

航空機用特殊鋼の趨勢

(昭和 15 年第 5 次講演會講演 昭 15, 7, 26)

高 瀬 孝 次*

只今御紹介に預りました高瀬であります。諸先生方並に諸先輩の皆さん方の前で、私の如き若輩が御話致すと云ふことは甚だ恐縮に存じて居る次第であります。就きましては、航空機用特殊鋼の趨勢と云ふ漠とした演題の下に皆さん方の前でこれから御話申上げると云ふことも甚だ恐縮に存じて居るわけであります。御承知のやうな、航空機の躍進的進歩に對しまして、我々特殊鋼の製造並に使用に關係を有して居ります者の常識として知て居らなければならないと思はれる事柄を以下順を追って申上げることと致します。航空機は大體發動機と機體とに分れて居るのでありますが特殊鋼に關係の多いのは、機體よりも發動機の方が主でありまして、是は日本は申すに及ばず、諸外國も此の發動機の研究に對する眞剣さは實に目覺しいものがあります。機體の方はどちらかと申しますと輕合金が主體でありますので、特殊鋼に關しましては多少其の眞剣さが劣て居るかと思はれます。従て以下申上げますことは主として發動機を中心に致しましたことに勢ひなることと思ひます。機體の方では主として鋼板や鋼管であるとか、針金類であるとか、その他色々な部分品に付きまして相當むづかしい問題がありまして、それぞれ研究を進められて居りますが、どうしても全體から申しますと輕合金が多いと云ふことになります。

航空機用發動機の進歩發達の徑路を振返って見ますと、各専門的方面に互て、性能上若くは技術上に於きまして非常に苛酷な條件をそれぞれ満足せしめなければならぬやうに仕向けられて參たのであります。従て其の部門部門に於ける眞剣な研究と云ふものは實に目まぐるしいものがあるのでありまして、將來益々各々専門的に深く研究をやらなければ到底世界の進運に追隨出來ないと云ふ状況にあるのであります。従て我々特殊鋼部門に關係のあります者も、激烈なる競争に決して負けぬやうに、否寧ろ一步之に先んじまして、どうかして優れた航空機の性能向上を誘導するやうな確乎たる信念と研究的態度を持たなければならぬ事

を特に強調致したいと思ふのであります。

先づ特殊鋼のことを申上げます前に、航空發動機の進歩の一端を常識的に簡単に申して見たいと思ひます。先づ發動機の進歩と云ふことは、其の性能の向上と、それに附隨しての製作、就中大量生産の問題でありまして、大體此の二問題に分れると思ふのであります。

御承知のやうに、航空發動機の進歩發達を振返って見ますと、約 10 年程前には未だ 200 HP 程度の馬力のものが普通でありましたが、間もなく 400 HP 程度となり、600 HP となり、800 HP となり、さうして今や 1,000 HP と云ふ風になりまして、今日に於きましては最早や 1,000 HP は普通の馬力であると云ふ程に一大躍進を致しまして、僅かの間に眞に此の馬力の増大と云ふことだけについて言ひましても非常に大きな躍進的變化であると申さなければならぬのであります。又之を一氣筋當りに就て申しますと、從來約 50 HP 程度のものでも優秀なものと考えられた時代があつたのでありますが、今日に於きましては 100 HP を突破して居ります。尙將來の傾向と致しましては、全馬力は 1,500 HP、2,000 HP 或は 3,000 HP と云ふやうなものも研究せられて居りまして、それが著々實現せられて居るのであります。

斯様なわけで、發動機は一方馬力の増大に伴て、形狀並に重量の極端に小さいことを要求せられて居るのであります。即ち空冷式の發動機に就きましては、其の形狀が大きいと、空氣中の全面抵抗が大きくなるので、飛行機の高速度を要求されてゐる現状では、形狀の小さいことを極端に要求されて居るのであります。一方水冷式の發動機に就きましては、抵抗の問題は少なくありまして、2,000 HP 或は 3,000 HP と云ふやうなものも、内外共に研究せられ、目下完成されつゝあると云ふ次第であります。

その他細部の點に就きまして申上げます。例へば曲軸の廻轉數に就きましては、過去に於ては 1,500 廻轉位のもものが相當に使はれて居たのでありますが、最近に於きましては 3,000 廻轉以上と云ふやうなものも實用化されるやうになつて參たのであります。又近年は高空性能の向上と

* 陸軍航空技術研究所



云ふことが極度に要求せられるやうになつて参たのでありまして、其の関係上、空氣の稀薄になると云ふことを埋める爲に、結局コンプレッサーの性能が段々向上することを要求されて参りまして、今迄は一段であつたものが二段三段になると云ふ風になつたのであります。斯様にそれに附随した問題が起て参るわけであります。

