 1930, pp.1072~1073.



Locomotive Cyclopedia of American Practice. 1930, pp.1072~1073, Figs.2573~2575.

なお、W.L. Garrison が N.Y. Railroad Club にて 1929 年 3 月 15 日に報告した処に拠れば、製鉄所の操車場に導入された 300 馬力ディーゼル電気機関車と、これによって駆逐された 72 トン蒸気機関車とのランニング・コスト比較は表 2 の通りであり、その削減要因としては人件費の切り下げが第 1 位に、燃料費節減が第 2 位にランクされた。つまり、入換用ディーゼル機関車においては当初から 1 人乗務が前提されていたワケである。その反面、利子の額は、それぞれの償却年数が等しいと仮定すれば、ディーゼル機関車のイニシアル・コストが蒸気機関車の 4.4 倍に及んでいたことを物語っている²³。

表 2 ディーゼル電気機関車と蒸気機関車との 1 両当りコスト比較(1928 年の 12 箇月)

²³ 但し、少なくとも戦後、暫くまで本線列車においてはアメリカでも 2 人乗務体制が維持されていたようである。福島善清(国鉄車両局)「米国鉄道におけるディーゼル電気機関車」日本機械学会『ディーゼル電気機関車に関する座談會 資料』1951 年 3 月、参照。

	Oil-Electric	Steam
Labor	\$1.660	\$3.310
Fuel	0.365	1.210
Supplies	0.080	0.020
Repairs: Material }	0.560	1.070
Labor {		
Enginehouse	0.205	0.795
Depreciation	0.815	0.115
Superintendence	0.895	1.065
Interest	0.505	0.115
Total	\$5.085	\$7.700
Average saving per hour by the oil-electric locomotive	2.615	

ditto., p.1069.

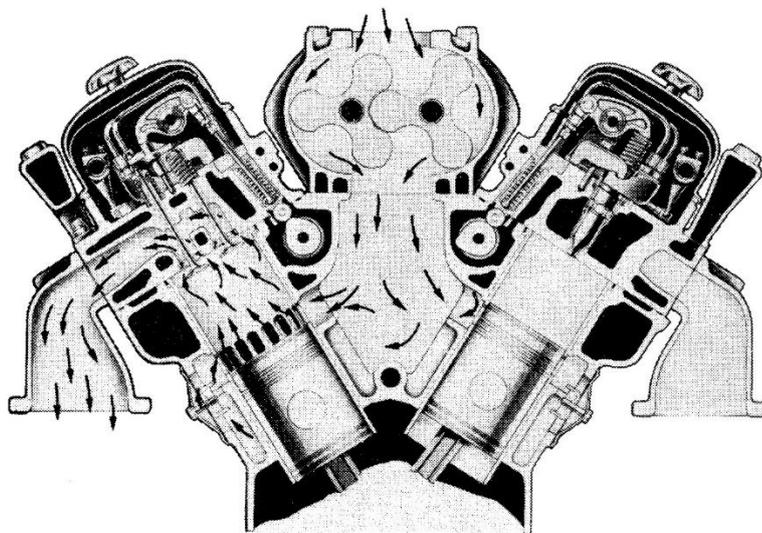
但し、蒸気機関車は給水、給炭に大規模の設備と人手を要した。転車台のような補助的施設をも不可欠であった。このテの固定設備は粗方償却済みであったろうが、ハンマーブロウによる軌道損傷は目には見えぬが、日々、計上される経費となっていた。

3) 1930~'40年代前半のアメリカにおける入換用ディーゼル電気機関車事情

i) GM(EMC)

1934年以降、GM Electro Motive Company(EMC)を先達として排気弁付き単流掃気型2サイクル・ディーゼル(図8)を以てするディーゼル特急時代の幕が切って落とされた。1930年代後半におけるGM本線旅客用機関車の陣容は単機1200馬力、2連接3000馬力、同3600馬力、2連接4000馬力、3連接6000馬力等であった。また、貨物機としては2連接2700馬力、3連接4050馬力、4連接5400馬力機が投入された。それらに用いられた主要な電気機器はGM EMCの内製品であった。

図8 GM EMCの排気弁付き単流掃気型2サイクル・ディーゼルの作動要領



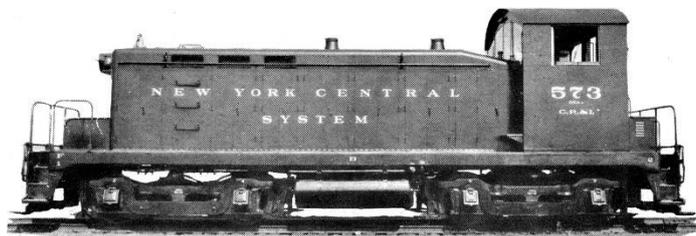
A.,W., Judge, *High Speed Diesel Engines*. 6th., ed., p.357 Fig.253.

この図は 60° V であるが、やがて V の挟み角は 45° が標準となる。

一方、本稿の主役、入換機関車に係わる GM のラインナップは何れも L 型、ロー・ボンネットの 600 馬力 100 トン、900 馬力 125 トン、900 馬力 100 トン・コンビネーション等であり、その平均年間稼働率 94% を誇っていた(図 9)²⁴。

1940 年時点において上位機種の実出力は 1000 馬力に増強された。その稼働率についてはやはり 94% という値が掲げられていた²⁵。

図 9 GM EMC 入換機関車の例



600 Hp.—100 ton
EMC Diesel Switcher



900 Hp.—125 ton
EMC Diesel Switcher

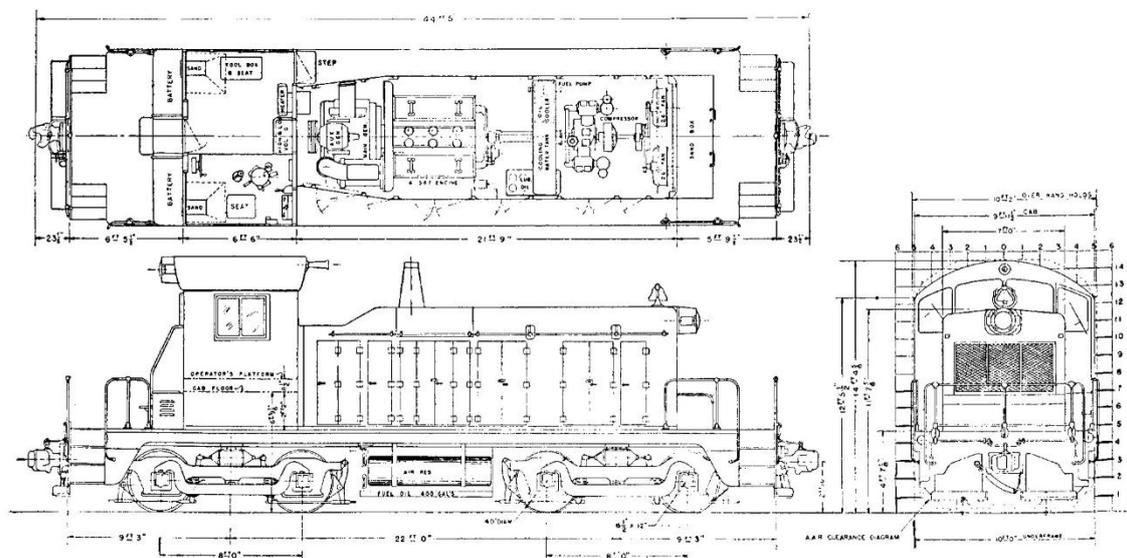
Locomotive Cyclopedic of American Practice. 1938, pp.923.

GM 製入換機関車には一人で乗務する機関士の視界を広く取るため、パワーユニットのコンパクトさを活かしてボンネットの後端、キャブ側の高さや幅を抑制する図 10 のようなデザインが導入されていた。当該機の機関は EMC 製 6-567 型(6V-215.9×254mm, 600HP/800rpm.)、主発電機は同 D-4 型から成った。

²⁴ cf., *Locomotive Cyclopedic of American Practice*. 10th., ed., 1938, pp.922~928. 同書の Section 16 のキャプションは “Diesel Locomotive” となっている。また、cf., *Locomotive Cyclopedic of American Practice*. 11th., ed., 1941, pp.975~988, 991~999. 同書において “Diesel Locomotive” は Section 15 となっている。

²⁵ cf., *Locomotive Cyclopedic of American Practice*. 1941, pp.980~981.

図 10 GM EMC 製 600 馬力 86 トン機関車 3 面図



Locomotive Cyclopedia of American Practice. 1947, p.980.

GM がその後、世界最大の機関車メーカーとなり、その動力ユニットが船用高速機関としても確固たる地位を築き、なかんずく先次大戦下、アメリカ海軍潜水艦や LST(戦車揚陸艦)主機として獅子奮迅の活躍を遂げ、戦後世界においても機関車並びに船用機関として絶対に壊れないとまで称される程の厚い信頼を寄せられ、日本を含め世界中で重用されて来た事実は夙に知られるところである²⁶。

²⁶ cf., A.,P., Sloan Jr./田中融二・狩野貞子・石川博友訳『GM とともに』ダイヤモンド社、1967年(原著1963年)、435~452頁、cf., Nitske and Wilson, *Rudolf Diesel*. pp.255~256, 拙著『鉄道車輛工業と自動車工業』日本経済評論社、2005年、122-126頁、参照。なお、戦後の日本で高速艇・漁船・網船用等、船用機関として重用されたGMの2サイクル・ディーゼルは旧 Gray Marine 機関諸機種を除けば自動車用から発展した Detroit Diesel 事業部の 71系(108φ×127mm)の直列4気筒~V型12気筒、そのツインバンク24気筒機関、連続定格121~975馬力が主体で、104.1φ×127mmのサイズを有する51系と127φ×142.2mmのサイズを有する110系とが若干存在し、ヨリ大きな機関車用機関は導入されていない。舟艇協会『造艇要覧1959年版』132~133頁、池田勝『高速艇の設計と製図』海文堂、1978年、20~21、24~28頁、参照。

某運用者からの聴き取りに拠れば、GM71系2サイクル・ディーゼルは絶対的性能は抑えられているが長寿命で消耗部品の補給体制も値段こそやや高いが信頼出来る。船命は約20年と言われるが、その間、機関載せ換えは通常行われない。しかし国産機関は故障が多い上にモデルチェンジが頻繁で10年も経つと補修部品供給が怪しくなる憂いを託つ。GM機関の場合、故障が少なくパーツ供給体制が万全であるため予備機関を用意しておく必要も無い。漁船の世界では酷いトラブルを起した機関は販売代金回収不能に陥る例が多いからGM機関は買う側にとってのみならず、売る側(富永物産㈱)にとっても良い商品であると評価され、1990年代にかけてシェアを拡大させた。

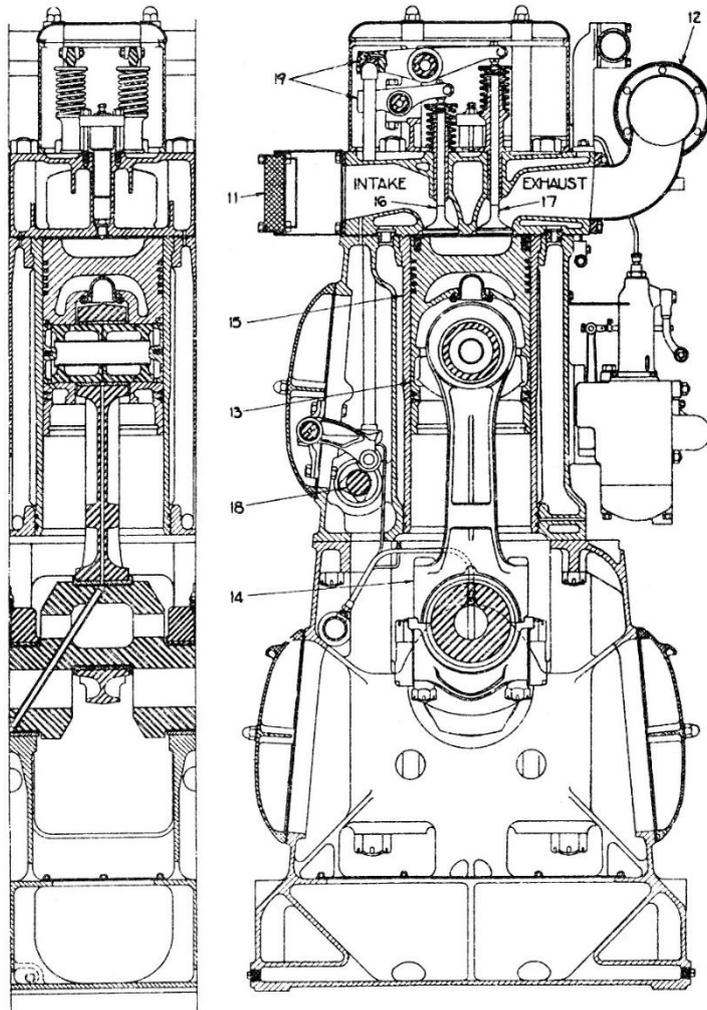
GMの機関車用ディーゼル機関部門は当初、Cleveland Diesel Division と呼ばれ、電機部門と統合された機関車部門は子会社 Electro-Motive Corporation を経て1941年より

ii) Alco と GE

Alco も 600 馬力、900 馬力入換機関車をラインナップしていた。両機関は基本的に同一で 317.5φ×330.2mm の気筒サイズを有し、定格回転数は 700rpm.、900 馬力型は Büchi(動圧式)排気ターボ過給による出力増強版であった。噴射系は Bosch であった。Alco 入換ディーゼル電気機関車の平均年間稼働率は 91%超と公表されていた。燃焼室形状が浅皿型へと変更されている点に注目されたい(図 11, 12)。

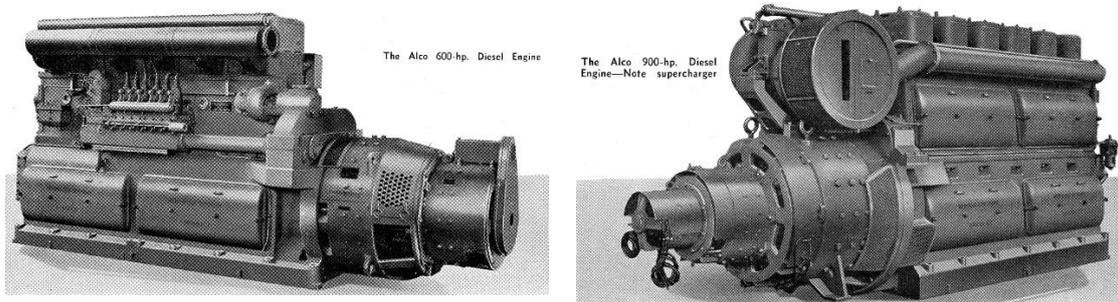
図 11 Alco(M&S)機関断面図

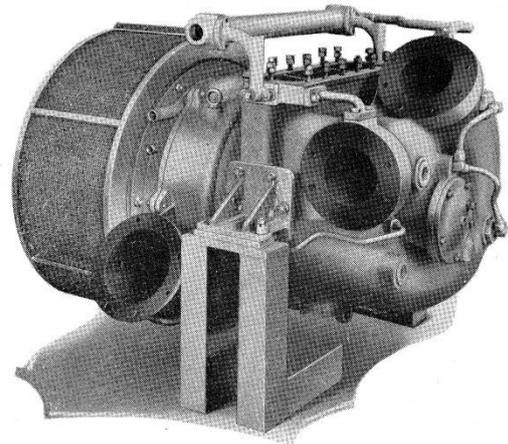
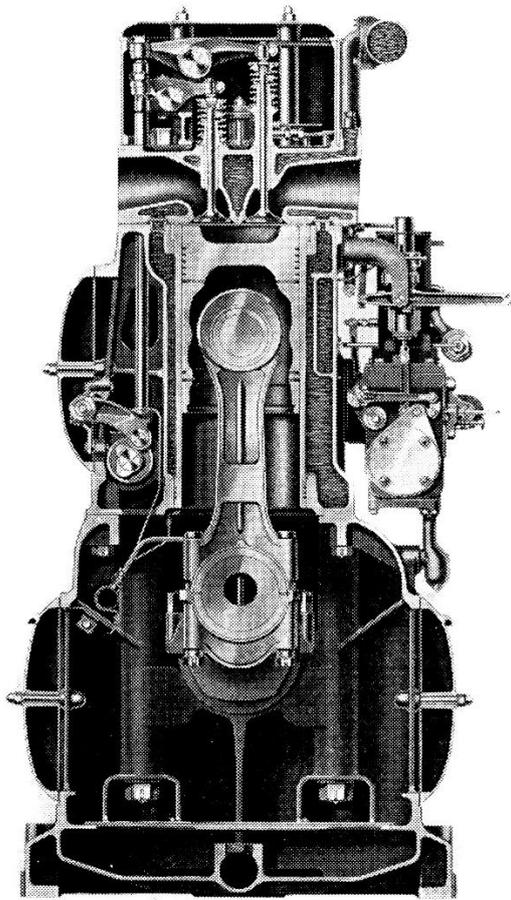
Electro-Motive Division として永らく覇を唱えて来た。本稿のテーマにとってはどうしても良い事柄であるが、その後、自動車部門の低迷により GM を巡っては Detroit Diesel Allison Division や EMD といった非自動車部門の整理が始められ、投資会社に売却された EMD は、Electro-Motive Diesel として買い手を求め、2010 年に建設機械の巨人 Caterpillar Inc.に購入されその完全子会社として復活を遂げた。DDA のディーゼル部門は Detroit Diesel Corporation として独立後、MTU(フリードリヒスハーフェン)への身売り話もあったが、結局、ベンツの商用車部門、Daimler Trucks North America LLC.の子会社となった。但し、MTU との提携関係は存在し 71 系をはじめとする 2 サイクル・ディーゼルの補修部品製造や修理再生、一部モデルの新製は MTU(フリードリヒスハーフェン)が行うところとなっており、上述の富永物産は MTU 機関の代理店として新製品の販売・保守と共にこの方面の業務をも引き受けているようである。航空用ガスタービンの Allison 事業部は Allison Engine Company として独立後、Rolls-Royce plc.の子会社 Rolls-Royce North America, Inc.に買収され Rolls-Royce Corporation となっている。



P.,M., Heldt, *High-Speed Diesel Engines*, p.365 Fig.2.

図 12 Alco 入換機関車用パワー・ユニットと排気ガスタービン過給機





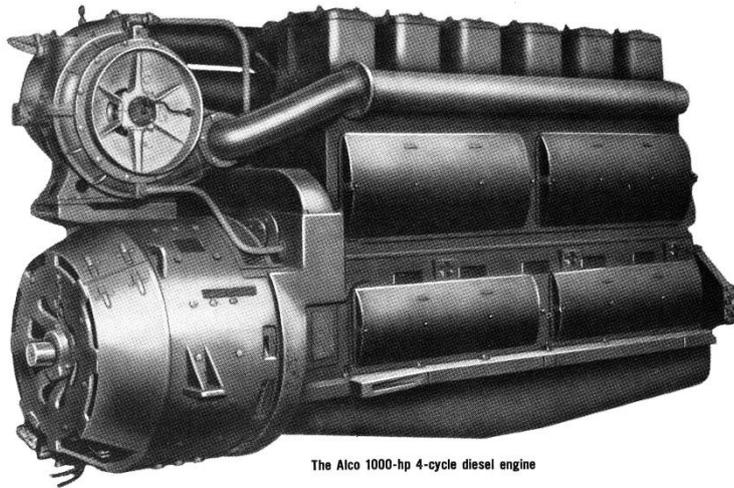
The Buchi Supercharger used with the Alco 900-hp. Diesel

Locomotive Cyclopedia of American Practice. 1938, pp.932~933.

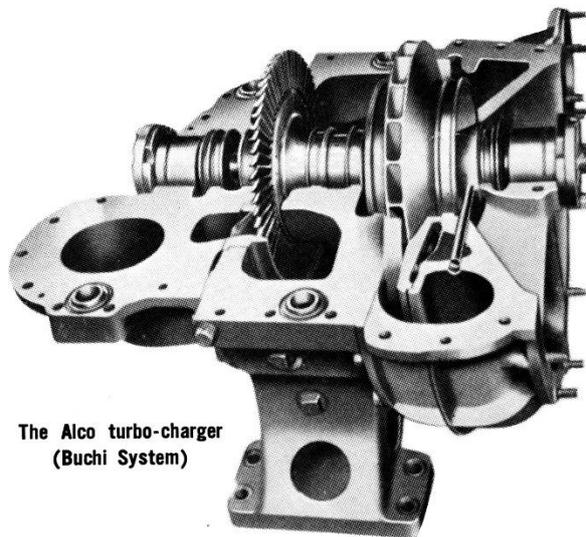
このターボ過給機関は 1200 馬力まで発生し得る余力を有するモノとされたが 1940 年からは溶接架構を有し、定格回転数を 740rpm.に上げた無過給 660 馬力、過給 1000 馬力機関を装備した Alco-GE 入換機関車がリリースされ、'41 年には後者のパワー・ユニットを 2 基装備した単機 2000 馬力、連接 4000 馬力の本線用機関車も投入されている。因みに、Büchi のライセンスに基づくその排気ガスタービンは軸流式であった(図 13)²⁷。

図 13 Alco 1000 馬力パワー・ユニットと排気ガスタービン過給機

²⁷ cf., *Locomotive Cyclopedia of American Practice*. 1941, pp.952~968, Heldt, *ibid.*, pp.363~366, 横井元昭他『ディーゼル機関 II』山海堂、熱機関体系 7、1956 年、238 頁、図 4・23.



The Alco 1000-hp 4-cycle diesel engine



The Alco turbo-charger
(Buchi System)

Locomotive Cyclopedia of American Practice. 1941, p.964.

ただ、GM EMC とは異なり、Alco 製ディーゼル電気機関車の主要電気機器は一貫して GE 製であり、この依存性に Alco 技術体系における最大の弱点が在った。

iii) Baldwin と Westinghouse

Baldwin のディーゼル電気機関車は前掲、1925 年の Knudsen1000 馬力に始まり、Krupp(独)機関を使用した時代を経て 1930 年に上述の通りド・ラ・ヴェルヌ社の買収によってエンジン自給時代を迎えた。600 馬力型はド・ラ・ヴェルヌ機関とアリスチャーマーズの電気機器を使用し、1937 年に投入された。900 馬力型はド・ラ・ヴェルヌの VO 型機関(8-317.5 × 393.7mm, 900HP/600rpm.)とウェスチングハウスの電気機器を用いていた。何れも機関は直列、車体は L 型であり、1940 年には 90 トン・6 気筒 660 馬力型と 109 トン・8 気筒 1000 馬力

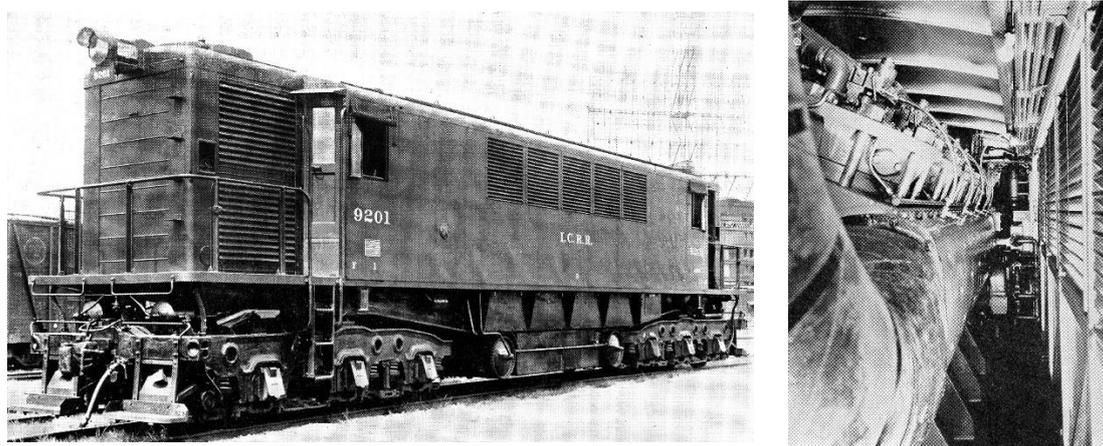
型が投入されている。その電気機器は WH となっていた²⁸。

iv) GE と Busch-Sulzer

第一次世界大戦中、ブッシュ・スルザーは海軍潜水艦向け 4 サイクル機関開発に当り、戦後は 6 気筒 3000HP/90rpm. をトップモデルとする 2 サイクル単動船用機関もラインナップされた。'26 年にズルツァとのライセンス契約が失効するとブッシュ・スルザーは活発な開発を開始した。'30 年には気筒当り 300 馬力、10 気筒までの自主開発標準機関が系列化された。'32 年には気筒寸法 355.6φ×406.4mm、気筒当り出力 200 馬力(550~600rpm.)、比出力 11.3kg/BHP の機関車用 2 サイクル横断掃気型ディーゼルの製造が開始され、V 型 8~16 気筒 1600~3500HP に展開せしめられた²⁹。

図 14 はその一つ、V 型 10 気筒 2000 馬力機関を搭載しイリノイ・セントラル鉄道向けに GE によって 1936 年に製造された汎用 6 軸(C₀-C₀)ディーゼル電気機関車(156.7ト)である。

図 14 Busch-Sulzer 2000 馬力機関付き GE 製 Illinois Central 鉄道向け機関車



Locomotive Cyclopedia of American Practice. 1938, p.920 Fig.2049, 2051.

ブッシュ・スルザー機関車機関は一風変わった構造を有し、V バンクの挟み角は図 15 から読み取る限り 47° であったように見える。気筒下部外側には“sludge chamber”が設けられ、オイル・スラッジや燃焼副生成物は此处に描き落とされた。その外側には検視ガラス窓が設けられ、運転中そのピストンの動きと潤滑状態が視認可能となっていた。本機は所謂、掃気孔管制型で掃気ポートは 2 段化され非対称掃気を実現されており、上部掃気ポートのブロー側には逆止弁が設けられていた。吸気音を抑えるため、ルーツ・ブローの先には空気

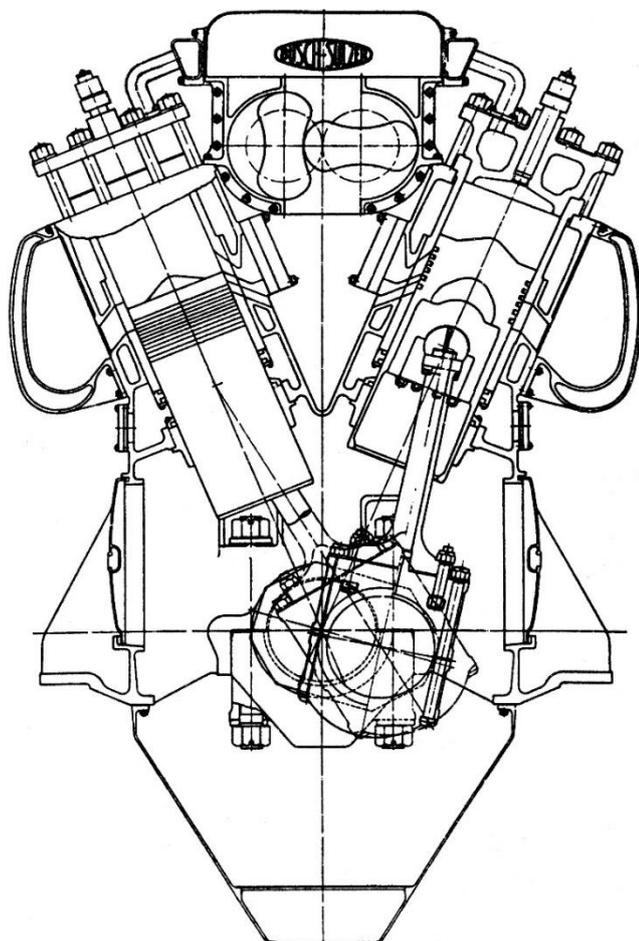
²⁸ cf., *Locomotive Cyclopedia of American Practice*. 1938, p.935, *ditto.*, 1941, pp.1000~1005. なお、ボールドウィンも戦後、GM EMD との競争に敗れ、'56 年には機関車製造から撤退し、'70 年に身売りしたものの、伝統を誇った工場は'72 年に閉鎖されている。

²⁹ cf., Nitske and Wilson, *Rudolf Diesel*. pp.256~257.

濾過器と消音器が設けられていた。気筒の外側には油分離器と火の粉止めを備えた大きな排気管寄せが装備されていた。

そのピストンは極めて厚肉の軽合金鋳物で、内部に別体の軽合金製ピストンピン・ハウジングが組込まれ、連桿上端にボルトオンされたピストンピンはハウジングの溝に嵌入されていた。これはピストン側のピン軸受面積を可及的に大きく取るための手法であり、排気上死点におけるピストンの空突きが無い 2 サイクル機関においては特に導入容易な技術であった。連桿大端部は船用機関に多く見られる 3 分割構造であった。発電機直結の使用法が前提されていたため、クランク軸の動力取出し端フランジには可撓継手が造り込まれていた³⁰。

図 15 Busch-Sulzer 機関の横断面図

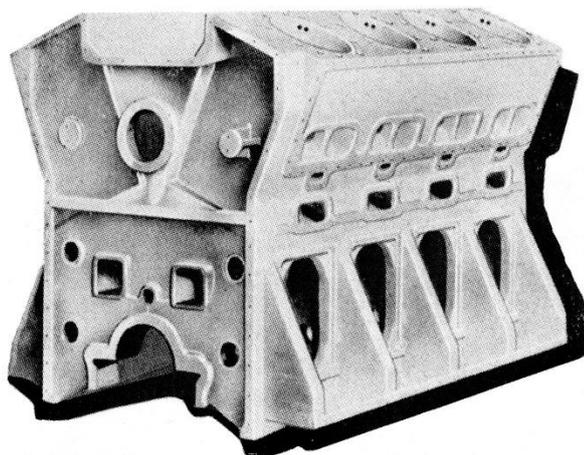


Heldt, *ibid.*, p.370 Fig.4.

