

歐米に於ける最近の航空機材料に就て

(昭和 14 年 11 月 30 日於鐵道協會館 日本鐵鋼協會講演會講演)

石 田 四 郎*

司會者 吉川理事 本會會員の今井さんと石田さんが、最近歐米各國を視察して御歸朝になりましたのです。それで御話を願ひました所御兩人とも非常に御多忙の所を御快諾下さいまして、今晚御話下さることになりましたことは御同慶の至に堪へませぬ。先づ第一に石田博士の歐米に於ける最近の航空機材料に付ての御話を御願ひ致します。

私が今回見學致しましたものは航空機用の材料と申しましても、主として輕合金及テクノロジーの方面でございまして、而もドイツが主でありますので、話が大變片寄ると存じますが、併し航空機材料の見地からスエーデンの製鐵業並に其の加工と云ふことも見學致しましたし、其の外鐵鋼の研究所も見ましたので、是等のことを先づ申し上げたいと思ひます。これからそれに引續きましてアルミニウム及マグネシウム輕合金のことを極く簡単に申し上げまして最後にドイツの航空機工業と云たものを常識的に御話申し上げたいと思ひます。尙ほ輕合金の關係の工場は其の工場の設備とか或は機械の配置などを比較的詳細に調べましたので、大體は分て居りますが、特にドイツでは材料關係の工場の見學は非常にやかましくございまして、私も見學を二三度斷はられたのですが、ちよつとした動機から許可になりました。そんな關係もございまして、之を餘りどの會社にどう云ふことがあると云ふことを申上げることは、ちよつと徳義上餘り面白くないと思ひますので、比較的ぼんやりしたことを申上げることになるかも知れませぬが其の點は御許しを願ひたいと思ひます。

私は3月30日に神戸出帆の伏見丸で先づイタリアに参りました。さうしてローマでイタリアの見學手續を済ませまして、其儘ベルリンに参りました。ベルリンを中心としてヨーロッパの見學を計畫した譯でございまして、其のドイツの見學の許可の参ります間にスエーデンに参りまして製鐵業を見て参りました。それからベルリンに歸てから直ちにスイスに参りまして、アルミニウム合金の泰斗である Prof. Dr. Zeerleder に會ひました。其の後イタリアに参りました。ローマ迄又参りましたが、結局私の出願し

ました見學が全部許可になりましたので、北イタリアの各會社を見ました。イタリアで見學致しました工場は Livorno の Società Metallurgica Italiano. それから Torino で Fiat の航空機用發動機工場、自動車工場、製鋼所 Società Anonima Metalli, Milano では Isotta Fraschini の發動機工場 Bolzano では Società Montecatini のアルミニウム電機分解工場及同社の Mori 工場最後に Venezia の近くにございます Port Marghera の Società Alluminio Veneto Anonyme のアルミニウム電氣分解工場を見學致しました。さうして再度ベルリンに歸て参りまして、其の次にドイツの航空機會社を見ました譯でございまして、ドイツの航空機會社としましては有名な Henschel Flugzeug Werke A.G. Schönefeld Bei Berlin 及 Johannistahl 工場、それから Yunkers の Magdeburg の發動機工場 Aschersleben の工場、Dessau の工場、それから Bayerische Motoren Werke の München 工場及 München 郊外の Allach 工場、マスプロ専門の工場である Leipzig の Erla 工場 Heinkel 社の Berlin Olanienburg 工場, Marienfelde の Daimler Benz 工場、それから最後に航空研究所 (D.V.L) を見ました。それに引續きましてドイツの材料工場を見ましたのでございまして、それは I. G. Farben-industrie A.G. Bitterfeld の Elektron Metall 研究所 Hannover の Vereinigte Leicht Metallwerke の輕合金 Elektron Metall G. m. b. H の Stuttgart 工場, Dürener Metallwerke A.G. の Berlin-Wittenau 工場 Kaiser Wilhelm Institut für Metallforschung, Stuttgart. Materialprüfungsamt, Darmstadt. Kaiserwilhelm Institut für Eisenforschung, Düsseldorf, 最後に Köln の郊外にございます Eumuco の工場を見ました。それからドイツを8月10日に出ましたが、フランス、英國は何も見せませぬので素通りでございましてそれから米國に8月28日に着きました。私が着きましてから例の戦争が始まつたのでございまして、米國では New

* 東京帝國大學教授航空研究所員

Jercy の Wright Aeronautical Corporation の發動機工場とそれから California の Douglas 及 Lockheed の飛行機工場を見ました。それから National Bureau of Standard の冶金部 Ford の Detroit 工場を見學して参りました。大體これが旅行の経過でございます。

それで、先づ飛行機工場の常識的なことを一つ二つ申し上げますが、ドイツでは最近飛行機の非常な大量生産をやつて居ります。普通では機體を造りますのにさう簡単には多量生産は出来ないのでございますが、自動車の車體を造るのと同じやうなシステムで多量生産をやつて居ります。製造ばかりではございませぬ。發動機の修理なんかも此のシリーズ・システムを使ってやつて居ります。此のシリーズ・システムが巧く行くやうになつたのはドイツの工作機工業の水準が高いので、必要なものは容易に得られると云ふのが大きな原因のやうに思ひます。それから此のやうにして飛行機を澤山造るものでございますから、飛行機を格納する格納庫が足りませぬので、己を得ず野外に繋留を致して居ります。今にも飛出しさうな格好をしたものが各飛行場に……各飛行機會社には必ず其の飛行場がございまして……其の飛行場にずっと澤山竝んで居ります。それから飛行機工場は防空の見地からしまして各所に分散されて居ります。ベルリンの近くが多いのでございまして、特にフランス國境には色々なことを考へまして飛行機工場の大きいのはございませぬ。それから飛行機工場の建物の建方なんか非常に氣を付けて居りますが、先づソヴィエトの方からのことは考へてないやうでございまして、フランスの方向からの空襲は充分考へて居りまして、フランスの方向に對しまして長い建物なんかは建てゝ居ないやうでございまして、フランスの方向から空襲すると云ふのは何か可笑しい話でございまして、大體さう云ふ方向には長い建物は建てゝ居りませぬ、それから各建物の下には必ず立派な地下室を持って居りまして、空襲の時には完全に其處に入れるやうになつて居り、而も完全な防空室になつて居ります。

それから職工の養成方法でございまして、殊に飛行機工場なんかの職工の養成方法は、必ず各工場には養成所が附いて居りまして、非常に丁寧に養成をして居ります。テキストがございまして、それに依つて完全に養成をして居るやうでございまして、それから多量生産と研究の關係は完全に分けて居りまして、例へば或る機體を或る會社で研究しますと、それが愈々是で良いと云ふことになりまして、全然多量生産専門の工場にそれを持って行くと云ふやうなこ