又燃料の方から申しますと、御承知のやうに近年高オクタン價の燃料が盛んに使はれるやうになつて参りまして、之に温度上昇であるとか、各部の腐蝕であるとか、潤滑油の問題と云ふやうなことが錯綜致しまして、之等が相當難問題になつて居るのであります。又特殊の設計のものに於きましては、例へば排氣ガスタービンと云ふものに依りまして、此のコンプレッサーが非常に高壓に耐えなければならず、又非常に高熱に耐えなければならぬやうな材料が問題になると云ふやうなこともあります。全般的に申上げますと、發動機とプロペラと合體致しまして、一般的に振動問題が非常に大きな問題となつて居るのであります。此の振動の甚だしい爲に色々クランク軸が折れたり、或は弁が折損したり、曲軸室鑄物に龜裂を生じたり、彈性軸の如き振動を防止するやうな軸が折れたりするやうなことが今迄一般に問題になつて居たのであります。それで此の振動に對する問題は今後引き続き徹底的に研究されなければならぬ事柄だと思ふのであります。殊に材料に就きまして、此の振動に耐える強度と材料の選擇上の適否とは必ず付き纏て來る問題だと思ふのであります。其の外曲軸、軸受メタル、或は排氣弁の如き高い温度に對する耐久性と云ふやうな問題は何れも今後の發動機の性能向上に對しましては、段々複雑な形となつて現れて來ると思ふのであります。

其の次に製作及大量生産方面の進歩のことに就きまして簡単に申上げます。航空發動機と云ふものは精密機械でありますので、此の精密機械の工作の進歩、生産能率の非常に高い機械の考案と設計、更に製作工程の簡易化、合理化と云ふ問題が重大でありまして、自動車工業などと同じ流れ作業と云ふやうなことが眞剣に考慮せられ、さうして多量生産の方面には極度に目覺しい進歩發達を致して居るのであります。而して此の問題は今後益々重大化して來ると云ふことを考へます。一方現在の時局に鑑みまして、豊富なる材料支給と云ふことは、此の大量生産と密接で重大な關係がありますので、此の問題は益々大切な問題となるものと考へて居るのであります。

以上、質と量の二大問題を合せ考へまして、世界 技術

的進歩の水準を是非共突破せむとする所の覺悟を我々が持ちますならば、各専門個々の研究ではどうしてもいけないのでありまして、相提携し、相研究し合つて、各方面の知識を深刻に認識し合ひまして、御互に一致協力の結果に依りまして進歩發達を促さなければならぬと云ふ事情に立至て居ると考へるのであります。以上一般的問題でありまして、發動機に使用する特殊鋼に關する趨勢を申上げて見たいと思ひます。

發動機の性能の向上に伴ひまして、之が製作構成の材料であります所の特殊鋼の品質向上に就きましては色々考ふべきことがあるのであります。以下逐次申上げて見ます。

第一に特殊鋼たる原料の品質の向上に就てあります。御存じのやうに、我が國に於きましては、主として電氣爐鋼を航空機用の特殊鋼に使へ居りました關係上、どうしても外國のスクラップに依存して居たのであります。所が近年此の輸入スクラップの減少と共に、品質の低下と云ふことが非常に大きな問題となりつゝあるのであります。之が對策と致しまして、國內資源の自給自足をどうしたら宜いか、それから品質の向上をどうしたら宜いかと云ふことをどうしても目標として進まなければならぬ問題であると考へるのであります。此の事に就きましても後程申上げますが、之に就ては直接還元鐵の利用と之が増産と云ふことは目下と致しましては充分考究すべき問題であるのであります。それから次に特殊鋼の熔解方法の問題であります。之は御承知の如く色々むづかしい點がありまして、假令技術者は色々なことが分て居りまして、實際仕事に従事する職工にまで充分によく徹底し難い譯であります。この事に就ては學術振興會等で色々研究されました方法を現場の作業の全般に亘り充分に徹底させると云ふことが此の際どうしても急務だと考へて居るのであります。次に代用鋼材の實用化と云ふことであります。目下此の事變の關係で、ニッケルでも、或はクロム其の他の原料は入手が非常に困難でありますので、代用鋼材の實用化と云ふことを成るべく速かに廣く實行に移さなければならぬと思ひます。研究の結果から判斷してニッケルの如きは、特殊鋼に絶對必要ではなからうと云ふ觀念を持て居るのであります。所謂特殊鋼と云へば $Ni \cdot Cr$ 鋼であると云ふやうな従來の觀念を一掃致しまして、或は Cr 或は $Cr \cdot Mo$ 鋼、或は W や Mn 等の原料を適當に配合することに依りまして特殊鋼を製し、今後は自給自足でやれる様な代用鋼材の實用化を促進すべきであります。この事は先般 16 日に

機械學會の會合の際に於きましても申上げたのでありますが、極く其の要點だけを申しますと。

(イ) 主に使用中の Ni・Cr 鋼系の強靱鋼

	Ni %	Cr %	Mo %	W %
85 kg Ni・Cr 鋼	3	0.8	(0.3)	—
95 kg " "	3.5	1.0	(0.3)	—
100 kg Ni・Cr・Mo 鋼	3.5	1.2	0.4	—
110 kg " "	3.0	3.0	0.5	—
120 kg Ni・Cr・W 鋼	4.0	1.5	0.2	1.0
160 kg Ni・Cr・Mo 鋼	4.5	1.5	0.4	—

