

工場事業場技能者養成令準據

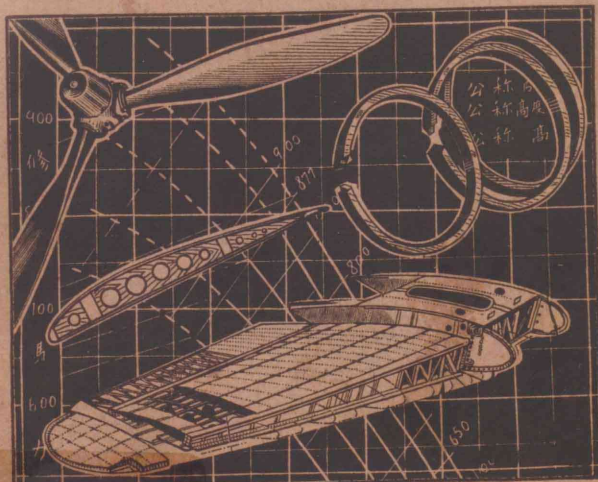
技能者養成テキスト

航空機材料

監修

東京帝國大學教授
工學博士

富塚清



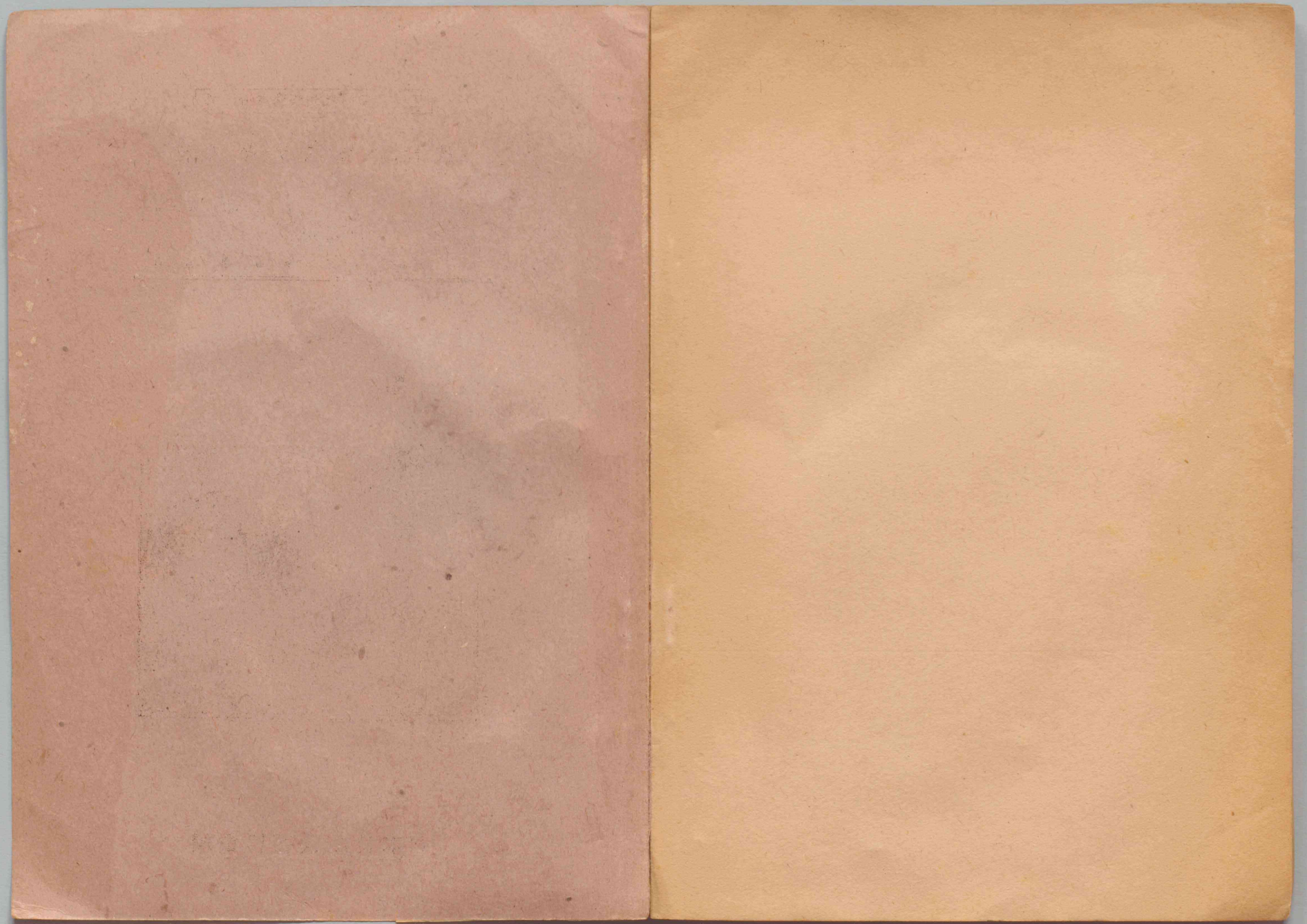