³⁰ ブッシュ・スルザーの“three-piece piston”については cf., V.,L., Maleev, *Internal-Combustion Engines*. 2nd., ed., N.Y., 1945, pp.18, 503~504, esp., p.18 Fig.1-18, p.503 Fig.27-7.

ブッシュ・スルザー機関は主として艦艇主機として活躍したため、機関車用に詭えられたモノではあってもやや過大かつ過重であったようで、機関車用機関には铸铁だけでなく、Alcoa の軽合金製砂型鑄造のクランク室一体気筒ブロックの採用例を見ることがあった(図16)³¹。

図 16 Busch-Sulzer V8 機関のクランク室一体気筒ブロック



This 7000 - lb. Alcoa aluminum sand casting is the crankcase cylinder block of a Diesel engine built by Busch Sulzer Brothers

Locomotive Cyclopedia of American Practice. 1941, p.1014.

v) Cooper-Bessemer Corp.(Ohio)と GE

Cooper-Bessemer Corporation は C.&G. Cooper(1833)と Bessemer Gas Engine Company(1899)が 1929 年に合併して設立された。'30 年代後半、クーパー・ベッセマー社は GE 製電気機器を使用する 8 つの入換用ディーゼル電気機関車を系列化していた(表 3)。これらの販売ブランドは不明であるが、参照した広告の主はクーパー・ベッセマー社である。

表 3 クーパー・ベッセマー - GE 製の入換用ディーゼル電気機関車系列

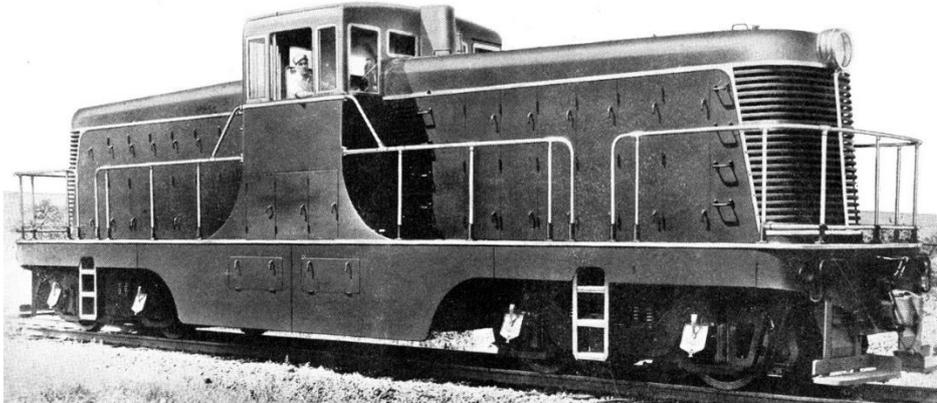
65-ton,	300 hp.....	1	Type EN, 6-cylinder engine
65-ton,	400 hp.....	1	Type EN, 8-cylinder engine
80-ton,	550 hp.....	1	Type GN, 6-cylinder engine
80-ton,	600 hp.....	2	Type EN, 6-cylinder engines
115-ton,	750 hp.....	1	Type GN, 8-cylinder engine
115-ton,	800 hp.....	2	Type EN, 8-cylinder engines
125-ton,	1100 hp.....	2	Type GN, 6-cylinder engines
135-ton,	1500 hp.....	2	Type GN, 8-cylinder engines

Locomotive Cyclopedia of American Practice. 1938, p.919.

スタイルは凸型であった。エンジン・フード(ボンネット)には緩傾斜が与えられ、機関士の視界を良好にしていた(図 17)。

³¹ cf., *Locomotive Cyclepedia of American Practice. 1947, p.1012, Heldt, ibid., pp.369~371, 373.*

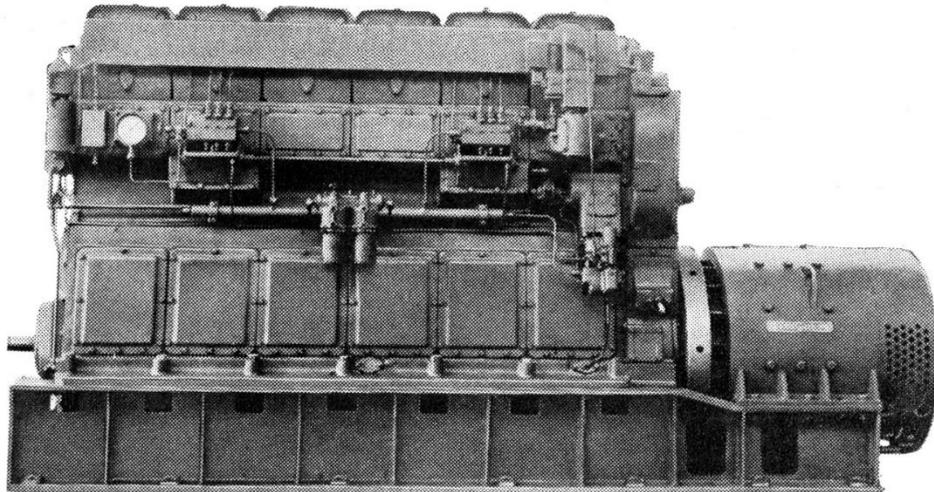
図 17 クーパー・ベッセマー - GE 製入換用 65~135 トン凸型ディーゼル電気機関車



op. loc.

クーパー・ベッセマーディーゼル機関は N 系列と呼ばれ、それは更に小形の EN 系と大形の GN 系に別れていた。'40 年時点におけるそのカバーレンジは従前通り 300~750 馬力であったが、過給により 35% の出力増強が得られると謳われている(図 18)³²。

図 18 クーパー・ベッセマー社製 GN 6 気筒型機関(550HP/750rpm.)・発電機・共通台板



op. loc.

Locomotive Cyclopedia of American Practice. 1941, p.1007 にはこれのターボ過給型の写真アリ。 .

何れの系列も直列 6 気筒と同 8 気筒から成り、直列機関の狭い幅によりボンネットの幅は狭く、その傾斜と相俟って入換用機関車に必要な前方見通しの良さが得られていた。

機関本体は高張力鋼の通しボルト(支柱ボルト)によって各部を締め上げ、これに応力を受

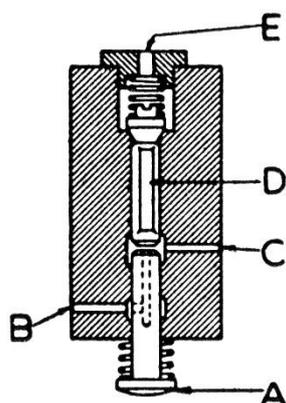
³² cf., *Locomotive Cyclopedia of American Practice. 1941, p.1007.*

けさせる共通の構造を有していたというから中速ないし中形ディーゼル然たる設計であった。

その構造的特徴として、ミーハナイト鋳鉄の多用、クランク軸の太いサイズ、各軸受面積が十分広く取られ、潤滑は強圧となっており、気筒頭には高い冷却性が付与され、総じて高い耐久性が確保されていたことが挙げられている。また、主運動部の軽量化により振り振動ダンパは不要となったともある³³。

噴射系はコモンレール(蓄圧)式で、“atmospheric relief” と称し、噴射のインターバルにおいては噴射ノズルへの噴射管内圧力を大気圧にまで減圧する弁の作用により噴射ノズルからの漏洩というコモンレール式噴射装置に通有とされていた欠点の除去に成功したシステムであった(図 19)。また、この噴射系においては噴射圧が機関の負荷と回転数に応じて自動的に制御されるとも謳われていた³⁴。

図 19 クーパー・ベッセマー社の “atmospheric relief” 機構の概念



Judge, *High Speed Diesel Engines*. 3rd. ed., 1937, p.137 Fig.101.

Same as *ditto*, 6th. ed., London, 1967, p.218 FIG.142 A.

A はプッシュロッド(のタペット部)、B は燃料タンクへの戻り口、C 噴射管~噴射ノズルへの吐出し口、D は弁、E はコモンレールからの高圧燃料入口である。噴射の瞬間、A が突上げられれば D が開き、高圧燃料は E から D 周りの環状隙間を経て C、噴射管、噴射ノズルへと至る。噴射終了と共に D は閉塞されるが、D から噴射ノズルまでの空間を満たしていた高圧燃料は A の中に穿たれた細孔を通じて B から燃料タンクへと戻り、当該空間の内

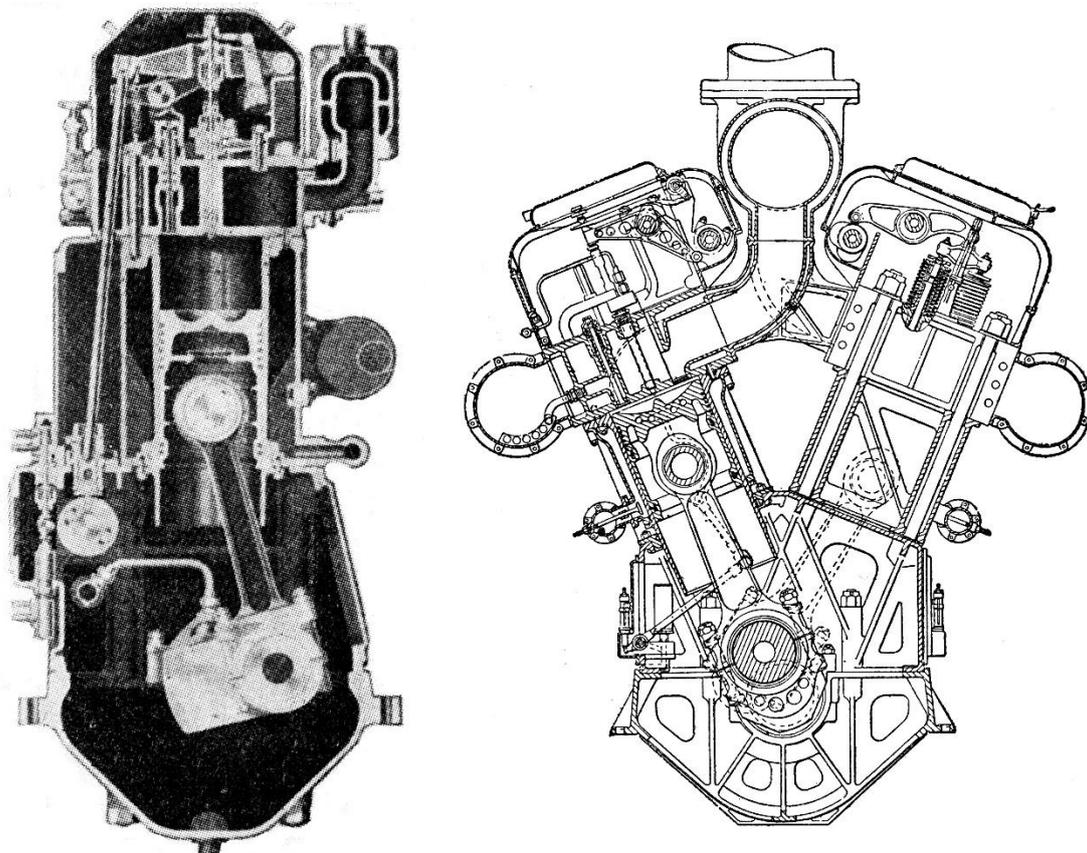
³³ ミーハナイト鋳鉄に関して簡単には拙稿「近代ピアノ技術史における進歩と劣化の 200 年—— Vintage Steinway の世界 ——」(大阪市立大学学術機関リポジトリ掲載)、参照。

³⁴ これは三菱長崎、清水菊平の MS 型ディーゼル('32)の改良 Vickers 型噴射系の更なる改良版とも見做され得る方式である。MS の方式については拙稿「戦時日本の中速・大形高速ディーゼル——海軍艦政本部、横須賀工廠機関実験部、新潟鐵工所、三菱神戸造船所—— 第 I 部 艦本式ディーゼル機関について——複動内燃機関技術史の中で——」(大阪市立大学学術機関リポジトリ掲載)、参照。

圧は大気圧まで低下する。

噴射弁は機械的弁であった。図 20 左に示すベッセマー直列機関には噴射弁の揚程を制限するために出し入れされる楔機構らしきものが描かれている。同様の機構は同右に見る 4 弁式 V 型 12 気筒機関にも採用されていたことがその左バンク側から判る。こちらはベッセマーから独立した技師、O.,D., Treiber によって設計された機関である。

図 20 クーパー・ベッセマー社 N 系 6 気筒機関と類似の 4 弁式 V 型 12 気筒機関



6-190.5×266.7mm, 200HP/650rpm. 12V-406.4×406.4[241.3×304.8]mm, 3000[750]HP/700rpm.

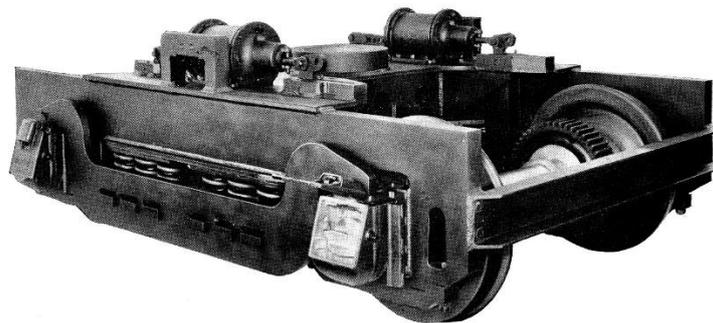
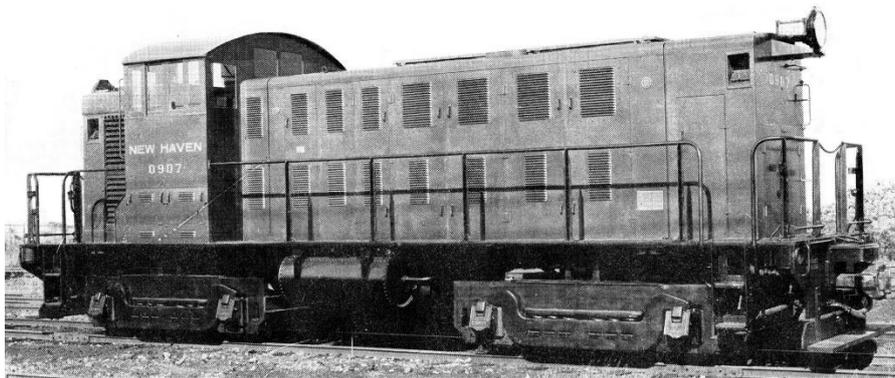
清水喜一編『高速度ディーゼル機関』最新工學普及會、1931年、8頁、第4、6圖。

当該部は *SAE Journal*, 1930/2 論文の邦訳。

vi) GE の L 型入換機関車

1936 年、GE はインガーソル・ランド製 600HP 機関とクーパー・ベッセマー製 660HP 機関を各 1 基装備した L 型機を 5 両ずつ製作した。機関を違い分けたところに GE の主導性が窺われる処である(図 21)。

図 21 1936 年に GE が 10 両製作した L 型機とその台車

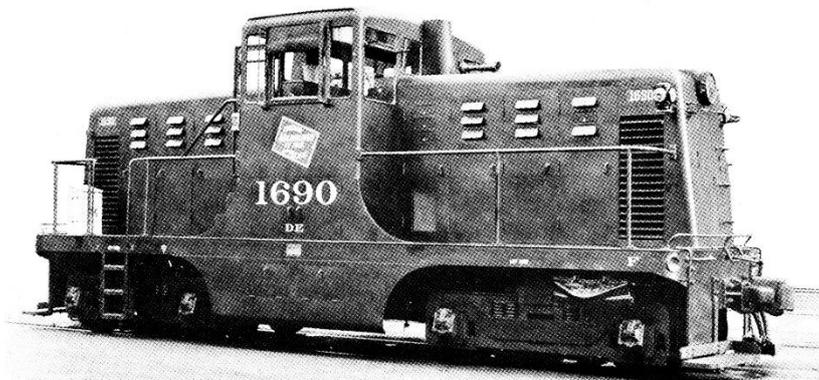


Locomotive Cyclopedia of American Prectice. 1938, p.941 Figs.2076, 2078.

vii) GE の小形ディーゼル電気機関車群

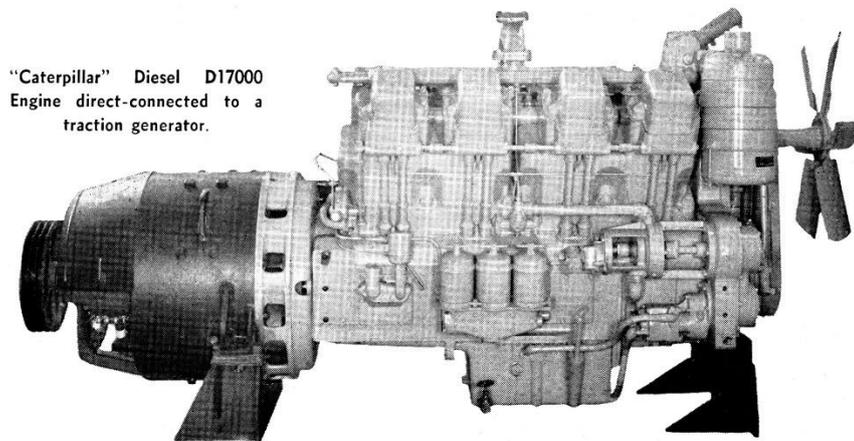
1940 年、GE は独自の開発になる小形ディーゼル電気機関車群の投入に踏み切った。これらは概ねパワー・ユニット 2 基装備の凸型で、一部に L 型が在った。最小モデルは 44 トン 380 馬力という小形凸型機(図 22)で、かような小出力にも拘わらず 2 基ユニットとしたのは主機として大形建機用に、しかし機関全幅削減を意図して 90° ではなく狭角 60° V の格好で開発されたキャタピラー D-17000(8V-146.1φ×203.2, 190HP/1000rpm. : 戦後の国鉄 DD12 の機関でもあった : 図 23)と思しき V 型 8 気筒 190 馬力機関が使用されていたからである。

図 22 GE の 44 トン凸型入換用機関車



Locomotive Cyclopedia of American Prectice. 1941, p.972 Fig.15.23.

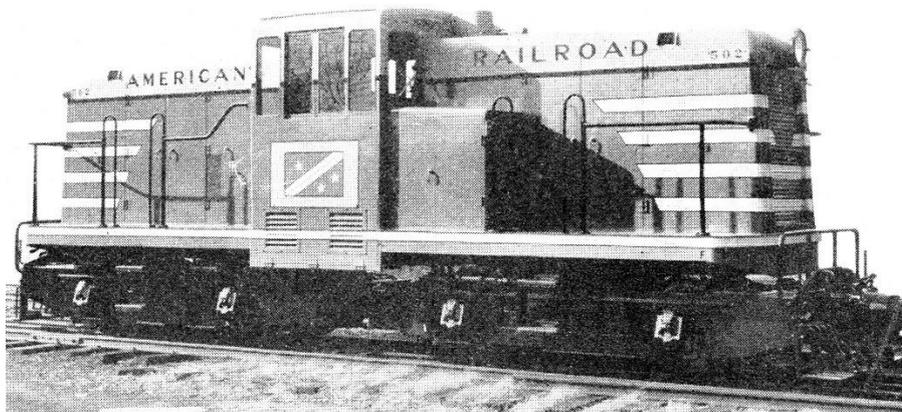
図 23 GE 44 トン機関車用 Caterpillar D-17000 型機関・発電機ユニット



Locomotive Cyclopedia of American Practice. 1947, p.1002.

また、戦時中には産業用・軍用としてキャタピラー D-17000 型機関 2 基装備の 47 トン凸型機がラインナップされていた。44 トン型と内容的にさして代わり映えせぬが、そのスタイルはハイ・ボンネットでかなり異なる印象を醸し出すモノとなっていた。図 24 は戦後、プエルトリコの 1000mm ゲージ鉄道向けの 1 両である。

図 24 GE の 47 トン入換用凸型機(American Railroad of Puerto Rico 向け)



Locomotive Cyclopedia of American Practice. 1947, p.1092.

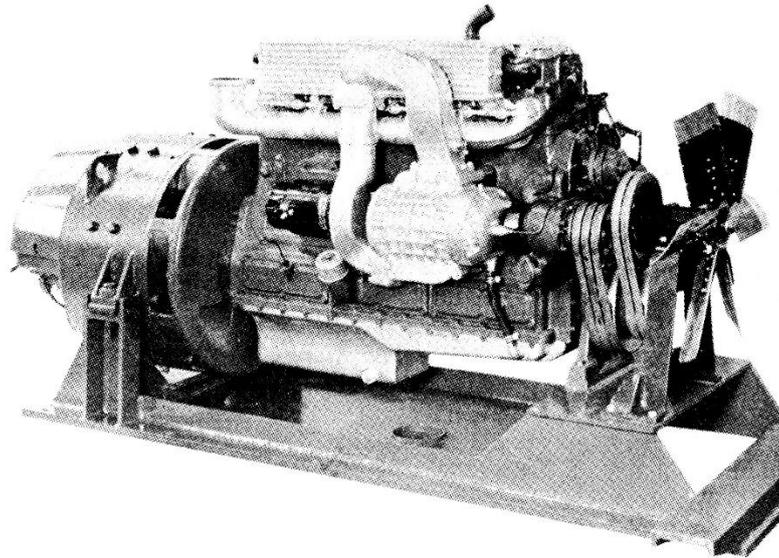
また、変わったところでは 70 トン 400 馬力機関車(図 25)があり、これにはメーカー不詳ながらブダ製と思しき 200 馬力機関(図 26)が 2 基装備され大きな牽引力が得られるように主電動機には 2 段減速装置が与えられていた。

図 25 GE の 70 トン入換用凸型機(2 段減速主電動機付)



Locomotive Cyclopedia of American Practice. 1941, p.973 ig.15.28.

図 26 Buda の製品と思しき GE 44 トン機関車用 200 馬力機関・発電機ユニット



ditto., 1941, p.973.

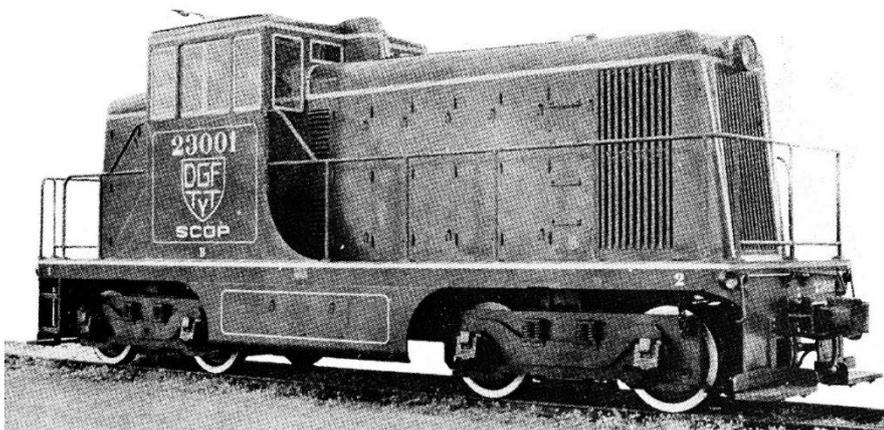
機関側面の装置は Michle-Dexter ルーツ・ブロアらしい³⁵。

更に、この前後には 80 トン、500 馬力、90 トン 1000 馬力と凸型機がラインナップされ、片凸型機として 65 トン 500 馬力型(図 27)が用意されていた。'40 年には 150 馬力・25 トン L 型、150×2 馬力・45 トン凸型、200×2 馬力・65 トン凸型、500 馬力・80 トン凸型の他、50 トン凸型、60 トン L 型等が導入された。これらには何れも出来合いの比較的量産規模の大きなディーゼル

³⁵ 大井上 博他『ディーゼル機関 I』372 頁、参照。ブダ製なら渡辺の掲げた 6L-165.1×222.3mm, 200HP/1100rpm.機関ということになる。渡部寅次郎『ディーゼル機関 I』岩波全書、1936 年、248 頁、参照。同機関の圧縮比としては 12 という極めて低い値が掲げられており、機械式過給が行われていなかったと見做すことは困難である。

機関が採用されていたモノと考えられるが、その詳細は不明である³⁶。

図 27 GE のメキシコ向け 65 トン 500 馬力ディーゼル電気機関車



Locomotive Cyclopedia of American Practice. 1941, p.97, Fig.15.31.

他方、'30年代から'40年にかけては本稿のテーマをなす入換用・産業用ディーゼル電気機関車が雑多なメーカー群によって投入されていた。St.Louis Car Company(Mo. : 1887)、Vulcan Iron Works(PA.)、Plymouth Locomotive Works(Ohio)、Whitcomb Locomotive Company(Ill. : ボールドウィンの子会社、後、吸収)、Davenport Locomotive Works(Iowa)、H.K.Porter Company Inc.(PA.)、Atlas Car and Manufacturing Co.(Ohio)等の名が知られており、37年以降、カミンズ機関の入換機関車への適用例も確認されるようになった。なお、GE ないし Alco-GE ブランドの 44 トン機及び 47 トン機については後刻、その内容についてやや詳しく紹介することになる。

2. 復興期のディーゼル電気機関車事情

1) アメリカの顔触れ

アメリカで“Class I”にランクされる鉄道において 1936年に 185両、総計 99,930馬力(1両当たり平均 540馬力)を数えたディーゼル電気機関車は'41年には 1331両、1,208,200馬力(同 908馬力)、'45年には 3946両、4,378,070馬力(同、1109馬力)を数え、'46年 12月 31日時点においては 4579両、5,114,070馬力(同、1117馬力)に達した。この内、約 3千両は入換用であった。また、“Class II”及び“Class III”の鉄道には 530両、407,510両(同、769馬力)のディーゼル電気機関車が在籍していた。1947年頃のアメリカにおけるディーゼル電気機関車市場は 70~80%が斯界のパイオニア、GMによって占有されていた³⁷。

³⁶ *Locomotive Cyclopedia of American Practice*. 1941, pp.969~974, ditto., 1941, pp.1047~1049.

³⁷ cf., *Locomotive Cyclopedia of American Practice*, 13th., ed., 1947, p.937. 同書、

機関車部門では GM が先鞭を付けた標準品の見込み生産方式も Alco やボールドウィン、GE(小形)に拡大していたようである。ディーゼル機関や電気機器類も汎用性の高い、即ち非・鉄道部門における使用を前提とする製品が多かった。結果的に、1950 年頃のアメリカにおける蒸気機関車に対するディーゼル電気機関車の価格比は概ね 2 倍強程度まで低下していた(表 4)。

表 4 1950 年のアメリカにおける蒸機とディーゼル電機ユニットとの価格比較(\$)

	種 別	最 小	最 大	平 均
蒸 気 機 関 車	貨 物	88,373	440,839	213,773
	旅 客	108,016	375,428	214,523
	貨客両用	147,777	247,634	222,078
	入 換	60,610	94,216	83,531
ディーゼル電気 機 関 車	貨 物	52,111	253,877	145,723
	旅 客	89,744	300,735	183,542
	貨客両用	70,006	174,119	154,502
	入 換	37,707	199,769	84,597

高田隆雄「ディーゼル電気機関車の設計製作について」より。

もともと、大出力ディーゼル電気機関車は 2~4 ユニット編成が主流であったから、大出力蒸気機関車に対する価格比は依然として 4 倍以上となっており、入換用等、小出力機であるほどディーゼル機関車の初期コスト回収は容易となっていた³⁸。

また、戦後のアメリカにおいては機関車用ディーゼル機関自体も見込み生産に依って受注量に係わらず同一機種に対しては販売価格一定という関係が構築されていた(表 5)。

表 5 機関車用ディーゼル機関の照会価格(円)

国 名	機関出力	型式	数量	価格
日 本 日立製作所	1000HP	直列 6 気筒	1	12,291,000
			10	10,786,000
アメリ カ F, M	1000HP	対向 5 気筒	1	13,300,000
			10	13,300,000
ス イ ス Sulzer	960HP	直列 8 気筒	1	20,900,000
			-	数量により相当低減

Section 15 のキャプションは Diesel-Electric Locomotive となっている。藤野友爾「(a)機関車設計上より見たエンジン (b)コントロールシステムについて」日本機械学会『ディーゼル電気機関車に関する座談会 資料』、より。

³⁸ 高田隆雄「ディーゼル電気機関車の設計製作について」、同上資料集より。

同上、より。

日立は M.A.N.との提携品、F, M は Fairbanks, Morse & Co.。

また、当時のアメリカの相場ではディーゼル電気機関車たるものその最大牽引力の 80% 程度までは連続運転可能であり、かつ、その速度の約 7 倍の最大速度が許容されるべきものとされていた³⁹。

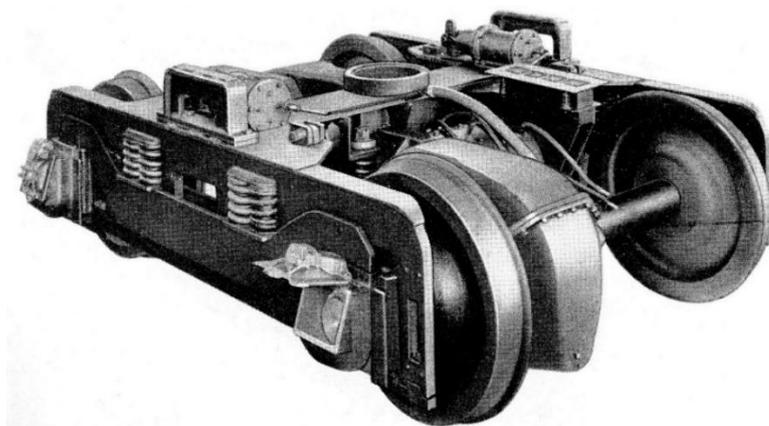
以下においては一連の資料から戦後の入換機関車、とりわけ DD12 1= DD90 1 に関連性の有りそうなそれについてのデータを拾ってみることにしよう。キーワードは自ずと Alco-GE 入換機関車、クーパー・ベッセマーの新系列機関、GE の入換機関車、となる。

i) Alco-GE の入換機関車

アメリカ最大の蒸気機関車メーカーであった Alco は 1947 年に全工場をディーゼル電気機関車工場に切替え、600、1000、1600、2200 馬力の標準機関を装備した機関車の月産 350 両見込み生産体制を構築した。電気機器は GE との提携によって調達された。Alco-GE 連合は当時、ディーゼル電気機関車の価格は蒸気機関車の 175~200%であったが、稼働率の高さと燃料費等の節減によって 3~4 年で初期投資は挽回出来ると主張していた⁴⁰。

Alco-GE の入換機関車の内、44 トン凸型の最小機種は基本的に前出 GE の 44 トン機関車(図 22)同様であったが、機関として 190 馬力のキャタピラー D-17000 型に加え、ブダの 205HP/1050rpm.機関が選択可能となっていた。その台車は図 28 のようなシンプルなモノであった⁴¹。

図 28 Alco-GE 入換用 44 トン機関車の台車



Locomotive Cyclopaedia of American Practice, 1947, p.939.