とさへやつて居ります。それから検査の方式なんか材料の検査なんかは非常に嚴重なものでございまして、レントゲンを完全に使ふとか云ふやうなことを徹底してやつて居ります。それから航空の關係の制度としましては、例へば空軍の關係から云ひますと、飛行機は幾らございましてパイロットが無いと駄目なものでございまして、パイロットの養成は非常に前から準備致して居りまして、例へば學生の航空聯盟を作るとか、其の外色々な制度で完全に訓練をし、それで非常に澤山のパイロットを持って居ります。パイロットの數から云ひますと恐らく世界第一だらうと云ふ氣が致します。それから是は飛行機だけに關したことはございませぬが、各工業に付きまして、例へば鐵の方でございまして鐵鋼聯盟、航空の方でございまして航空聯盟と云ふのがございまして、完全な統制をやつて居りますが、其の統制委員の中には必ず其の方面の會社の人が入つて居りまして、ぎごちない統制はやつて居ないやうでございまして、大體是がドイツの航空工業の概要と云ふやうなことでございまして、それや飛行機にどう云ふ材料を使つて居るかとか云ふやうなことは後で御話することに致します。

先づ初めの豫定に従ひましてスエーデンの製鐵業のことを少し御話申し上げます。スエーデンは御承知のやうにパルプの工場が第一でございまして、製鐵業と云ふのはゲミカル・インダストリーと並びまして第二か第三位の所であるさうでございまして、御承知の通り石炭は全部輸入でございまして、成るべく木炭を使ふと云ふ風に進んで居ります。私が貰ひました統計表を調べて見ますと、スエーデンの鐵の輸出入の關係は、大體輸入が 1936 年では、銑鐵の輸入が 167,000t 輸出が 78,000t スクラップは輸入が 106,000t 輸出が 9,000t 鋼が輸入 461,000t 輸出は、加工したスチールは 199,000t 約 200,000t それから是はスエーデン語が分らないので翻譯が出来ないのでございまして、Vällzärn 何かグリーン・アイアンと云ふ意味のやうでございまして、是が 13,000t それからインゴットだと思ひますが Göt が 6,000t 此の中で輸入する鋼と云ふのは、大體是は御承知と思ひますが、國內の雜工業に使ふものでございまして、それから輸入するスクラップとピツグアイアンは自國産の木炭銑に混じて精鍊してスチールにすることにして居ります。スクラップはスチール製造の際に發生するスクラップでございまして、それで、有名な製鋼所としましては Avesta とか Sandvik Hofer 他

に2社其の外に小さいのが100位あるさうでございます。レーバーコストは1日8時間あたりクローネから10クローネ、1クローネと云ふのは90錢位でございます。電氣のコストは日本の金にしまして9厘から2錢7厘位と云ふ話であります。工科大学で冶金の講座のありますのは二つでございます。さてSandvikの工場のことでございますが、是は御覧になつた方が多いと思ひますが例の30tの木炭の熔鑛爐が4基ございまして、ベッセマア、轉爐が4~4.5t位のものが2基、平爐は15~18t位のものが6基、それから電氣爐が14tと16tとのがございます。それから高周波爐4.5~10.6~1.5~0.5tで總計4基でございます。熔鑛爐は例の鑛石を粉碎しましたものを特殊の燒結爐で燒結しまして、之を熔鑛爐に入れて居ります、出來ます銑鐵の組成は大體Cが4.5%位のもの、鋼を造ります時に先づ熔銑をベッセマーでやります。是で出來ましたものは何に使ふかと申しますと、最も高級な炭素鋼に使用居るさうであります。其の鋼は直ちに鋼塊にするものと、それから電氣爐にもって行くものと此の二つに分れるさうであります。平爐のものはガスで例の通りにやって居る譯でございますが、最高級のものは勿論例の酸性でやって居りますが、併し鹽基性でやって居るものもございませぬ。電氣爐としましては三相の鹽基性のものがございませぬ、それから高周波の電爐の方は、製品は不銹鋼、磁石鋼、高速度鋼、自動車用鋼、それから飛行機用鋼等にします。全體の生産量は1937年で91,000tださうでございます。鋼塊の大きさは大體500~600kgださうでございます。私は特に頼みまして研究所を見せて貰たのでありますが、研究所長のG. Thalen氏が案内して呉れましたが、大した研究所ではございませぬ。其處にございませぬのは普通の試験機とか、普通の物理的の測定装置でございますが、大したものではないやうでございます。

時間もございませぬので極く簡単に申上げますが、

次にS.K.FのHofersの工場でございますが、此の工場は1875年頃に出來ました工場ださうでございますが、其の當時の建物も或るものは其の儘残て居ります併し最近建増しを致しまして完全に新しいものになって居ります。此處には熔鑛爐が1基ございまして、それから電氣爐で銑鐵を造て居るのが1基でございます。其の電氣爐なんかもスケッチしてありますが、時間もございませぬので是は省略致します。鋼を造ります爲にはエルの電氣爐が2基ございまして、是は15~17t位のものとございまして、

是は鹽基性ださうでございます、木炭銑鐵と屑鐵を入れて居ります。それに並行致しまして平爐がございまして是は酸性の平爐でございますが、5基でございます。此處でも矢張りインゴツトは500kgから1t位のものでございます。斯くして出來ましたものは分塊ロールに掛けまして……是は1837年デマーグで造たものでございます。其隣りに、ホット・ローリング用としてはクルップで造たロールがあります。デマーグとクルップでは一緒のモーターで連結されて居るやうでございます。それで、プレス及パイプ工場は相當古いのでございますが、ボールベヤリング用の大きなものはタイヤミルの様な形式の機械でやって居りました。ホット・ドロウイングのドロウ・ベンチがございましたが、ホット・ドロウをやって居るのは珍しく感じました。ホット・ウオーキングの爲の爐はガス或はオイル・ファイヤリングでございます。電氣が簡単に手に入るスウェーデンにも拘らずさう云ふことをやって居ります、それからコールド・ウオーキングのことでございますが、是は私テクノロジーの方から面白く感じましたが、四段ロールを4臺連結して連続して壓延して居ります。ワイヤー・ドロウイングも相當やって居りますが、是はさう變な装置ではございませぬ。コールド・ウオーキングに關係あるものとしましては、燒鈍爐でございますが、是は實に立派な工場が出來て居りまして、一棟全部燒鈍爐ばかりの工場がございませぬ。其の電氣爐は入口は全部砂でパックしてございまして、恐らく此の中は中性ガスのアトモスフェアになつて居るものと思ひます。其の爐の數は何10臺となくでございますが、爐と爐の間は極く僅か人の通れる位の狭さを持って居りますが、尤も其の中央に相當廣い通路がございませぬ。測熱も相當完全にやって居るやうでございます以上は板の燒鈍爐のことでございますが、ワイヤーの爐の燒鈍の爲にはポット・アンニリングをやって居ります、斯くして燒鈍しましたものの酸洗でございますが、是は非常に立派なものでございまして、床はアスファルトでやって居りますが、尙ほ只今建設中のもので非常に大きな酸洗の装置がございませぬ。それから乾燥室も非常に大きなもので、一つの建物全部乾燥室になつて居ると云ふ所がございませぬ。此のやうにしましてボール・ベヤリングの材料が出來る譯でございますが、併し流石に製品がやかましいものだけありまして、検査は相當嚴重なやうでございます。大きなボール用の粗材は全部センターレス・グラインディングで取て居ります。但し其のセンターレス・グラインディング