此の(イ)の表に示しますのは、強靱特殊鋼の種類であつて Ni・Cr 鋼及 Ni・Cr・Mo 鋼系統の陸海航空規格に定められてある諸材料の標準成分であります。勿論 Ni を相當多量に使つて居りますが、之を他の代用鋼材で變へるやうにして居るのでありまして、此の詳細に就きましては、(ロ)の表を御覽下されば御分りになると思ひますから、詳細な説明は省略することに致します。兎に角代用鋼を以て充分に使へると云ふ見込は色々な實驗の結果相當言ひ得るのでありまして、主として代用鋼に對し熱處理其の他の方法を施す事により性能の向上が出來ると云ふ考であります。

(ロ) 航空機に實用せられある代用鋼

	C %	Cr %	Mo %
80 kg Cr 鋼	0.45	1.8	(0.3)
75 " "	0.25	1.0	0.25
90 " "	0.35	1.3	0.4

それからこの(ロ)も同様、航空機に使用されて居る代用強靱鋼に就て示したものであります。

(ハ) 一般に使用せられる主なる代用鋼

	Cr %	Mo %	Si %	Mn %	Al %
Mn・Cr 鋼(マクロン鋼)	1.0	—	—	1.5	—
Mn 鋼(デュコール鋼)	—	—	—	1.5	—
Si・Mn 鋼(ばね鋼)	—	—	1.5	1.0	—
Cr・Al 鋼(窒化鋼)	1.5	0.3	—	—	1.0

次にこの表の(ハ)は一般に使用せられる主なる代用鋼に就て示したものであります。

(ニ) Ni 節減代用鋼(研究中のものを含む)

	Ni %	Cr %	Mo %	Mn %
130 kg Ni・Cr・Mo 鋼	1.5	1.5	0.3	—
2% Ni・Cr 鋼	2	2	0.3	—
3% Cr 鋼	—	3	0.5	—
6% Cr 鋼	—	6	0.5	—
Ni・Cr・Mn 鋼	1.5	3	0.5	1.0

之は Ni 節減代用鋼(研究中のものを含む)を表に示したものでありまして、此の表を御覽願ひたいと思ひます。

(ホ) 肌焼特殊鋼の種類と代用鋼

	C %	Ni %	Cr %	Mo %
肌焼低 Ni 鋼	<0.15	3	<0.5	—
" 高 "	<0.15	4.5	<0.5	—
肌焼低 Ni・Cr 鋼	<0.15	3.5	1.0	—
" 高 "	<0.15	4.5	0.8	—
代用鋼	—	—	—	—

	C %	Cr %	Mn %	Mo %
Cr 鋼	<0.17	1.0	0.7	—
Cr・Mo 鋼	<0.17	1.3	1.0	0.2
3% Cr 鋼	<0.17	3.0	—	0.2

それから此の表は肌焼特殊鋼の種類と代用鋼を掲げてあります。

詳細は先般機械學會の會合の際申上げたのでありますが、今日は時間の關係上説明を省略することに致します。

要するに代用鋼で以て相當にやつて行けるわけでありませう。但し實用上には色々長短があるのであります。譬へて申しますれば、質量効果の問題、或は切溝効果の問題、或は取扱上の問題も多少あるのであります。一般に代用鋼たる Cr 鋼や Cr・Mo 鋼を多く使用すると其の變態點が高いと云ふ關係上、技術的に一般に取扱を注意しなければならぬと思ふのであります。之等のことをよく注意して行けば相當に使つて行けるのでありまして、殊に熱處理と云ふことを考慮に入れますならば、相當廣範圍に Ni・Cr 鋼の代用になると信じて居ります。尙將來としましては、なるべく特殊原料を含まないで例へば炭素鋼であるとか、或は Mn とか Cr とかを取入れて、而もそれを熱處理をした上で、相當高級な特殊鋼の代用に使へるのではないかと考へるのであります。之等のことに就ても時間の關係上略して置きます。

次に鍛造方式の改善と云ふこと、それから製造方式の改善と云ふことは將來に残された問題であると思ふのであります。之等の方式に伴ひまして、どうしても豊富に材料を供給しなければならぬのでありまして、殊に部品材料は餘り機械加工を施さなくてもよい様に鍛造の儘で支給して、使用されるやうな多量生産方式を確立しなければならぬのであります。之はドイツなんかでも現に實行に移してやつて居りますが、さう致しますと現在の機械能力の不足を相當に補へると思ふのであります。之等の進歩を促すのでなければ到底世界の檜舞臺に立て競争が出來ぬのぢやないかと考へるのであります。随ひまして此の様な形式の工業の勃興と云ふことは焦眉の急務であると考へて居ります。