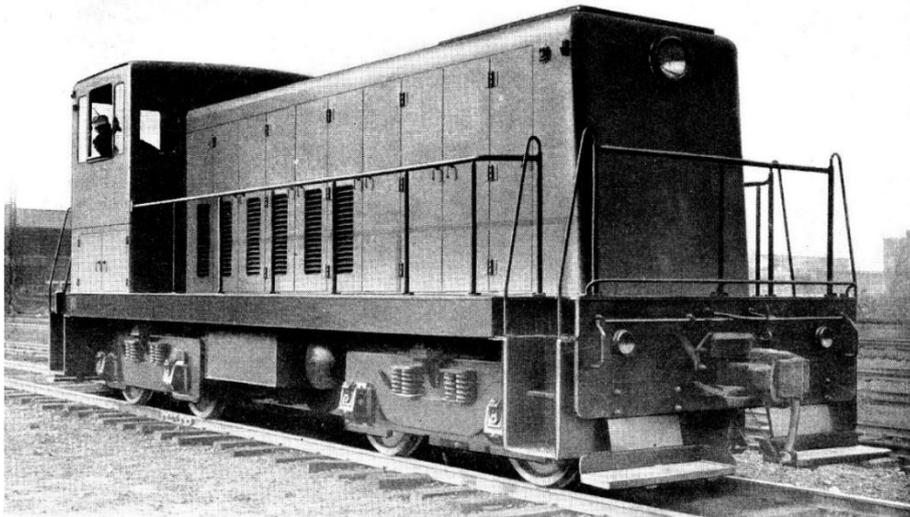
³⁹ 小倉淑成・阿知和則「ディーゼル電気機関車の電気機器の特性について」同上資料集より。

⁴⁰ 田中太郎(運輸技術研究所)「アメリカにおけるディーゼル機関車について」同上資料集より。

⁴¹ cf., *ditto.*, pp.938~939.

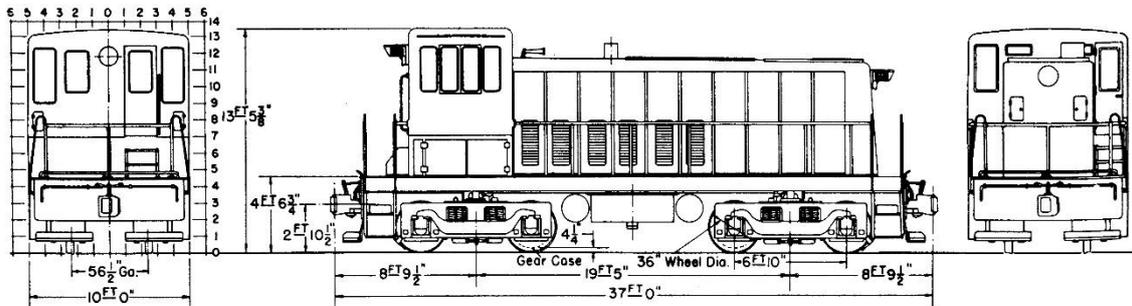
次の上位機種は 70 トン L 型機関車であった。その外観を図 29, 30 に、これらに対応する改良型台車を図 31 に示す。そのボギー軸距 2082.8mm、同中心間距離 5918.2mm は DD12 1 とほぼ同じ、と言うよりも実際には同一であったと思われる⁴²。

図 29 Alco-GE 入換用 70 トン機関車の外観



Locomotive Cyclopedia of American Practice, 1947, p.940.

図 30 Alco-GE 入換用 70 トン機関車 3 面図

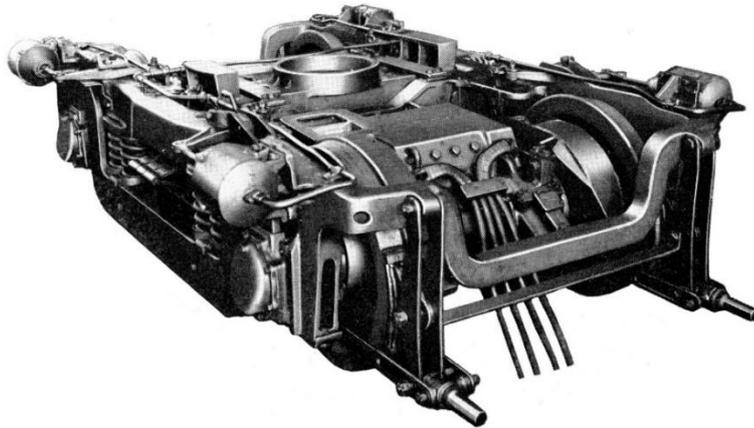


ditto., p.940.

その台車枠は 44 トン型のそれと同様、厚鋼板溶接組立品と思しき構造であったが、程無くこれは端梁を有する鋳鋼製一体構造台車枠へと改良型・置換されている。

図 31 Alco-GE 入換用 70 トン機関車の改良型鋳鋼製台車

⁴² cf., *ditto.*, pp.940~941.



ditto., p.957.

44 トン、70 トン機種を超える Alco-GE 入換機関車としては本線上での仕業にも堪える 104 トン L 型(6L-317.5×330.2mm, ターボ, 1000HP/740rpm.)、104 トン片凸型(12V-228.6×266.7mm, ターボ, 1500HP/1000rpm.)があり、1500 馬力機関は本線用機関車(B₀-B₀)にも装備され、その 16 気筒版 2000 馬力機関は本線旅客用 3 連接機関車([C₀-C₀]×3)にも搭載された。これらの機関は Alco の製品であったと考えられる。なお、分担から言えば、電気機器のみならず先次大戦中、陸軍航空隊向けに開発された曰く付きの排気ガスタービン過給機も GE の作品であった⁴³。

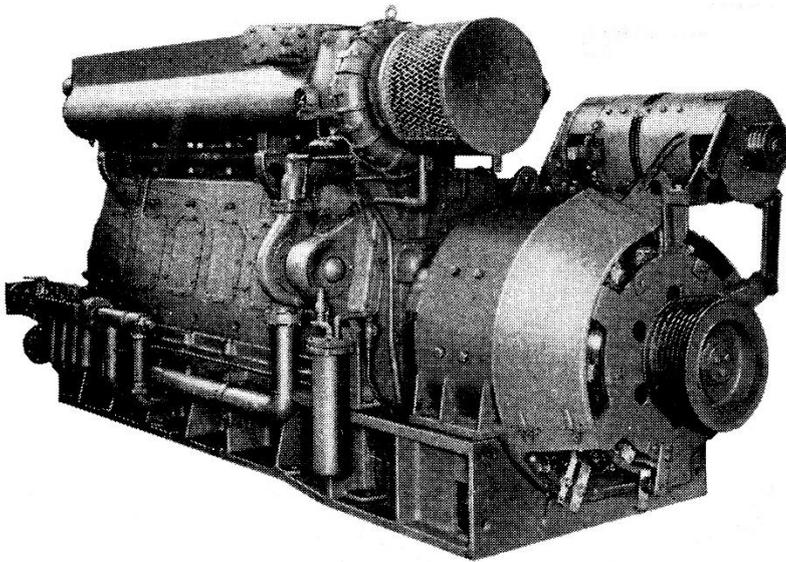
ii) クーパー・ベッセマーの新系列機関

Alco-GE 入換用 70 トン機関車に装備された機関はクーパー・ベッセマー社製機関、6L-228.6×266.7mm, 600HP/1000rpm.であった。この機関は本来、660 馬力であった筈であるが、当該機についてディレーティングがなされていたのか否かについては不明である。むしろ、資料に謂う 600HP は主発電機への入力出力、即ち空気圧縮機駆動々動力等を控除したネット出力を意味する値かと想われる。主発電機は GT-571 型、主電動機は GE-748 と記されている。なお、GE は 1950 年頃、このクーパー・ベッセマー製 660 馬力機関を 2 基装備した 59 トン B₀-B₀の入換機関車をコスタリカ(1067mm)向けに輸出した実績が記録されている⁴⁴。

図 32 Alco-GE 入換用 70 トン機関車に装備されたクーパー・ベッセマー社の F 系機関

⁴³ cf., *ditto.*, pp.942~959. 件の軸流タービンがそれである。B-17 用等に装備された GE 製排気ガスタービン過給機については拙稿「三菱航空発動機技術史 第Ⅲ部」参照。

⁴⁴ 「1950-1951 年における機関車の進歩」『機械の研究』第 4 巻 第 6 号、1952 年 (*Mechanical Engineering*, 74, 285[1952]の抄訳)、参照。



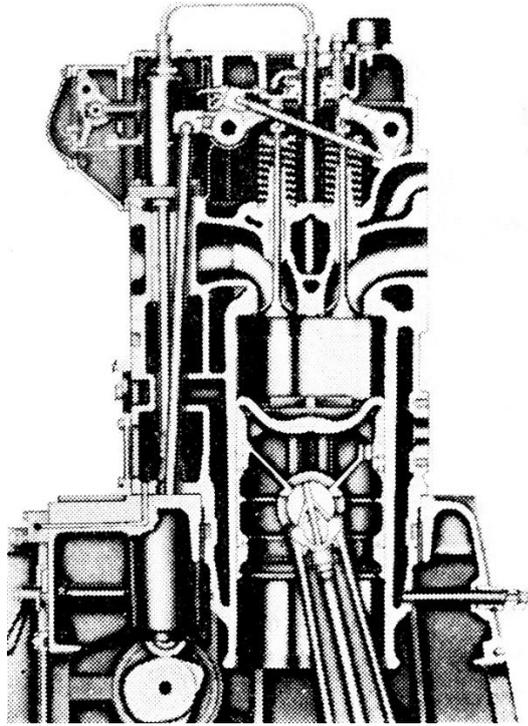
ditto., p.941.

同時代のクーパー・ベッセマー社製機関車用機関は F 系列(図 32)へと進化を遂げていた。それは 228.6φ×266.7mm の気筒サイズを有し、直列 6 気筒の FW 型、V 型 8、12 及び 16 気筒の FV 型の 2 系列、660~1600 馬力/1000rpm. という比較的狭いレンジに展開し、ターボ過給と無過給とが用意されており、何れも 4 弁式で共通台板上で発電機に直結される構造であった。図 33 は従って FW 型ということになる。噴射系はジャーク・ポンプによるそれへと改められている。なお、図 33 において連桿小端・ピストンピンの辺りがヤヤコシイのは 4 サイクルながらピストンピン・ボスの潤滑条件緩和と潤滑油に依るピストン冷却の確実化を図るためピンを小端に固定するブッシュ・スルザーの流儀にも似た構造が採られていたためである⁴⁵。

図 33 Cooper-Bessemer FW 機関の気筒構造

⁴⁵ これよりはやや複雑であったが、クーパー・ベッセマー 4 サイクル中速機関におけるピストンピン回りの構造については cf., Maleev, *Internal-Combustion Engines*. 2nd., ed., p.504 Fig.27-8.

1951 年頃のクーパー・ベッセマー社 F 系機関のラインナップについては横堀 進『鉄道車両工学』共立全書、1955 年、100~101 頁、第 6.2 表、(A)2、参照。直列 6 気筒ターボ過給機関の型式名は FW-6T とある。16 気筒の FV16T 系は最大 1710 馬力にレートされていた。やがて、その高過給・給気冷却版と思しき FVBL 16T 型は定格出力 2420PS/1000rpm. となった。曾田範宗・熊谷清一郎『内燃機関ハンドブック』養賢堂、1964 年、380 頁、第 4.22 表、参照。また、Taylor は同寸で 2750HP/1000rpm. という定格出力を有する FVBS-16T 型機関車機関について例示しており、高負荷化が進展せしめられた経過が窺われる。cf., C., F., Taylor, *The Internal-Combustion Engine in Theory and Practice*. 2nd., ed., Vol. II, Mass. 1968, p.415 Table10-9.



横井他『ディーゼル機関 II』112 頁、図 2.43。

但し、これを FV 型とする同書本文記述は誤り。

その最大の特徴は図 33 にも示されている気筒頭一体独立式気筒胴(one-piece cylinder and head assenbly)にあった。メーカーによれば、これはガス、冷却水、潤滑油の漏洩防止に有効であるだけでなく、一旦、少数のボルトを取外せば各部の点検整備が一気に出来るというメリットをも具備していた。ライナレスであったが、ライナ交換よりボーリングの方が安上がりであった。この気筒構造について紹介者の横井元昭と伊藤隆介は「製造上、また点検、整備、分解、組立の上からは大胆な設計といわざるを得ない」と評しているが、メーカーとしては満を持して発表した自信作であったと考えられる。

鋳鉄部位にはミーハナイト鋳鉄が多用されていた。高級ミーハナイト鋳鉄製クランク軸径は異例の太さを有し、ジャーナル径は気筒内径の 80%を超えていた。この材料は軸受メタルの硬度を鍛鋼性クランク軸に対応するそれより 50%程度アップすることを可能にした。ピストン・連桿 Assey を上に抜くことが出来ず、下抜きに限られたことから連桿大端軸受面積を思い切って広く取れたことも手伝ったと見え、鋼製裏金付きバビットの耐久性は格段に向上せしめられていた⁴⁶。

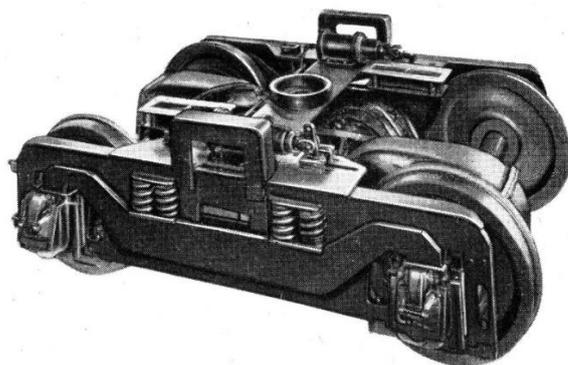
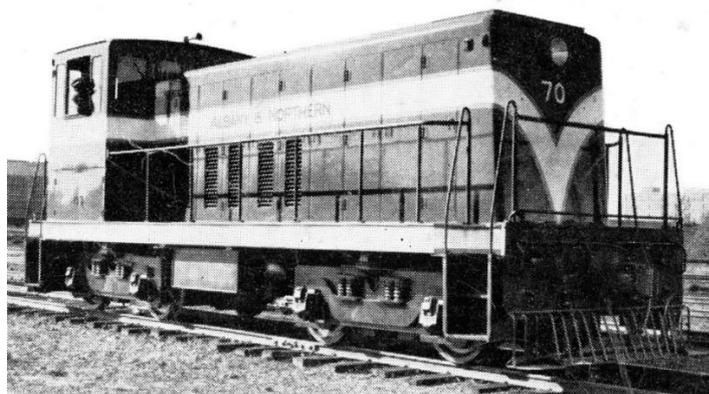
iii) GE の小形入換機関車

上記 Alco-GE 機関車の内、入換用の 44 トン、70 トン L 型機種相当品は従前同様、GE ブラ

⁴⁶ cf., *Locomotive Cyclopedia of American Practice*, 1947, p.1011.

ンドを冠して市場に提供された。図 34 に 70 トン機種の外観と台車を掲げておく。台車については相も変らぬ旧弊な構造に注目されたい。

図 34 GE 製 70 トン入換機関車とその台車



Locomotive Cyclopedia of American Practice. 1947, pp.959, 960.

これらは「1945年に導入され、1947年までに50両以上発注され、更に、ヨリ多くが狭軌軌道での使用目的で海外から発注された」とある。何れの機種とも同時代の Alco-GE 入換機関車と同一ユニットを用いながら、機関が Alco 以外からの購入品であったが故に Alco との間で GE 独自ブランドでの販売への了解が得られたものと想われる⁴⁷。

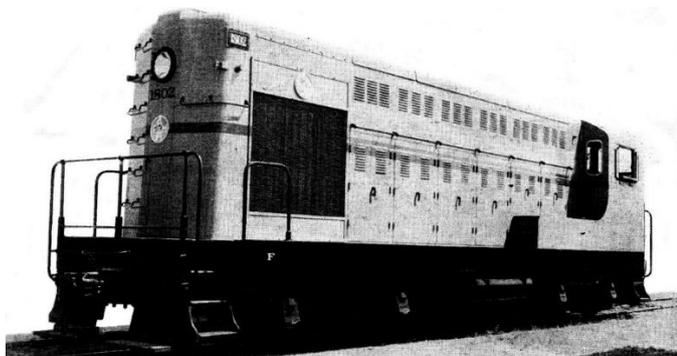
⁴⁷ もっとも、その当時はやがて GE(の子会社)が Alco との提携を解消して本線用ディーゼル電気機関車の自社生産に乗り出し、自社製 4 サイクル 2500 馬力機関搭載の U-25B 型機関車(1959)、同 U-25C ('63)、U-28C(2800HP : '65)を以てその地歩を築き、Alco の斯界撤退('69)から離散、消滅の過程を尻目に遂には本業(乗用車)不振の GM EMD をも凌ぐトップシェアを獲得するなどとは夢想だにされていなかったことであろう。もっとも、敢えてさかしらを言えば、20 世紀も $\frac{2}{3}$ 近くが経過しようとしていた頃に機関車用 4 サイクル・ディーゼル機関を開発し^{おお}果せたところで内燃機関技術史上の貢献はほぼゼロに等しいのではあるが。「北米における鉄道車両用ディーゼルの動向」『内燃機関』Vol.12 No.141, 1973 年 8 月 (*Railway Gazette International*, Mar., 1973 の翻訳)、参照。

iv) Fairbanke, Morse & Co.の L 型機

戦後間もないアメリカ製ディーゼル電気機関車群像縦覧の最後として、GM EMD やボールドウィン、弱小メーカー群の製品については割愛し、前出、Fairbanks, Morse & Co.(III.)の汎用と貨物用 L 型機に一瞥をくれておくことにしよう。石油発動機メーカーであったこの会社はクランク室予圧式横断掃気型 2 サイクル機関で産業用機関車、発電・鑿油・ポンプ用「高速」ディーゼル機関に参入した。この機関は球状の単孔予燃焼室を気筒頭頂部に戴くモノであったが、実質的には焼玉機関であったと考えられる⁴⁸。

こうしてマイナーな豆機関車メーカーとなった同社のヨリ本格的な作品を此処に取上げるのは専らその車体外観デザインの故である(図 35, 36)。

図 35 Fairbanks, Morse & Co.の 1000 馬力入換機関車



ditto., p.992.

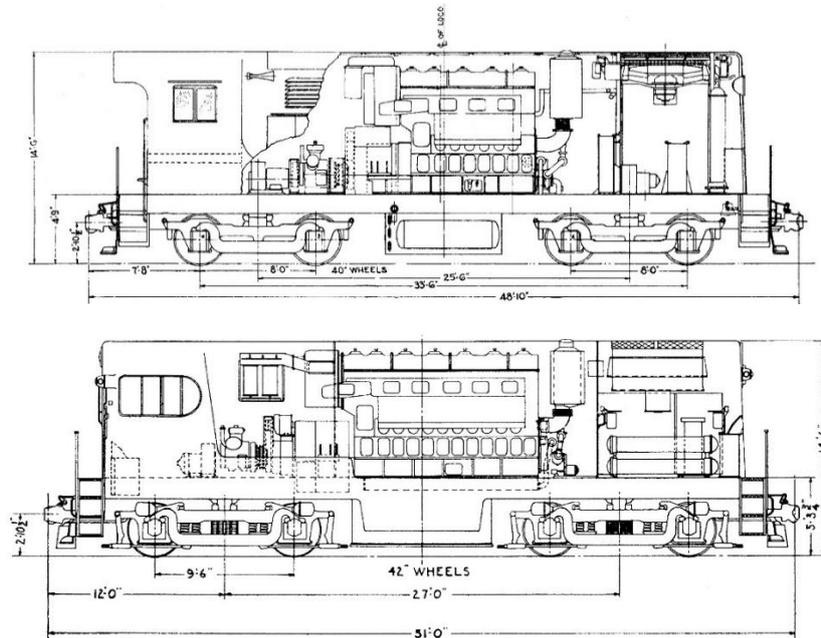
F, M 社は 1939 年に Junkers 航空ディーゼルばりの 2 本クランク型 2 サイクル対向ピストン機関を機関車用にリリースした企業である。もっとも、*Locomotive Cyclopedia of American Practice, 1941* には未だ登場していなかった。その機関は構造上、背が高くなる上に機械式過給機を上方クランク軸の主発電機側端部から駆動するという機関前後長さ短縮に有利な構成が採られたため、機関全高は嵩みがちとなっており、1 人乗務の入換用 L 型機とした場合、視界確保に著しく不利なハイ・ボンネットが要請されることとなっている。その一例が図 35, 36 に見るような GM の入換機関車などとは全く対照的な形姿である⁴⁹。

⁴⁸ cf., P.,M., Heldt, *High-Speed Diesel Engines*. 1932, pp.238~240.

⁴⁹ 同社製機関について簡単には大井上 博『高速ディーゼル機関』山海堂、1940 年、195 頁、詳しくは P.,H., Schweitzer, *Scavenging of Two-Stroke Cycle Diesel Engines*. N.Y., 1949, pp.230~240、参照。なお、同系の 8 気筒 1000 馬力汎用機関車には片凸型の車体が与えられていた。cf., *Locomotive Cyclopedia of American Practice*, 1947, pp.994~995.

なお、F, M 社は 1965 年、上部(排気)ピストンをピストン弁に矮小化させた、恰も B&W の初期の作品の如き単流掃気型 2 サイクル・ディーゼル(1000HP/cyl)を産業動力用に投入している。cf., Taylor, *ibid.*, Vol. II, p.453, Obert, *ibid.*, p.577 Fig.15-4(a). 然しながら、テイラーが「排気ピストンをピストン弁のカテゴリーまで矮小化させた」とまで述べながら尚、これを「対向ピストン 2 サイクル・ディーゼル」に分類した真意については了解し難

図 36 Fairbanke, Morse & Co.の入換機(6気筒 1000馬力)と本線用重量機(10気筒 2000HP)



ditto., pp.992, 996.

2) ディーゼル電気機関車に係わる戦前戦時日本の経験

アメリカとは雲泥の差であったとは言え、戦前期日本においてもディーゼル電気機関車に係わる経験は少ないなりに存在した。鉄道省におけるそれは第一次世界大戦の戦時賠償品の一項目を為した 1929 年の DC11 型(Eslingen、軸配置 1C1、重量 57 トン、機関：M.A.N.[6L-280×380mm, 600PS/700rpm.]に始まっている。機関車用クラスのディーゼル機関国産化に際しては鉄道省が民間メーカ技術者を糾合して実施した DC11 型並びに DC10 型ディーゼル機関車(Krupp、機械式、軸配置 1C1、重量 63.47 トン、機関：Krupp[6L-320×350, 600PS/540rpm.]の分解検査が有益であったことは夙に知られた事蹟である⁵⁰。

鉄道省向け国産品の嚆矢は'36年の DD10 型(川崎車輛、軸配置 A₁A+A₁A、重量 68.4 トン、機関：新潟鐵工所[8L-250×290mm, 500HP/900rpm.]であり、これ以外にも'37年の固定編成ディーゼル動車キハ 43000 型(機関：池貝鐵工所、新潟、三菱神戸)が存在し、ガソリン・エレクトリックでは'31年の電気式ガソリン動車キハニ 36450 型(機関：池貝)といった異端児も見出された。南満洲

い処である。F, M 社は現在、Pielstick 系の中速機関を製造しているようであるが、SEMT-Pielstick 自身が M.A.N.の子会社と化してしまっていることについては旧稿でも触れた通り。

⁵⁰ DC11 型については cf., Franco and Labryn, *Internal-Combustion Locomotives and Motor Coaches*. pp.121, 122, DC10 型、DC11 型の機関については永井 博「車輛用機関」三木吉平・大井上 博・永井 博『自動車用機関・車輛用機関』共立社、内燃機関工学講座 10、1936 年、396~398、415、419~428 頁、参照。

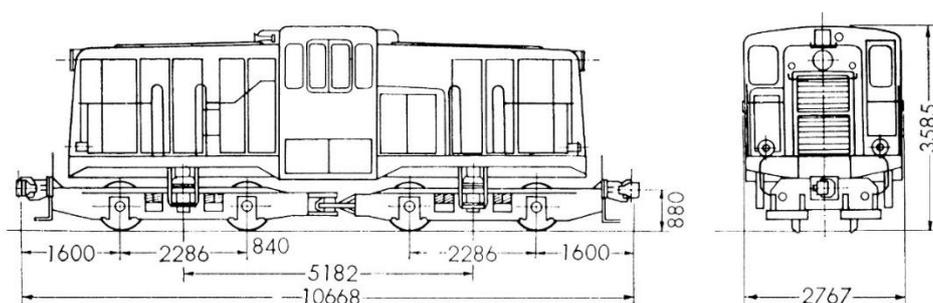
鉄道においてもデセ型ディーゼル機関車 No.2000(Sulzer)、国産品の嚙矢、デセ型 No.7000, 7001(ジキイ 500, 501 : 新潟機関)号、ジハ 1 型ディーゼル動車(Sulzer)、ジテ 1 型(Sulzer, 新潟)の名を挙げる事が出来る⁵¹。

3) 戦後の国産ディーゼル電気機関車に出発点を与えた GE 入換用機関車の技術

i) GE 製 47 トン機関車の概要と使用実績

然しながら、戦後日本におけるディーゼル電気機関車導入の嚙矢は国産機ではなくかの GE 製 47 トン機関車であった。本機は国鉄 DD12 となった車両で、基本的に前掲図 24 のメーター・ゲージ機関車と同じ型式である。当該個体群はアメリカ陸軍が 8 両持込んだものを国鉄が借り入れ、後、譲渡された 5 両が DD12 型と命名されことになる(図 37)。その製造は 1945 年、N.Y.の GE スケネクタディー工場。機関车型式は B+B-94/94 4GE733 と記されている⁵²。

図 37 国鉄 DD12 型 2 面図



荒井文治・臼井茂信・杉田 肇『機関車ガイドブック』誠文堂新光社、1963 年、209 頁、より。

全体のスペックは、運転整備重量 47 トン、軌間 1067mm、自連中心間長さ 10,800mm、最大幅 2,920mm、最大高さ 3,850mm、動輪直径 840mm(33in.)、最小曲線半径 22.8m(75ft.)。

定格は機関がキャタピラー D-17000×2、総出力 380HP(機関車用定格が 360HP との表記もあり)、牽引発電機への入力 330HP。最大許容速度 56km/h(35mile/h)。

D-17000 型機関は 2 弁式の 4 サイクル予燃焼室式、60° 8V-146×203mm(5³/₄×8in.)、圧

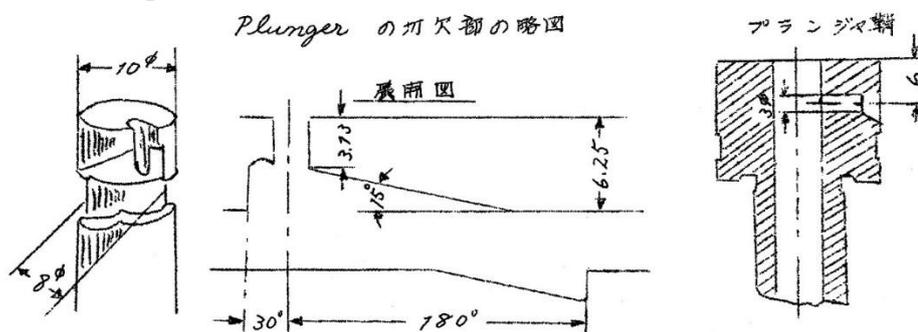
⁵¹ DC10 型、DC11 型の分解検査の件や DD10 型、三菱神戸の幻に終わった提案を含む満鉄ディーゼル車両群の詳細については拙稿「戦時日本の中速・大形高速ディーゼル—海軍艦政本部、横須賀工廠機関実験部、新潟鐵工所、三菱神戸造船所 — 第 III 部 南満洲鉄道及び鉄道省の初期国産ディーゼル機関車」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載)、キハ 43000 については拙著『日本のディーゼル自動車』日本経済評論社、1988 年、132-134 頁、キハニ 36450 については原田 鋼との共著『ある鉄道事故の構図』同、2005 年、27、36-38 頁、参照。

⁵² 一條幸久(国鉄輸送局保安課)「G.E.47ton ディーゼル電気機関車について」、沼田 耕(東日本重工業 東京製作所)「GE 製 47ton ディーゼル電気機関車搭載の Caterpillar Diesel Engine に就て」日本機械学会『ディーゼル電気機関車に関する座談會 資料』、参照。