グも4臺か6臺でございますので、外のものを取らないと云ふ譯でございます。スモール・ワイヤーのものは、スモール・ワイヤーに引く前にセンターレスを掛けるかと云ふと、掛けずに全部ホット・ウオークでやっしまひ、其次にコールドを掛けるさうであります。

要之にスエーデンの全體の空氣と云ふやうなものは、是等の工場を見ただけでは何も分らない譯でございますが、唯斯う云ふことが氣が付いたのでございます。例へば今の Hofers の町と云ふものは此の鋼會社の爲の町でございますが、其の人口が大體職工の数の3倍と云ふことになって居ります。前の Sandvik の場合もさうなつて居りますが是は私非常に興味があると思つたのであります。是は日本の職工の數と其の都市の人口との比を取て見ますと、どうもさう云ふことではない。もつと人口が多いやうに思ひます兎に角是は矢張りスエーデン人も相當に贅澤な國民であると云ふことが直觀出来るのでございます。それからスエーデンでは兎も角建築用に相當不銹鋼を使って居るやうでございます。此の關係は後でドイツを見まして感じました譯でございますが、ドイツでは不銹鋼よりは兎に角アルミニウム合金を使はうと云ふことになって居ります。是は飛行機の材料としてのアルミニウムを活かさうと云ふ見地もあると思ひますが、兎に角獨逸では非常にアルミニウムを使って居りますがスエーデンではアルミニウムがございませぬので、そんな關係もあると思ひますが、兎も角不銹鋼を使って居ります。それからスエーデンの工場の設備は大體ドイツにデイペンドして居るやうでございます。スエーデンの鐵鋼の方の研究は、此の二つの工場を通して見ますと大したものではないやうでございます。

其の次にドイツの航空機用の鋼のことでございますが、是は茲にテーブルがございます。航空機の規格になつて居る鋼でございますが、小さい數は無論御分りにならないと思ひますが、目に付きますことは、所謂ニツケル・クロム鋼と云ふものは殆どないのでございます。ニツケル・クロム鋼に相當しますのは、Cr・Ni・Mo・V鋼 是は Cr が 1.8~2.7% 入て居る。是が一つそれからバルブに使ひます鋼でございますが、バルブに使ひますので Ni と Cr が約 15% 是が Ni を含んで居るだけで、あとはもう殆ど Ni を含んだ鋼はございませぬ。Cr・Mo 鋼が非常に多いのでございます。勿論炭素鋼は書いてございませぬが、特殊鋼だけ書いてございませぬが、殆ど Ni を含んだ鋼はないのでございます。是は例の資源關係から斯う云ふことを

獨逸の航空用鋼

	C	Cr	Mn	
Cr 鋼	0.40~0.50	1.4~1.7	0.4~0.8	シリンダー用 (電氣爐鋼)
Cr 鋼	0.9~1.1	1.0~1.5		鋼球用
Mn 鋼	0.11~0.20		>1.0	熔接用
シルバー鋼	0.9~1.2		≈0.35	
Cr 鋼	0.12~0.18	0.60~0.90	0.4~0.6	肌焼用
Cr・Mo 鋼	0.14~0.20	0.80~1.10	0.6~0.8	Mo 0.20~0.30 肌焼用
同上	0.17~0.23	1.00~1.30	0.80~1.10	Mo 0.20~0.30 肌焼用
Cr・Ni 鋼	0.4~0.5	12~15	0.8~1.5	Ni 12~15 特殊鋼 W 2~3.5 Si 0.8~1.8
Cr・Mo 鋼	0.20~0.27	0.6~0.75	<0.7	Mo 0.15~0.25 調質用
同上	0.22~0.28	0.9~1.2	<0.7	Mo 0.15~0.25 調質用
同上	<0.18	0.5~0.7	≈0.65	Mo 0.15~0.25 熔接用
同上	0.30~0.37	0.9~1.2	0.5~0.8	Mo 0.15~0.25 調質用
同上	0.38~0.45	0.9~1.2	0.5~0.8	Mo 0.20 調質用
Cr・Mo・V 鋼	0.24~0.34	2.3~2.7	0.4~0.8	Mo 0.2~0.35 調質並 V 0.2~0.35 窒化用
Cr・Ni・Mo・V 鋼	0.24~0.35	1.8~2.7	0.3~0.8	Mo 0.2~0.4 (V 0.1~0.25) Ni 1.2~2.3
Cr・Si・Al 鋼	0.10	6~8		Si・Al 1.2~3 耐熱用
Cr・Si 鋼	0.40~0.6	8~12		Si 1.8~2.8 (W 2.2 又 V 0.5) 弁用
Cr・V 鋼	0.40~0.55	0.9~1.2	0.6~0.8	V <0.3
Si・Mn 鋼	0.5~0.7		0.6~0.9	Si 9.5~1.8 バネ用
Mn 鋼	0.23~0.28		1.40~1.60	鑄鋼
Cr・Mo 鋼	0.23~0.30	0.8~1.1	0.5~0.7	Mo 0.2~0.3 鑄鋼

やつて居るのでございまして、是は我が國に取ても非常に参考になることだと思ひます。つと前から Ni を含まない鋼の研究と云ふことは、我が國にも相當行はれて居りますし、私も微力ではありましたがやつて居りましたが、なかなか日本では行はれないのであります。併し今度ドイツで見ますと、ドイツでは之を徹底的にやつて居りまして、發動機用鋼、其の他飛行機の機材に使ひます鋼としましても Ni を殆ど使てない。實際さう云ふ方針が決ればそれが徹底的に行はれると云ふことは實に美しいことだと思ひました。それからドイツの鐵鋼研究所でございますが、是は例のデュツセルドルフにございませぬ Kaiser Wilhelm Institut für Eisenforschung で所長の Dr Körber 氏が非常に親切な人でございまして、能く私が見たいと云ふ所を見せて呉れました。是は前の鐵鋼研究所とは違ひまして、其の概要が最近—1936年の Stahl und Eisen に出て居りますので、或は御承知かと思ひますが、實に立派な研究所でございます。鐵鋼の研究所としては恐らく世

