ヨーロッパ見聞記*

津 田 公 一**

Note on a Visit to Europe

By Koichi Tsuda

Having visited 13 firms in Europe in July 1976, the author describes his findings in the fields of Stirling engine developments, measuring methods and instruments, internal combustion engine developments and bearing research.

1. はじめに

さる7月、足かけ25日の見学調査に参りました。次記の訪問先において見聞きした事柄のうち、目新しそうな内容を2以下に列記いたします。ただし、語学力、記録能力不足のために誤りを書くおそれがあり、あらかじめお許しをお願い申し上げます。

- i) A/S Burmeister & Wain^{*1} 本社工場 (文中にB&Wと略記) Copenhagen, Denmark
- ii) United Stirling (Sweden) AB & Co. Malmö, Sweden
(工場は夏休のために見学できず、
副社長の Carlqvist 氏と面談)
- iii) Anstalt für Verbrennungsmotoren Prof. Dr. Dr. h. c. Hans List (AVL と略記) Graz, Austria
- iv) Ricardo & Co. Engineers (1927) Ltd. Shoreham-by-Sea, England
- v) Automotive Engineering Group, Institute of Sound and Vibration Research, University of Southampton (ISVR と略記) Southampton, England
- vi) British Internal Combustion Engine Research Institute Ltd. (BICERI と略記) Slough, England
- vii) Universität Karlsruhe (TH), Lehrstuhl für Maschinen-Konstruktionslehre und Kraftfahrzeugbau Karlsruhe, West Germany
- viii) Kernforschungszentrum Karlsruhe, Laboratorium für Isotopentechnik (LIT と略記) Leopoldshafen bei Karlsruhe, W. Germany
- ix) Motoren-Werke Mannheim AG, Werk Mannheim

(MWMと略記) Mannheim, W. Germany

- x) Technische Universität München, Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeuge München, W. Germany

- xi) Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG, Werk Augsburg (M·A·N と略記)

Augsburg, W. Germany

- xii) Motoren- und Turbinen-Union Friedrichshafen GmbH (MTU と略記)

Friedrichshafen, W. Germany

- xiii) Bayerische Motoren-Werke AG (BMW と略記) Werk Dingolfing (乗用自動車工場)
Werk München (自動車機関工場)

DingolfingおよびMünchen, W. Germany

なお、Philips Research Laboratories, Eindhoven, Netherlands と Analytical Institute for Maritime Services, Göteborg, Sweden は夏休にはいって見学不能でした。北欧の見学は6月末までにすべきです。

2. スターリング機関についての見聞

Philips は見学不能、United Stirling も上記のとおりに話と図解だけ。M·A·N は軍事上の秘密により不許可ということで、実物はMWMにおいてロンビック式小形機関の部品を眺めただけである。しかし、問題のロールソックスを手にすることができ、一応の満足をした。黒色の指サックといった感じで柔かく、薄く、耐久性の不安感を確認できた。MWM は民間用開発の面をもち、秘密はないとの話であった。小形発電機直結用機関が当面の対象らしく、文献¹⁾で見たとおり、低価格生産をめざしているようである。空気予熱器を板の折り曲げて作った¹⁾のも見せて下さった。

上記のほかに Ford が自動車用の開発をしているが、これらの会社の技術輸出の立場はつぎのように異なるそうである。Ford は全ライセンス一括の輸出をする。United Stirling は個々のライセンスの輸出をし、最適化設計

* 原稿受付 昭和51年10月6日

** 正会員 東京大学工学部(東京都文京区本郷7-3-1)

^{*1} 本年2月から機関部門と船体部門が再結合して、この名称になっている。

の計算サービスもする、M・A・N-MWMは西独政府が統制し、親元の Philips はこれら3グループにだけ技術輸出をして、ほかとは手を結ばない。なお、カールピスト氏は日本の政府または諸会社の開発意志の有無に強い関心を示し、私からは船研で数年継続の研究がはじまったことをのべておいた。