縮比 19.1。予燃焼室は単噴孔ではあったが、未だキャタピラーの定番となる算盤玉状の胴部を有するモノにはなっていない(後掲図 41)⁵³。

その全負荷速度は 1000rpm.、アイドリング速度は 400~450rpm.。噴射ポンプはキャタピラー製、但しボッシュまがいの定行程逃し孔式、8 気筒分一体型でプランジャ径 10φ。V バンク中央に配置され、単体状態では各気筒毎に噴射時期を調整可能であるが、機関に装備後はタイミング・ギヤの噛合せ調整による調整のみであった。ガバナは遠心式オールスピード型でコントロールラックに連結されていた。

図 38 Caterpillar D-17000 型機関の噴射ポンプ・エレメント



沼田「GE 製 47ton ディーゼル電気機関車搭載の Caterpillar Diesel Engine に就て」第 7 図。

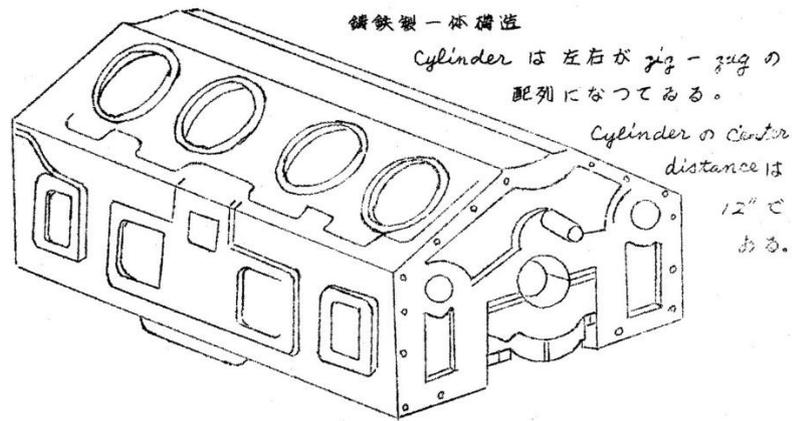
噴射管は銅製で外径 6.3mm、内径 1.5mm(銅製の誤りと思われる)、長さは各気筒とも 700mm。噴射ノズルは単孔平弁座型自動弁で開弁圧調整値は 130kg/cm²、シート面接着圧力計算値は 18kg/mm²であった。

サイズは全長 2250mm、全幅 1120mm、クランク中心上の高さ 900mm、クランク中心下の高さ 500mm、油冷却器前面寸法 910×605mm、水冷却器前面寸法 1200×920mm。この機関に依って駆動される主な補機は空気圧縮機であった。

クランク室(図 39)は鋳鉄製一体構造。主軸受はハンガー式で 5 個。左右バンクはオフセットされており連桿は side by side。シリンダ・ピッチは 12in.(304.8mm)。気筒ブロックは 2 気筒分一体式で 4 個(互換性あり)。ライナは湿式で上部フランジは銅環ガスケット、下部は O リング 2 本でシールし、ベース・ガスケットはコルク製であった(図 40)。

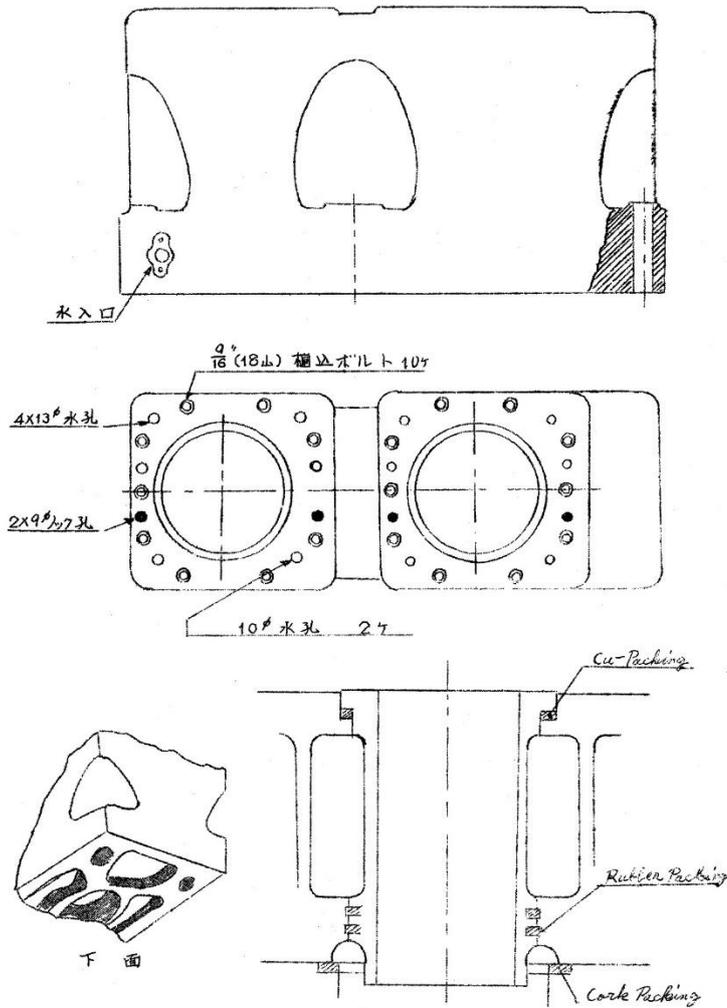
図 39 Caterpillar D-17000 型機関のクランク室

⁵³ キャタピラーの定番となる単噴孔・算盤玉型予燃焼室については大井上 博他『ディーゼル機関 I』山海堂、熱機関体系 6、1956 年、298~299 頁、Judge, *High Speed Diesel Engines*. 6th., ed., London, 1967, pp.186~189、参照。



同上、第1図。

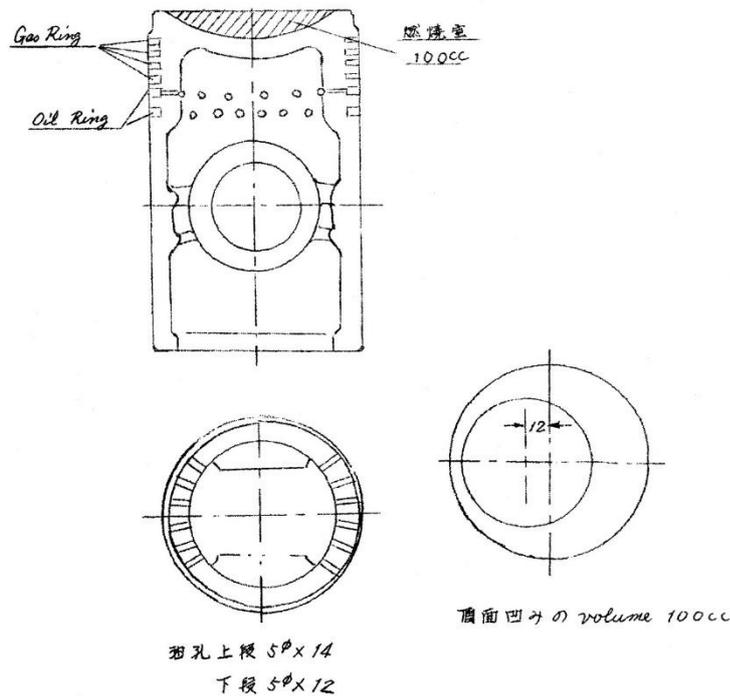
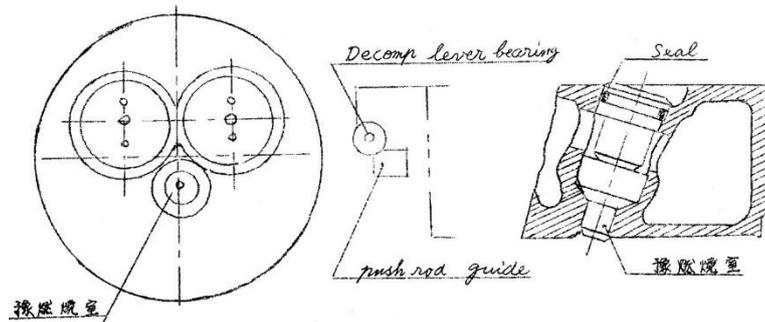
図 40 Caterpillar D-17000 型機関の気筒胴・ライナ



同上、第3~4図。

気筒頭は各気筒独立。斜めの湿式予燃焼室が挿入され噴孔は気筒中心近くに位置した。また、気筒頭外側にはデコンプ軸が前後に貫通していた。これについては「減圧時吸排気弁をつき上げる様になってゐる」と説明されている。両方を開いたとすれば、実に変わった手法である(図 41)。

図 41 Caterpillar D-17000 型機関の気筒頭・燃焼室回り



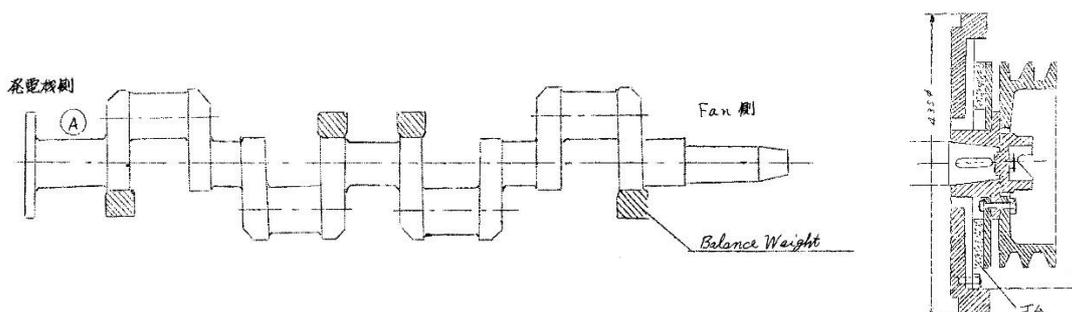
同上、第 5~6 図。

ピストンは Al 鋳物製でクラウンは球分状の窪み約 100cc が 12mm オフセットされる格好に設けられ、主燃焼室を形成していた。圧縮リングは 4 本、オイル・リングは 2 本。

連桿は左右共通の型鍛造品で両端のみ機械仕上げ。0.6%炭素鋼製クランク軸は 4 スロー

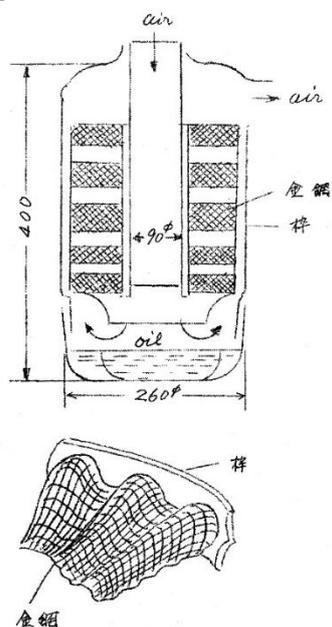
の 180° 型で軸受部以外は打ち放しで釣合錘は 1, 4, 5, 8 番ウェブにのみ設けられており、ピン、ジャーナルとも中空架構は施されていなかった(図 42)。5 個の主軸受は銅合金製裏金にホワイトメタルを鋳込んだもの。隙間調整はシムに依った。カム軸は左右に各 1 本、ジャーナルは 5 個。図 23 にも見たエアクリーナはオイルバス式で建設機械丸出しの形姿・構造であった(図 43)。

図 42 Caterpillar D-17000 型機関のクランク軸と振り振動ダンパ



同上、第 2 図、第 13 図。

図 43 Caterpillar D-17000 型機関のエアクリーナ



同上、第 12 図。

撓み継手によって発動機弾み車に直結される主発電機は GE、GT555 型、重量 1,640kg×2 基。発電電圧 300V、他励及び自励、分捲界磁、起動用直捲界磁付き。

励磁補助発電機は G.M.G. 140BI。蓄電池充電並びに主発電機励磁用。主発電機より V ベルト駆動。蓄電池は運転室床下に装備。32Cell、64V、発動機起動時の主発電機運転用並び

に制御回路・電灯回路用。

主電動機は GE、733FI 型×4 基。単体重量 470kg、歯車箱共 1330kg。釣掛け式の減速歯車装置は、それが標準であったのか否かについては不明ながら、2 段減速で総減速比 $11.25(76/15 \cdot 51/23)$ 。上述の最大許容速度 35mile/h(56km/h)ともなれば機関回転数は 4000rpm. と流石に目一杯であった。

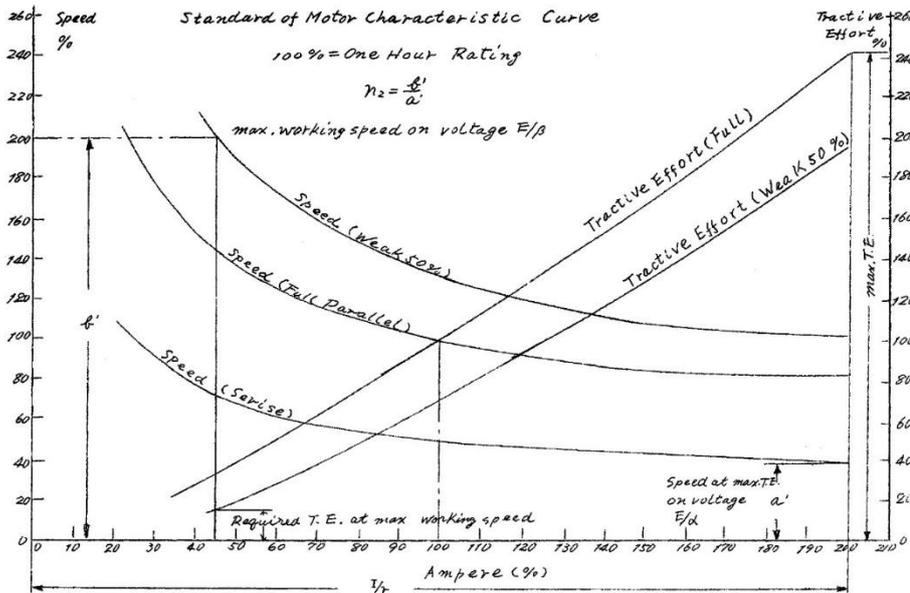
空気制動装置はウェスチングハウス 14EL 型。空気圧縮機も WH の 4YC 型 (130~140psi[9.1~9.8kg/cm²])×2、発動機より V ベルト駆動。圧縮空気は空気制動用及び発動機速度制御用。

燃料タンクは運転室床下に装備。容量 250gal.(946.25l)。潤滑油タンクは 2×50gal.。冷却水容量は 2×40gal.。

運転室の前後にある機関室のフードはボルト止めになっており取外すことが出来た。フード内は厳寒期、石油ストーブ(Kerosine Heater)によって予熱させるようになっていた。

制御方式はレンプ式で起動時の出力を大きくしている。また、重連総括制御が可能となっていた。速度制御は主幹制御器ハンドルの操作により 4 組の電磁弁を作動させ燃料噴射ポンプに直結された遠心式がバナのバネ位置をセットすることで 7 段階に機関速度を変える仕組みであった。第 1 ノッチはアイドルリングで 400~450rpm.、以下、ノッチを進める毎に約 100rpm. ずつ速度が増し、第 7 ノッチで 1000rpm. に達する。第 4 ノッチ以上の速度においては運転状態に応じて自動的に弱め界磁の On-Off が行われた(図 44)。

図 44 直列→並列→50%弱界磁制御の概念



小倉淑成・阿知和則「ディーゼル電気機関車の電気機器の特性について」第 4 図。

1 両 1 箇月平均の使用時間は 1948 年 : 376.5 時間、1949 年 : 429.6 時間、1950 年 : 463.7

時間であった。これを12倍して1年分を求め、1年の総時間で除した使用時間率はそれぞれ51.6%、58.8%、64.2%と逐年、向上していた。

1950年の5月27日から11月末現在の1両平均使用時間は25,512.0時間、1両平均走行距離は162,362.7kmであった。

1950年1~11月の1日平均機関車使用両数は：

使用両数(A)	5.36
交番検査(B)	0.34
検査修繕(C)	0.31
予備(D)	0.62
配置両数(E)	6.66

であり：

$$\text{使用率} = A + B/E \times 100 = 85.6\%$$

$$\text{可動率} = A + D/E \times 100 = 89.3\%$$

$$\text{検修率} = C/E \times 100 = 4.71\%$$

であった。これはかなり高い実働率であると言えよう。

年次別の1日1両平均燃料及び潤滑油消費実績は表6の通りであった。

表6 GE製47ト機関車の年次別燃料、潤滑油消費実績

年	engine運転時間(A)	燃料消費量gal.(B)	B/A gal./h	潤滑油消費量gal.(C)	C/A gal./h
'48	178.7	1372.4	7.6	43.5	0.24
'49	166.8	1250.9	7.5	41.9	0.25
'50	211.7	1563.9	7.4	46.1	0.21

engine運転時間(A)とは各機関のアワー・メータ(累積回転数計)の読みで800rpm.を1時間と見做す。

この間、発生した主な故障は：

機関関係	燃料噴射パイプ破損
	燃料供給ポンプバネ及びピストン・パッキン不良
	クランク軸折損
	シリンダ水套亀裂
	噴射ポンプ
	噴射弁
電気関係	ファン玉軸受不良
	電圧調整器抵抗焼損
機械部分	蓄電池
	中間連結ピン曲り
	上心皿横梁亀裂

イコライザ亀裂

であった。

これにより、「伝説」に反して機関部においては結構な重大事故を発生させていた事実が判明する。国鉄には状態の良い5両が譲渡されているが、それらは確かに恙^{つつが}無く稼働し果せたのであろう。

D-17000はその開発年次が古いだけに古色蒼然たる基本設計の機関であった。しかし、軽合金製ピストンを含め、その信頼性は既に多くの個体の実績を通じて証明されており、我国においてもまずまず以上の評価を勝ち得たということのようである。また、電気機器については機関部より高い信頼性が証明されているから、好みでも本機はディーゼル電気機関車の将来性に改めて国鉄関係者の眼を開かせる機縁となったと判断される。

ii) Alco-GE の 44 トン機関車の電気機器

戦後日本のディーゼル電気機関車の原点となった今一つは Alco-GE の 44 トン機関車である。車両としては GE の 44 トン機関車と同じで前掲図 22 に相当するモノである。この機関車の来歴については不詳であるが、鉄道技術研究所関係者によって「昭和 21 年 12 月に本機関車の運転試験を行った」と表記されているから、実際に我が国鉄にて試用ないし使用された個体であったことは間違い無かろう。また、その動力発生装置・制御機構については上に見た 47 トン機関車と基本的に同じであったが、同一品である電氣的制御機構については 44 トン機関車のそれという格好でやや詳しい紹介が行われている⁵⁴。

即ち、主発電機は GE、GT555 型×2、主電動機は GE、733 型×4、発電機制御はレンプ式の一つであった。原動機の出力特性——ディーゼル機関においてはトルクが広い範囲でほぼ一定で出力は回転数にほぼ比例する——と発電機の出力特性とは異なり、列車起動後、速度の上昇と共に電流値(主電動機トルク)が低下して来れば発電機端子電圧は急上昇して発電機吸収馬力を急増させ、それが一定回転数で回るべき機関の出力を超えれば原動機は過負荷に陥り腰砕けを生ずる。

このような大幅な回転数・出力落込みを防止するため主発電機界磁への電流を制限してその発生電圧を低下させ、発電機吸収馬力を原動機発生馬力を若干下回る水準に修正すること、これがレンプ式発電機制御の眼目であり、図 45 の A_{3,5,7}~B_{3,5,7} の範囲内(安全電流内: 数字はノッチ段数)において負荷電流 I と電圧 V は $I \times V = K$ (一定) の関係を保つよう制御され、発動機出力と発電機吸収馬力とは均衡せしめられた⁵⁵。

車両走行速度が上昇し電流値が A_{3,5,7} の左側の領域にまで低下するに至れば $IV < K$ となり発電機吸収馬力曲線は原動機発生馬力曲線の下に位置して来るため、発電機は安んじて

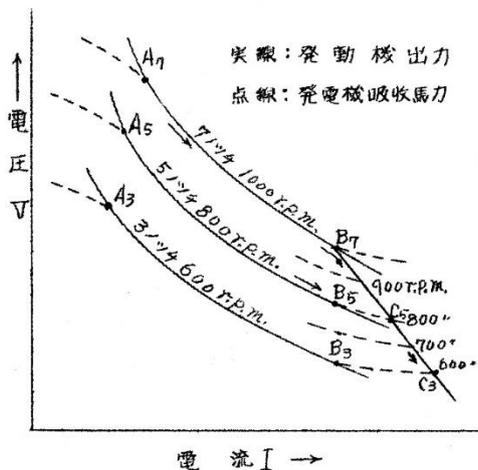
⁵⁴ 以下、吉田正一(鉄道技術研究所)「Alco-GE 44ton ディーゼル電気機関車の動力伝達装置について」日本機械学会『ディーゼル電気機関車に関する座談会 資料』、参照。

⁵⁵ レンプ式等、ディーゼル電気機関車の発電機制御方式全般については前掲拙稿「戦時日本の中速・大形高速ディーゼル——海軍艦政本部、横須賀工廠機関実験部、新潟鐵工所、三菱神戸造船所—— 第三部 南満洲鉄道及び鉄道省の初期国産ディーゼル機関車」、参照。

その能力を発揮し、機関側はガバナによってその回転数を制御されつつ負荷率を低下させて行けば安泰ということになる。

電流値が $B_{3, 5, 7}$ を超える(主電動機トルクを過度に高める)ような使い方をすれば $IV > K$ となり、発動機は過負荷となる。列車牽出し時に主電動機のツナギに直列の要素を絡めるのはこの過電流・過負荷を防ぐためでもある。

図 45 レンプ式発電機制御のロジック

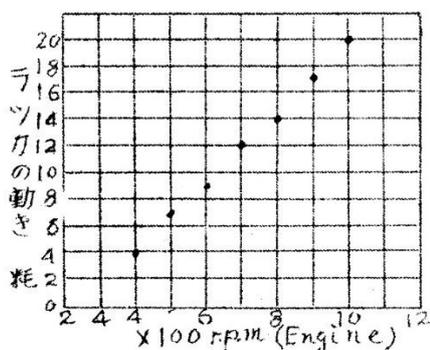


吉田「Alco-GE 44ton ディーゼル電気機関車の動力伝達装置について」、第 1 図。

誤字訂正。

他方、発動機制御に目を遣れば、安全電流内 ($A_{3, 5, 7} \sim B_{3, 5, 7}$ の範囲) での各ノッチにおける噴射ポンプ、コントロール・ラックの位置 (20mm が全噴射に相当) と発動機回転数との相関に係わる鉄道技術研究所実測値は図 46 の如くとなっており、正確な制御が行われていたことが確認されている。これは勿論、発動機、ガバナ、主発電機の調整が正しく行われていたからである。

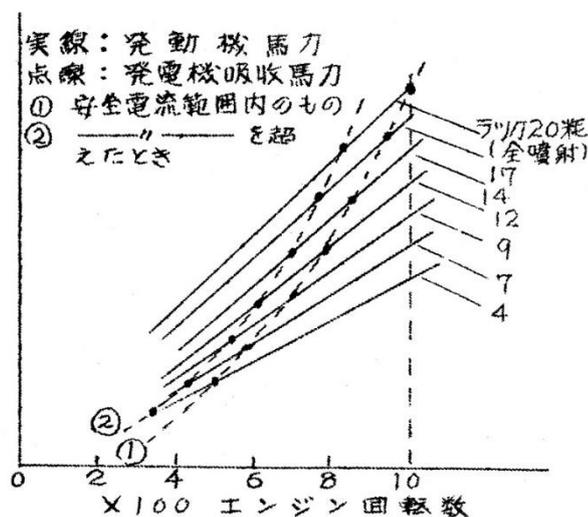
図 46 各ノッチにおけるコントロール・ラックの位置と発動機回転数



同上。第 2 図。

7ノッチにて走行中、A₇~B₇間ではラック位置 20mm、回転数 1000rpm.であるが、上り勾配等により B₇を超える過負荷となれば発動機の腰が砕け、IとVとの関係は B₇→C₅→C₃となる。馬力は急減し走行速度は急落する。機関車にこのような負荷(牽引定数)を課してはならない。また、5ノッチにて走行中なら A₅~B₅間ではラック位置 14mm、800rpm.であり、B₅を超えると回転数ほぼ一定のまま噴射量が増してラック位置 20mm となり C₅に至るから腰砕けにはならないが、かような場合にはノッチを進めてやる方が望ましい。機関負荷状況と回転数、ラック位置との関係は図 47 の通りである。

図 47 機関負荷状況と回転数、ラック位置との関係



同上、第3図。

なお、GE、733型主電動機の効率はこの機関車が速度 15~20km/h、牽引力約 3 トン程度での走行中に最大の 70~75%をマークするように設計されていた。GE、GT555型主発電機の特性もこれにマッチするよう設定されていた。

3. 東芝 DD12 1

1) D12 1 の誕生

本機は東芝が内需、外需の開拓を狙い、「昭和 28 年度運輸省科学技術応用研究助成金」の交付を受けて 1954 年、「GE 社の新たな技術をも導入し、当社独自の新構想をもって……試作した」入換及び本線列車牽引用機関車である⁵⁶。

⁵⁶ 以下の記述は主として東京芝浦電気(株)『60 吨 660 馬力ジーゼル電気機関車』1954 年 10 月、森 佐一郎・榎田計三・斎藤貞喜・伊藤幸成「60 吨 660 馬力汎用ジーゼル電気機関車」『東芝レビュー』10 巻 5 号、1955 年 5 月、に拠る。復興期日本の鉄道車輛輸出実績としては 1946 年から'50 年にかけて総計\$25,442,298(FOB)、2,790 両の蒸気機関車、電気機関車、貨車、客車、電車がソ連やアジア諸国向けに計上されていたが、勿論、ディーゼ

その全体諸元を観れば、空車重量 56.6 トン、運転整備重量 59.5 トン、全長 11,274mm、心皿距離 5,918mm、軸距 2,080mm、車輪径 910mm、燃料油搭載量 1,900ℓ、潤滑油搭載量 385ℓ、冷却水搭載量 378ℓ、砂搭載量 328ℓ、機関全出力 660HP/1000rpm.、最大牽引力 18,000kg、連続牽引力 6,800kg×19km/h、1 時間牽引力 8,400kg×15km/h、最大安全速度 85km/h であった(図 48, 49)。

このように、粘着重量そのものは D51 並みであったが、電動機駆動で粘着係数が高いため粘着牽引力としては D51 の 14 トン程度($\mu = 0.25$)を大きく上回る 18 トン($\mu = 0.3$)が計上された。これは D52 の 16.6 トンをも遥かに超える値であったが、後述のように東芝 DD12 の砂撒き管は前後両端動輪のみに配されていたから、全ての動輪に撒砂すればより大きな起動粘着牽引力が発揮されていたことであろう。

図 48 東芝 DD12 1 の外観



ル車両は此処に含まれていなかった。蓮井 環(日本車両工業会)「デイズル車両に対する国外需要の傾向について」日本機械学会『ディーゼル電気機関車に関する座談会 資料』、参照。

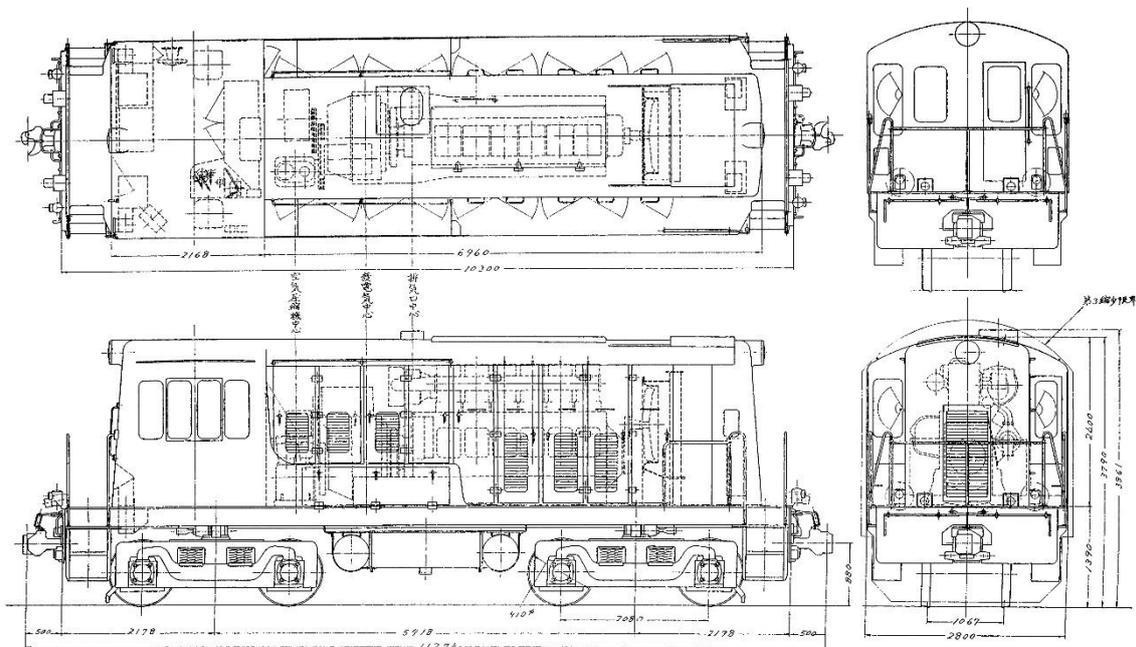


東京芝浦電気㈱『60 甍 660 馬力ジーゼル電気機関車』より。

車体塗色は銀色と朱色、下回りは黒。

無論、その性能は戦前の鉄道省 DD10 型の粘着重量 49 トン、10km/h における牽引力 7.5 トン、15km/h にて 5.6 トン、20km/h にて 4.8 トン、最大運転速度 65km/h などというスペックを遥かに超えるものであった⁵⁷。