群馬県立図書館

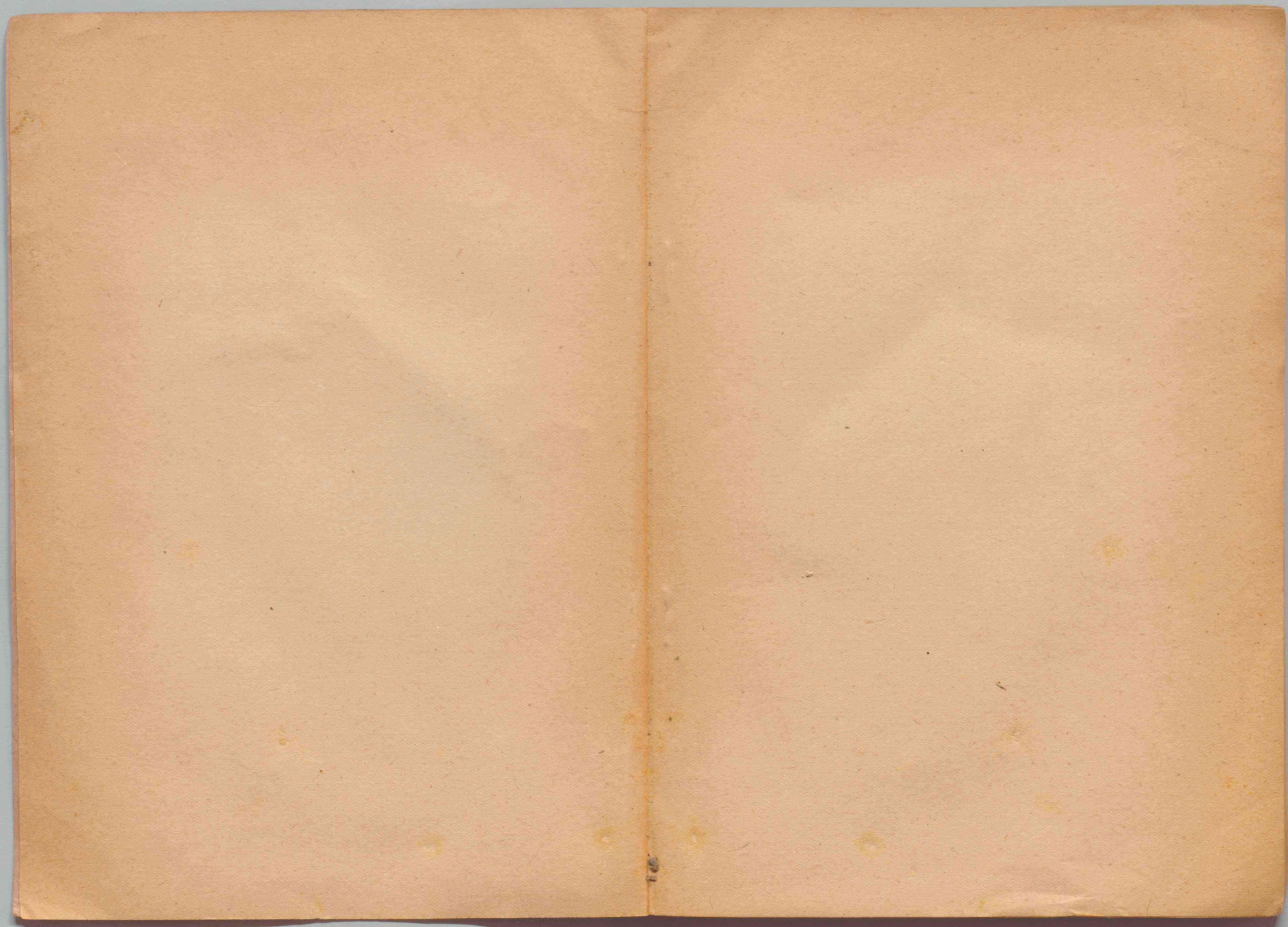


0703568-6

日本技術教育協會編







工場事業場技能者養成令準據

技能者養成テキスト