United Stirling (Sweden) の開発は軍用(特に潜水艦用)と民用の両面をもち、現在の対象機種は既発表の複動²⁾4シリンダV形、1クランク軸、1バランサ軸40kW、75kWおよび後者を二つ重ねた8シリンダ150kW(図1, 2, 3)³⁾をはじめ、15~150kWの範囲にあるが、さらに、1,000 PS級の検討もはじめたそうである。懸案の耐久性は2,100時間から3,000時間に向かいつつあり、その要点のもれどめには図4³⁾の方式を使い、テフロンシールを100℃以下にたもつ。また、ピストンリングも100℃以下に押えるために、ピストンに窒化珪素を使うとのことである。ガスと油の分離が悪いと油が熱交換器にはいて性能を落とす。シリンダヘッドは深絞りで作られ、壁厚は6mm程度(最大、最小、平均内圧がそれぞれ200, 100, 150 barの場合)、また、出力制御には今

図1 ユナイテッドスターリング 150kW-V8機関

図2 ユナイテッドスターリング
150 kW-V8機関外観図
(全長1200 mm, 全幅680 mm, 全高980 mm)

図3 ユナイテッドスターリング 150 kW-V8機関
および 75 kW-V4機関の性能計算値
(1 Nm=1/9.80665 mkgf)

図4 ピストン棒のもれどめ方法

$$1 \text{ MPa} = 10^3 / 9.80665 \text{ kgf/cm}^2 \\ \approx 10.2 \text{ kgf/cm}^2$$

のところ平均圧制御法 (mean pressure control) を採用し、圧力変動にかかわらず空燃比一定の燃料制御をして燃焼温度を一定にしている。

図示熱効率はこのところカルノーサイクルの熱効率の 65~70%, この比率を Carnot factor とよび、近い将来に 80% まで上げたいとしている。現在の正味熱効率は 32% だが、2 年以内に 35% に上げ、将来の姿としては圧縮おわりガス温度 75℃, 機械効率 90%, Carnot factor 80% のときに、膨張はじめ温度 650℃, 1,100℃, 1,300℃ において正味熱効率をそれぞれ 37, 44, 45% と期待している。1,100℃ と 1,300℃ では差が小さい。1,000℃ 以上にするには加熱部の管材を金属からセラミックスに改める必要があるが、セラミックスは次第にふくれて割れる心配があり、炭化硅素が窒化硅素にまさる。なお、船の上などで水冷却により圧縮おわりガス温度を 25℃ に下げることができれば、上記の 37% が 40% に上昇するという。

排ガス有害成分は 75 kW 機関の場合に $\text{HC} + \text{NO}_2$ が $2.1 \text{ g}/(\text{bhp} \cdot \text{hr})$, CO が $1.1 \text{ g}/(\text{bhp} \cdot \text{hr})$, さらに EGR (排ガス再循環) を施すと前者が $1.0 \text{ g}/(\text{bhp} \cdot \text{hr})$ に減少した。騒音は、4 シリンダのロンビック機関をバスに積んだ場合¹⁾に ISOR382 準拠の by-pass 試験において 75 dB (A) の成績を示した。

3. 測定法、測定器についての見聞

3.1 熱電対の用法 B&W の CC10 Condition Check System の解説冊子の中に、シリンダ内面温度を熱電対によって測定し、micro-seizure を検出可能と書いてある。スカッフ検出器ということになる。

Ricardo & Co. の高 P_{me} の Atlas 機関 ($39 \text{ kgf}/\text{cm}^2$) ではシリンダ材の温度分布を熱電対トラバースによって測定したと聞いた。高温接点を移動させながら、しかも、対象物に圧着させる必要がある。

いずれも新しい話とはいえないが、書いておく。

3.2 水ジャケット内の熱伝達試験 AVL においては、アルミニウム粉末入りワックスをジャケット内面にぬりつけたのち、90℃ 程度の高温空気流を、レイノルズ数を合わせて流し、ワックスの溶けたところを熱伝達良好と判定する。

3.3 光弾性による応力直視 AVL において米国製測定装置を適用している。厚さ 4~5 mm 程度の柔かい光弾性板を被測定部、たとえば、クランク室の主軸受取付部外面にはりつけ、偏光源スタンドから光を当てて光弾性板からの反射を偏光板を通して視察するのであり、主軸受取付ボルトを締めると縞模様の変動する。

3.4 圧力インジケータの刻々の圧力較正

Ricardo & Co. においてブラウン管上の圧力線図に図 5 のような階段波形状が重ねてあった。階段の昇降の時刻にシリンダ内圧が較正圧力に等しいというのである。インジケータは見ることができなかったの、以下は想像であるが、図 6 のようにファーンボロ式インジケータ流