図● 東芝 DD12 型全体図



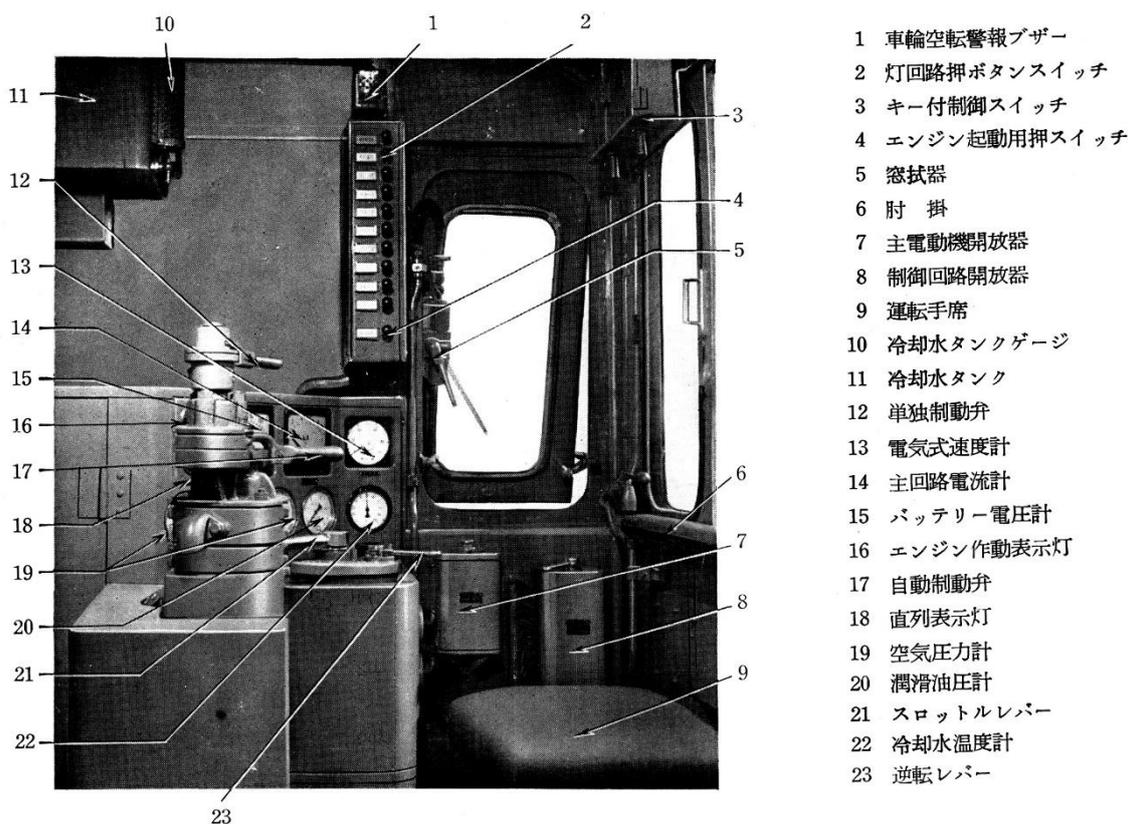
森他「60 甍 660 馬力汎用ジーゼル電気機関車」図 2。

⁵⁷ 福島前掲「米国鉄道におけるディーゼル電気機関車」、参照。

幅と高さは国鉄第三縮小車両限界内に収まるよう設計された。

本機の速度制御は主電動機直並列運転→並列・弱界磁 1 運転→並列・弱界磁 2 運転への切替えによって行われた。機関士席は入換仕業の便を考慮し、前後方向の見通しを均等にするため進行方向に対して横向きでレバー操作を行えるようになっていた(図 49)。

図 49 東芝 DD12 1 の運転席機器配置



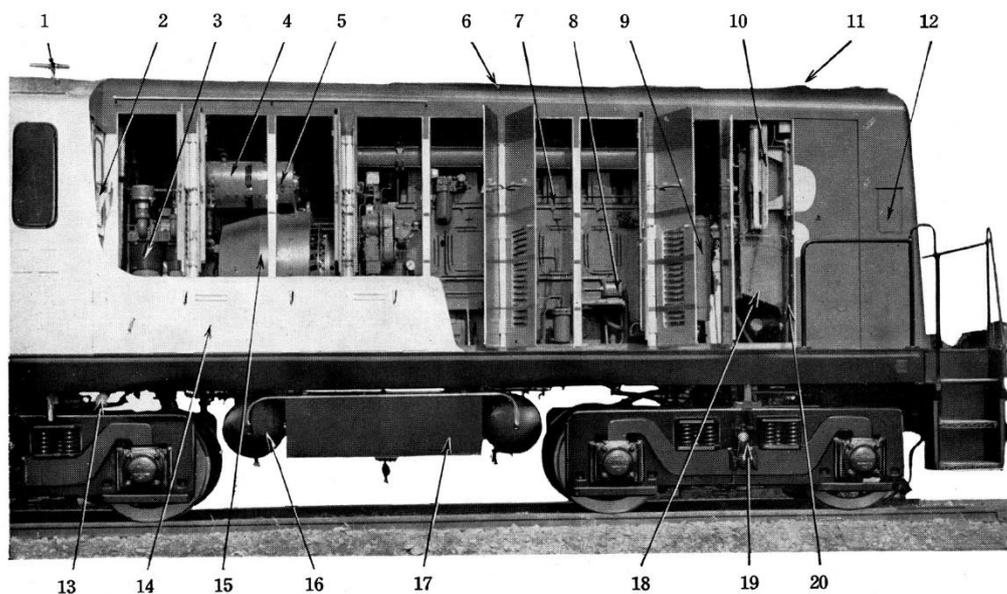
- 1 車輪空転警報ブザー
- 2 灯回路押ボタンスイッチ
- 3 キー付制御スイッチ
- 4 エンジン起動用押スイッチ
- 5 窓拭器
- 6 肘掛
- 7 主電動機開放器
- 8 制御回路開放器
- 9 運転手席
- 10 冷却水タンクゲージ
- 11 冷却水タンク
- 12 単独制動弁
- 13 電気式速度計
- 14 主回路電流計
- 15 バッテリー電圧計
- 16 エンジン作動表示灯
- 17 自動制動弁
- 18 直列表示灯
- 19 空気圧力計
- 20 潤滑油圧計
- 21 スロットルレバー
- 22 冷却水温度計
- 23 逆転レバー

東京芝浦電気(株)『60 瓩 660 馬力ジーゼル電気機関車』より。

通常の運転姿勢においては 6 の肘掛が背もたれになる。

その機関室配置と台車下回りについては図 50 に示される通りであった。

図 50 東芝 DD12 1 の機関室機器配置と台車、下回り



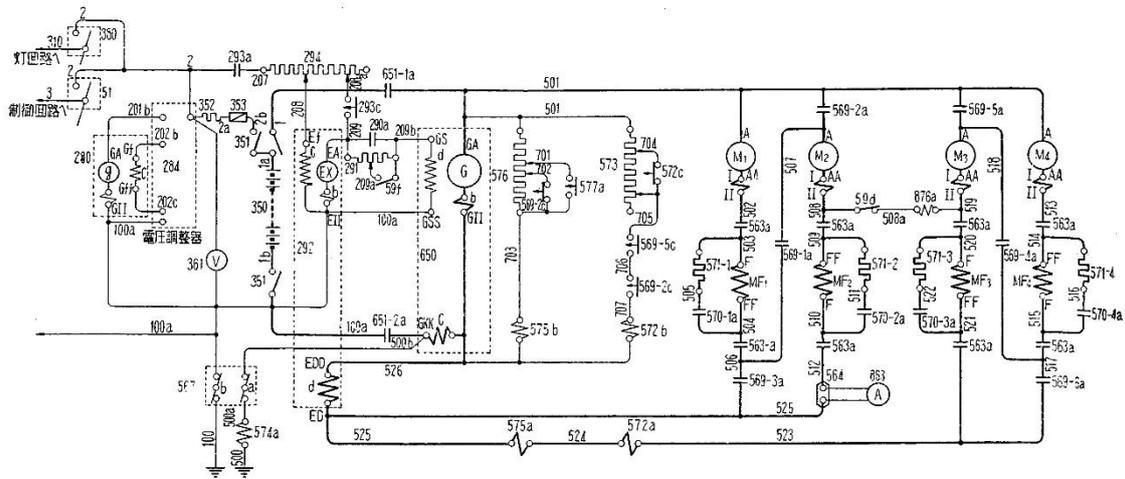
- | | | | |
|---------|-----------------|----------------|-----------------|
| 1 気 笛 | 6 エンジン点検上部カバー | 11 自動調節式通風口カバー | 16 主空気溜 |
| 2 窓 拭 器 | 7 ジーゼルエンジン | 12 砂撒器注砂口 | 17 燃料油タンク |
| 3 空気圧縮機 | 8 燃料送油ポンプ | 13 冷却水注水口 | 18 ラジエーターファンケース |
| 4 補助発電機 | 9 潤滑油濾過器 | 14 蓄電池函 | 19 オイルダンパー |
| 5 励 磁 機 | 10 通風口カバー自動操作機構 | 15 主発電機 | 20 ラジエーター |

同上、より。

結論的に言えば、東芝 DD12 は GE 定番の制御系を有する 70 トン L 型機に F-B 製 L 型機様のガラを被せて 1067mm ゲージに載せたかのような機関車であった。ディーゼル機関車の 2 人乗務体制が護られていた限りにおいてハイ・ボンネットの視界不良は問題になる筈も無かった。

その電気回路は図 51, 52 に示される通りであった。

図 51 東芝 DD12 型のツナギ



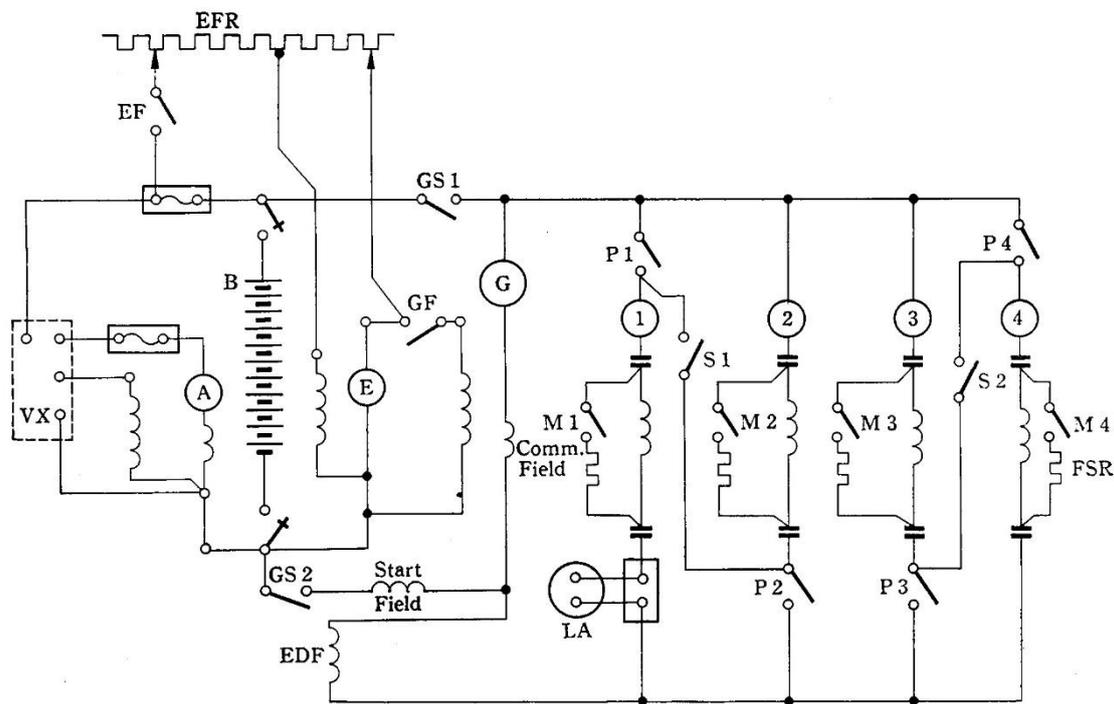
機 関	接 触	ノ ッ チ						
		1	2	3	4	5	6	7
機 開 始 動	TOLE	○	○	○	○	○	○	○
アイドル 運 転	IOLE	○	○	○	○	○	○	○
直 並 列	1	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	○	○	○	○	○
	3	○	○	○	○	○	○	○
	4	○	○	○	○	○	○	○
	5	○	○	○	○	○	○	○
	6	○	○	○	○	○	○	○
	7	○	○	○	○	○	○	○
減 速 並 列	TR 1	○	○	○	○	○	○	○
	TR 2	○	○	○	○	○	○	○
	TR 3	○	○	○	○	○	○	○
	TR 4	○	○	○	○	○	○	○
	TR 5	○	○	○	○	○	○	○
並 列	界 線	○	○	○	○	○	○	○
	減 速 並 列	○	○	○	○	○	○	○
	減 速 並 列	○	○	○	○	○	○	○

- 51: 制御スイッチ
- 58: 制御巻電器
- 59: 主電動機用放電器
- 60: スロットル電磁弁
- 260: 補助発電機
- 284: 電圧調整器
- 280: 主発電機用接点抵抗器
- 291: 界線抵抗器
- 292: 励磁機
- 293: 励磁機用接点抵抗器
- 294: 励磁機用接点抵抗器
- 350: 蓄電池
- 351: 蓄電池開放器
- 352: 充電抵抗器
- 353: 蓄電池用ヒューズ
- 361: 電圧計
- 380: 電灯スイッチ
- 563: 逆転器
- 564: 電流計分路
- 567: 接地スイッチ
- 569: 主電動機用接点抵抗器
- 570: 主電動機用接点抵抗器
- 571: 界線分路抵抗器
- 572: 界線抵抗器
- 573: 全直列抵抗器
- 574: 接地電感器
- 575: 渡り電感器
- 576: 全直列抵抗器
- 577: 渡り電感器
- 578: 渡り電感器
- 579: 渡り電感器
- 580: 渡り電感器
- 581: 渡り電感器
- 582: 渡り電感器
- 583: 渡り電感器
- 584: 渡り電感器
- 585: 渡り電感器
- 586: 渡り電感器
- 587: 渡り電感器
- 588: 渡り電感器
- 589: 渡り電感器
- 590: 渡り電感器
- 591: 渡り電感器
- 592: 渡り電感器
- 593: 渡り電感器
- 594: 渡り電感器
- 595: 渡り電感器
- 596: 渡り電感器
- 597: 渡り電感器
- 598: 渡り電感器
- 599: 渡り電感器
- 600: 渡り電感器

註: ◎印の部分は直並列に於ける1乃至7ノッチの各組合せを行い得るものとす。

森他「60 軸 660 馬力汎用ジーゼル電気機関車」図 32。

図 52 東芝 DD12 型主回路略図



- | | |
|----------------|-----------------|
| A 補助発電機 | GS エンジン起動用電磁接触器 |
| B 蓄電池 | LA 主回路電流計 |
| E 励磁機 | M 主電動機弱界磁電磁接触器 |
| EDF 励磁機差動界磁 | P 主電動機並列用電磁接触器 |
| EF 励磁機界磁電磁接触器 | S 主電動機直列用電磁接触器 |
| FSR 主電動機弱界磁抵抗器 | VX 自動電圧調整器 |
| G 主発電機 | 1, 2, 3, 4 主電動機 |
| GF 主発電機界磁電磁接触器 | — — 逆転器 |

東京芝浦電気(株)『60 両 660 馬力ジーゼル電気機関車』より。

EFR は励磁機界磁抵抗器。

構内作業における本機の最大牽引力は上述の通り 18 トン、連続定格速度は 19km/h であった。また、本機の最大安全速度は 85km/h であったから、重連ないし 3 重連総括制御を行うならば本機は国鉄本線上のほぼ全ての客貨仕業を処理し得る性能を有していた。

2) 機関

機関は GE 製機関車に多数、使用されているクーパー・ベッセマー社製 FWL-6T 型、6L-228.6×266.7mm、660HP/1000rpm.、空転回転数 350rpm.、着火順序 1-5-3-6-2-4、重量 10 トンであった。残念ながら、型式称号の“L”が意味する処は、発電機直結用モデルを表す番号であったのかとも想われるが、不明である。

架構はミーハナイト鋳鉄製箱型鋳物で上部に特殊微粒子ミーハナイト鋳鉄製気筒頭一体

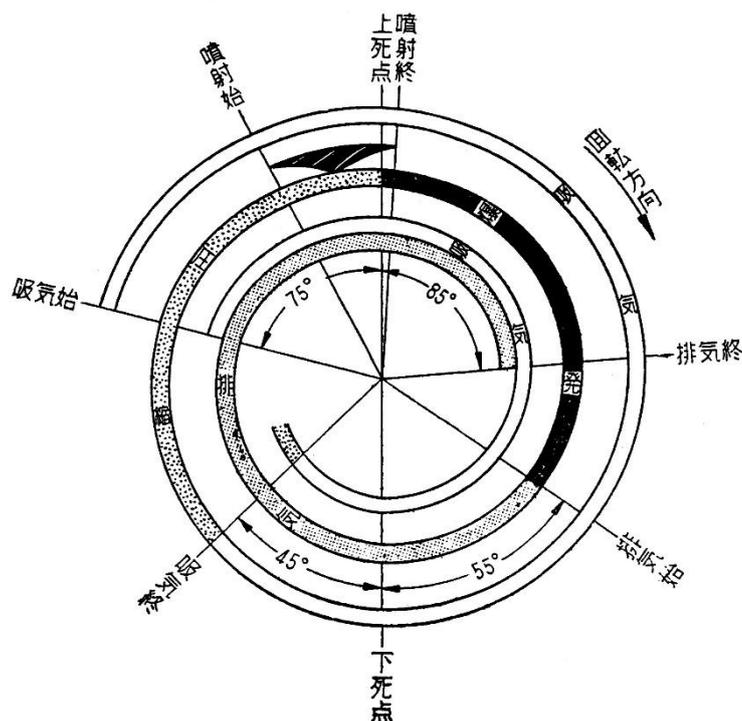
式気筒体を4本のCr-Mo鋼製ボルトで結合。下部はオイルパンと発電機支持台とを兼ねる補助フレームとボルトオン。主軸受はハンガー式。潤滑は勿論、強制循環式。

ピストンもミーハナイト鋳鉄製で圧縮リング4本、オイルリング3本。クラウン下面は連桿油道からの潤滑油で油冷された。

弁装置は4弁式。吸気弁は中炭素鋼、排気弁は中炭素鋼の軸部に耐熱鋼製頭部を溶接。弁座角度45°。弁座には吸気に炭素鋼製、排気には耐熱鋼製弁座環を何れも冷し嵌め。

噴射ポンプはボッシュ式単独型で噴射始めと噴射終わりを調整するタイプ。このポンプは気筒頭横に設置された。ノズル噴孔は0.3φ×8個、円錐角150°、開弁圧は正規245kg/cm²でシムにより可変となっていた。弁開閉時期・噴射時期は図53の通りで、平均有効圧向上にも増して給気に依る気筒内部冷却を優先したかのように排気弁の閉塞が無闇に遅く、オーバーラップが極端に大きくなっていた。給気冷却を行っておれば排気弁閉塞時期はもう少し早められ得ていたことであろう⁵⁸。

図53 クーパー・ベッセマー社製FWL-6T型機関のタイミング線図



森他「60 砲 660 馬力汎用ジーゼル電気機関車」図5。

膨張行程がかなり短いため燃費は悪く、定格出力附近での燃料消費率は183g/HP-h程度、

⁵⁸ もっとも、排気ガスタービン過給機付き国鉄制式機関DMF31Sが登場した時点における弁開閉時期は本機とほぼ同様ながら、排気弁閉塞時期は60° ATDCであった。新潟鉄工所浦和工場「排気タービン過給式DMF31型高速ディーゼル機関について」『エンジン』Vol.2 No.9、1956年9月、参照。

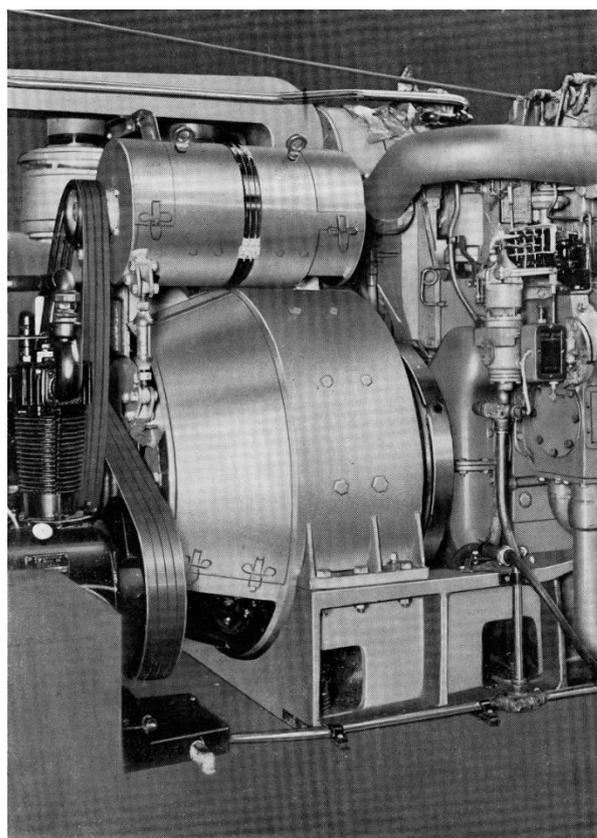
最小燃料消費率は 870rpm.、500HP にて 175g/HP-h であった。東芝ではこの他、各温度の測定が行われている。

3) 電気機器と制御方式

主発電機は SGT-571 型 6 極他励・自己通風式でクランク軸に直結。連続定格出力は 410kW-1440A-284V-1000rpm.。この主発電機には始動電動機としても機能出来るための起動コイルが付設されていた。当然ながら起動コイルの通電時間は僅かであるため、小さなコイルが高い電流密度で使用された。

励磁機は SMG-146 型・自己通風式、2.72kW-80V-34A-2660rpm.。励磁機は図 54 に示されるように主発電機軸端より機関に依ってベルト駆動され、補助発電機と共通軸を有していた。制御回路を生かすと共に蓄電池充電に与る補助発電機の定格は 3kW-75V-40A-2660rpm. であった。

図 54 東芝 DD12 1 の機関と主発電機、励磁機・補助発電機、空気圧縮機の駆動状況



東京芝浦電気(株)『60 瓩 660 馬力ジーゼル電気機関車』より。

蓄電池は TRE-16 型×32 槽、64V×350Ah(5 時間率)。
空気ブレーキは EL-14 型単独制動弁付自動ブレーキ。

空気圧縮機はウェスチングハウス 2CB 型 2 気筒。その定格は 3760ℓ/min./870rpm.で、この圧縮機も図 54 の通り主発電機軸端から機関に依りベルト駆動された。

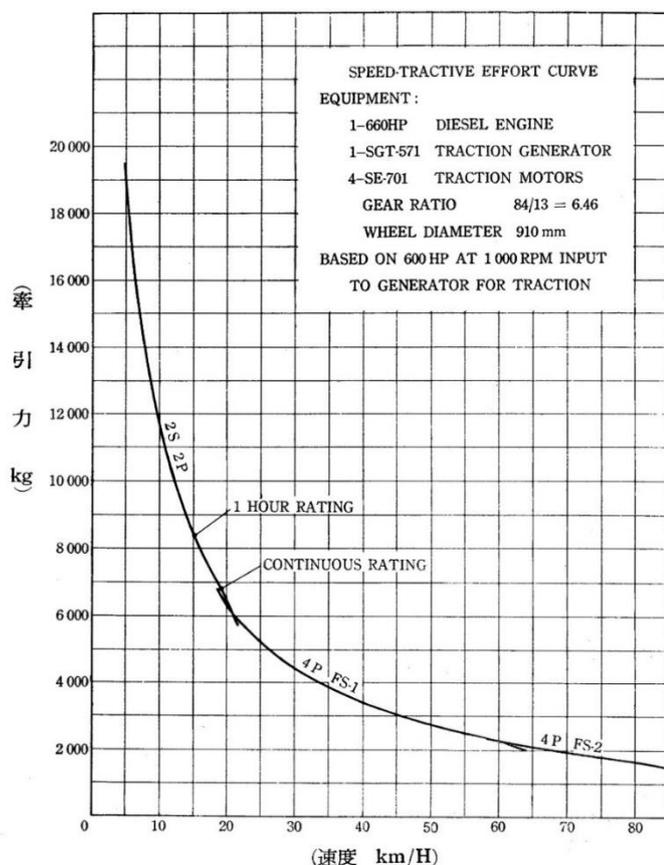
主電動機は SE-701 型×4。その連続定格出力は 90kW-440A-235V-740rpm.。通風量は 1 基当り 24 m³/min。主電動機冷却用送風機は RMF-38A 型シロッコファン。これも機関よりベルト駆動され、その定格は 120m³/min-120mmAq/1570rpm.であった。

機関のガバナはウッドワードの UG8 型油圧定速式、ソレノイド停止装置付。このガバナにはダンピングのためダッシュポットと滑動接手が付設されており排気ガスタービン過給の機回転速度が十分上ってから噴射量が増大されるように配慮されていた。また、このガバナには機械式過速ガバナが併設されており、1100rpm.にて機関は急速停止せしめられた。

ガバナの標準調整無負荷回転速度は 350, 480, 570, 660, 740, 870, 1000rpm.の 7 ノッチに設定されており、機関は負荷の如何に係わらずこの 7 段階の速度に調速された。

主電動機制御方式は直並列・並列の組合せ切替及び弱界磁制御で、主幹制御器のノッチを進めて行けば自動的に速度約 20km/h にて主電動機は直並列組合せから並列組合せへと切替えられ、更に速度が 60km/h 程度まで上れば弱界磁制御が行われた。東芝 DD12 型の速度・牽引力曲線は図 55 に示される通りである。

図 55 東芝 DD12 型の速度・牽引力特性曲線



同上、より。

4) 台車

台車は固定枕梁、釣合梁式 2 軸ボギーで台車枠は 60mm 厚及び 25mm 厚鋼板をガス切断して溶接組立てした簡素なモノであった。枕梁内部空間は風道となっており、直径 500 φ の心皿を通じて吹き込まれて来る空気は合成ゴム製撓み風道を介して主電動機へと送られた。

軸箱守摺板は側受摺板と共に耐摩レジン製。軸箱守控は棒状の単純なモノで、台車枠との結合部には中空太鼓型ブシュが用いられた。

バネ装置は 12 組のコイルバネでオイルダンパが併設された。車輪は国鉄基準 910 φ。車軸軸受は背面組合せの円錐コロ軸受で、EH10 型電気機関車用のそれが流用された⁵⁹。

ブレーキは片押し輪子式、ブレーキシリンダは 203 φ×180mm が 2 個。砂撒管は両端軸外側のみに配置されていた。

4. 国鉄における DD90 1 の使用経験とそれを反映した輸出用機関車の創製

1) 復興～成長期国鉄ディーゼル機関車の動静と DD12 1(DD41 1)⁶⁰

国鉄の審議室は 1956 年 10 月の「ディーゼル 10 ヶ年計画(案)」をベースとして同 12 月、「動力近代化計画」を策定した。これは'58 年 1 月、「動力近代化計画(案)」として改訂された。ディーゼル機関車の整備計画としては 1,500HP、1,000HP、740HP、370HP の 4 機種が候補に上げられたものの、本線用としては 1,500HP を暫時棚上げて 1,000HP に統一し 691 両を整備、出力不足は重連で対処すべき方針が示唆された。入換用には 370HP を 139 両、740HP を 371 両整備し、閑散線区、支線区には 740HP を活用することも想定された。

「計画(案)」は前後 2 期の 5 ヶ年計画の形で実施に移され、ヨリ大きな経済性が見込まれる入換仕業のディーゼル化には高い優先順位が与えられていた。しかし、東海道新幹線計画や老朽施設の更新、新線建設、電化への予算配分、計画において査定されたディーゼル車両の単価が元々実勢に比して低過ぎたこと、有権者に利便性を訴え易く票田開拓に役立つディーゼル動車化推進に熱心な地方政治家も、輸送コスト削減にこそなれ票には繋がり難い機関車のディーゼル化には無関心であること、等に因ってディーゼル化、とりわけ機関車におけるその遅滞が予想された。

そうした中、'57 年 3 月の「修正 5 ヶ年計画」に謳われた 620 両、審議室及び工作局案に謂う 680 両(大形 280 両、入換用 400 両)対し、運転局は 2,000HP 型(後の DD51 : DML61S×2) : 111 両、1,500HP 型 : 162 両、1,200HP 型(DF50) : 153 両、総計 426 両という著しく大形

⁵⁹ 車軸軸受に係わる問題については拙稿「鉄道車輛用ころがり軸受と台車の戦前・戦後史 — 蒸気機関車、客貨車、内燃動車、電車、新幹線電車から現在まで —」(大阪市立大学学術機関リポジトリ掲載)、参照。

⁶⁰ 本節は有力ディーゼル機関、機関車メーカーでありながら狭義の国鉄ディーゼラー家でもなかった川崎重工業(株)の企画部の同時代レポート『中型 Diddel 市場の動向と問題点』調査資料第 72 号 1958 年 3 月 15 日、に拠る。謄写印刷の文書である。

に偏した希望を提示した。しかし、'57年6月の工作局「実施5ヵ年計画」においては1,000HP級の液体式動力ユニット開発の早期実現が困難と観測されていたため、結局、小馬力の入換用ディーゼル機関車の優先整備が計画されることとなる。更に、予算上の問題から第1期5ヵ年計画の完了には7ヵ年を要し、第2期において漸く大形機関車の本格的整備へと移行すべきことが予想された。