次に申上げたいと思ひますのは、鋼材の機械的、物理的性能に對する大體の趨勢と申しますか所見を申述べて見たいと思ひます。

發動機の性能の向上に伴ひまして部品の局部には非常に大きな荷重が掛ると云ふことは、前に申上げました通りで

ありまして、主要な部品、例へば曲軸、弁、或は軸受メタルと云ふやうなものにはどう云ふ材料を選定したら宜しいのであるか、如何なる熱処理を施したら宜しいのであるか又如何なる機械的性能を満足せしめたら宜しいのであるかと云ふやうなことを適材適所的に決定致したいと思ふのであります。實は之が分つたやうで本當は分らないものだと思て居るのであります。私は斯う云ふ方面に色々實驗もしたり或は色々發表したこともあるのであります。要するに大體の傾向と致しましては、材料に對する要求が高まり性能が向上致しますと云ふと、硬度(又は抗張力)が高い方が宜しいのでありまして、靱性は或る程度犠牲に供しても宜しいと云ふことは一般に考へられて居るのであります。但し之には機械的性質に關する色々な問題があるのであります。ドイツに於ける大體の傾向として機械加工性の困難と云ふことがあるに拘らず、相當高い硬度で使て居ると云ふ傾向にあるのであります。但しあまり極端に高いと云ふことは考慮すべきで、最近に於きましては一般に使て居る強靱特殊鋼のブリネル硬度は、300以上400程度で500程度迄には行きませぬ。兎に角高速度鋼で切削し得る限度では相當困難な所に達して居るのぢやないか、斯う思て居ります。斯う云ふ問題は論議の餘地がありますが、併し硬度だけ高ければよいと考へる事は出来ぬ事は勿論であるが靱性の必要性を過信してはどうかと思ふのであります。尙高温に耐える所の排氣弁鋼や排氣タービン用特殊鋼の様な熱と腐蝕に耐える事を絶對的に要求される様な根本的問題も閑却出来ない所の問題であるのであります。

そこで之等の問題の中で先づ概略申します。例へば物理的若くは機械的試験によりまして検討致し、其の目的に應ずる所の性能とはどんなものであるかと云ふことを充分再吟味する必要があるのであります。又切溝効果の影響は極めて重大でありますので充分研究し検討する必要があるのであります。此の切溝効果の鋭敏過ぎる材料に對しましては耐久性に於ての信頼性がないこととなりますので、餘り鋭敏でない事をも重視すべきであります。之が爲には其の程度を測定する目的の實驗方法がありますが、要するに硬度が餘り高ければ切溝効果の點で悪いこととなります。そこで之を補ふ爲に部品の局部や荷重のかゝる隅角などには成るべく平滑にし應力集中を避けるやうに仕上と設計とを考慮しなければならぬと思ふのであります。又疲勞問題も之は重大であります。此の疲勞現象は前述の切溝効果に

關係致しまして、つまり振動強度と云ふものゝ吟味をよくしなければならぬと思ふのであります。次に或る特殊の材料の高温、低温に對する研究、或はクリープ試験や、腐蝕強度と云ふやうなことも或る材料には試験研究をして吟味をすると云ふことが絶對必要であると思ふのであります。之を要するに從來の如き靜力的力學の計算のみでなく、疲勞、耐久、耐蝕と云ふやうなことを基準とした所の設計方式が新たに確立されなければならぬ問題であると思ふのであります。之は機械的或は物理的の問題として大きな問題となるわけでありまして、詳細に申上げる時間もありませんから、此處では省略して置きます。

以上大略申上げた次第であります。少し詳細に亘て申上げて見たいと思ひます。先づ發動機の部品から申しますと、一番問題になりますのは曲軸であります。曲軸は強靱性が必要でありまして、今日に於ても相當な限度迄到達して居りますので、其の爲に切削能力と云ふことが生産能率上の問題でありますので、今や大いに刃具の切削能力に就ての問題が重大化して來たのであります。之に就きましてはドイツなどでは相當切削能力の高い所謂チタニウムと稱するバイトを盛に使用してゐる様です。我國のタンガロイ、トリディアの様な超高力合金のもので相當能率を擧げて居ると云ふことが言はれて居りますが、此の問題は充分吟味する必要があるのであります。又曲軸の材料は現在使はれて居るものは120kg Ni・Cr・W鋼が、相當廣く使はれて居るのであります。以前はドイツも相當に使たのですが今やNiを大いに節約致しましてNiの含有量を2%に減らして居るやうな有様であります。尙窒化鋼や、滲炭鋼に關する問題も重大であつてベアリングの磨耗と云ふ問題と關聯致しまして從來色々研究されたことがあるのであります。今日再検討の上實用化されんとして居るのであります。其の外最近に於きましては曲軸の延長軸(ロングシャフト)と稱し、非常に長いシャフトがありますが斯う云ふものが問題になつて居るのであります。殊に此の延長軸と云ふものは飛行機の進歩の上から申しますと非常に論議されて居るのであります。非常に長い軸でありまして、どう云ふ鋼が安全で宜しいかと云ふことが問題になるのであります。尙之に附隨致しまして、御承知のやうに熱處理上の劃期的方法即ちトッコー、プロセスと云ふ方法が大量生産と同時に論議されることになりまして、現にドイツなどでも同様の方法を用ひて居る様であります。それに相應する所の材料と致しましては、現在は130kg Ni・Cr・