図 5 刻々の圧力較正

図 6 圧力較正信号発生原理

の受圧板変位による回路断続を行なっているものと思う。

3.5 図示出力の計算機処理 T. U. München において、この方法で出力を記録していた。新しさは感じないが、研究室実用例としてあげておく。

3.6 排ガス O_2 計 (混合比計) Ricardo & Co. において Zirconia (ZrO_2) による O_2 検出を応用している。少し前に文献⁴⁾で承知していたが、実用現場ははじめてであった。

3.7 においの測定 AVL において米国製測定器による測定をはじめている。

3.8 燃焼ガスサンプリング弁 ISVR の開発した弁は油圧作動式で、1,000~2,000 rpm における開弁期間がクランク角 3° , 先端径が 10 mm, その先のポペット弁座を十分に水冷し、抽出したガスが反応しないようにしてあるという。

3.9 燃料消費率 AVL で聞いた話であるが、排ガスの分析結果から求めた燃料消費率の値は、供給燃料流量からの値を 6% 上まわり、その原因はまだ不明のことである。潤滑油の燃焼が 6% を加えるのではないだろうか、と私が口をはさんだ次第である。

3.10 ねじり振動試験機 BICERI ではダンパ、歯車、軸継手、チェーン、ベルトなどに回転中に強制トルクを加える試験機、自動車機関用ゴムダンパの非回転状態の特性試験機、クランク軸をクランク室から抜きだしてねじり共振状態におく疲労試験機などを作っている。

3.11 振動ダンパゴムの温度測定 M・A・N ではドイツ製の赤外温度計を使い、耐久温度を、普通の場合に 50℃, ぎりぎり 70~75℃ に押えている。

3.12 放射能応用測定 カールスルーエ大学のコルマン名誉教授 (正確には emeritierter, ordentlicher Professor すなわち、退役正教授とよぶべきであるが、日本の通念に合うように意識しておく) にはじまる手法であり、弟子のジェルベ博士が LIT において応用面を拡大して、専用の測定自動車まで備えている。ドイツでも安全性を心配して工業界が中採用しないそうであるが、特徴は防護不要の微量の放射能によって機械内部に探りをいれ、他の方法では不可能な測定を遂行するというものである。

たとえば、水ポンプ翼車局所のキャビテーションによる損耗を測定したい場合に、図 7⁶⁾にあるようにその局

所をサイクロトロンで重陽子照射によって活性化し、運転中の γ 線放射量をNaI検出器で測るのであり、約100時間の試験で図8⁶⁾のような測定記録をつかむことができる。一般に20~200 μ mの薄い層の活性化で十分であり、西独の防護不要の限界10 μ Cの1/5程度で水ポンプ試験に成功した。活性化のための照射粒子は上記のほかに陽子、中性子、 α 粒子がある。

測定対象を四つに分類して、1. 部品減量、2. 物体変位、3. 物質移動、4. 厚さ、密度とすることができ⁶⁾、1. にはキャビテーションのほか腐食、摩耗がはいる。図9⁶⁾はころがり軸受の摩耗測定のための活性化を示す。図10⁶⁾は外径1,020 mmのピストンリングの摩耗を示し、あら

図7 回転中の水ポンプの翼車のキャビテーション損耗の測定

図8 二つの運転条件におけるキャビテーション損耗状況

図9 ころがり軸受の摩耗測定のための活性化
(d : 重陽子, n : 中性子)

かじめ、外周を均等に活性化しておき、運転後にとりだして測った結果である。運転中にも図11⁶⁾の道具立てで第2シリンダ、第6シリンダのリング摩耗をすることができ、第6シリンダのように2個以上の検出器を配置すればリングの合口位置の測定、したがって、リングの回転の測定が可能になる。これは2.の変位測定であり、ピストンリング回転測定は1963年にすでに論文発表⁷⁾がある。この時期にはリング合口の四角の端面から細い孔をあけ、放射性同位元素を封入しており、薄層活性化法ではない。工夫すると3列のリングの回転を同時に測定⁷⁾することもできる。図12⁶⁾には転動体の回転速度測定を示す。転動体外周の局部を活性化し、鉛のコリメータの間のリング状すきまを通る放射能を測定するのである。