界第一のものでございませう。是は 1935 年に完成しましたもので、大體全部で建坪は 2,000 坪位ありましょふ。本館と工場に分れて居りまして、本館は三階で、地下室がございませうが、地下室を入れまして四階になります。三階は分析関係のもの、それから物理化學関係のものとなふ風に分れて居ります。此處で非常に贅澤な色んなことをやって居ると思ひましたのは、例へば三階の分析室の天秤の臺は、直ぐ隣の自分の工場のパイプレーションが來ないやうに、天秤の臺を地下室から棒を立てまして、混凝土の大きな基礎を三階迄持て参りまして、其の上に鋼の臺を置いて、其の上に天秤を載せて居ります。それから二階の方は半分は所員の部屋がございませうが、半分は殆ど全部是は顯微鏡の部屋になつて居ります。其の顯微鏡の部屋もパイプレーションをフリーにする爲に非常に苦心を致して居ります。一階にレントゲンの部屋が相當廣うございませうし、それからそれに隣りましてマグネットの部屋が相當大きいものでございませう。是は徹底的に丁寧に作つてございまして、之に關する限り殆ど鋼材を使つてなくて眞鍮を使ふとか、鐵筋を入れる處は全部眞鍮であるとか、さう云ふ風に非常に注意を致して居ります。其の他の裝置に致しましても良く出來て居り、感度の良いものが使はれて居ります。それから熔解爐とか、サーモスタットが壁に全部備て居ると云ふ風で、實に立派なものでございませう、それから此の本館に直ぐ隣り合せまして工場がございませう。此の工場は面積が約 800 坪位なものでございまして、此の工場は鑛石の實驗室とそれからテクノロジーの研究室と、機械試験室、中央配電所及び工作工場、斯う云ふやうに分れて居りますが、此の中で非常に面白いと思ひましたのは、殊に私が自分の専門がさう云ふ方面に近いものでございませうから、テクノロジーの方を詳しく見たのでございませうが、此處ではブライト・アンニリングの研究を只今やつて居ります。色々爐を作つては毀し、作つては毀しまして、ブライト・アンニリングの條件を決めて居るやうであります。エンジンのエキゾースト・バルブに使ひますスプリングを特殊の裝置を使ってやつて居ります。是も見て参りました。それから普通のロールが三臺ございませう。其のロールは必要に応じて隨意に變へられるやうに色々なロールがございませう。それからハンマーがございませう。初め所長が何を見たいかと云ふから、私は所長に御願ひしまして、テクノロジーの裝置が特に見たいと申しましたので、さう云ふ希望を申しました關係もあつたと思ひませうが此のテクノロジーの研究

室裏の方に小さい部屋がございませう。其の部屋に特に案内して呉れましたが、丁度全體の長さ 600 ミリ位の 12 段のロールの模型がございませう。是は前申しましたロールで、通す時のプレツシユアを加減するとか、或は其の時のスピード等を研究綜合してデザインしたものの様です。ロールは實際のものを作る前に雛型を作ると云ふことを私は其處で見たのであります。是は非常に面白い研究だと思ひました。日本でも金屬のテクノロジーの機械と云ふものが必要な時代になつて、大分今計畫があるやうであります。斯う云ふ方の研究は斯う云ふ風にして進まなくちやならぬと云ふことが分て参りました。此の鐵鋼研究所で感じましたことは、物理測定の機械と云ふものは昔のやうな、10 年も 20 年も前からあるやうな測定機械は一つもございませぬ。全部最新の感度の良いものに變て居ります。それからテクノロジーの研究が非常に盛んで、テクノロジーの機械及其の研究が非常に盛んであると云ふことは、特に強調して申し上げたい點でございませう。

それから次にイタリアの製鋼所のことでございませうが、是はファイヤット系の工場を先刻申しましたやうに二つ三つ見ましたのでございませうが、是は特殊鋼と云ふやうな關係から特にインテレストのあるやうなシステムになつて居ませぬので、私としては、見ることは見ましたが、申上げるやうなものを持って居りませぬ。

次に米國でございませうが、航空機發動機用鋼、是は特に斯う云ふ名前を掲げるのは可笑しいですが、唯特にエンジンのクランクケースがスチール・フォーミングを使って居ると云ふことを申上げれば、それだけでもう盡きるのでございませうが、是が特殊の航空部品としまして特殊の發達をして居るものと思ふのであります。それから鐵鋼の研究所は National Bureau of Standard の冶金部を見ましたが、獨逸の鐵鋼研究所に較べましては、何も申上げるやうな特長はないと思ひませうので、最も省略致します。

それから次にアルミニウム及其の合金の關係のものでございませうが、此の方はイタリアでモンテカッチーニの工場が二つ、それからヴェニス近くの工場が一つでございませうが、モンテカッチーニ系統ではボルツアーの工場が最新式の工場、是は年産 8,000 噸でございまして、只今が倍に擴張中でありませう。此の擴張します中には Söderberg の電解爐を入れるさうであります。もう一つ Mori 工場と云ふのは昔からある工場でございまして、此處には色々な歴史的のものが相當備て居りますが、研究が済んだもの

をボルツアーの工場に持て行て居ります。それからヴェニス
の近くにございます工場も是も一番古いものはもう 15
年も前に出来たやうなのがございませぬ。併し最新式のもの
としまして Söderberg の電解爐が備て居りまして、斯う
云ふものを色々合せますとヴェニスの近くの工場は生産能
力が年 10,000t から 12,000t になつて居るさうでありま
す、其の外色々な電解爐の構造なんかも分て居りますけれ
ども時間もございませぬから申上げないことに致します。