他方、この遅滞の背景に在った純技術的問題点については次のように述べられている。以下、長くはなるがダイレクトに引用する(脚注は筆者による)。

③ ディーゼル機関車の問題点

ディーゼル機関車化がこの様におくれているのはすでに前述した様な色々の原因があるからなのであるが、何と云っても一番大きい理由は機関車自身に問題があるからだろう。そしてこのことは我々メーカーにとって最も注目すべき点だと思われる。

即ち本線用にしても新三菱、川崎のDF50、DF40が使用され出してから、いまだ日が浅く種々の問題点を含んでいる。又、入換用にしても電気式、液圧式等種々のtypeの機関車が試作されたが将来どの型に統一するか問題が多い。

④ 本線用

本線用として最初に試作されたのは新三菱のDD50であり、北陸線で重連運転を行った。しかし、この機関車は出力不足のため重負荷運転では2ヵ年で17件の事故が発生し、クランクケース爆発という重大事故も起つた。この後川崎のDF40、三菱のDF50が製作され、一応MANとSulzerによるDF50型が標準となつた。MAN engineを搭載したものはSulzerの1,060HPに比し、1,200HPと有利になつた。

しかし、これらの機関車は尚蒸機に比しても出力が不足しており、DL化しても現状では反つて余裕時間の圧縮は困難であり、増結余力もなく、勿論速度向上は望めず、DL化のねらっている線には程遠い。又DL用の内燃機関はその出力一杯を常に使用することはかえつて事故の原因となり、又保守費の増大を招くので得策と云えず、能力の80%使用が望ましい。

従つて運転局の意見としては(32年10月、ディーゼル機関車の現状)今後本線用としては差当り1,500HP級のものとし、更に将来を考えれば、2,000HP級を製作しなければならないとしている。5ヵ年計画の620輛に於ても前述した如く大型を要求したわけである。この場合には当然重量の増加となるので軸重と車両配置の問題、変速方式等について根本的な検討が必要である。

又5ヵ年計画で考えている1,000HP重連問題については、有効長、区設備、保守費、保守要員の諸点で問題があり、米国の如き重連方式を採用していた国でも大型機関車に変わりつゝある位であるので、我国の実状では無理だとしている。

従つて可能なのはドイツの如く液圧式による軽量大出力機関車の開発による外ないと考えられている。

工作局等に対する運転局側の意見は最近かなり強くなつてきており、特にディーゼ

ル機関車の如き新車種ではこの傾向が強い。しかも今回の国鉄異動で運転局出身の常務理事が車輜と資材を担当することになったそうであるから、ますます拍車をかけることになるのではなかろうか。

当社としても 2,000HP(1,000×2)の早期完成こそが大型機関車の需要を喚起し受注量を拡大することになるのであるから、更に一層の努力を傾注しなくてはならない。又、1,500HP、1,200HP、1,000HP class についても LV 又は WV を活用することによって優秀な液圧式機関車を完成したならばその販路は一層広まるものと想われる⁶¹。

(1,000HP class は入換用との兼用を考慮しており、粘着係数が問題となるので LV の如き高速エンジンより WV 又は VV が適当と思われる。しかし独乙では LV を使った 1,000HP 液圧式機関車が使われている⁶²。)

尚、電気式から液圧式への移行の時期についてはメーカーのトルクコンバーター開発の状況によつて左右されるものゝ、ここ 2~3 年のうちに行われるという見解が一般化している。即ち今年中にトルクコンバーターの優秀なものが完成し、来年液圧式機関車を或る程度試作し、更に次年度にはかなりの液圧式機関車が発注されるだろうというわけである。運転局の案に拠れば最初の 5 ヶ年計画では 1,000HP 以上は 315 両に対し液圧式 241 両が考えられていたが、工作局は大形液圧式の見通し困難を理由に一応 1,000~12,00HP の電気式に変更した。従つて大型液圧式の開発いかんでは将来は電気式に代つて液圧式が全面的に採用される可能性も大きい。

㊤ 入 換 用

入換用についても同様に出力不足が問題となつており、従来の 370HP は影をひそめて 740HP が主体となり、更に 1,000HP の液圧式が要求されるようになった。これは前のディーゼル 10 ヶ年計画においても 740HP を入換以外に支線の一部及閑散線区で主として貨物列車の牽引を兼ねさせることを考えておつた様に、1,000HP をこれに充当しようとしているからである⁶³。

⁶¹ 何れもライセンス MAN 予燃焼室式機関で LV は 12V の L12V 18/21 型なら最大出力 1,000HP/1,500rpm.、WV は 6L の W8V 22/30mAL なら連続定格出力 950PS/900rpm. である。“/” 前後の数字はボアとストローク。L12V18/21 型は三菱日本重工製機関が日本車輜製の試作液体式機関車 DD93 型に、日立製作所製機関が日立の試作液体式機関車 DF93 型にそれぞれ装備されている。この機関については八田桂三・浅沼 強編『内燃機関ハンドブック』朝倉書店、1960 年、596~597 頁、参照。

⁶² VV も MAN のライセンスによる予燃焼室式機関で川重・川車 DF40 型や DF50 型に搭載された 12V の V6V 22/30 型なら連続定格出力 1,200HP/900rpm.、16V の V8V 22/30 型であれば連続定格出力 1,680HP/700rpm. で日立製機関が後述の日立 DF90 型機関車に搭載されている。因みに、LV は本国では機関車用に MB820Ab や Maybach 機関と共用されていた。同時代の MAN 車両用ディーゼル機関については同社技師長 P. シューラー「鉄道車両用 M.A.N.ディーゼル機関について」『エンジン』Vol.2 No.11, 12、1956 年 11、12 月号連載、参照。

⁶³ 勿論、370HP は DMF31S、500HP はその過給度を高めた DMF31SB、1,000HP はこ

本線用とちがつて入換用で要求されるのは制動不足と騒音の問題である。更に従来の考えと変化してきたのは液圧式絶対有利の線がくづれて電気式進出の可能性が大きくなったことである。

即ち液圧式は価格、保守面で有利な点もあるが、反面低速時において効率が低下し反つて燃料消費量を増加させることになる。DD41(電気式・東芝製)とDD42(液圧式、日車製)の使用実績より推定しても同程度の重入換の場合には液圧式は電気式の約 2 倍近くの消費を示し 1 輛 1 日の価格にして 4,000 円以上に当る。従つて燃料消費の少ない地区の入換では入換では液圧式が適当であるが操車場入換等重作業に対しては、重量と低速長時間運転の点で都合がよいので今後も電気式による可能性もある。

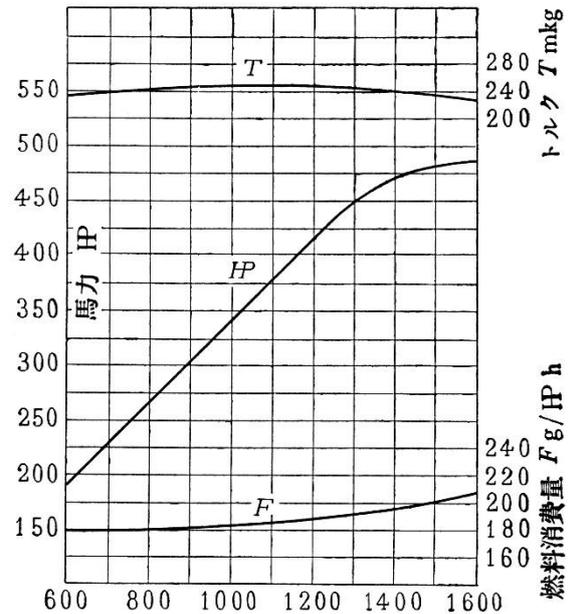
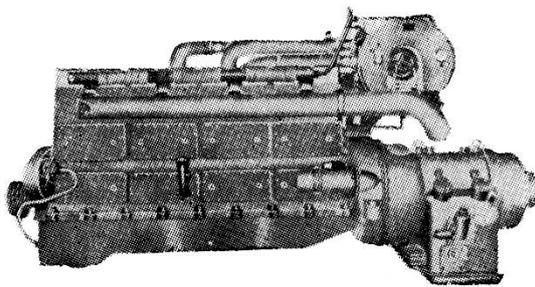
入換機関車比較 (電気式及液圧式)

形 式	DD41	DD42
製 造 会 社	東 芝	日 車
機 関 車 重 量	59.5t	57.6t
機 関 製 造 者	クーパーベッセマー	振興造機
連 続 定 格 出 力	600HP/1,000rpm	450HP/1,300rpm
エ ン ジ ン 台 数	1	2
動 力 伝 達 方 式	電 気 式	液 圧 式
所 属	大 宮	名 古 屋
1 日 運 転 時 間	22H	18H
燃 料 消 費	300~330ℓ	450~500ℓ

引用は以上であるが、この数値から求めた 1 時間当り燃料消費量は DD41 が約 14.3ℓ、DD42 はその 2 倍近い 26.4 ℓとなる。これでは機関総出力の差を考慮に入れても液体式の負けである。因みに、DD42 の機関は DMF31 系であるが、これを 10mm ボアの小さい、しかし 8 気筒化された DMH36S(8L-170×200mm, 450 HP/1500rpm.)となっていた。液体変速機は DD13 の DS1.2/1.35 が流用された(図 56)⁶⁴。

図 56 DMH36S・DS1.2/1.35 の外観と定格出力に対応する性能曲線

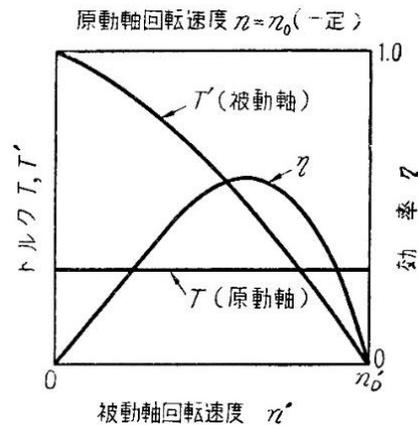
れ×2 で、180φ×200mm のサイズを有する DD13 型用の予燃焼室式機関である。
⁶⁴ 機関重量は 3400kg。性能曲線は全負荷ではなく定格出力に対応する負荷に係わるモノである。最大出力は直線的部分をそのまま外挿した 560HP/1600rpm.と表示されている。定格出力時の燃料消費率は 190g/HP・h。渡辺一郎他『内燃機関』下巻、日本機械学会、1957 年、476 頁、第 11・29 表、参照。時系列的に観れば、国鉄制式機関開発は一旦、170φで行われ、やがて 180φへと推転している。



渡辺一郎他『内燃機関』下巻、478頁、第11・167, 168図。

DD41の燃費性能の良さにはクーパー・ベッセマー機関が直噴であったという事実も与っている。しかし、図57に示される如く、原動軸回転速度一定の場合における液体変速機の効率曲線は従動軸回転速度を横軸に採ればやや右に偏倚した上に凸の形状を呈し、入出力軸の速度比が0.5強附近において最大になるという基本的な特性がある。

図57 原動軸回転速度一定下における液体変速機の効率



石原智男・水沢讓治『流体変速機』オーム文庫、1954年、11頁、第1・8図。

液体変速機にかような制約が付きまとい、これに歯車変速機等が併設されていない以上、引用にあった通り機関車をスロー運転させる時間比率の著しく高い入換仕業におけるその伝達効率が極端に低くなるのは当然であり、途中で余計なエネルギー変換を2度行う電気

式伝達装置よりその効率が劣るようなことがあっても不思議ではないという結論になる。

畢竟、本線用に DD51 相当機関車を待望して止まぬ運転局の要求を DF50 辺りで誤魔化しながら時間稼ぎを図って来た工作局は DD51 投入の目途が付くや否や技術的合理性をかなぐり捨て、猫も杓子も液体式という路線へと傾倒して行ったワケである。

2) 東芝レポート

DD12 1 は'54 年の誕生から 1 年後、国鉄に借り上げられ米陸軍から譲渡された GE 製 47 トン凸型機 DD12 と区別するため DD41 1 と改称された。大飯喰らいのためか DD42 は買い上げられなかったが、'58 年、本機は国鉄に買上げられ再度、DD90 1 へと改称された。これは試作機に 90 番台が振り当てられる形式数字となったためである。その後、本機は一貫して大宮操車場にて入換仕業に充当された(図 58)。

図 58 DD90 1



荒井・白井・杉田機関車ガイドブック』224 頁。

DD12 1 はメーカー・サイドからは GE のコスタリカ向け機関車におけるような 2 ユニット化や V 型機関(FV8T, -12T, -16T 系)付ユニットへの増強による機種展開への技術的出発点としても位置付けられた。F 系機関でも流石に重量 21 トンにも及んだ FV16T ではこの国の 1067mm 軌道上に載せるには重過ぎたではあろうが。

然しながら、実態としては東芝によるその後の展開は見られず、DD12 ないし 90 の製造実績は 1 両のみに終わった。そこには恐らく、日立のような内燃機関部門を持たぬ東芝側の“電気機関車や電車用機器で儲ける方が楽”という想いと国鉄の液体式ディーゼル優先路線が二つながらに影を落していたのであろう。今となっては家電製品などに注力するより社会インフラの一環たるディーゼル電気機関車に資源を傾注していた方が得策であったように思われるのであるが…。

そうした中、DD90 1 の現役時代末期に当たる 1968 年末、輸出向けディーゼル電気機関車

の開発計画を立ち上げた東芝はそのベースを本機に求め、具体化への出発点としてスタッフ 7 名を大宮に派遣し、本機の実地検分と使用者に対する聴き取り調査を行わせると共に報告書を起草せしめた。

以下に本機 DD90 1 の使用実態や正負の特徴を伝えるほぼ唯一の資料であり同時代における使用者の肉声の集大成であるこの報告書をほぼそのままの形で「東芝レポート」として翻刻し掲げる。翻刻とした理由は現物が、第 1 に：湿式コピーで著しくコントラスト不足しておりスキャン・修正処理しても判読困難なページが多いこと、第 2 に：画像が主体ではないこと、第 3 に：仮令、画像化出来たとしても、それではネット上の読者から検索の便を奪ってしまうこと、の 3 点にある。

国 鉄 DD 90 1 (東芝製) 見学報告書

昭和 43 年 12 月 3 日

報告者 「 車_ケ 岳本

└ キ_セ 加藤. 畑. 山地. 工藤. 深見. 巴川

(見学の目的)

ZAMBIA, CONGO の DEL 製作にあたり、昭和 29 年に東芝で製作し、現在 国鉄大宮機関区に配属、大宮(操)で入換を行っている DD90 1 (製造時 DD12 1) を調査し、今後の設計・製作に対する資料を得ることにある。以下、全般、冷却関係、機械装置関係、補機駆動、車体、台車の順で各担当を決め調査した。それぞれ重複していることもあるが、速報性をもたせる為、各報告をそのままとじ込んである。

⁶⁵鉄_技 等の文字には丸囲みとなっている。

JNR. 大宮機関区 DD901 (東芝製 DD411) 見学報告

日時 68-11-29. AM 10:00 ~ PM 4:00 .

JNR. 渋谷 助役、成田 技術掛、長井、斎藤、両技師

東芝 キセ加藤、巴川、畑、山地、工藤、深見、交業池田、セイギ伊藤、坂本、車ケ三浦、記嶽本

1. 概要

本機は JNR. 納入後 13 年(製作後満 14 年)を経過した D.E.L で、660HP のものであるが、今回、ZAMBIA、CONGO の輸出車両の製作にあたり性能を維持した C.D の限界を見極め併せて保守、運転性能と製品寿命の実状を把握する為に出張調査したものである。

詳細は各専門担当者の記述する所によるが、要点をまとめると

- ① 13 年間ほとんど大きな事故は皆無である(消耗品は別として)
- ② 運転し易く(性能上からも)、SL や DD13 より機関士の評判がよい
- ③ 但し、輸入品の Engine である事と、一台の試作品の為か、保守上必要な消耗品の Spare parts がなく製作に苦労している。

以上の様に、当時、オーバー品質であったかどうかは別として全く評判が良く、ゆく前に心配していた claim の問題は絶無であった。

今回は 43 年 2 月に定検後 10 ヶ月使用後のものであり、資料を得る為の時期としてもよい機会であった。

尚、国鉄の保守の良さが多分に貢献している事を忘れてはならない。

2. 主なる項目と状況

(1) 振動

Engine そのものと云う感じで、現在の mount による減衰は期待出来ない。運転室内の扉にビビリあり。固定に工夫要する。

尚、電気品が誤動作する事はないとの事である。

台車の振動……ばね系が少いので止むを得ないがやゝ固くピッチングよりヨーイングが大である。しかし余り気にならない。

(2) 騒音

Engine Room は別として、運転室内は、

窓を閉じる—— A スケール 85 Phon

窓を開ける—— " 90 Phon 程度である

(3) 空冷とほこり

Engine Room 内は油気と高熱で塵埃の附着が大であるが、Radiator 冷却方法を別個な冷却風とすれば

Engine の温度上昇を考慮に入れても問題はない。但し運転室内の温度が上がる心配があるので、一考を要する。又、MM B0 の風の取入れは特に注意を要する(油気、じんあい)⁶⁶

(4) 温度

運転室内は 40℃近くになるとの事であるが ZAMBIA 導入の場合特に温度を下げる必要あり。

温度では、Batt の事故が非常に多い(Batt 液がなくなる)

2 日に一度は液の補充を要し、是非共 断熱構造(床下にぶらさげる etc)を考慮する要あり

各種の Bearing は MM B0 を除き一回も交換していないとの事である

MM B0 用は軸径も細く、Bearing そのものも容量不足で半年毎に交換。

(5) Engine

Cylinder 研磨は一度もしていないが最近音が大きくなってきたので、44 年 2 月の定検には研磨する由

過給機は Cooper Bessemer のものが破損し、現在は三井玉のものがついていた。

water pump が破損し予備がない為修繕に手を焼いたが、とにかく、日本製の Engine とは比較にならぬ程強いとの事。

(6) 機器配置

煙突がストレートに屋根に出ているので手動の上蓋がついているのみで、これは停止時の防水の為で又、金アミがついていたが、陸橋上から子供が石を投入するので、その防止の為だそうで、これで支障ない様なので、ZAMBIA、CONGO も複雑なダクトは不要ではないだろうか？

補機、M.G の刷子の点検、交換が全く困難で、又ベルトの交換も非常に作業性が悪い MM B0 のベルトは 6 カ月位でゆるみ大になり、全般的には約一年位の寿命との事であつた。しかし comp 用は 2.5 年位もつ⁶⁷。

前面のシャッターは納入後 すぐ駄目になったので今は手で羽根を動かしている由。… (名人芸の細工物は長もちしない)⁶⁸

(7) 車 体

屋根、扉、取手類はフシヨクもなく(保守がよい) 丈夫であり

エンジンフードのパッキン等は取外したまゝで OK との事

運転室出入口扉取手は一部破損していたが気に

⁶⁶ MMB0は主電動機通風用ブロー。

⁶⁷ M.G は主電動機。

⁶⁸ 図 50 の 10 にその一部が見える。なお、この機構については後述。

ならない程度である。

ブレーキ弁は少々遠いので、Handle に鞆をつぎ足していた。

腰掛は背当てがなく肘かけのみでは背中が痛くて困る様な話しもあったが、とにかく運転姿勢もよく、見通し、計器の配列等の苦情はなかった⁶⁹。

(8) 台車

イ. Brake shoe の摩耗が早い (4 日毎に取替) ので Resin shoe に変更したら 30 日間使用可能になった由. 片ブロック方式を再検討する必要があるのではないか?

ロ. Shoe の はみ出しが大きい (摩耗が早い原因の一つ)

ハ. 枕ばねが外れ易い - - 対の穴縁をアールにする要あり.

ニ. Speed meter の TG は取付方法複雑

ホ. Jornal bearing は一回も取替へていない

ヘ. 心皿給油方式は不親切…追加給油不能

ト. 一回も脱線した事はないが、とにかく、台車は丈夫である

(9) 電気品

絶縁劣化等の大きな問題は皆無である。但し、保守上に不親切な点があり、注意を要する

イ. M Motor ……故障なし. sus metal OK.

ロ. 主発電機 - - 組合わせ試験がやりにくく、当初苦労したが現在は落着いている。

ハ. 補助発電機 - - 全 上

ホ. 接触器 - - M Tip は 並列扱い用は 3 ヶ月毎に取替(No.1 M. No.4 M)
(CM18B) 他は一年もつ

Contacter Armature の下部に Tip の Arc 粉末落下し、吸引不良が発生する事があつ【た】

ヘ. 逆転器 - - 締付弛みで過熱事故が 1 回あつたのみで他は問題なし⁷⁰

ト. 接触器補助接点 - - 代品がなく保守に困難

チ. A.V.R - - 納入当時問題が多かつたが現在は落付いている⁷¹

リ. 配線類 - - Engine Room 内は油よごれ大で、ひどいと思つたが問題は発生していないとの事であるが、今後のものも、汚損するのが当たり前と云う考へで設計する方がよい

以上

⁶⁹ 図 49、参照。

⁷⁰ reverser = 勿論、機械的な逆転機ではなく、電流の向きを変えるために用いられる電磁空気作動のスイッチである。

⁷¹ 補助発電機から得られる制御用電源の電圧を機関回転数に係わらず一定の 75V に保つための電圧調整器 = Auxiliary generator Voltage control Relay のことと想われる。

68 - 11 - 29 A.M. 10.00 ~ PM 4.00 JNR 側 検査 長井 氏 他
参加者 車ケ 岳本主任. 交業 池田. セイキ 2名
キセ 畑. 巴川. 山地. 工藤. 深見. 加藤(記)
「冷却. 振動. 騒音. その他」

(1). 概要

この DEL は、S29 年 東芝製のもので、原設計は GE 660HP である。

従って 納入後 14 年経たもので、その間 定検 を 受けており 最終定^マ点は S43 - 2 月 に 終っているから、見学時^マ点 では、定^マ点后約 10 ヶ月のものとなる。

JNR 側の評判は概略すこぶる良好であった。

以下、JNR 側関係者の意見、見学所感を列挙する。

(2).

1. 騒音. (運転室)

運転室内騒音 は、予想に反して 低い。 18 両貨車
けん引に相当する ブレーキ をかけながらの、フル ノッチ 走行
時も、楽に会話 が出来 る 程度であり A スケール 84~88
ホン 程度の感じを受ける。

騒音源は、 エンジン まわり、ファン まわり、 台車走行
騒音とに別れるが、

- a). 入換運転 状態 3~5 ノッチでは台車走
行による騒音.
- b). それ以上のエンジン回転状態では エンジン音
が主になる。
- c). ファンの音はエンジン、台車まわりの音にかくれて全々
聞えない。

2. 騒音 (Engine Room)

フルノッチ走行中に Engine Room の中に頭を入れてみると、これ
はもう 100 ホンを楽に越えていて、Engine カム類のキンキン音
が主である。

3. 振動. (運転室)

- a). 走行中の振動は主に車両の走行による振れが大振巾で現れる(これはあたりまえ)
- b). エンジン振動による高周波、小振巾がそれに加わる。引き窓が、これによってビビる。

4. 振動. (ボデー)

- a). エンジン室&ボデーの振動は、全部エンジンの振動そのまゝである。
すなわち、Engine Monitoring の方法による振動の減衰は全々ない。
- b). ハッチの手すり(インチの管)は Engine 振動によって大きくゆれる。これは手でおさえるとすぐに止まるが、手すりとりつけ部の強度検討要。

5. 温度. (外気温度 20℃)

- a). 換気方法とも関係するが、Engine Room 内温度はアイドリング時で、34℃~35℃であり、フルノッチまで上げると逆に低下して 30℃くらいに落ちる。
これはラジエーターファンによって Engine Room 内空気を引いているから、Engine 回転数が上ると急激に換気量が増するためである。
- b). ラジエーター前面の自動調節ルーバーは、故障で動いていないまゝ使用している(70%閉のまゝ)。そのかわり 屋根上の開き戸を適当に 開閉して 運転しており、それでまに合っている。

6. 換気. (Engine Room)

- a). Engine Room 側面 から Engine まわりを 通り前方ラジエーターファンで車外に排気しているが、換気方法としては充分うまく行っている。
- b). ただし、ほこりが入りやすくて Engine がよごれると云っていた。
ラジエーター空気を別室からとって、Engine Room 内通風をやめても、別に問題はないのではないかと云っている。

7. ほこり

- a) 側面トビラのルーバーには相当ホコリがついている。最もひどいのは MG の反整流子側まわりで(MG 排風部分) これは **Engine Room** 内の油のまじった空気が MG ファンでまわりにとばされ、それによってルーバーに油がつきやすく、そのためにほこりの付着が多いと思われる。つぎにひどいのは **MM B0** 位置のルーバーで、その他はあまりひどくない。
- b). **MM B0** 入口金網 には相当の ほこり がついている。この ほこり に相当するものが、そのまま **MM** へ流れているわけであるが、運航上 トラブルは ないとのこと。
- c). **MG** の整流子は、上面はカバー(パッキンなし)があるが、下半分は裸である。整流子部分 及び 出口ファン部は (高速回転のため) ほこりはついていず、きれいなものである。
- d). ラジエーターフィン は、ホコリで相当目づまりを起している。これは **Engine Room** 内の油気ある空気がふきつけられるため、特にひどい様である。

ほこりに関しては、大宮機関区程度の atmosphere であれば **MM**、**MG** に対してあまり気をつかう必要はないのかと云う感じがする。

8. ラジエーターファン

- a) 実物をみると、とにかく勇ましいものがついていると云う感じである。
- b). 支持方法 には問題ない様であるが、ベアリング の 給油口がないのが不便であるとのこと。アイドラーにはグリースカップがついているので問題ない。

9. **MM B0**

- a) ベアリングのトラブルを指摘された。
 - ① グリースカップがついているが、容量が少ないこと。
 - ② ベアリング、容量が小さいためか すぐに故障する(シャフトの

径が細いということにもなる)。またこのベアリングは自動調心でないこと、シャフトの剛性が小さいことから、相当無理に使われている感じである。

補助発電機とも、とも掛けしているからこの辺の強度、剛性は2~3段上げて考える必要がある。

MMの容量に比べて、相当小さめのB0定格であるがその点のトラブルは無いようである。(MM過熱など)。

10. ベルト類

全般にベルトは、一年もたせるのがせいっぱいとのことであった。

- ① 補助発、MM用B0のベルトが、最もすぐにヘタルとのこと(もっとも、これは切断してしまうと云うことではなく、ゆるみが大きくなると云うこと)これは容量不足ではないかと思う。

- ② 次にラジエーターファン用のベルトで、これはようやく一年もつ程度。(これは油気のある空気が通るから)

- ③ Comp.用のベルトはほとんど問題はないとのこと。従って、ベルト消もう品としても、その交換方法を楽にしてもらいたいと云っていた。特に、補助発、MM B0のベルトは車体の骨との関係でスペースがないのがこまる⁷²。Engine起動、停止をやってもらい、その時のベルトの様子をみたが、予想に反して、スリップを起していない。起動、停止時のベルトはもっとひどいものと思っていた。これは、アイドル回転数が低く、あまり急激なショックがないため、及び停止時にも、Engine、MGのGD²が相当大きく、急停止はしていないためであろう⁷³。

11. Engine 排気ガス エントツ

排気管は、まっすぐに屋上に出ており、雨水たまりのようなものはないが、問題ないようである。停止時にはエントツにフタをしているだけである。

運転中は、高温ガスが出ているからもちろん雨水は入らない。従って、この辺のダクトの引きまわしは不要で

⁷² 骨とあるのは側面ドアのヒンジを支えている柱の謂いである。図50、参照。

⁷³ GD²はフライホイール効果。慣性モーメント(質量 m 、半径 r の円柱の軸と回転軸とが一致する場合 $I = 1/2 \cdot mr^2$)の工学的・慣用的代用概念。Gは回転体の重量、Dはその直径。

いたずらに、Engine Room の温度を上げるのみではないか？

12. 大宮 で 実 際 に 最 も 多 く 使 用 す る の は 18 ～ 20 km / h で、丁 度
こ の 辺 で シ リ ー ズ、パ ラ の 切 り 換 え が 入 る。
従 っ て 切 り 換 え の 時 間 遅 れ も 加 わ り、使 い に く い。
仕 様 と、設 計 点 と の カ ミ 合 せ を う ま く す る 必 須 が あ る。
13. 屋 根 ハ ッ チ へ の 階 段 は、側 ト ビ ラ で な く、車 体 に 固 定
し て ほ し い。こ れ は、
 - ① 屋 根 に 登 る た び に ト ビ ラ を ロ ッ ク し な け れ ば な ら
な い こ と。
 - ② 屋 根 に 登 っ た あ と、他 の 人 が、こ の ト ビ ラ を 開 け
た ま ぐ に し て い る と、一 人 で は 降 り ら れ な い こ と。
の た め で あ る⁷⁴。
14. 側 面 手 ス リ は、車 体 固 定 に し て ほ し い（側 ト ビ ラ に つ け な い）
 - ① ト ビ ラ が 開 い て い る と、つ か ま る と ころ が な い。
 - ② こ れ は、側 の 歩 み 板 上 で 作 業 員 が す れ 違 う こ と が
多 い か ら で あ る。（ト ビ ラ を 開 い て 作 業 し て い る 人 の う し
ろ を、他 の 人 が 通 る 場 合）。
 - ③ も し、ト ビ ラ に つ け る と き は、手 ス リ は と な り の ト ビ ラ
の 手 ス リ の 高 さ と 同 じ で な く、互 ち が い に す る と よ い。
同 じ 高 さ だ と、ト ビ ラ を 全 開 し よ う と し て も、手 ス リ
と 手 ス リ が ぶ つ か り 合 っ て し ま う⁷⁵。
15. 燃 料 タ ン ク は、ぜ ひ 内 部 の 掃 じ が 出 来 る よ う に す る こ と。
16. 電 線 (Engine Room 内) は、油 と ホ コ リ ま み れ に な る つ も り で い る こ と。
17. 屋 上 ハ ッ チ は、1 人 で 動 か せ る よ う に 小 さ い も の に 分 割、あ
る い は、取 っ 手 を つ け る 必 須 あ り。
18. ガ バ ナ ー 用 の 電 磁 弁^{ママ} 郡 は、裸 の ま ぐ Engine Room 内 に あ る
が、そ の ま ぐ で も 問 題 な い よ う で あ る。（意 外 で あ っ た）