3.の物質移動測定とは、内燃機関の中の潤滑油の流れ、

図10 外径1,020 mmのピストンリングの外周活性化による摩耗測定値

図11 ピストンリングの摩耗検出器の配置

図12 転動体の回転速度の測定原理

あるいは、排ガスへの潤滑油損失がその例であり、市販潤滑油にすでに含む金属添加物を利用して、これを活性化すれば可能になる。

4. の厚さ、密度の測定の例は、内燃機関の姿勢変動に伴う潤滑油のあわ、すなわち、空気含有度の変動を図13⁹⁾の原理で測った⁸⁾のをはじめ、液体水素の中の固体粒子密度、圧延中の板材の上の μm 程度の水の層の厚さなどがある。

大きな実益を伴う応用として聞いた話は、内燃機関のすりあわせ時間短縮であった。運転中の摩擦率を観察すると、たとえば、図14⁹⁾は平軸受の例、図15¹⁰⁾は排気弁座の例であるが、運転条件を改めた直後に摩擦率が高く、しばらくたつと低下することがわかる。そこで、摩

図13 潤滑油の空気含有度の測定原理

図14 平軸受の摩擦における材質のちがい
回転速度 300 rpm, 軸径 65 mm, 軸受長径比 0.4
P 22 は鉛 22%, P 15 は鉛 15%, G 40 は鉛 87%

図15 約30分ごとに回転速度を改めた場合の排気弁座の摩擦と排気温度
(無鉛ガソリン使用)

耗率の高い運転状態だけを集めることにすれば、すりあわせ時間を従来の1/6ぐらいに落とせるということである。1機種ごとに数台について放射能利用の摩擦試験をして、その機種に最適のすりあわせプログラムを決定する。

4. 内燃機関についての見聞

4.1 二段過給 B&WはGötaverkenと共同研究を進めているとのことで、主目的は平均有効圧18 kgf/cm²以上をねらう小径二サイクル直結機関にあり、中間冷却可能およびマッチングの融通性増大は好条件であるが、最大燃焼圧を増すことになり、夢としては1.5段過給が望ましいとの話を聞いた。

MTUでも検討したそうであるが、過給機も進歩するし、できるだけ一段方式で行きたいとの話であった。

4.2 燃料噴射弁 BICERIはLow Mass Injectorとよぶ弁を開発した。先端の径が10 mmで作動部分が細くて軽く、噴射圧力2,000 kgf/cm²まで可能であって黒煙の改善を期待できるとのことであるが、巧妙な作動機構を短時間に理解できなかった。製作権の買い手を待っているところらしい。

AVLではunit injectorを噴射圧1,000~1,600 kgf/cm²に好適とのべ、この範囲では一般の噴射管は破裂の可能性があるという。

4.3 ガス燃料 MWM製ガス機関の一部は下水処理ガスを燃料として各地の処理場で発電をまかなっている。

ガス機関では逆火による爆発事故が重大であるから、各シリンダの吸気弁の近くで混合する方針をとっているそうである。

4.4 Minimal Cooling ISVRの題目の一つであり、内燃機関の中の冷やしすぎのところを冷やさない工夫をすれば熱効率が上昇するし、自動車用など、冷却水を大気で冷却する機関形式では冷却ファンの騒音もへらせるというものである。シリンダライナの冷却水はライナ上部だけにまわして、それ以下の部分は冷却なしとし、これによって温度をほぼ均等にする。ピストン上面の熱しゃ断、排気ポート壁の熱しゃ断もこの方針の代表的手法である。

4.5 カム軸とクランク軸 MWMの $\phi 330 \times 360$, 750 rpm, 毎シリンダ出力500 PSのD510/511形機関¹¹⁾では、丸棒のカム軸にばらばらのカムを取付ける手法をとっており、両者の間に、テーパ面をもつ薄肉円筒を油圧で押しこむ。

MTUにはカム軸のねじり振動を測定した記録があり、おもなトルク源は燃料噴射ポンプであって、噴射圧の高いほど著しいとの話があった。

図16はB&Wで聞いたCounter-Torque Generatorの構想である。特に8シリンダ機関用とのことであった。

MWMではクランク軸、主軸受のボルト締めを油圧で

図16 逆トルク発生機構

行ない、まわりどめは挿入しない場面にぶつかった。BMWの自動車用ガソリン機関でも回転部品のねじり部分にまわりどめを入れていない。これで大丈夫とのことであり、もちろん、トルクレンチで締めている。締付トルクを吟味して、確実に適値を守ればゆるみの心配はないということらしい。