Mo 鋼が使はれて居る様で之はアメリカ邊りでさう云ふものが使はれて居るのであります。斯う云ふやうな方法を廣く使ひますと材料がどうなるかと云ふことも充分考慮すべき問題だらうと思ふのであります。尙從來は曲軸が時々折損したと云ふ事故がありまして、此の原因は色々複雑であります。要は材料の選擇と云ふこと以外に、設計上の改善、合理的の製造、検査、或は合理的に組立て、取扱ふと云ふやうなことが全般の問題に懸て居るやうでありまして、完全に信頼性を持たす爲には、之等の部品の材料方面の事項をも十分に吟味しなければならぬと思て居るのであります。併し從來は少し材料の方に責任を持たせ過ぎたやうな感じがあつたのであります。最近之等の密接な聯繫に依らなければ、到底重大な事故は防止出来ないだらうと云ふことを考へて居るのであります。

次に氣筒のことを簡單に申し上げますが、此の氣筒の材料は以前から炭素鋼、Cr 鋼、或は Cr·Mo 鋼と云ふやうなものを使って居ります。最近主として窒化鋼を使って居ります。併し窒化鋼の缺點は製鋼上の歩留が悪いので、悪くないやうにしたい、而も磨耗に耐え得るやうな材料であれば能率上非常に良いと考へて居ります。外にも色々の問題がありますが、其の詳細は省略することに致します。

次に排氣弁であります。之は少くとも 750~800°C の溫度に或る部分を曝されると云ふやうなわけでありまして、之等の高熱に耐え得る様に、オーステナイト鋼を使って居りますが、此のオーステナイト鋼には Ni が 15% 許り入て居ります。之は最近世界的に各國共に使て居りまして、或る程度性能上安定して居るわけでありまして、併し少しでも Ni を節約したいものであると考へて居ります。併しながら今の所まだ良い案がありません。最近弁には、孔のあいた Na 入の弁が可なり使はれてゐるので冷却上相當樂になるのではないかと思て居ります。尙吸入弁では溫度の點で排氣弁程ではありませんので、シリクロムを使って居りますが發動機に於て排氣弁と吸氣弁とがシリクロム其他 Ni を含まぬ鋼で兼ねられるやうになれば宜しいと思ふのであります。以上の話は要するに現状に即した話でありまして、將來發動機が 2,000 HP 或は 3,000 HP と云ふやうなものになりますと、一體どの位の溫度に上るかと思ふとあまり見透しがつきませぬ。その時には、もつと劃期的な材料を見付けなければならぬと考へて居るわけでありまして、併し現状と致しましては、大體材料としては設計、工作其他と充分協力すると云ふことが必要だと思ふ

のであります。

次に弁ばねの問題であります。材料にはピアノ線と Cr·V 線とがありまして兩方とも使はれて居ります。唯遺憾ながら我國ではピアノ線に對して完全に國産化されず、大量生産が出来ず且價格の點に於きましてもまだ安定して居りませぬので、之等に對しましては各方面で努力して居る次第であります。併し最近國産化の緒に着きました。併し最後迄残された唯一のものであるのであります。之に對しましては Cr·V 鋼線が宜いと云ふやうな論が一部にはあるのでありませうが、併し V 資源的不足と云ふことが關係致しまして、現在の所に於きましてはまだ不充分であります。併し米國等では相當に使はれて居るのであります。

次に齒車であります。此の齒車には肌焼鋼と強靱鋼の兩方が使はれて居りますが、此の兩方とも特徴がありまして現在の所肌焼鋼が多い様に思はれるのであります。併し最近減速齒車には窒化鋼が使はれて、成績は相當良いやうであります。但し此の齒車に關しましては材料問題も無論ありますけれども、最後の研磨仕上の問題が相當な問題であると考へて居るのであります。

次に將來の發動機と致しまして、高壓の下に高温に耐え得るやうな材料がなければならぬのでありまして、今後充分之等の研究をやる必要があると思ふのであります。併し現在の所ではどうも不充分ぢやないかと考へて居りますので、何とかして之を充分研究して改良して其の進歩發達を圖らなければならぬと考へるのであります。