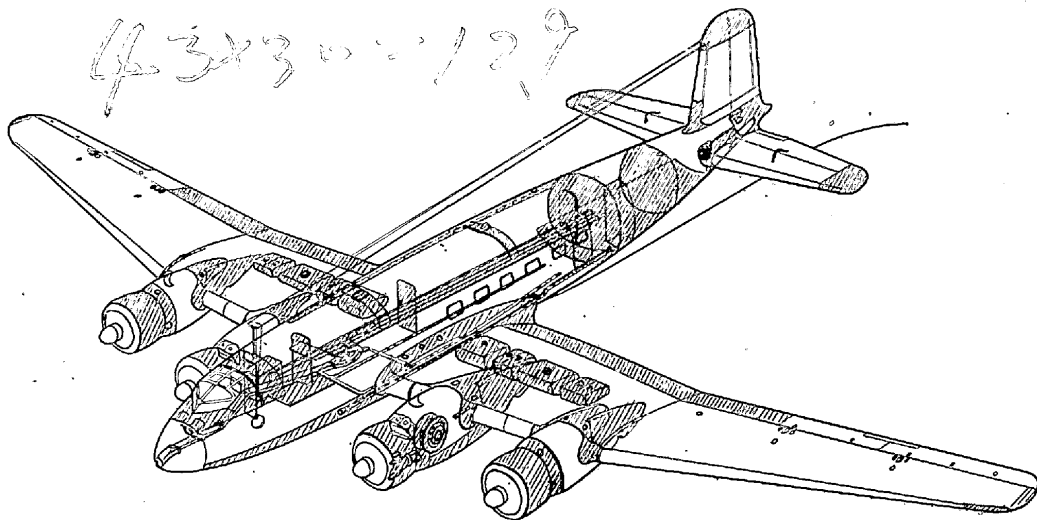
其の次にイタリーのアルミニウムの輕合金の會社でござ
いますが、それは前申しました Livorno の Metallurgica
Italiano の工場は銅と輕合金を同時にやつて居る工場、
所謂伸銅所と云たやうなものでございませぬ、イタリー
では大體 4 年位前迄は矢張り銅の製品の方が多かつたやう
であります、最近アルミニウム合金の方が多くなつて
居るさうであります。イタリーは銅の産出がございませぬ
ので、出来るだけアルミニウムで置換すると云ふ方針のや
うであります。其處の工場の細かい設備なんかも或る點迄
分て居りますが、時間がございませぬから是は省略致しま
す。其の次のトリノの Sociata Anonima Metalli の工
場の設備も分て居るのでございませぬ、時間もございませ
ぬのでも省くことに致します。要するにイタリーのアル
ミニウムの輕合金の製造會社と申しますのは、伸銅所で
ございまして、銅もやつて居る。それから輕合金もやつて居
ると云ふ工場でございます。其の設備は矢張りアルミニウ
ムの生産が段々殖えて参ります爲に、最近擴張を致して
居りまして、アルミニウム専門の工場が其の敷地の中に出
來つゝあるのでございませぬ。此處らに据付けて居ります所
のローリング・ミルは、最近の世界情勢から普通のこと
かも知れませぬが、イタリー製のローリング・ミルが相當
据て居ります。それから昔重油を使って居た爐が、段々電氣
爐に變て居ります。イタリーは其の位に致しまして、次に
ドイツのアルミニウム輕合金の會社でございませぬ、是は
先程申上げましたやうに二つの工場を見たのでございませ
ぬ。此の工場の設備の配置なんかも分て居りますけれども、時
間もございませぬので省くことに致します。要するに此の
二つの會社とも只今三箇所にて工場を持て居りますが、所が
兩會社とも最後の一つの工場は——最新式の工場は、何處
にあるやら全然發表致しませぬ。相當大きな新式の工場が
あるやうでございませぬ、全然發表致しませぬ。アルミニ
ウムの熔解及インゴツトを造ることに掛けましては相當
良い仕事をやつて居るさうでございませぬ。此の二つの工場

とも銅合金は全然やつて居りませぬで、アルミニウム合金
ばかりをやつて居ります。其の爲に立派な研究所を持て居
ります。腐蝕の研究と疲勞試験等を徹底的にやつて居りま
す。

それからマグネシウム輕合金の關係のこととございませ
ぬがドイツではマグネシウム輕合金の鑄造をやつて居る所は
私は發動機會社と飛行機會社の關係で各一つづつ見ました
が、それは時間もございませぬので省略致しますが、唯一
つマグネシウムの製造所としまして世界の代表者であり、
世界第一の生産をやつて居る。仕事も良いものをやつて居
ります所の、イーゲー染料會社の Bitterfeld の研究所の
ことを一つ二つ申上げますが、此の研究所は大體三階建に
なつて居りまして、航空研究所を御存じの方もあるかも知
れませぬが、航空研究所の本館位のものでございませぬ、
是が全部マグネシウム及ハイドロナリウム——と申しま
すと御承知だと思ひますが、アルミニウムにマグネシウム
を入れました合金でございませぬ、此の二つの系統の研究
をやる爲に建て居ります。如何にも完全な研究所でござい
ませぬ。詳しく設備も書いてございませぬが時間もございませ
ぬので是は省略致します。此の外にも一つ中間實驗工場
が附いて居りまして、マグネシウムの製品を工業的に使ふ
爲に必要な有らゆるデーターを其の工場を出して居ります
さう云ふ風にしてデーターが出来ますと、之をパンフレツ
トにしまして御得意さんに配て居る譯でございませぬ、さ
う云ふ刷りものを現在アメリカに於きまして、其の儘鵜
呑みにして居ると云た状態で、日本では大體そうです。
(まあ日本には餘り斯う云ふものは手に入らぬのでござい
ませぬ) 兎に角 I. G はマグネシウムに關しては非常に立
派な研究所を持て居ります。單に基礎的研究だけではなくて、
其の應用、研究を實用化する爲に必要なデーターを
全部出して居ると云ふやうなことは、私には非常に羨しい
ことだと思つて歸たのであります。

マグネシウムをそれちやどう云ふ所に使て居るかと思ふ
ことですが、是は普通のタイプライターの部品とか云ふも
のにも使て居りますが、其の他飛行機に相當澤山使て居
ります。此の圖(第 1 圖を指す)の斜線の所が全部マグネシ
ウム合金でございませぬ。マグネシウム合金は鑄物としては日
本では使て居りますが、其の他の形では餘り使て居りませ
ぬ。資源の關係を考へますと、ドイツに於きましてはアル
ミニウムの鑛石は殆ど輸入でございませぬ、殆どと云ちや
いけませぬか知りませぬが、相當量輸入して居ります。併

第 1 圖



Bleche und Bänder	542kg	Rohre	8kg
Stangenmaterial und Gesenkpreßteile 58		Gußteile	19

INSGESAMT 627kg ELEKTRON

kommen beim Bau der serienmäßig hergestellten Focke Wulf FW 200, die durch ihre Rekordflüge in aller Welt bekannt geworden ist, zum Einsatz und zeigen damit die besonderen Materialeigenschaften (spez. Gew. 1,8, hohe Festigkeit, gute Bearbeitbarkeit) dieses seit dreißig Jahren in der Luftfahrtindustrie erprobten Leichtbauwerkstoffes der I. G. FARBEN-INDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT, BITTERFELD, auf.