MTUの製品の一部に20 シリンダV形の $\phi 230 \times 230$, 1,395~1,600 rpmおよび $\phi 185 \times 200$, 1,760~1,900 rpmの系列機関があり、軸長がそれぞれ約4 mと約3 mに達するが、ねじり振動軽減用にオイルダンパを付けてあり、振動問題はなにもおこっていないそうである。

MTUにおいて多層ばね形式のダンパの図を見たのでガイスリングダンパを口にしたところ、正しくはHülsefederdämpferとよんでほしいとのことであった。

B&Wではガイスリング継手の伝達関数と減衰値の資料が不足といていた。

BICERIでは枝分れした複雑なねじり振動系について、ネストリデス(Nestorides)氏のはじめた計算解法¹³⁾をTORVAP(Torsional Vibrations Analysis Package)となづけ、計算サービスをはじめている。

4.6 回転速度ハンチング M・A・Nの話では、図17のような2機1軸系において0.5次の振動がおこる。大歯車が節になるのでプロペラ軸系は無関係という話であり、すでにKrogh, Larsen連名の解析¹³⁾があるが、その内容は私には難解である。

MTUでもガバナ問題の有無を質問した。まずは経験を積むことであるという回答を得た次第であるが、ついでにDr. BenzのMTZ誌上のかつての論文に私が言及し、その論点の難解であったことを述べたところ、他社のことでよくはわからないが問題のありかはこういうところであろうと推論して下さった。しかし発電機の並行運転

図17 2機1軸系

について私の知識が不足で、よく理解できずに辞去する時刻になってしまった。

AVLでは最大・最小速度调速機に問題があるということで実験もしていたが、明瞭な解説はつかめなかった。

4.7 騒音軽減 いずれも自動車用あるいは車両用機関についての見聞であるが、船用にも通じる面があると思う。AVLの10年来の検討によれば、内力制御による減少が2~3 dB(A)、表面の振動シャ断による減少が約5 dB(A)なのに対して、機関にすっぽり箱をかぶせる、いわゆるtotal enclosure,あるいは、overall enclosureが15~20 dB(A)減を達成することから、AVLはこの第3の方法に主眼をおき、活発に開発研究を進めている。箱は鋼板で作り、板厚は350 PSターボ過給機関の場合に0.8 mm、内張りはなく、機関にゴムを介してとりつけてある。MWMでもこの流儀を試行していた。しかし、全面的な箱入りでは点検整備に不便であり、ISVRとRicardo & Co.の英国勢は15 dB(A)以内の軽減を箱なしに達成しようと努力している。

Ricardo & Co.で見た一つの直列機関では、クランク室外壁と主軸受部との結合をきりはなし、主軸受キャップを全シリンダ分一体として主軸受部の剛性を高める構成となっていた。また、鋳鋼クランク室の壁厚を25 mmとすることによって7 dB(A)の減少を見たとも聞いた。肉厚増加の効果についてISVRの話では図18の両ハッチの部分で6 mmから9 mmに改めることによって1.5 dB(A)減るということである。

ISVRでは現規値92 dB(A)から12下の80 dB(A)に将来の目標を定めて350 PS機関を開発中とのことであり、壁厚は8 mm、その構成を図19のように考えているらしい。クランク室下半を剛性の高い独立構造物として、外壁の曲げ振動をできるだけ押えらるとともに、外表面にいわゆるS.D.S.(sound deadened steel), すなわち、2枚の鋼板の間にプラスチック材をサンドウィッチ接合したシャ音板をできるだけかぶせ、オイルパンは図20のようにゴムで振動シャ断してとりつける。また、ファン騒音を減少させるために、補機類を機関後部のがん丈な取付部にできるだけ集めてファン直後の気流の乱れを小さくする。

このほかのISVR見聞としては、有限要素法によって設計段階において機関の騒音特性を算出する方法の開発¹⁴⁾、燃焼ガス力による騒音とピストンスラップを分離してつかむために、クランク軸はまわさずに燃焼室内の混合気に点火して発生するbanging noiseを前者とし、同じくクランク軸はまわさずにピストンに油圧機構で横運動を与えて求めたslap noise¹⁵⁾を後者とする手法がある。