以上

⁷⁴ 図 58、参照。

⁷⁵ 図 50、参照。但し、車体固定では蓄電池箱(14)上のような状況となり過高気味となる。

日時 '68 - 11 - 29 10時～16時

JNR側 大宮機関区 検修掛 渋谷助役, 長井氏 他

東芝 車_ケ 岳本主任, 三浦, 交_業 池田, セイ_ギ 伊藤, 坂本
キ_セ 加藤, 畑, 山地, 深見, 工藤, 巴川(記)

(1) DD90 1 概要

DD90 1 は 昭和 29 年 東芝製のもので、GE の 660HP DL を基にしている。当時の JNR 形式 DD12 1 その後 DD41 1, 三転して現在 DD90 1 となって居り、大宮操車場に於て、貨車の入換に使われている。見学時は 昭和 43 年 2 月の定期検査 から 10 ヶ月後の状態であった。

なお、車体外部塗装は JNR の塗装規準により施工されているので非常に良く、わずかに radiator 上部点検蓋附近での塗膜のひびわれがあるほかは、外板、扉類にも 塗膜 のひびわれ、はく離 は見られなかった。デザイン上問題になる塗色は、現在は DD13 や DD 20, DD51 等 JNR の 他の DHL と同じく、台車まわり、床下は黒⁷⁶, 車体台枠 白, 手スリ 白, 車体, エンジンフード 下半分 オレンジ色 上半 グレー となっている。

以下、*engine room* 内の関係を主に列挙する。

⁷⁶ DHL は勿論、液体式ディーゼル機関車(Diesel Hydraulic Locomotive)。

(2) *Engine exhaust gas stack*

exhaust stack は過給機の所から真直ぐ屋上に出しており

雨水に対する水溜り、水抜管はないが特に問題はない様子

である。雨中で機関停止時には、屋上にヒンジどめされたフタを手で

stack にかぶせるのみで OK である。なお上部には陸橋上からの投石よけの金網付。

又、*Engine* から 過給機、過給機から屋上への *stack* には

しゃ熱の為にはアスベスト テープの 1/2 重ね巻がなされている程度。

(3) 過給機

過給機は排気ガスタービン方式のものであるが、*Engine* 後部 左側

にあり、*Engine* 本体に取付けられた片持ちのササエ上になっている。

(4) *Engine* 及び *Traction Generator* の取付け

Engine と *Traction Generator* は 高サ 250mm 程度の厚板構成による 共通台床にのり、その共通台床と 機関車床板 との間には 19mm 厚の 平ゴムパッド が はさまれている。上下方向に対しては 床板、ゴムパッド、共通台床を貫いたボルトに、上方よりコイルバネを介して ナット締め してある。之は 東芝にて製造当時とかわって 居ない様で、今日迄 問題は起きていないとのことである⁷⁷。

なお 前後方向の衝撃に対し 之等 14 本のボルトではもたない ので 共通台床の各端に床に溶接されたストッパーを設け、クサビを打ち込んであるが、このクサビがしばしば抜け出してくるとのこと。

⁷⁷ 図 54、参照。

特に *Generator* 側の場合はスペース的にせまく、まともにハンマーが使えないので、特殊な L 字形の金具を使って、どうにかハンマーでたたき込むとのこと。クサビの形状はもとより、ストッパーとしても再考の要蟻と思う。

(5) *Engine Room* 内のほこり、汚れ。

a) *Engine Room*, *Radiator* の冷却は 側から 吸って 前方へ 吹き出す

方式 であるが、*Engine Room* 内の 油を含んだ空気があるため

ラジエーター フィンの目づまりはかなりひどい。手入れもあまり行われて
(掃除)

いない為でもあるが。

b) *Engine Room* 内の床上には 水たまり ならぬ 油たまり がある。

ラジエーター ファン取付台附近、*Engine* 本体の下部、*Engine* と *Generator*

の結合部 の 下、等で人、物の 影がうつる程である。これは 油が

もれたということより床に油をこぼしたと考える方があっていると思うが、

床に具合のよい油抜き穴の必要を感じた。但し、直に落すのはまずい。

c) *Engine* 本体、特に *Generator* の排風側は油まじりのほこりでよごれ

ているが、*Generator* 本体は油まみれ ではない。特に 整流子

側はきれいで 油気はなく、パッキンなしの点検蓋をあけて見ても

整流子 は きれいなものである。但し、この点検蓋も 下半分は

なくて 裸 であるが 事故 は生じていないとのこと。

ともかく、*Engine Room* 内の油、ほこりはすごく真黒になるのはばい煙の多い
蒸気機関車と同居していることによると思われる。粒のあらい砂ほこりが多いとは

思えないし、又 大宮(操)も 機関区も砂漠の様な環境ではない。

(6) *Engine Room* 内の配線 (150mm²)

- a) 主発電機, 補助発電機間の太い配線, 主発電機から
ひとまとめに

床上の電線樋への主回路配線は^Vたばね, 之をビニールテープ

ぐるぐる巻きし, *Generator* 本体のササエに取付けられている。この

あまり

部分は油気は^Vかかっていない。但し, 床に近い所はかなり汚れている。

- b) 灯回路類 の 配線は 電線管 に入れ, *Engine head* 上部

コーナーを通してている。従って油の心配ない。

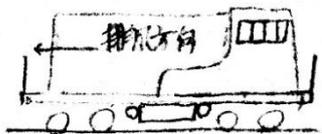
(7) *Engine Room* と温度

外気温 21°C の場合, *Engine Room* から排出される空気の温度

は *Engine idle* 回転で 35°C 程度である。機関車が

排風方向に走っても 20~25km/h 程度なら *Engine Room*

から風は出てくる。向かい風であっても



20~25km/h 程度であれば *Engine Room*

からの排風は行われる様に思われる。

(8) 振動 特に

Engine の支持が^V防振支持でない為, *Engine Room*, CAB 共

Engine の振動がそのまま伝わる。

この際, 側点検扉のビビりは全くない。

車側の手摺が振れるが, 手で押えればとまる。1 インチのパイプ
製であるが, 人がよりかかった位では曲らない。

(9) 燃料 タンクは フタ のとれない 構造 のものであるが
その為、内部 点検が出来ず非常に不便とのこと。簡単な蓋の要ありと思う。

(10) 潤滑油 排油部の 1/4 球形弁 のハンドル には まわり
どめとして 鉄棒を折り曲げたフックを掛けてあった。
参考になる。



(11) 注水 は 屋上へ ホースを以て上り、ネジ込み式 の フタ
(本来は空気抜)

をとって行う。(架線のある所では危険)。車体下部の給水口⁷⁸
は町野式ホース連結器がないのでやっていない。

(12) 燃料管の系統で もれは 見つからなかった。

(13) 冷却水 タンクが 運転室 の 前上方 にあるが、パイプ
接合部から水もれが あった。

(14) *Engine Room* の 電球 は 東芝製造時 は エジソンタイプ

であったが、大宮で スワンベースに改造、電球も交換したとのこと⁷⁹。

Engine Room 内に 4ヶ所つくべきところ、実際には片側 1ヶ所づつしかなかった。

(15) 冷却水管 と ラジエーター 間 のホース (4) は 大宮工場での
修理時に 輸入品 を 使うようである。長さは 120 ~ 150mm 位。
ホースバンドは



形であるが もれの心配はない。

(16) クーパー ベッセマー の エンジン は ほとんど 手入れせずに
使っているが 故障も ほとんどなく 具合がよいとのこと

(17) コンプレッサーの吐出口(送気管)部は伸縮可撓管は使われて居らず、
ガス管である。

⁷⁸ 図 50 の 13 は使えていなかったということである。

⁷⁹ ねじ込み式がバヨネット式に変更されたというのは振動に因る弛み対策であろう。

これは *Comp.* 用ベルトの伸びが少ないので ほとんどベルト調整をせずに使っている為である。しかしスペース的にも非常に苦しく調整も面倒な為と見る方が あたっているかも知れぬ。吐出部には 銅管でも よいから使って若干の^{ベルト}調整はやった方がよいと思う。

(18) CAB にある 冷却水温度計は故障した為、外されたまゝになって居た。

無くともあまり気にはしない様だ。

(19) *Generator* の ブラシは真下に来ているものがあり、手さぐりで点検

しているとのこと。ブラシの位置は今後とも十分に注意を

要する。

(20) *Engine* 上部 の 空間 (高さ方向) と、ハッチ 開口部 寸法は

適当 と思われる。シリンダー ヘッド の点検に際し問題ない⁸⁰。

(21) 床下 の MM リード線は *Engine room* に劣らず 砂ほこり が

油で かたまっているが これだけで大きな問題はないとのこと。

リード線は鎖吊りであるが調子は良い様だ。

(22) *Engine* の 音 はあまり 気 にならず、走行時は むしろ

DEL 特有の 走行音 (釣掛式 なるが 為) の方が大きい。

● 車体関係については他の報告と重複することが多いので省略する。

⁸⁰ 勿論、本機関においてヘッド自体は気筒胴一体式、即ちヘッド・ガスケットに係わる点検は無用であった。

'68 - 11 - 29 (FRI.) . 於 . 大宮 機関区

DD901. Loco. 見学報告

(機関室内)

[補機駆動系]

担当 . 山地

11. 軸の状態.

- ・ *Oil* 及び じんあい による 汚れ は はげしいが . 特に損傷部はなし .
- ・ *Blowen* 軸 の 径 が小さいと思われる . (後記 . ベアリングの関係より).

12. プーリーの状態.

- ・ プーリーの摩耗量は . 大きな径のものには見だたないが . 小径のプーリーでは最大 0.5mm 程度までであった . (ファン).
- ・ プーリー の 摩耗による ベルト の すべりは 影響 していない .
- ・ プーリー の ふれどめ は . **BQ**プーリー のボルト止めで支障はないと思われる . (トルクが 小さい為か?)

13. ベアリングの状態.

- ・ グリース は 一年程度で 補給 しているが . グリースカップが小さく . 保守に 不便 (カップ大きさ . 10φ×10 程度) .
- ・ ブロワー 軸 のベアリング の グリース が 切れ . 軸 がかたよった為 . 羽根 が 当たっていた事があるとか . この 原因 は . グリース補給量が 少ない 点 と . ベアリング の 容量 が 小さすぎた 為 ではないかと思われる . (片べり).
- ・ グリースのもれは所によっては大きい所がある . (→クランク・シール?)
- ・ テンションプーリの ベアリング では . グリースニップル が付いていないが . 保守点検 に 不便 . 回ってはいるが 不安 だとの事 .

14. テンションプーリ と 調整 .

- ・ ベルト の 調整は . *exciton* 用 の 長いものの他は あまり行っていない .
- ・ ベルトの 変更 は全数取りかえを行う . その 期間 は . 中 検(6ヵ月毎) の 時 に 見て . 必要と思われた 時 .
- ・ 長い ベルトは やはり のび が多く . *exciton* の位置 調整 のみでは 不十分 で . *Blowen* を 移動させるが . ボルトによる移動量 は少なく . 位置 も 悪いため . 大変 やりにくい .

15. V ベルト の 状態 .

- ・ ファン用のベルトで . 表皮のすりきれたものがあつたが . 部品不足による 為 という事であつた . その他のベルトは 比較的 良好 で 汚れも 目だたない .
- ・ *Compressor* 用 の ベルト は 伸びは少ない が . その他は 大きい .

16. 機械室内補機取付状況.

- *Comp.*, *Bl*, 共に保守点検用のスペースが少なく、手入れが困難.
- ファンの空気取入れ側に、プーリー、ベルトがあるため、機械室内の油・じんあいによる汚れが一段とはげしい。
- 補器の平面方向のストッパーは特になかったが、運転上支障はなかったとの事である。

17. *Comp.* 配管・取付台・ベルト調整.

- *Comp* の位置がバッテリー箱との関係より、手の入りにくい所であり、ベルトの変更・調整は困難。
- 配管は、*Comp* の移動をあまり考慮しない形であったが、特に問題は聞かれなかった。

(以上)

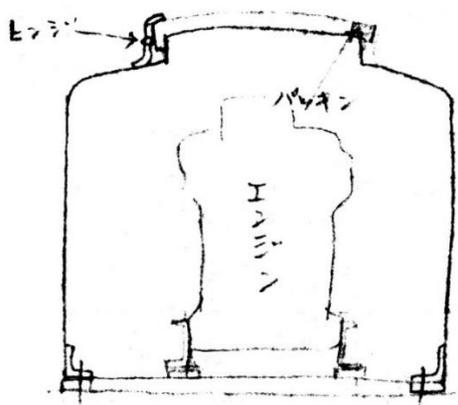
㊦ (その他)

- はしご段は、固定部に取付けがのぞましい。理由は屋根に上って、降りる場合、一々ドアを *lock* する必要がある。めんどうだとの事。
- たわみ風道が、一度バネがバカになり、口を開いて修理に苦勞したとの事。(あとは別に問題は起らなかったが、)

(以上.) 山地

(車体 関係)

1. エンジン フッド と CAB 接続部分の ゴム パッキン の くさり 具合
みる こと が 出来 なかっ た。
2. エンジン ハッチ の ヒンジ 及び パッキン と ハッチ の ロック 状況
ヒンジは、きしゃにみえたけど 破損のあとは 見られない
パッキンは使用していなかった。 ロック状態は ちょっと かたい。



3. 台枠 と エンジン フッド 取付部 の くさり 具合
油で くされては いたなかつ たけど 油と ほこり の よごれが ひどい。
4. 点検扉, ヒンジ, 止メ金 の ガタ. 破損はないか.
ひどい ガタ ではなかつ た, 破損は なし。
5. ラジエーター 冷却水管 の 代替品, ホースの 補充先
ホースの 状態, 交換回数
6. バッテリー 箱. 箱内 の よごれ. 保守点の 難点
台に している 磚子が われて いた。
7. バッテリー の 充電, 放電. (過充電に ならないか)
バッテリー の 取り出し. 回数.
過充電 に は ならない. 雨水 が 入っ て 漏電 する こと が ある

8. 燃料 タンク の掃除 が 非常にやりづらい
DD13 の方がやりやすい
9. 屋根 ハッチを開く時. 足場 (歩み板) があつた
方が 安全 である
10. 窓に使用されている H ゴムの 腐蝕 は 見当たらなかつた
11. 踏 段 の 先に R が ついているが これはすべり
やすい とのこと.
12. スコッチ は 踏 段 の 横に 付いていた⁸¹.
13. 運転室 側引窓は ガタガタ であるが 走行中 は
エンジンの音で 気には ならない.
14. 開 戸 は 閉 じた 時 でも いくらか 隙間 が みえ
雨水が 入ってくるようでした. (ゴムパッキンは使用していない)
15. 点検扉 の 手スリ は 互違いに 取付変更していた.
(開いた時 に 当るため と 思われる)
16. 屋根 の 上 には 石炭がらが 落ちていた.

⁸¹ スコッチとは車輪止めの謂い。

54. 床下

- 1 床下リード線 ツリ 方法 鎖式であり、長持ちしている
写真あり
- 2 リー ド線 処理方法 一本ずつ布巻きしている
写真あり

55. バッテリー

- 1 バッテリー 押え方 板を数枚適当に押入れている
写真あり
- 2 箱内部 の サビ 方 サビ止めとして、ロー塗布又はコールタール塗布
写真あり
- 3 ツナギ 線 の 状況 時々、取替えるらしく、新品が入っていた
写真あり
- 4 バッテリー液 点検回数 夏は2～3日毎、冬は一週間毎

56 その他

- ┌ 高温部 エキズトパイプ、マフラー の分 はがれ
- 塗装 |
- └ ラジエター風道部 油 の よごれ ひどいが はがれなし

添付書類

DD90 1 調査

'68. 11-29

主発電機.

1. 1. 下側にあるブラシ は点検出来ず. 手探 によっている.
1. 2. ブラシ は かしめ 式 のが 良い.
ハンダ入れブラシは変温時. ブラシ リード線が抜ける.
1. 3. 事故. ナット 1ヶ が、整流子に落ちていて. 整流子を
焼損した.

2. 補助発電機.

2. 1. ベアリング 取替えなし.
2. 2. 絶縁劣化もなく. 良好.

3. 主電動機.

3. 1. 使用 1~2 年目の時. ボルトが. コンミテーター部に
落下し焼損 事故あり

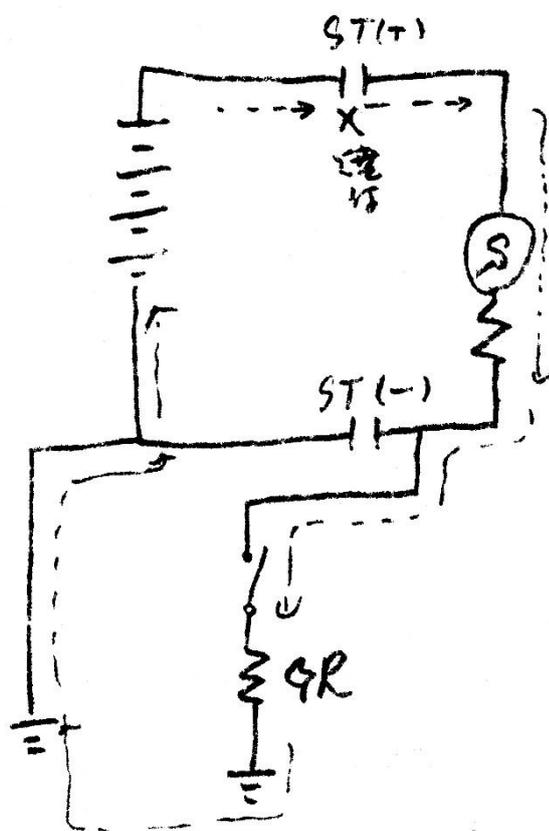
4. 主回路.

4. 1. シリーズ. パラ. ツナギ回路のある場合
現在の車は. 22km/h であるが 一番使用する速度時
なので. 渡り時間が長いと まづい ことになる.
現車は. 機関区で ツナギ 変更をしている.

シリーズ. パラ の 切換は. 16km/h 位であれば良いと考
えている.

(コンゴ 向 注意のこと)

4. 2. ST (+) ST (-) 入り. → エンジン起動 OK →
ST (+) ST (-) 切り とするが. ST (+) 焼付により
ST (-) のみ. 開放時がある. 釈放時間の差?
下記回路により接地継電器焼損⁸⁴.



⁸⁴ ⑤は主発電機の起動コイルを作動させた起動電動機を表す。ST (+)、ST (-)はそれぞれ図 51 の 651-1a, 651-2a に相当する。焼損したという接地継電器は同 574a で上図、下の GR に当る。これは接地スイッチ 567 とコイル(抵抗ではなく)574a とに分けて描かれている。

5. 抵抗器.

5. 1. 総て. 断線なし. 良好.

6. AVR.

6. 1. 接点不良 あり. 一個所のみ.

6. 2. Al 材 ネジ切れ.

7. 逆転器.

7. 1. 補助接点の電線が よく切れる.
やわらかい. 線を使用した.

7. 2. 電磁弁の設定が難しい

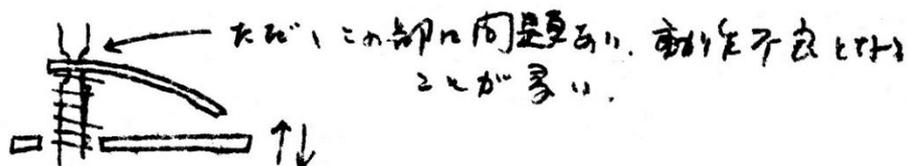
8. CTT.

8. 1⁸⁵.



8. 2.

補助接点は下記が良い



⁸⁵ これは単にヒンジの位置を上に変えれば片付く問題である。

9. その他.

9. 1. エンジン騒音. 気にならない.

9. 2. エンジン停止直前 150~200 回転時. 振動大.

9. 3. 実走

ブレーキ	3kg	スピード	16km/h
------	-----	------	--------

〃	2kg	〃	20km/h
---	-----	---	--------

〃	1kg	〃	25km/h
---	-----	---	--------

キセ 畑.

1. 補修 及び 設計変更経歴

- a) 制輪子材質変更 FC25 → 耐摩レジン
結果：取替期間が 4 日 → 1 カ月になった
- b) ブレーキレバーを裏返す なくす
理由；制輪子脱出に関連してブレーキレバーの首振を
- b) 制輪子取付穴. 加減装置取付穴. ブレーキリギングの横ブレ防止用スリ板の変更
- c) 押棒長さを短くする 理由：元設計寸法が長過ぎた

- d) ブレーキ梁（両側の押棒をつなぐ）新設
- e) 引棒案内（両側の押棒をつなぐ）改造
理由：押棒の調整が困難なため
- f) 補助排障器の新設
理由：□鉄の内規によるとのこと。
- g) 砂管を曲げる 理由：砂箱と結ぶホースとの関係から

- h) 手ブレーキの巻上げ棒のクサリ止めを変更
理由：元設計の引カケ は 折れる
- i) 心血塵除 は 取付けてない？
- j) 押棒グリースニップル は 取付けてない
- k) ブレーキシリンダ止め は ない
注) 図面上はあるが、初めからなかった模様
- l) ブレーキ横バリ案内 ストロークを長くする
理由：元設計が短か過ぎた
- m) マクラ バネ は 1 度. 折れたことがある。又 隣合うバネ が スリ合って
摩耗し新製したことがあるらしい。
- n) 制輪子加減装置を内側に取付ける。
理由：制輪子の交換等の作業は ピット に入って内
側からでないといけない。

2. 現時点における問題点

- a) 制輪子の脱出が現在でもある
そのときによって違うが 20mm 位出ているのを見た。（当初は制
輪子の半分ぐらい出てしまったらしい。

- b) ブレーキリギングの横振れ
横振れ防止のスリ板は吊りバネの近くで効果が小さい
吊りバネにも問題（バネの効果に疑問）あり
- c) 制輪子の首振り、ブレーキレバーの首振りが 大きいように思われる
- d) ブレーキ横バリ案内のスリ板の摩耗がひどく、案内板の板厚が
うすく、たわんでいる。
- e) ブレーキ の きき が悪い。
- f) マクラバネが 9mm の座グリ大から、せり上る（イコライザー側）
- g) イコライザーと軸箱溝の はまる 部分 の スキ間が大きい 3~7mm
- h) オイルダンパー は 標準品でないため 取替えたいが やっていない
ゴム類はボロボロ
- i) 心皿給油・・・給油管はあるが 使い物にならない
注). 心皿には グリースではなく 機械油を使用し. ぶっかけて入れる.
- j) 押棒給油・・・油が切れると重い. 外側から油を注ぐ
- k) ブレーキシリンダ給油・・・給油プラグがないため. 空気をはずして
行っている。
- l) ギャケース給油・・・・・・やりにくい。
給油口を エルボ で上に向けさえすれば よいと
思われる。

以上

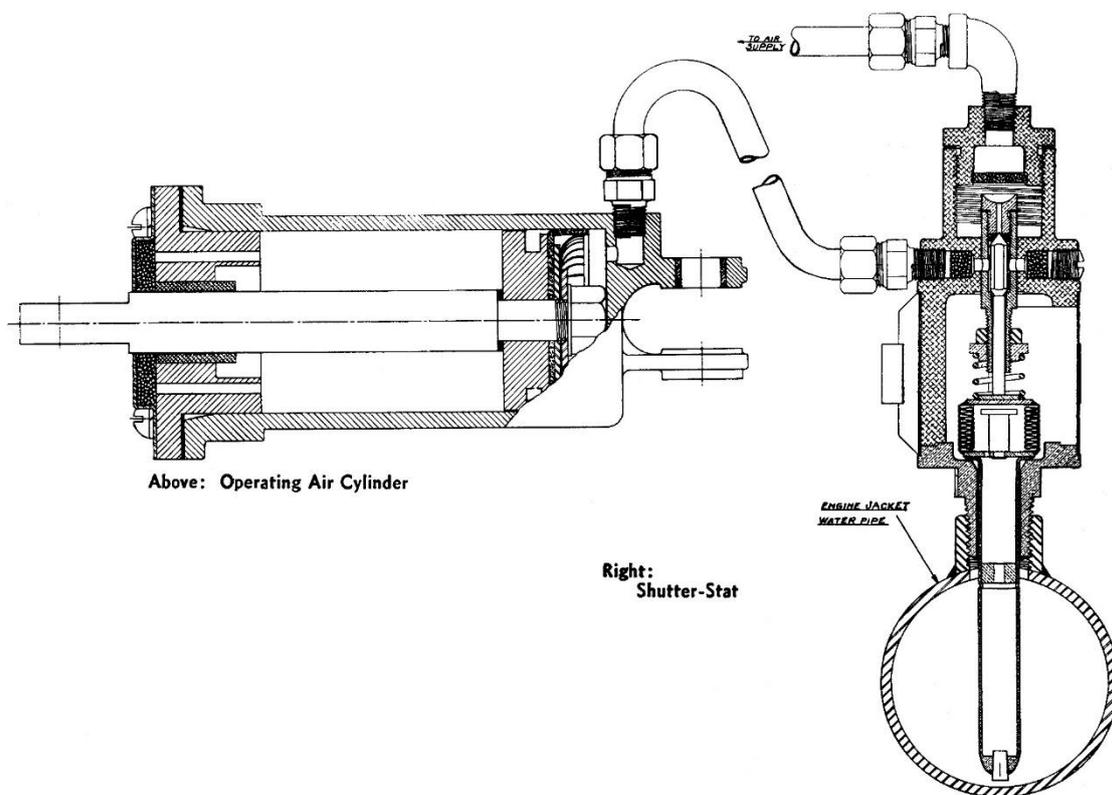
追記 ここでの調査は検修者の話を まとめたもので 工場（大宮）で
上記の他に どのような手を加えているかは わからない。

東芝レポートは以上である。これ国鉄関係者からの東芝社員による聴き取りの総括記録であり決して生のテープ起こし原稿などではないが、機関に限っては、使われ方の如何はどうあれ、14年間も稼働して「Cylinder 研磨は一度もしていない」という実態が在り、「とにかく、日本製の Engine とは比較にならぬ程強い」、「ほとんど手入れせずに使っているが故障もほとんどなく具合がよい」といった評価も得られている。調査時点において既に輸出用機関車用としてより軽量高速な機関に白羽の矢が立っていたと見え、機関本体に係わる調査は手ぬるい限りであるが、FWL-6T 型がほったらかしで済む機関であったこともまた事実のようである。

本機はブレーキ回りに先天的弱点を抱えており、幾分かの矯正が施された跡も窺われるが、「SL や DD13 より機関士の評判がよい」との記述も強ち身最上層に発する誇張でもなかったろう。DD13 型の DMF31S などは導入期、クランク軸回りの事故を頻発させた前科があったから比較対象としては虚弱に過ぎる存在ではあったが……。

なお、補足すれば、「名人芸」などと揶揄された「ラジエーター前面の自動調節ルーバー」とは恐らく次のような機構であった。図 59 は Kysor Heater Company(Mich.)の “Kysor Radiator Shutter” であるが、他に類似品情報を見ないのでおそらく当該品はこれであろう。カラクリとしてはジャケット・ウォータ温度を検知器内部の蒸気圧に変換し、空圧シリンダを働かせるシカケで、その複雑精巧さに因って殊更、忌避されるような機器でもなかった。

図 59 Kysor Radiator Shutter の作動装置



3) 輸出用機関車

1968年夏、東芝はコンゴの国営企業 OTRACO 社(Office des **T**ransports **C**ongo : コンゴ交通公社)からディーゼル電気機関車 7 両を受注していた。従前、電気機関車や電車用電気機器を輸出して来た経歴を有する同社にとってもディーゼル電気機関車の輸出は初の機会であった。一方、我国初の輸出ディーゼル電気機関車は日立製作所の製品で既に 1958 年 3 月、タイに納入されていた。’56 年に国鉄試作機 DF90 型(1680PS, C₀-C₀)を誕生させた日立は台湾向け 1560 馬力(’61)、スーダン向け 1500 馬力(’66)、ボリビア向け 1270 馬力(’68)等、提携中の M.A.N.機関を装備した B₀-B₀-B₀ や C₀-C₀ といった大形機に着々と実績を重ねつつあった⁸⁶。