次に彈性軸であります。此の彈性軸は振動防止の爲に曲軸とプロペラとの間に入れる材料であるので、之に就きましてはどう云ふ材料が宜しいか研究をされて居るやうなわけでありまして、一番理想を申せば何と云ても振動を止める事が出来れば宜しいのであります。併し研究の結果を言ひますと極端に高い抗張力を有する材料であつても必ずしも良いわけではないのであります。之に反して餘り軟かいものは無論いけないのであります。相當強靱でなければならぬのであります。さう云ふ點に於て適當な靱性と共に硬さがなければ解決が出来ない問題ではないと思ふのであります。そこで斯様な弾性的要求に丁度合致する様な特殊鋼が將來使はれるやうになることと考へて居るのであります。次に蔓巻ばねの代りに單なる棒狀ばねを用ひて彈性作用に利用すると云ふことも色々研究されて居るやうであります。詳細には存じませぬけれども、さう云ふことも將來實用化が考へられるだらうと思ひます。

今迄は發動機を主體として申上げましたが、次に機體用の鋼材として如何なるものがあるかと云ふことに付て簡単に申上げて見ますと、第1に不銹鋼板で 18/8 Cr・Ni 鋼の如きは排氣管や排氣集合管に熔接後使はれるのでありますが、Ni を節約の爲 17% Cr 鋼板を代用し得るものと思はれます。現在では發動機架や胴體構成用の鋼管などに Cr・Mo 鋼管が多く使はれて居るのであります。それから特殊鑄鋼の鑄物でありますが、此の様な鑄物は鍛鋼品の代用としてドイツなどでは相當實用化されて居るやうであります。之は抗張力其他の特性上特殊鋼と大體同じやうな性能があるものであります。

それから次にプロペラ用材料であります。此のプロペラの翼材料は大體輕合金でボス金具は特殊鋼でやっておりますが、將來の趨勢をも考へますと、鍛造された特殊鋼や鋼板で組立の場合や、或は鋼管で作る場合等色々考へられるのであります。之等は將來充分研究しなければならぬ問題であると考へるのであります。之等の製造方法につきましても色々あるのであります。機體の方と致しましては、特殊鋼關係の方には差當りあまり重大な問題は見付からないやうに考へて居るのであります。

次に多量生産に關する事項であります。我が國と致しましては、此の多量生産に關する事項は、諸外國、殊にドイツの製造方式と比較致しましてどうしても遅れて居るわけであります。此の多量生産の設備機械を益々有效的に能率を充分に向上すると云ふことは目下の急務であると考へるのであります。

そこで大量生産のことを分けて考へますと云ふと、先づ豊富なる材料供給と鍛造の大量生産に分れるのであります。それで特殊鋼の熔鋼のことに關し、我が國の現状に於きましてはエル式電氣爐 15t 臺のものが大きい方あります。外國殊に米國に於きましては大分大きなものがあるので當然將來更に大型のものが多くなり大量生産となると思ふのであります。

それから鍛造方式及熱處理上の大量生産方式に對しては將來一步を進めまして、相當進歩した大量生産方式を採用することにならなければならぬ問題と思ひます。就中問題になりますのは分塊ロールや鍛造機械及鍛造プレス、或はそれ等の附屬機械類の採用でありまして、我國では未だ相當に劣て居ります。將來は勿論今日と致しましては航空機用特殊鋼の製造に對しても大きな分解ロール機で鑄塊を處理しなければならぬ程度に立至たのであります。次に優

秀な鍛造機械や鍛造用プレスの大型のものを國産化すると云ふことが焦眉の急務であると考へるのであります。之等に就きましては外國殊に獨逸及米國では可成り進歩したものが出來て居りますので、之等に劣らないものを國産化し早く優秀な鍛造品を作りたいと云ふことを力説したいと思ひます。

尙之に關聯致しまして型彫機械と云ふものが問題になるのであります。例へば米國に於けるケラー式の様な型彫機械の優秀なものがまだ國産化出來て居りませぬ。從來我國では米國製のものを各工場で各型式のものを若干輸入して使て居る程度であります。この機械は大量生産上非常に多く必要でありますので、容易に取得出來ない事は甚だ憂慮すべき問題であります。是非1日も早く國産化する必要があると考へるのであります。ケラー式型彫機械は主として電氣機械でありまして、非常に複雑なりレー式自動機械の配線で出來て居ります。之は早く一般的に何處でも容易に得られる様に致したいものだと考へて居ります。

次に型に使ふ所の鋼材であります。之は御承知でありませうが、米國に於きましては大體 A から D までの4つ位に大別してゐるやうでありまして、炭素量約 0.6%、Ni 1~2%、Cr 0.5~1.0% Mo 約 0.3% と云ふやうな成分の範圍であります。斯う云ふものを約4種類に別けて、それに色々熱處理を施して硬度を變更し、5種類程に統一されて居る様であります。米國に於けるこの様な形式は我國に於ても採用しなければならぬと考へるのであります。一般の材料の取得が非常に困難な時に當り、型用鋼としては最も困て居る現在のやうな場合に、出来るだけ適材適所に鋼材の種類を統一しなければいけないと考へて居るのであります。全面的に米國の儘を採用する必要は決してないと考へますが、何とかして現状に即した方法を考へて、速かに實行に移す必要があると考へて居るのであります。