しマグネシウムに関する限りドイツでは自分の鑛石を使って仕事が出来るのでありますから、本當の國産材料なんでもございます。ですから多少は仕事が仕悪くても、マグネシウムを飛行機に徹底的に使ふと云ふことを努めて居ります。ですから飛行機に無論相當使て居りますし、其の外自動車にも相當使て居る。甚しい例は陸軍の砲車の車輪はマグネシウム合金で作ることになって居ります。此のやうに澤山使はれると云ふ原因はアルミニウムとマグネシウムの値段が略々同じで、結局比重がマグネシウムの方が軽いものでございますから、容積では却て安くなると云ふ程度に迄製造が巧く行て居る。マグネシウムの製造量は20,000tでございます。アルミニウムが約180,000t即ち200,000tに近いものでございますから、アルミニウムとマグネシウムの生産量の割合は約1割と云ふ勘定になって居ります。マグネシウムは海水に遭ひますと溶けると云ふ觀念が強いと思ひますが、ドイツで防蝕法を非常に研究致しました結果、只今では最早や腐蝕は、全然心配ないと云ふことを云て居ります。私冷かしたのであります。そんなこと云たつて東洋ぢや駄目だらう。日本のやうな濕氣の多い所ぢや駄目だらうと云たのであります。I.G.では蘭領インド邊りに持て参りまして、1年2年繼續した研究をやつて居ります。是で錆びないと云ふ自信を得たと云ふことを云て居ります。兎に角實際に使ふ爲に忠實に研究して居ると云ふこ

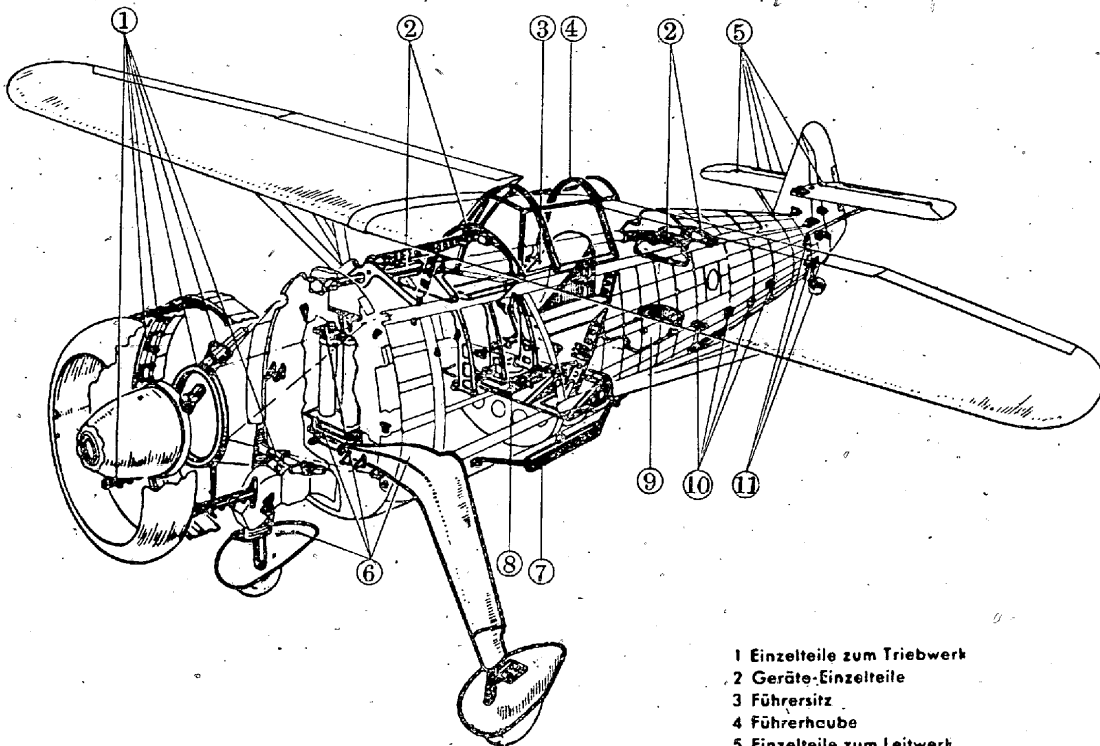
とは感心だと思ひます。

今のはドイツのマグネシウム工業でございませうが、米國でどの程度にマグネシウム輕合金を使て居るかと申しますと、米國でも發動機用の部分品としましては、先刻申上げましたやうに發動機で振動の最もかかる所は鋼材で作て居ります。併しその部分は昔はアルミニウム輕合金でやつて居りましたのですから新たに鋼材を使た爲に發動機としては重量が増える譯でございますが、其の増える所を何かで軽くしな

ければならぬのですが、其の軽くする爲に、從來アルミニウムを使て居た所をマグネシウムに代へると云ふやうなことをやつて居ります。

それからドイツの飛行機工業のことは先程ちよつと申上げましたので、それぢや飛行機にどう云ふ材料が目立て使はれて居るかと云ふことを一つ二つ申上げますと、飛行機の製造方法としては先程申上げたやうに多量生産をやつて居りまして、色々な方法をやつて居るのであります。其の多量生産の方式としましてはプレス作業が非常に進歩して居りまして、飛行機の機體を造ると致しますと、例へばメツサーシュミットの戦闘機では、胴體を7つ位に分割しまして、伊勢蝦の甲羅を作るやうに、7つのセクションをプレスで一度で造てしまふ。從來ですとジュラルミンのアンダールに穴を明けて、ジュラルミンの板をリベットでつける。さう云ふことを全部廢してしまつて、プレスで、外形から骨組みまで全部出すわけです。ですからプレスした各々のセクションを連結すれば胴體が出来上るやうになって居ります。ですから工作の日數も約1/4に下て居ります。まあ非常に簡単に出来るやうになって居ります。それから先刻申上げたやうに飛行機の機材にマグネシウムの板を使て居ると云ふやうなことは、世界各國ともないことでございませう。それから例の發動機にしまして、或は飛行機にしまして、ニツケルを使た鋼で

第 2 圖



- 1 Einzelteile zum Triebwerk
- 2 Geräte-Einzelteile
- 3 Führersitz
- 4 Führerheube
- 5 Einzelteile zum Leitwerk
- 6 Einzelteile zum Fahrwerk
- 7 Träger zum Nebelgerät
- 8 Fußboden im Führerraum
- 9 Fußboden im Beobachterraum
- 10 Einzelteile zur Steuerung
- 11 Einzelteile zum Sporn

ELEKTRON-VERWENDUNG IM AUFKLÄRER HENSCHEL HS 126

Beim Bau der Henschel HS 126 wurde Elektron- insbesondere für tragende und damit lebenswichtige Konstruktionsteile eingesetzt.