航空機材料

監修

東京帝國大學教授

富塚清



日本技術教育協會編

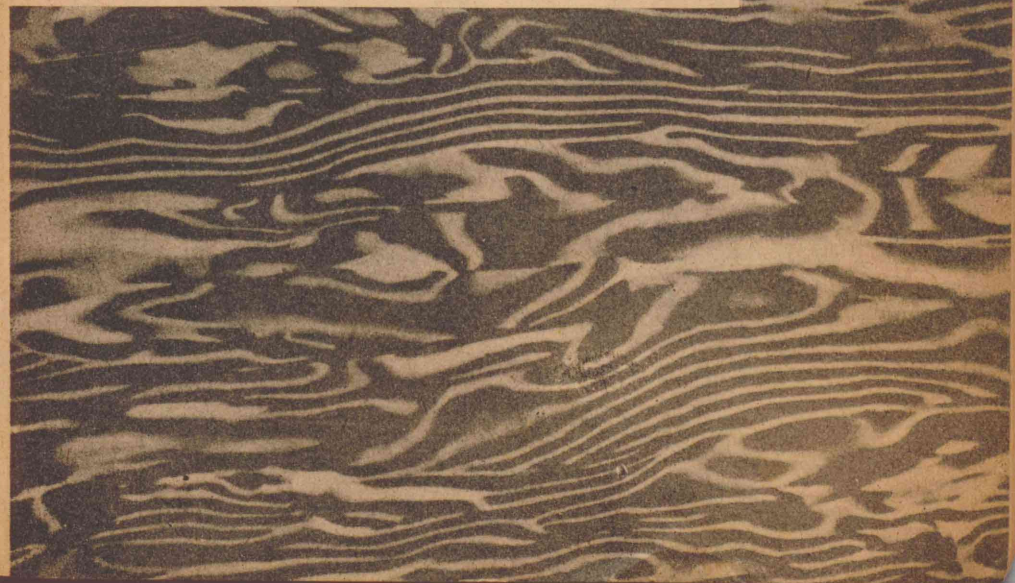
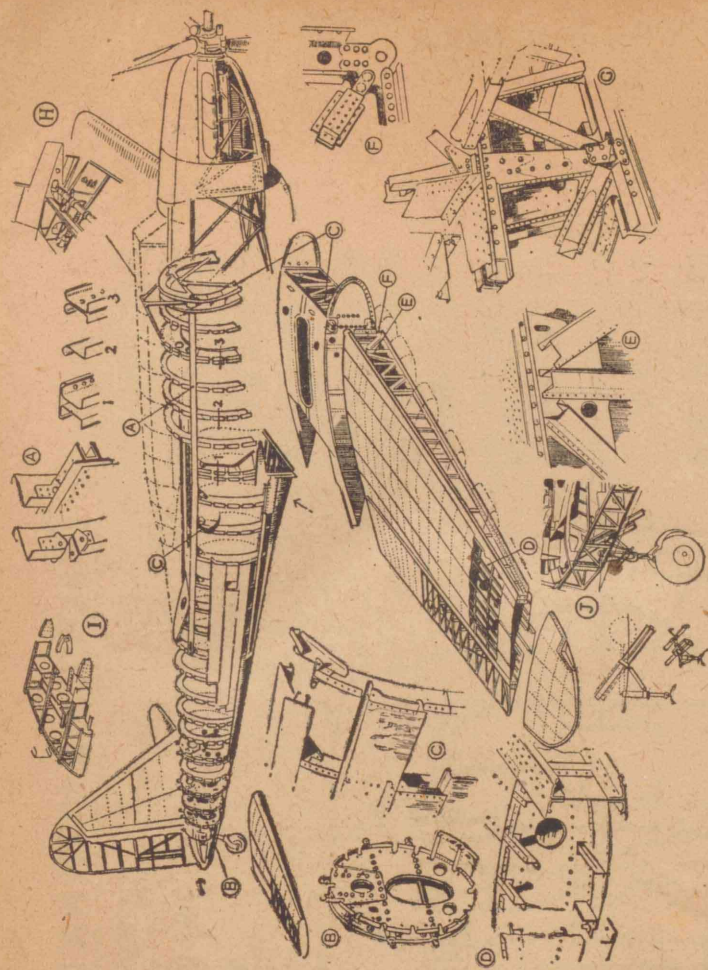
序