次に、多量生産に關する統制方針を確立しなければいけないのであります。言葉を換へて言ひますと、大量生産には分業組織の確立と云ふことが總ての工業の根本を成して居るのであります。例へばドイツでは國內の何處へ行ても、一體何をやって居るか少しも分らぬと云ふ程總ての工業が分業組織として確立されて居ると云ふ状態であるのであります。それで何處へ行ても一貫せる完成品が纏て居ないで皆ばらばらになつて居るのであります。此の分業を綜合的に纏めて、さうして一つのものに出

來上げて居るのがドイツの工業であるのであります。さう云ふシステムを1日も早く我國にも持て來なければならぬのでありまして、それにはどうしたら宜しいかと云ふことは先程申し上げました通り全産業組織が更に一致協力によって再編制する事によって始めて確立されなければならないと考へて居るのであります。

それから重複するかも知れませんが、航空機用部品の多量生産に就て先程申し上げました外に重要な事は寸法公差の統一であるとか、或はリミットゲージのシステムの具體的實行の問題であるとか、色々な問題の綜合により結局流れ作業を完成すると云ふことを徹底すべきであります。それに対して多量に良い材料を支給してやると云ふことゝ相俟て初めて完成出来るのであります。さうして黒皮の儘使用出来る様な部品を供給し、機械加工を節約し其の能力を他に轉ずる様に仕向けると云ふことでなければならぬのであります。之は材料部門として最も大きな責任であるのであります。この目的を達成する爲に必要であるのは申すまでもなく大型の精巧な鍛造機でありまして、現在我國に於て輸入して居るこの種の機械類は莫大な數量に上居るのでありまして、一般工作機械と共に年何億と云ふ非常に大きな額になって居るのであります。従て之等の機械は今後なるべく國産化する様に努め、結局鍛造品に対する最後の機械仕上を減少する様にして能力を増大する様にやらなければならぬのでありまして、さう云ふことでなければ世界の競争舞臺に立て打勝つことが出来ぬのぢやないかと考へて居ります。

結局航空機工業としての特徴とも申すべきものは所謂電撃作戦と云ふやうな言葉で示す如く、非常事變の勃發するや否や非常に最短期間に當時の最も新式の最も進歩した設計の發動機或は機體が要求されるわけでありまして、それを非常に迅速に多量生産し得ると云ふことゝの能力を國內に保有して居らなければいけないのであります。而して夫等も一、二年経てばもう古くなって使用されなくなるのでありますから、次々と新式のを非常に最短期間に最も多量に作る事が絶對的要件であります。この爲にはどうしても能率のよい進歩した鍛造機械が問題になるわけでありまして、此の鍛造機械を用ひて多量に部品を供給し、航空機製作の流れ作業と云ふことに就きましてはまだ我國では充分ではありませぬが、ドイツに於ては非常に組織的に、又非常に合理的に採用して居りますが、之に先立て品質良好な材料を準備しそれに相應した鍛造機械を専門的に揃へ

まして、充分潤澤に供給して作業を圓滑に流さなければいけない。今日吾々が経験してゐる様に不合理な統制をやつたのでは逆もうまく流れる筈はないのであります。申す迄もなく、鍛造機械の最も能率な優秀なものは少くも單一目的である事が肝要で複雑な用途のものはどうかと思ふのであります。この種の優秀な機械を1日も早く國産化することが必要であるのであります。御承知の如く、アメリカなどでは5"若くは7"、或はもつと大きなアップセンティングマシンと云ふ機械が非常に能率良く用ひられ、而もよく流れ作業に適應する様に機械が出来て居りまして、航空發動機の氣筒であるとか、曲軸、齒車であるとか云ふものも勿論さう云ふ機械でどしどし作ることになつて居りまして、將來もこの種の目的の進歩した鍛造機械がどしどし考案又は改造される事と思はれるので斯う云ふものを何とかして1日も早く國産化致したいと考へて居りまして、之は最も焦眉の急務であると思ひます。之につきましてはこの種機械を作る爲に大型のものが必要の際は當然大型鑄鋼と之を加工する爲の大型設備とが必要であります。同時に進歩した設計が必要であるので國策に即する様に技術者の提携、製造設備、圖面の融通等がなければならぬのであります。斯う云ふことを統制しないと出来ませぬが、どうしても官民一體となり、殊に官に於きまして斯様な國産機械の指導管理を強行しなければならぬのでありまして、材料或は製作圖面の供給或は作成と云ふことに徹底的に指導を行ふことをやらなければならぬのであります。最近科學審議會に於きまして問題になつたのであります。どうしても他の重要問題よりも先にやらなければいけないのであります。圖面と言ひましても、外國の圖面を其の儘買入られると云ふことは目下非常に至難でありますから、輸入機械に対しては何處かで早くスケッチし、それによつて製作すると云ふやうに致しまして、さうしてそれを色々改良し、更により優秀なものを作る様にしたい。之をどうしてもやらなければならぬと思ひます。最初に試作致しました機械と云ふものは勿論完全でないと思ふことは分り切て居りますが、更により一層之を優秀なものにする爲には、どうしても氣長によく官民相協力して之が改善を計ると云ふことにしなければならぬのでありまして、從來の様に、國産品はもう駄目だと云ふことを言ひ切らないで、何回も改善に改善を重ね、良いものにして後に廣く使はしむるやうにする位の度量がないといけないと思ふのであります。隨ひまして今日この種の輸入機械も大分ありますが、將來