船用機関と関係は少なそうであるが、AVLの話では空冷機関と水冷機関に騒音差はないということで、従来の常識のような水ジャケットの減音効果は認めず、空冷の場合のファンと流路の吟味が重要とのことである。また、BMWの一つの自動車機関の冷却ファンは5翼を不

図18 クランク室壁

図19 低騒音機関の構想

図20 クランク室からオイルパン
への振動シャ断法

等角配置したプラスチック製のもので、騒音減少をねらっている。

4.8 耐久試験 AVLにおいて shock test と称する方法は、20℃程度の水で冷却した状態から急に全負荷、最大回転速度、最大温度の運転条件にきりかえて水温が70～80℃になるまで15～20分間まわし、はじめ

の冷水状態にもどすというサイクルを故障発生まで続けるというもので、一般には50～200時間のうちにシリンダヘッドの割れやシリンダガスケットのもれが発生するそうである。

Ricardo & Co. でも thermal shock testの方法は高負荷を5分間、無負荷を3～4分というくりかえしである。このほかに、mechanical test と称して全負荷、全速の連続による耐久試験法がある。

なお、両社が過去に取扱った最大の機関は AVL がφ420 (シリンダ容積77 l), 420 rpm, Ricardo & Co. がφ500と聞いた。

4.9 生産 MWMにおける強い印象は、自動車機関工場のような多刃工作機械、トランスファーマシン、数値制御工作機械による人べらし、高品質生産であった。多量生産に近づけるためにシリンダ径の種類は増さずに行程、シリンダ数の多種化によって広い範囲の出力性能を満たす方針もとっている。

MTUでもシリンダ径は165, 175, 185, 190, 230の5種類に押え、シリンダ数は20まで各種存在する。この工場も設備が新しく、生産に活気がある。

5. 軸受研究についての見聞

カールスルーエ大学のグリーニッケ (Glienicke) 助教授 (ドイツに助教授という職名はなく、wissenschaftlicher Rat, Professor とよぶが、ここには意識をした。なお、教授は ordentlicher Professor である) がその最近の研究題目を概説して下さったところによると、一つは回転軸軸受の外側の減衰法各種の吟味であり、一次危険速度の8倍の回転速度まで振動の小さい状態を作るのが目標だそうである。つぎに平軸受について次記の問題をあげた。

- i) 軸受メタルの高油圧部分の変形の影響
- ii) 給油圧の影響

図21のように記号を定め、投影面積あたり面圧を p_m と書くとき、 $p_{zu}/p_m > 0.2$ と $(p_p - p_{zu})/p_m > 0.2$ の場合に影響が現われるという。

- iii) 軸が傾いた場合の油膜力とモーメント

図22の場合であり、Verkantung とよぶ。

- iv) 層流油膜と乱流油膜
- v) 油の慣性力

今年からは動的な空気軸受 (フォイル軸受) の研究にもとりかかっており、1978年までの継続計画というこ

図21 給油圧と
ポンプ圧 図22 軸受の中の
軸の傾き

とであった。

BICERI では上記Ⅲ)の状態をも試験できる軸受試験機を作っていると聞いた。φ75まで試験可能ということである。

ISVRの1975年度報告書を帰国後に落着いて眺めたところ、Sn-A1軸受のすべり摩耗の際にガスが発生する現象を研究題目の一つとしていることがわかった。詳細不明であるが珍しいのでふれておく。

6. 余 談

6.1 プレス機械の2階配置 BMWの新乗用車工場では容量325~1,600 tfの重いプレス機械をすべて工場の2階に配置してあった。機械直下の1階部分には天井から巨大なコンクリート塊がぶらさがっている。この配置構成の理由をたずねたところ、打抜屑板を1階に落して、その処理、搬出がうまくゆくからとのことであったが、日本ではお目にかからないような気がする。地震国と無地振国のちがいののだろうか。