Aber auch für die Herstellung der beim Flugzeugbau in großem Maße verwendeten Blechformteile wird dieser Werkstoff, der durch sein geringes spezifisches Gewicht und seine Verschleißfestigkeit besonders zur Herstellung von Gesenken und Vorrichtungen geeignet ist, in erheblichem Maßstab verwendet. Die großen Vorteile beim Einsatz von Elektron-Gesenken liegen in der restlosen Wiederverwendung des Materials und der überaus günstigen Bearbeitbarkeit, wodurch der höhere Materialpreis gegenüber Stahl- oder Stahlguß-Gesenken mehr als ausgeglichen wird. Aus dem modernen Metallflugzeugbau ist deshalb der Werkstoff „Elektron“ nicht mehr fortzudenken.

なく Cr-Mo-鋼と云ふやうなものになつて居る。茲で一つ附加へますが、私が米國の飛行機會社を見學しました時に、先方の技師が、貴君はドイツの飛行機工場を見たさうだが、ドイツの飛行機はどう思ふ、ドイツでは非常に悪い材料を使って居るさうぢやないかと質問がございました。私思ひますに是は恐らく獨逸ではニツケルを含んでない材料を使ふとか或はジュラルミンを使ふ所にマグネシウム合金を使って居る。斯う云ふことを指して居るのだらうと思ふのでございますが、併し例へば此のマグネシウム合金を使ふに致しましても、それは充分實用試験をやつて居るのでございます。ですから使用上一向差支へないやうになつて居る從來の觀念から申しますと或は悪い材料と云ふ風なことは云ひ得るかも知れませぬが、併し研究を充分やつて差支へない事を實證してあるのですから、ちつとも悪い材料ではないのです。それから發動機材料としましては先程申し上げましたやうに、是は例のクランクケースが鋼に變り。振

45x37 = 1665
 動……是も從來のやうな馬力の發動機では問題にならぬかも知れませぬが、ニウヨークの博覽會で私見ましたのではライトのエンジンは2,000馬力と云ふのが出て居る。斯う云ふ風にパワーが増して参りますと、どうしてもそこに振動に強い材料を使用しなくちやならぬので、鋼に變て來る。其の代りウエイト・セーヴの爲に振動の掛らぬ所にマグネシウムを使ふ。尙是とは別の意味でもマグネシウム合金をエンジンの部分に使つて居る。それからプロペラ材料としましては現在ではアルミニウム輕合金が多いのでございますけれども、段々エンジンが大きくなつて参りますとアルミニウム合金では遠心力に堪へられないと云ふので、もつと輕い材料、例へば木であるとか、或はマグネシウム合金とかに代らうとして非常に研究をやつて居ります。又材料の検査方式としてはマグネシウム輕合金鑄物の重要なものには1個々々X線透過試験を行つて居ります。鋼材はマグナフラックス・テストを行つて、嚴重に検査して居りますから、輸送機用發動機等ではオーヴァー・ホールの時間が1,000時間位になつて、非常に安全になつて居る。以上綜合致しますと、ドイツの航空機工業は、マスプロダクションの見地からは明らかに世界一でございます。獨逸を見ました後に米國を見ましたが、マス・プロダクションの點では米國なんかは到底足許にも及びませぬ。ドイツでは此の航空機の整備と云ふことに依つて、何とかして世界のバランス・オブ・パワーを破りたいと云ふ風に努力して居るやうな様が見えるのでございますが、1933年ヒトラーが政權をとつて以來僅かに5年にしてドイツの航空機工業が斯く迄に整備して参りまして、マスプロダクション

に成功したと云ふことは、第一に平生から其の方面の技術者等を養成して居たと云ふこととなります。詰り人を持って居たと云ふことになると思ひます。併し其の元を遡て考へますと、何と云てもドイツでは一般國民の工業教育と云ふものが徹底して居る。科學教育が徹底して居る。驕て日本の現状を考へて見ますと、此の點如何にも心細い、日本が根本的に伸びるには結局は氣永にワン・ジエネレーション位後の事を考へて、科學教育向上の爲めの色々な施設をもう少し考へてやるのが捷徑ではないかと云ふ氣が致します。次にドイツがマス・プロに成功した第二の原因としてはドイツは非常に大きな工業能力を持って居ります。特に工作機工業でございますが旋盤だとかさう云ふ方面、勿論金屬材料の種々の加工機械、ロールとかプレスなんかも含んでの工作機械ですが、是が盛んである。マスプロダクションに必要な機械と云ふものは注文すれば直ぐ新しいものが出来ると云ふやうなことが、ドイツのマスプロダクションを助けた重要な原因だと思ひます。それから資源と材料との關係ですがドイツでは先程申し上げましたやうに、自分の國の資源と云ふものを能く考へまして、鐵にもニツケルを使はない、銅の代りにもアルミニウムを非常に澤山使ひます。アルミニウムの生産量は昨年から世界第一になつて居ります。アメリカが120,000tでドイツは180,000t今年あたりは200,000t位になるだらうと思ひますが、兎に角世界第一であります。それから出来るだけマグネシウムを使ふ。マグネシウムを使ふのも實に徹底したものでございまして、先程申しました様に銅はドイツにはございませぬから成るべくアルミニウムに代へたのであります。アルミニウムが更に足らなくなつた爲にマグネシウムでやつて居るものもある位であります。而も又國産資源に徹底すると云ふ考が實に能く國全體に徹底して居るのでデザイナーとか其の外一般のエンジニア迄能く是が徹底して居ります。此の點に就て日本の現状を考へますと、何處かで國の必要に迫られて何か決議をする。其の決議をしたつてなかなかどうも實際には行はれない。實際に使はれる迄には何年掛るかと思ふやうなことはちよつと違ふやうに思ひます。決議はしたが實際どうも使ひ悪いから使はぬとか云たやうなことでは、なかなかドイツの眞似は出来ないんぢやないかと思ひました。それから研究所のことでございますが例へば飛行機の研究所でございますと中央にD.V.Lと云ふやうな大きな研究所がございます。其の外或る工科大学に何かの専門を持た教授が居るとしますと、そこに立派な研