も之等の機械の優秀なものを選定し、特に輸入を制限しないで、之を広く参考に致しまして、一番良いものを國産化すると云ふやうにすることが最も必要なことと考へるのであります。

大體以上申上げましたことは表面的な甚だ雑駁なことを申上げたに過ぎないのでありますが、之を搔搔んで申上げますと云ふと、我が國に於ける工業的能力の現状、殊に航空機工業の立場に於きまして、一般の人は諸外國に劣るものでないと言われるかも知れませぬし、或は又斯様に見る人があるかも知れませぬ。併し之を冷靜に判断して見ると少くとも材料部門殊に特殊鋼に關係ある分野に於きましては、今迄申上げたやうに研究改善を要するものが非常に澤山あるのであります。之は誰の所爲でもないものであって、今日迄我國工業の歩んで來た経過からして當然なことであると思ふのであります。けれども之は唯徒らに斯うしては居られないのでありまして、1日も早く官民協力致しまして、航空工業の大量生産組織を一刻も早く達成して、さうして世界の進運に遅れないやうにしたいものだと考へて居るのであります。

以上申した事から最後に結論を申しますが、この事柄を二つに分けますと、一つは質の向上であります。優秀なる發動機の進歩に伴ひまして、特殊鋼の品質の優秀と云ふことゝ、一方特殊鋼の多量生産と云ふことが必要であることは言を俟たない所であります。特に特殊鋼原料の品質の向上と云ふことは目下の重大問題であるのであります。尙資

獨逸代用鋼

區分	符號	成分				用途
		C	Cr	Mo	其他	
Cr 鋼	1252	0.45	1.6	--	--	氣筒
Cr-Mo 強	1452	0.25	1.0	0.2	--	
鋼	1454	0.35	1.0	0.2	--	
	1455	0.40	1.0	0.2	--	構造用
	1456	0.30	2.5	0.3	--	
Cr-Mo 肌	1407	0.15	1.0	0.25	--	齒車、曲軸、
燒 鋼	1408	0.12	1.2	0.25	--	減速齒車類
	1409	0.18	2.0	0.25	Ni 2 P 0.2	強靱鋼としても使
窒化鋼	--	0.30	2.0	0.3		用す。

源的に恵まれない現状に於きましては、之に即應した所の代用材料、其の他熱處理取扱の改善等、さう云ふことに依て品質の向上を期待しなければならぬと考へて居ります。

この表はドイツの代用鋼に關する簡単な表を掲げたのでありますが、之は品質向上と云ふ事をも願慮して極力ニッケルを使用せず主として Cr 鋼、Cr-Mo 鋼を使って居るのであります。先づ初めに掲げてあるのは Cr 鋼系統で今迄澤山使つて居りドイツと致しましては大分以前から使用して居りまして、性能の高い強靱鋼では抗張力 200 kg にも達する相當高いものまであるのであります。それから Cr-Mo 鋼中には炭素量が 0.25, 0.35, 0.45% の如く各種のものに區分されて居りますが、此の炭素量を變へることに依て抗張力や硬度も異つて居ります。それから肌燒鋼にも矢張り Cr-Mo 鋼が使はれて居りますが、2~3 種類あるのであります。但し此の中には Ni を 2% 程度含有したのも使つて居るのでありますが、従來は Ni 4% であつたのを半減したのであります。次に窒化鋼であります。之はピストン軸に使はれ相當強靱なものであります。

最後に多量生産方式の改善と致しまして纏めて申して見ますと第一に熔鋼の多量生産、鍛造機械の國産化、鍛造方式の合理化、型彫機械工業の確立、それから材料關係ではありませぬけれども、部品の生産方式の確立、分業の確立更に之に附隨して注文、配給、検査方式の合理化と云ふやうな事務的な部門がもっと合理化されなければならぬと云ふことになるかと思ふのであります。重複して申上げたやうでありますので、御聞き辛い所もあつたらうと思ひますが、大體以上のことを申上げて置きます。以上一つ一つの部門に就てもっと詳細に申上げますと皆1時間、2時間を要するやうな重大問題で單に列舉したに過ぎません。皆様におかれまして、斯う云ふことならば大體分て居ると云ふやうな事柄が多かつたかも知れませぬが、其の點はどうか御許を願ひたいと思ひます。尚に雜駁なつまらないことを單に羅列したと云ふことを重ねて御詫び申上げて置しまして、之を以て私の講演を終ることに致します。