6.2 女性工員 6.1のBMW-Dingolfing工場では20%が女性とのことで、特に塗装工場に多数を見かけた。

MWMには天井クレーンの女性運転手がいる。現在は1名だけだが前にはもっと多数だったそうである。Kranfrauとよんでいる。

6.3 ツェッペリン陳列室 飛行船「ツェッペリン伯号」来日のとき、私は大連市の小学生であり、直接に姿を追うことはできなかったが、新聞写真の切抜きと「子供の科学」からの知識吸収に熱心であった。7年前には旧船長の1人フォン・シラー大佐の著書¹⁶⁾を偶然にみつけて購入し、めくっているうちにツェッペリン博物館がフリードリヒスハーフェンに存在することを知った。ここが硬式飛行船発祥の地であり、この飛行船の推進機関として著名なMaybachの工場を改組、発展させたのがMTU-Friedrichshafenである。12年前に同宿のインド青年がボーデン湖の美しさをたたえたことも記憶に強く、今回の旅行計画にはMTUと博物館と湖辺の周遊がはじめからはいっていた。

ドイツに入学してから旅行案内書2冊を買ってこの博物館の所在を探し、独立のMuseumではなくてAusstellungであることをようやく確認した。フリードリヒスハーフェン市役所の一翼を形づくるStädtisches Bodensee-Museumの一部なのである。内容は私の期待よりも小規模で、写真、図解と模型が大部分ではあるが、骨組の一部もあるし、昔の推進機関も3台おいてあり、やはり楽しい。このごろは飛行船を再評価¹⁷⁾する話もあり、興味と時間を

おもちの方にはぜひ訪ねていただきたい。

6.4 ドルニール陳列室 日本ではドルニエと昔からよんでいる著名な飛行艇や飛行機の設計者、会社Dornierの資料陳列室を偶然にみつけた。所はフリードリヒスハーフェンより西方15 kmのメルスブルクであり、ここに古い城と新しい城がある。前者は湖を見下ろす堅固な11世紀のBurgであるが、後者は1740年からの平地の館であって、博物館になっている。このNeues Schloss Meersburgに入館して見まわっているうちに首題の2部屋にぶつかったのである。写真、図、模型、それにBMW VI形機関も飾ってある。中でも翼幅1.5 mぐらいのDox号の模型が懐しかった。大昔の「少年倶楽部」の付録の紙模型材料をばらばらにしてのりづけし、大事に組立てた記憶もよみがえった。軍艦三笠の組立にもずいぶん手間をかけた覚えがある。

7. む す び

このたびの私の旅行につきまして国内、国外の多数の方々から暖かいご高配、ご援助を賜りました。皆様に心からお礼を申しあげます。

文 献

- 1) Alm, C.B.S., Carlqvist, S.G., Kuhlmann, P.F., Silverqvist, K.H. and Zacharias, F.A., 10th CIMAC (1973), 693.
- 2) 塚原茂司; 舶機誌, 10-9 (昭50-9), 740.
- 3) Carlqvist, S.G., Lia, T. and Lundholm, G.S., IME Paper C4/75 (1975)
- 4) Bruijning, H.G., Kleuters, W.J. and Poolman, P.J., IME Conference Publication 19-1973 (Passenger Car Engines) (1975), 126.
- 5) Katzenmeier, G. の解説 (掲載誌名は不明).
- 6) Herkert, B., MTZ, 33-5 (1972-5), 187.
- 7) Kollmann, K., Stegemann, D. and Kasper-Sickermann, W., MTZ, 24-3 (1963-3), 73.
- 8) Friedlein, J., Fritsche, G., Gervé, A.J. und Volz, J., MTZ, 36-7/8 (1975-8), 196.
- 9) Gervé, A.J., VDI-Berichte, Nr. 196 (1973), 43.
- 10) 昼間 勝, 古浜庄一; 機講論, 740-16 (1974-11), 71.
- 11) Pflieger, A., MTZ, 36-12 (1975-12), 329.
- 12) Gray, C. and Edwards, A.J., DEUA Publication 361 (1974-5)
- 13) Krogh, F. and Larsen, O.C., ISME Tokyo '73, Technical Papers, 3-4-37.
- 14) Lalor, N. and Petyt, M., Diesel Engine Noise Conference (SP-397), (1975), 120, SAE.
- 15) Haddad, S.D., 16th FISITA (1976), 3-31.
- 16) von Schiller, H., Zeppelin (1967?), Kirschbaum Verlag.
- 17) 田辺哲夫; 舶機誌, 11-4 (昭51-4), 261.