航空機工場へ入職する少年諸君は、殆ど一人残らず大きな夢を持つて居る。今まで、国民学校で模型飛行機を手がけて居たさながらに、本物の飛行機をいぢれると思ふのである。ところが入つて見ると大あて違ひで、しばらくの間は出来上りのものにさはるはおろか、碌々近よつても見られない。はじめの中は、来る日も来る日もハンマ振りや鑿かけの練習である。それがすんだと思ふと、どこにつくか皆目見當もつかない小部品の製作である。それを完全につくり上げること、それを一つでも數多くつくること……それが少年工諸君に課せられた今日の最大の任務であり、それを果すことによつて航空戦力の實質的増強が期せられるに相違ないのだが、その仕事の價値が少年達には中々判らない。つい幻滅を感じ、その心の隙に悪魔のつけ入ることが往々にしてあるといはれる。

さういふことに陥らないために色々の注意が拂はれてゐるが、一番根本的で有効だと思ふのは、教育である。仕事の本質を理解させ興味を感じさせ、またわざを上げさせ、そのわざの上つた喜びを感得させるのである。教育の一助として教科書がある。一般的な機械工作法の教科書の採用も利かないことはないが、何せ航空機は一般機械に比し、格段に軽く、併も責任は重い。だから轉用では、稍のんびりしすぎる嫌ひがなくはない。よつて特に航空機の工作の教育を目標とする教科書の必要が感じられるわけであるが、何分この工業の若い關係で、今日迄、適當な物が見當らなかつた。今回、日本技術教育協會では、その缺陷を補はうとの目的で技能者養成テキストを編纂することになつた。多數の練達の士が非常な熱意を以て之に當られるので定めしい本が出来ると思ふ。尙發刊後も良心的にたゆまず改訂を加へる肚と承るから、日進月歩のこの技術の進歩に充分歩調をあはせ得るのみならず、やがては充分それに先行し得ることにもならうかと期待する。幸ひに江湖の利用を望む。