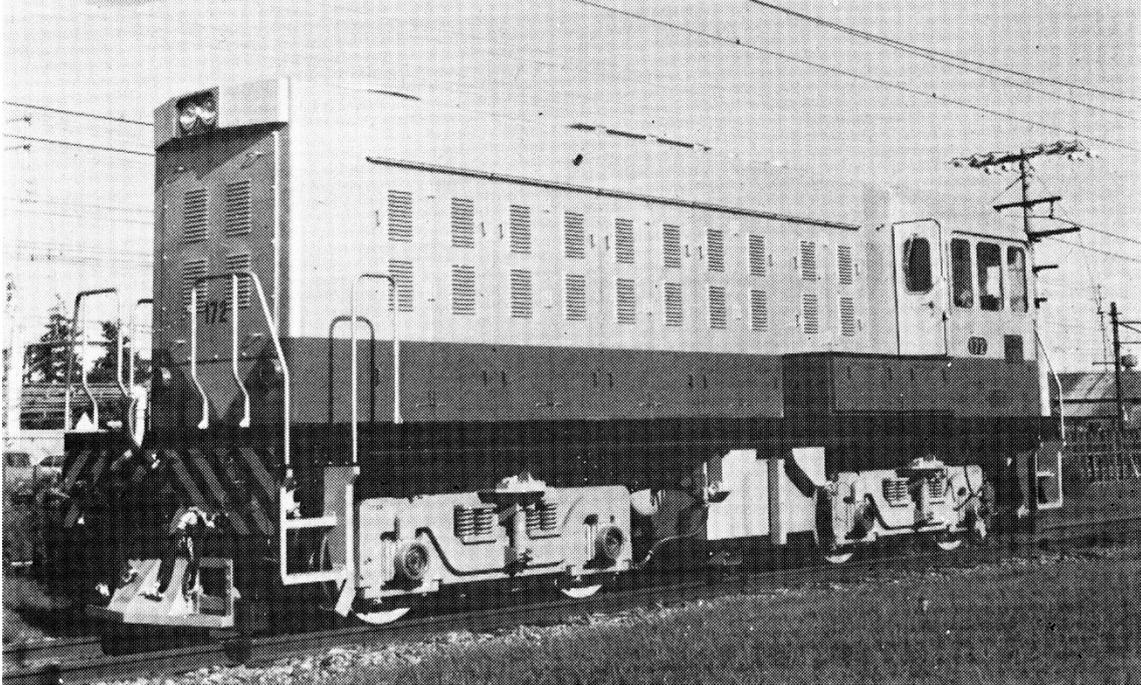
東芝の HP に拠れば、同社は 1969 年よりザンビア並びにブラジル向けに 26 両のディーゼル電気機関車(500&1050HP)を、’81 年からはニュージーランド向けに 24 両の DEL(500HP×2)、’87 年にはマレーシア向けに 24 両の DEL(3440HP)を輸出して来たとあり、コンゴ云々についての情報は一向に見られない。また、遺憾ながら同社におけるディーゼル電気機関車事業の歴史的全体については管見の及ぶ処となっていない。

それはともかく、このコンゴ OTRACO 社向け機関車はマタディ港から首都キンシャサまでの客貨輸送に充当されるべきもので、軌間は日本国鉄在来線と同じ 1067mm であった。計画では機関出力 500HP、機関車重量 52 トンで重連総括制御が可能という仕様であり、引き続き増備計画が策定されていたため追加受注が期待されると発表されている。

そして、前段に観た通り、この輸出用機関車開発に際して参考に供されたのが東芝 DD90 1 であった。この輸出用機関車の形姿は図 60 に見る通りであり、「参考」云々とは言い条、やや角張ってはいるものの、車体は固より、台車にしても DD90 1 の生き写しそのものであった。側面手摺について東芝レポートの成果が明確に現れている事実が観察される。

図 60 東芝の対コンゴ輸出用ディーゼル電気機関車

⁸⁶ 東芝のコンゴ向け輸出機については『東芝レビュー』23 巻 8 号、1968 年 8 月、1088 頁、news「コンゴ OTRACO 社からディーゼル電気機関車を受注」、日立の DF90 型については竹村伸一・小泉富士夫・立川昭三「1900 馬力ディーゼル電気機関車」『日立評論』第 39 巻 第 6 号、1957 年 6 月、荒井・臼井・杉田『機関車ガイドブック』232~233 頁、日立の輸出機については小泉富士夫・立川昭三・杉本光昭「タイ国鉄納 950 馬力ディーゼル電気機関車」『日立評論』第 40 巻 第 6 号、1958 年 6 月、参照。



五十嵐修蔵『鉄道 100 年の技術—車両と機械の歩み—』工業調査会、1974 年、126 頁、写真 113。

写真のキャプションには「コンゴ向け、ディーゼル機関車、東京芝浦電気株式会社製」とある。また、『鉄道車両工業三十年の歩み』には同一ネガからのモノと思しき同じ 172 号機の写真にはこの間の政変を反映し、「ザイール OTATRA 鉄道向電気式ディーゼル機関車」のキャプションの下、軌間 1067mm、車軸配置 B-B、運転整備重量 54.0t、最大運転速度 80km/h、ディーゼル機関 M Benz MB 836 Bb、連続定格出力 500PS、用途、特徴 入換及び本線客貨両用、製造初年 昭 45(東芝)、とある。この DD90 1 を 8 トン下回る車両重量は仕向け地の軸重制限に対応した数字であったろう⁸⁷。

その電気機器については管見の及ばぬ処であるが、ベンツ MB836Bb 型機関については若干の情報が開示されている。この機関は 1953 年に投入され船用、車両用、据付用として江湖の信頼を獲得した新世代予燃焼室式軽量高出力ディーゼル、MB820Bb(60° 12V-175×205mm, ターボ過給、1100PS/1500rpm., 2.69kg/PS)の'56 年投入の直列 6 気筒版であった。12 気筒版 820 には'55 年に給気冷却器付きの Mb820Db(1350PS/1500rpm., 2.31kg/PS)が加わり、直ちに 6 気筒版 836 にも Db が追加されて同系機関のラインナップは表 7 の通りとなった。なお、その出力について付言すれば、820Bb の連続定格出力は 870 馬力、836Bb のそれは 435 馬力であったようである⁸⁸。

⁸⁷ 日本鉄道車輛工業会『鉄道車両工業三十年の歩み：昭和 23 年度 - 昭和 52 年度』1978 年、302 頁、参照。'71~97 年の間、同国はザイール共和国、その前後はコンゴ民主共和国。国名変更に伴って旧国名を含む事業者名は Office National des Transports(ONATRA)へと変更されているが、OTATRA については不詳。

⁸⁸ 「メルセデスベンツ高過給高速ディーゼル機関の構造上の新機軸」『熱機関』Vol.1、

表 7 Daimler-Benz 820、836 系列機関

気筒数	型式	給気	2 時間最大出力 HP/1500rpm.	乾燥重量 kg
6	MB836B	N.A.	350	1600
	MB836Bb	T	500	1850
	MB836Db	T, 給気冷却	675	1945*
12	MB820B	N.A.	700	2450
	MB820Bb	T	1000	2750
	MB820Db	T, 給気冷却	1350	2900

丸山浩一「メルセデスベンツ MB820Bb 船用高速ディーゼル機関」、より。一部、誤植を訂正。

このエア・バイ・ウォーターの給気冷却器はジャケット・ウォーターではなく専用冷却水循環系統に依るもの⁸⁹。

* を付した重量値については図 60 下の注記、参照。

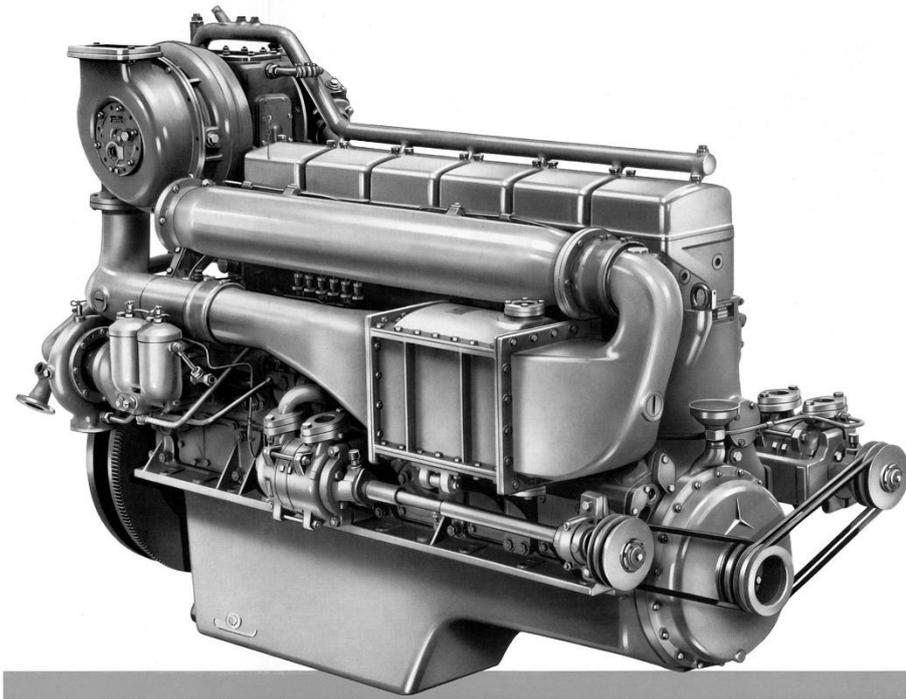
これらの機関は基本的にクランク室上半部一体の軽合金鋳造気筒ブロックを与えられていた。重量軽減が強く要請されない用途向けには鋳鉄製ブロックが用意されていた。ライナは何れの場合にも湿式であった。MB836Bb に関する質の良い画像が手許に無いため、ここでは給気冷却型である～Db の画像を図 61 として掲げておく。その側面から給気冷却器を撤去したものが 836Bb である。

図 61 Daimler-Benz MB820Db

No.8, 1955 年 8 月 (*MTZ*, Jahrg., 15, Nr.9, Sept., 1954 からの抄訳)、丸山浩一「メルセデスベンツ MB820Bb 船用高速ディーゼル機関」『エンジン』 Vol.2 No.4, 1956 年、参照。なお、Mb820Db の場合、過給圧を上げて 1625PS/1400rpm. を安定的にマークしているが、使用現場での長時間運転の安全性を顧慮して 100 時間連続運転で全く問題を生じなかった 1350PS/1500rpm. が上限と定められた。要はどれだけの安全率を計上するかということである。

投入年次については Ekhart Schmidt/池貝鉄工(株)エンジン事業部訳「高出力高速ディーゼル機関について」『内燃機関』 Vol.3 No.25, 1964 年、表 1 に拠る。黒滝哲成「ライセンスメルセデスベンツ MB820/836 池貝高速ディーゼル機関の国産化」『内燃機関』 Vol.1 No.3, 1962 年、に本系列の起点が 1945 年とあるが、採らない。

⁸⁹ cf., Daimler-Benz AG, *MERCEDES-BENZ DIESEL MB 836 Db*. このパンフレットには定格出力が 520-650PS/1200-1500U/min と表示されている。



Daimler-Benz AG, *MERCEDES-BENZ DIESEL MB 836 Db*.

このパンフレットには通常装備での乾燥重量約 2290kg とある。

何しろ、DD90 1 に搭載されていたクーパー・ベッセマー社製 FWL-6T 型機関(6L-228.6×266.7mm, 660HP/1000rpm.)の重量は上述の通り 10 トンであった。これはオイルパンを兼ねつつ主発電機を載せる共通台板ともなる補助フレーム込みの重量であったかと想われ、MB 機関においても同様の台板を用いればそれなりの追加重量の発生は不可避であった。FW-6T(660HP/1000rpm.)の重量としては上記の値とは別に 8290kg なる値も掲げられているが、何れにせよかような重量はほとんど中速機関まがいである⁹⁰。

ともかく、以上により MB836Bb の単独比重量 3.7kg/HP はクーパー・ベッセマー機関の 12.6~15.2kg/HP の 1/3~1/4 であったという暫定的結論になる。その実重量差 6.4~8.2 トンと定格回転数の差から派生したであろう主発電機軽小化は共通台板重量や車体、台車各部に施されたかも知れぬ幾許かの強化に起因する追加重量をキャンセルした上で DD90 1 と当該輸出用機関車との重量差 6 トンを結果し得たものと考えられる⁹¹。

⁹⁰ 8290kg なる機関重量の出所は横堀 進『鉄道車両工学』100 頁(原表は lb.表記)。なお、原表の 102~104 頁掲載部分に機関寸法・重量データが欠落しているのは遺憾である。

⁹¹ 因みに、MB836Bb に近いサイズと出力を有する国鉄制式機関 DMF31SB(6L-180×200mm, 定格 500PS/1500rpm.)の全備乾燥重量は 3100kg、1.68 倍。MB820Db に近い DML61ZB(12V-180×200mm, 定格 1350PS/1550rpm.)のそれに至っては実に 6500kg、2.24 倍であった DMF31SB、DML61ZB の乾燥重量については『国産エンジンデータブック '85』山海堂、1985 年、66 頁、参照。機関車機関の定格出力は連続定格で 1 時間定格

むすびにかえて

東芝 DD12 1 は N 系から F 系へと「大胆な」進化を遂げたクーパー・ベッセマー社製機関を伝統ある GE 系電気動力機器・制御機器と組合せた作品であり、国鉄における使用実績、評価も概して良好であった。とりわけ機関本体の頑健さは運用者から高く評価されていた。

然しながら、東芝レポートの頃までは何とか騙し騙し使われていた DD12 1 改め DD90 1 も補給部品の入手難から次第に休車がちとなり、輸出用機関車誕生の翌年に当る'71 年 3 月を以て廃車に至っている。単発作品の機関車で機関そのものも我国では孤立無援的存在であった以上、かくなったのは致し方無い帰趨と言えよう。

他方、DD12 1 を誕生させた技術の歴史的流れを踏まえ、かつ、一連の個別具体的事蹟を勘案すれば、コンゴ向け当該輸出用機関車の歴史的意義・評価はそれがネオ DD12 であったという位置付けに止まらず、軽量機関と電氣的動力伝達装置との組合せの利点、その新たな可能性を証明ないし予兆する存在となっていたという点にこそ求めらるべきである。

なおまた、コンゴ向け輸出機関車ネオ DD12 の横顔からは大形軽量高速ディーゼル機関におけるドイツの優越性も垣間見えていた。本国において MB820 系は M.A.N.機関やマイバッハ機関と共に V80、V100、V200(2 基)等の機関車に装備されたが、820 系からはドイツ国鉄の要請を受けて'60 年に 190×230mm のサイズを有する MB835 型(→MTU-12V652 型：機関車用 UIC 定格出力 1740P/1400rpm.)、'64 年には MB839 型(→MTU-16V652 型：同 2310PS/1400rpm.)なる増強型が派生せしめられ、V160、V320(2 基)機関車に装備された⁹²。

'70 年には旧 820/836 系の一つ下の、165φ×175mm というサイズを有する 90° V6 の MB833 系(V8 に MB837、V10 に MB838)をベースとしつつ、これを直噴化させた MTU-331 系(165φ×155mm)、-396 系(165φ×185mm)が開発され、これを皮切りに新系列や直噴化改造された MTU の新機関が相次いで投入された。その頂点は永らく戦時中に開発された MB501 型の後身、20V1163 型(60° 20V-230×280mm, 特殊船用 9870PS/1300rpm.、乾燥重量 17.05t[1.73kg/PS])であった⁹³。然しながら、今日ではより新しい 8000 型(48° 20V-265×315mm,

の 85%に当り、実際には 10 時間の連続運転に耐える出力とされる。DML61ZB の過重量は件のトンネル型クランク室にも因っていようが、要するにそのような設変まで持込まぬ限り主軸受が持たなかったというだけのことである。拙著『鉄道車輛工業と自動車工業』日本経済評論社、2005 年、127~130 頁、参照。

⁹² これらのドイツ国鉄機関車は何れも液体式ディーゼル機関車である。

⁹³ 船用 20V 1163 TB92 型の特殊船用最大出力については Motoren- und Turbinen-Union Friedrichshafen GmbH の 1990 年頃発行のカタログ・シートに拠る。20V 1163 の機関車用モデル 20V 1163 TB12 型の機関車用定格出力は 5580PS である。1163 の前身、MB501 は MB503(40° 20V-180×250mm, 2000PS/1627PS)を経て 1943 年に 185φ にボアアップされた MB518 となり、その出力は 2500PS、3000PS、4000PS へと戦後にかけて逐次増強されて行った。比出力の点で同機はコンカース対向ピストン・ディーゼル三つ巴型のデルティックに一步譲った。しかし、後者がポートに依る非対称掃気(元祖の Jumo205 では排気ピストン 9° 進み)のため自己逆転不能で逆転機を要したのに対して MB518 は自己逆転^{ほしいまま}式であったから艤装状態の実質的な比重量では MB の方に分があり、世界一軽量の名を「縦」にし得

同 13300PS/1150rpm.)に旗艦の地位を譲っている⁹⁴。

些か余談めくが、MB で始まるベンツ非自動車用軽量高速ディーゼル機関の型式コード No.は極めて解り辛く、恐らくそこには何の統一的な論理も貫徹していなかったと思われるのであるが、文献類に散見されるその一部を改めて表 8 に例示しておこう。これ以外に 871、873、881、883 といった機種も在ったが、機甲車両用であるため、その詳細は不明である。

表 8 ベンツ MB 系非自動車用高速ディーゼル機関の一部

仕様とサイズ	ベンツ型番	左に対応する MTU 型式
予1L-150×190mm	821	-
予6L-150×190mm	846	-
予12V-175×205mm	820	予12V-493 直ぐに生産終了
予6L-175×205mm	836	予6R-493 "
予90°6V-165×175mm	833	'64年 機甲車両他用。その直噴化、 155mmストローク型が331系、その18 5mmストローク型が396系
予90°8V-165×175mm	837	
予90°10V-165×175mm	838	
予60°12V-190×230mm	835	予12V652 生産終了
予45°16V-190×230mm	839	予16V652 生産終了
予16V-175×230mm	502	直12V, 16V, 20V 956(230×230mm) 直12V, 16V, 20V 1163(230×280mm)
予20V-175×230mm	501	
予20V-180×250mm	503	
予20V-185×250mm	518	

なお、この体系にはベンツ大形高速ディーゼルのトップモデルが航空(飛行船)用の OF2(12V-165×210mm)に始まり、LOF6(16V-175×230mm)に進化し、DB602 へと改称され、その船用版が DB502 と呼ばれ、その 20 気筒型が DB501 となったという一層回りくどい前振りが付いていた。因みに、MTU の称号数字は単純明快に気筒当り排気量(l)の 100 倍である(652 なら 6.520/cyl)。MTU 時代の旧世代予燃焼室式機関の中にはマイバッハ系の 538 型(60° 12, 16, 20V-185φ×200mm)も生き残っていた。これは DOHC の 6 弁式、トンネル型クランク室(ローラー主軸受)にフォーク&ブレード型連桿という凝った造りで、16 気筒の MD870 型は国鉄 DD91(DD54 として量産)型にも採用されたが、何時しかこの古豪も退場し、それを以てトンネル型クランク室も廃絶へと至った。ベンツ~MTU の直噴化されたラインナップが真に安定強固な軽量高速高出力ディーゼルの頂点として今日も斯界に君臨している事実

ていた。その反面、逆転機不要のディーゼル電気機関車分野においてデルティック機関車が暫時、急客機界で世界に冠たる存在であった事実については論を俟たぬ処である。

⁹⁴ 8000 型については MTU フリードリヒスハーフェンの HP に拠る。

について凡そ多言は無用であろう⁹⁵。

もっとも、名機 MB820Db と雖もこの国での使用過程においては一時期、気筒頭シール部からのガス漏れに起因する事故を頻発させている。水中翼船における伊勢湾戦争の一焦点が将しくそれで、整備・運用者は対策に明け暮れ、最終的にはメーカーに依る設計変更によって問題は解決された。その経過の概略については近々、稿を改めて取上げる積りである。

ただ、事実経過が概ね斯くの如くであったことに鑑みるならば、戦後世界の片隅に流れ着いたクーパー・ベッセマー社 FWL-6T 型機関に観られる艦本式ディーゼルや国鉄制式機関とは将に好対照な大胆にして蛮用をモノともせぬ設計の価値を等閑視することの不当性もまた白日の如く明らかであると主張せねばならないのである。

⁹⁵ その他、全般については丹羽誠一『世界の魚雷艇』舟艇協会、1953年、91、93-94、141-144頁、土岐実光『高速ディーゼル機関—故障と整備—』改訂増補4版、交友社、1959年、16-17頁、「MTU 高速V形ディーゼルシリーズ」『内燃機関』Vol.9 No.103 1970年10月(*Diesel & Gas Turbine Progress*, Jul.-Aug., 1970の翻訳)、高木実「池貝-MTU 12/16V 652形高速ディーゼル機関」同誌 Vol.14 No.166 1975年5月、同「大容量ディーゼル移動電源車」同誌 Vol.16 No.202 1977年11月、経団連防衛生産委員会『軍事科学技術に関する調査研究—高速艦艇—』1978年、3.1 機関部および推進器、とりわけ159-161, 165, 168-173頁、拙著『ディーゼル技術史の曲りかど』信山社、1993年、第7章、参照。

補論：クーパー・ベッセマー天然ガス機関余聞

Cooper-Bessemer はどちらかと言えば機関車用等の大形高速機関より中速機関を得意とするメーカーであった。復興期のデータであるが、テキサス州サン・パトリシオ郡にて 1951 年に竣工した世界最大の内燃発電所と目された Reynolds Metal Co. の Al 電解精錬用内燃発電所にはクーパー・ベッセマー社の 4 サイクル排気ターボ過給中形天然ガス機関(16V-363×559mm, 定格出力 3700HP/327rpm.)⁴² 基と GM の 2 サイクル中形天然ガス機関(16X-堅軸, 定格出力 3000HP/600rpm.)⁴³ 基とを擁し、総発電出力 18 万 7000kW を誇った。

当時、クーパー・ベッセマー社からは上述の 16V-228.6×266.7mm, 最大出力 2750HP/1000rpm. の高速過給ディーゼル機関(無過給 333HP)やその 12 気筒版 1815HP/1000rpm. と並べて 16V-343×419mm, 4300HP/514rpm. のガス機関、8L-333×406mm, 最大出力 1815HP/514rpm., 16V-349×559mm, 最大出力 5000/360rpm. といった中速ディーゼル機関がラインナップされてもいた⁹⁶。

これらのクーパー・ベッセマー社製機関の内、幾つかは今も現役に踏み止まっているであろう。中形機関は強圧潤滑であるから要部の潤滑は清浄な油によって行われる。しかも、天然ガス機関は燃焼室回りに硫酸腐食やヴァナジウム・アタックを受けない。因って、それらには当然ながら長寿命が期待される。

かような守備範囲を押さえていたクーパー・ベッセマー社が'60 年代に投入した作品に 2 サイクル・ガス機関/圧縮機ユニットがある。その駆動部は 45° 16V-457×508mm、連続定格出力 7250HP/330rpm. の横断掃気、排気ターボ過給・給気冷却機関であったが、図補-1 に示されるように架構側面に複動圧縮機気筒が取り付けられる処ではユニット自体が不等角 W 型機関のような構図を呈し、主連桿は圧縮機のクロスヘッドに連結され、機関側の連桿は副連桿としてこれにリストピン接合されるという大端かつ巧妙な設計となっていた⁹⁷。

⁹⁶ 横井他『ディーゼル機関 II』190 頁、表 3・2、240 頁、表 4・2(当該部分の執筆者は磯貝誠)、C.,F., Taylor, *The Internal-Combustion Engine in Theory and Practice*. 2nd., ed., Vol. II, p.415 Table10-9, p.416 Table10-10, p.418 Table10-12, 参照。

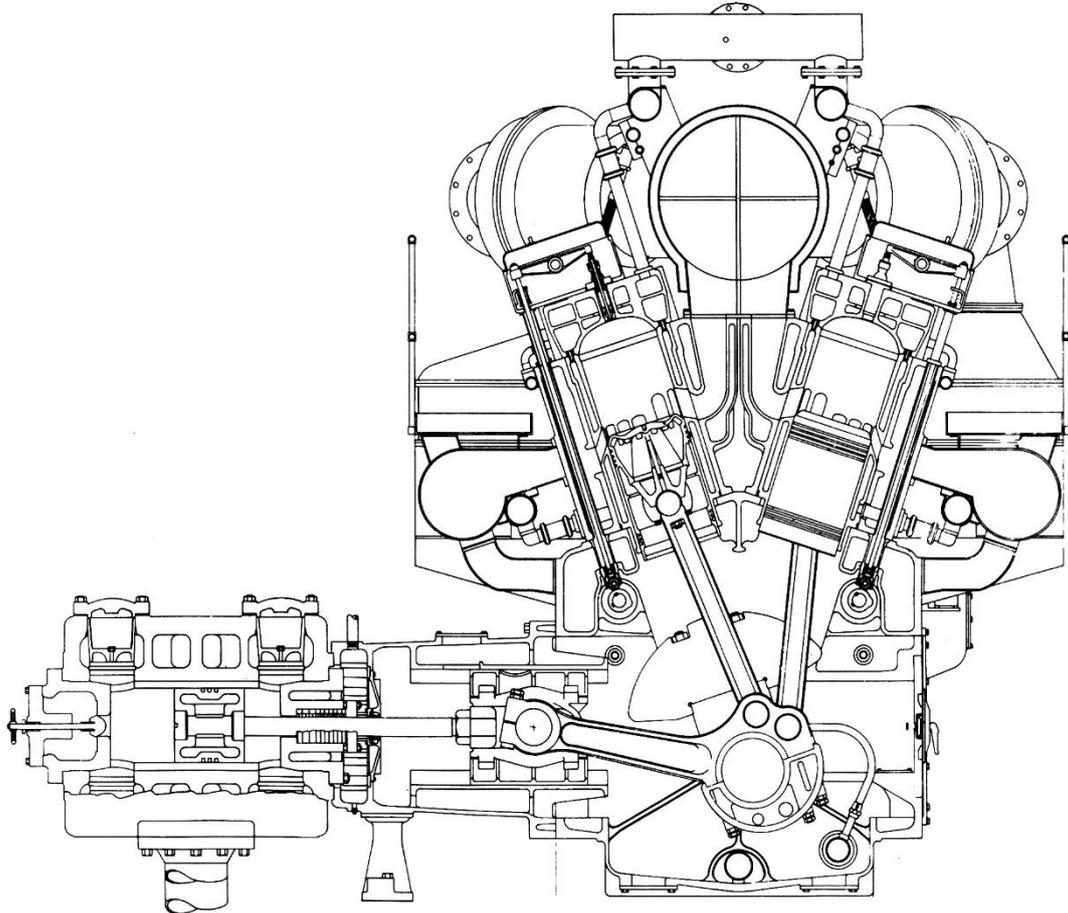
⁹⁷ 確立期ないし排気ガスタービン過給方式発達以前の 2 サイクル大形低速ディーゼル界においてクランク軸に低圧大容量の往復動掃気ポンプを駆動させる手法はむしろ普通であった。しかし、高圧圧縮機をかようにシンプルな方法で原動機と一体化するというアイデアは秀逸である。もっとも、同時代にはウォーシントンや Clark Brothers Company(N.Y.)からも類似の趣向の一体ユニットがリリースされていた。

なお、テイラーは横断掃気を loop-scavenge、反転掃気ないし今日我国で言うループ掃気を reverse-loop scavenge などと呼んでおり(cf., Taylor, *ibid.*, Vol. I, 1965, p.212)、それに合せて原図のキャプションでも当原動機部の掃気方式について“loop-scavenged”と表記している。Arthur W., Judge も横断掃気を loop-scavenge、ループ掃気を reverse flow scavenge などと表記しているが、これではややコシイこと夥しい(cf., Judge, *High Speed Diesel Engines*. 6th., ed., pp.341~342)。

然しながら、現用の標準的呼称法に則ればこれは cross-scavenge：横断掃気でなければならない(cf., Schweitzer, *Scavenging of Two-Stroke Cycle Diesel Engines*. p.15 Fig.2-5)。

また、テイラーは図の出典文献 p.418, Table 10-12 にてこのユニットの名称欄に 1966 と書き入れている。しかし、クーパー・ベッセマー社は'65 年には Cooper Industries へと

図補-1 Cooper-Bessemer の V-250 型 2 サイクル・ガス機関/圧縮機ユニット



C.,F., Taylor, *The Internal-Combustion Engine in Theory and Practice*. 2nd., ed., Vol. II, Mass.,1968, p.451 Fig.11-17.

原動機を取替えて最もシンプルな、掃気孔管制も排気孔管制も無い対称掃気の横断掃気式 2 サイクルとし、その平均有高圧を低めに設定することで信頼性を極限的に高めようと狙った設計思想の結実物であると共に生産現場でその信頼性を実証し続けもした本ユニットは天然ガス燃料の供用と相俟って恰も壊れる処を探すことが難しいような存在へとその地位を高めて行った。換言すれば、それはある種の極限技術としての声価を勝ち獲った。

ネット上の会社情報に拠れば、クーパー・ベッセマー社は Cooper Industries への商号変更後もこの個性溢れる原動機/圧縮機ユニットの製造を暫し継続した。この会社はその後も幾多の合従連衡の波を凌いで成長を遂げ、2012 年、その電気制御機器に係わる事業部門は自動車部品コングロマリット、Eaton Corporation に吸収されている。そして 2014 年、当

商号変更していた筈であり、その開発ないし投入年次が 1966 年であったのか否かについては管見の限りにおいては判定不能である。

該ユニットの製造や既成クーパー・ベッセマー機関の維持管理に係わる事業は GE の子会社、GE OIL & GAS へと売却され、当 V-250 ユニットは掃気孔ないし排気孔管制への小細工見本市も潰え、小はラジコン用エンジンから大はマンモス船用機関に至るまで、2 サイクルなら排気弁付き単流掃気かシニューレと相場が決まって久しい現代世界に Cooper-Bessemer 16W-330C3(以下、気筒数により 8W-, 10W-, 12W-)としてリヴァイヴアルを遂げることとなった⁹⁸。

ネット上に見る 16W のカタログに掲載されているのは圧縮気筒を 2 筒従えたユニットの写真であるが、適用条件に応じて機関部の気筒数と圧縮気筒数との組合せは、因みに 16W では最大の 8 まで、適宜変更可能となっている。中速ディーゼル機関や中速ガス機関などという既に確立しており、革新の余地に乏しく、メーカーが乱立しコスト競争もメーカー間の淘汰も熾烈である分野において、かかる大胆かつシンプルな個性が立派にその命脈を保っている情景は内燃技術史の中でも確かに興味深い事蹟と言えよう。

⁹⁸ シニューレ掃気法については拙稿「戦前戦時~復興期における本邦 2 サイクル・ガソリン機関技術史断章」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載)、様々な掃・排気孔管制への取組みについては拙稿「戦時日本の中速・大形高速ディーゼル —海軍艦政本部、横須賀工廠機関実験部、新潟鐵工所、三菱神戸造船所—第 I 部 艦本式ディーゼル機関について—複動内燃機関技術史の中で—、第 II 部 日本海軍における 2 サイクル高速魚雷艇主機開発断章」(同、登載予定)、参照。