究所が出来て居ります。是は餘談でございますが、大學附屬の研究所及び其の他の研究所を見て居りますと、昔からあつた研究所ではそれが大體最近一二年の間に倍位にはなつて居る。それから昔なかつた研究所が随分出来て居る。兎も角研究の元は人間だと云ふやうなことは如何にも徹底して居るやうに思ひます。さうして例へばマグネシウムの研究だけで大きな研究所を持って居るとか、アルミニウム・輕合金のピストンばかり専門にやつて居る工場にはそれだけに立派なピストンの研究所を持って居ると云ふやうな譯で、兎に角非常に専門の研究所を持って居る。1人の人が居て輕合金でも鐵でも何でもやると云ふやうな研究ぢやないのです。此の點も我が國では考へなくぢやならないかと思ひます。勿論我が國には人もございませぬので現状のやうになると思ひますが、將來を考へますとさう云ふことではいけないんぢやないかと思ひます。基礎的研究、物理的研究、化學的研究と云ふことは勿論重要でございますが、それは勿論ドイツではやつて居りますが、それと同時に工業上實際に必要な研究が如何にも徹底的に行はれて居ります。此の二つがないことにはドイツ工業の本當の進歩と云ふものがなかつたらうと思ふのであります。研究か論文だけで濟むと云ふだけではないので、此の點は私共も考へなくてはならぬ點だらうと思ひます。もう一つ材料會社の實際上の仕事の上で日本と非常に違ふと思ひましたことは、ドイツでは例へば輕合金製造會社としますと單に板を造るとかパイプを造るとか、それだけで能事了れりと云ふやうなことではないので、自分の材料が飛行機に使はれた時にはどう云ふストレスが掛るかと思ふことを能く研究して居ります。I.Gのマグネシウム合金研究所でありますと、自分の所でプロペラなんかの疲勞試験迄もやりまして、其の色々な改良をやつて居ります。自分でデザインし、自分で改良して茲迄漕付けたのでございまして、材料會社が兎も角自分の材料を活かす爲に、實に徹底した研究をやつて居ります。つまり成形、熱處理なんかも自分の工場で行て居りますから材料會社から送た部品を飛行機會社や發動機會社では單に之を削たり組合せれば宜いと云ふやうな風になつて居ります。イタリーではまだそこ迄行て居ないやうでございますが、是が矢張り材料會社の使命の一つではないかと考へて参りました。國情が違ふので今直ちに日本では其の通りならぬと思ひますが、是が理想ぢやないかと云ふ氣が致します。それから細かいことを言ふやうでございますが、航空機に使ひます材料の上から申しますと、先程か

ら云ひますやうに疲勞の研究を非常に盛んにやりまして、疲勞の心配のある所には鋼を使ひ、餘り心配のない所にはアルミニウム或はマグネシウムを使ふ。此の傾向は飛行機材料としては基礎的の觀念ではないかと考へます。兎も角短い間に世界各國を廻て來まして、而もドイツに2箇月か3箇月居りまして何か非常にかおれたやうなことを申し上げて恐縮でございますが、事實私共参ります時には、ドイツは大したことはないだらう。近頃ラヂオや何かで聴くと、日本は此の頃色々の方面で工業の上では世界一だと云ふことを聴かされますので、ドイツは大したことはないと思つて参りましたのですが、併し見れば見る程差が大きいと云ふことをしみじみと感じたのであります。詰り學校の生徒の例で申しますと、日本では例へば辯論は非常に出来るが數學とか文學とか外の學科は何も出来ぬ。結局は平均點が非常に悪い學生見た様なのが、今の日本の工業の状態ぢやないかと思ひます。

日本にも非常に良い發明が時にはございますが、全體のレヴェルが低い、何が世界一だ。彼にが世界一だと安心して居るとえらいことになるんぢやないか、寧ろワン・ジェネレーション位後を考へ着實に基礎的に涵養して平均點が

本當に良いやうな國にならなければいけないぢやないかと思つたのです。我々技術を擔當して居る者としては、丁度兵隊さんが戦線に行つて實際弾を前にして戦つて居るやうな氣持で將來の大陸の建設と云ふことをやらなくてはならない。小さいことは全部抜きにして、何とかして全技術者が協力して掛らないことにはどうしたつて敵はないと思ひました。今は事實上ヨーロッパの大國と國境を接して居りますが、ヨーロッパと日本の開きと云ふものは非常に大きいと云つたやうな感じで歸つて参りました。大變雜駁なことを申し上げまして恐縮でございます。(拍手)

質疑應答並挨拶

司會者 御質問がございますればどうぞ

質問 ちよつと伺ひますが、マグネシウムをさう云ふ風に使ふやうにしまして防蝕の方は……

答 防蝕はクロム酸處理でございます。クロム酸處理を致しまして其の後に塗料を塗て居ります。ドイツでは飛行機に全部塗料を塗て居るのでございまして、例へばジュラルミンのアルフラッドの板でも塗料を塗て居ります。つまりマグネシウム合金にのみ特別に塗料を塗て防蝕して居ると云ふわけでもないが、クロム酸處理を致しまして、其の上に塗料を塗て居ります。

司會者 では有難うございました。只今の非常に有益な御講演に對して拍手を以て御禮を申し上げます。(一同拍手)

歐 米 視 察 所 感

(昭和 14 年 11 月 30 日於鐵道協會々館日本鐵鋼協會講演會講演)

今 井 文 平*

挨拶司會者吉川理事 只今から今井さんの御講演を承りますが、今井さんは中央工業株式會社として御通知申上げて置きましたが、中央工業と云ふのは私も實は知りませぬでしたが、御存じない方もあるかも知りませぬからちよつと申上げて置きますが、大倉組の兵器製造會社ださうでございます。さうして今井さんは本溪湖製鐵所の建設者であり、又山陽製鐵所も、是は無くなりましたのでございますけれども、純銑鐵製造の製鐵所を御建てになつた方でございます。鐵鋼協會と特に御關係のある方であり、今井さんは只今同時に合名會社大倉組並に大倉商事株式會社の役員をして居られます。どうぞ御願ひ致します。

只今御紹介に與りました今井でございます。今年の3月發ちまして、ヨーロッパとアメリカを廻て7月に歸りました、もう大分日數も経て居る譯であります。今度参りましたのは只今御紹介にありましたやうな關係の仕事でござ

います。實は私はヨーロッパ、アメリカも前に行きましたけれども、20 數年來支那、滿洲は能く行つて居る者でございます。さうして一昨々年でしたかも大分北支各地から蒙古の方から山西、陝西、西安の方迄出掛けたことがあるのです。そして此の會關係で云へば山西、大同の炭田であるとか、北京、太原の製鐵所なども其の時に見たのです。どうも能く仲間の間では話が出るのですが、私が行くと後戦さになるぞと、斯う云ふ話であつた。それで、其の時も丁度北支から中支を廻て歸つてどうするんだと云ふから……どうも滿洲事變の時も、さうであつたが、倭滿洲事變が起きて斯うなつて見れば、どうせ何か其の中にあらうぢやないか、さうすると一昨年夏から今度の事變である。此の春又用事があつてヨーロッパに出掛ける時に、近い中にあると思つて行くのかと、斯う云ふ友達からの話であるからまあさ

* 中央工業株式會社取締役會長