昭和十八年二月二十八日

東京帝國大学教授
工学博士 富塚 清



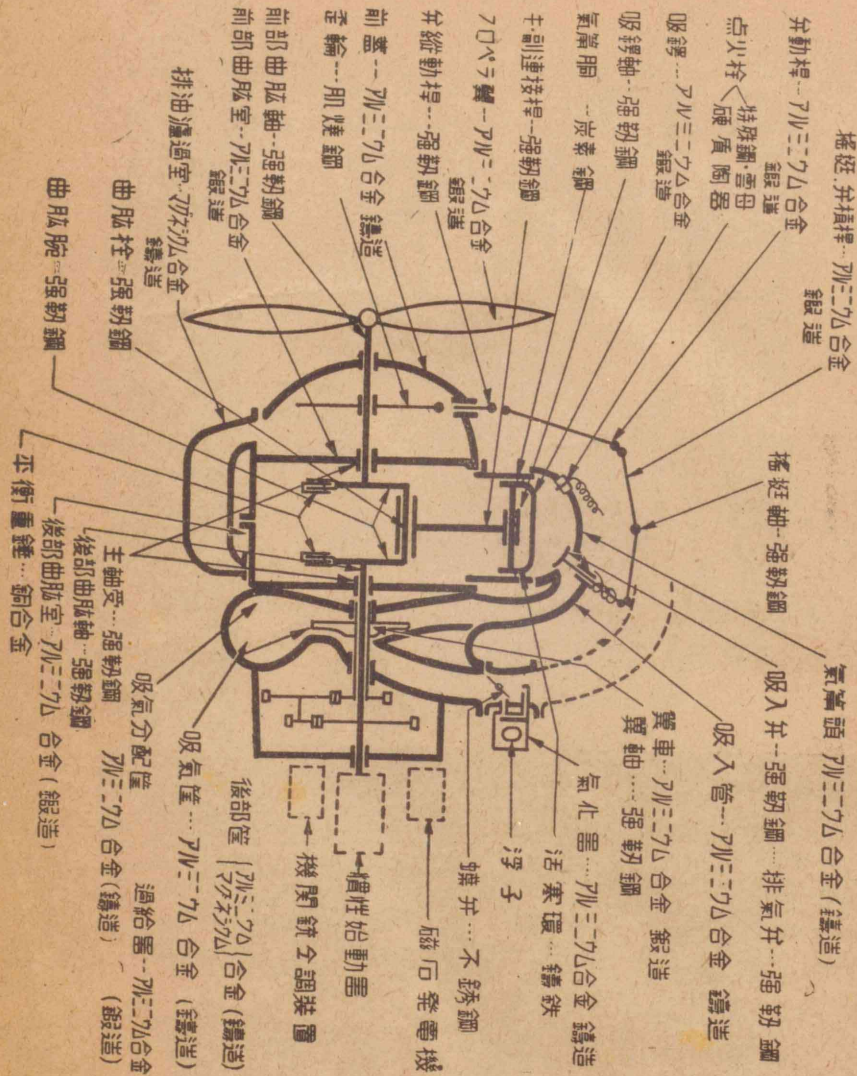
凡 例

1. 本書は、本協會が曩に計畫した業種別技能者養成テキスト體系中航空機關係の一部をなすもので、内容及び三箇年間の教科課程は、いづれも工場事業場技能者養成令の主旨に則り、且つ工場の實狀を參酌してきめた。
2. 今日航空機の増産、航空機工業の確立は、聖戰完遂途上に於ける最大の急務である。一方航空機工業が出發後日未だ淺く、しかもそれが近代科學の先端を行く高級材料の集成であることを考へるとき、航空機工業に従事するものに對する材料學の教育の意味は極めて大きい。
3. しかしながら、養成工に對する材料學の教育は、材料の物理的、化學的、冶金學的諸性質の作業と關係なき羅列であつてはならない。あくまで作業を中心とし、材料の實際的取扱ひ、加工の上からその諸性質を教へるといふ形のものでなければならない。
4. 養成工は多くその知識、技能を工場の中で學び、工場が知識、技能の實際的修練の場所となるのであるから、現場に於ける指導的工員あるひは現場指導員との聯絡が極めて大切である。
5. 本書の取扱時間は約50時間の豫定で、養成令の示す「材料」の標準時間と對照してゐる。

昭和18年3月

日本技術教育協會

空冷星型發動機金属材料配置表



目 次

1. 航空機の材料として大切なこと..... 1

2. 航空機材料の種類..... 4

3. アルミニウムとその合金.....10

4. マグネシウムとその合金.....23

5. 鐵.....28

6. 特 殊 鋼.....34

7. 銅とその合金.....49

8. 木 材.....56

9. 接 合 剤.....65

10. 塗 料.....69

11. ゴ ム.....74

12. 航空機用燃料.....78

13. 羽布その他.....82

(附 録).....1~25

1. 航空機の材料として大切なこと

航空機と材料に
 對する信頼性——
 空をかける荒鷲の
 命をたくするもの
 は飛行機である。
 安心してどこへで
 も飛んでゆき、お
 もふ存分の働きを



第 1 圖 荒 鷲

してかへつてくる。飛行機の速度が早いとか、長い距離を飛ぶ
 ことができるとか、敵機と取組んで身輕に戦闘ができるとかい
 ふことの前に、まづ飛行機は安心して乗れるものでなければな
 らない。

これを材料の方面から考へるならば、その主な部分を形づく
 つてゐる材料が、充分信用のおけるものでなければならぬ。
 つまり、飛行機の材料としては、充分に信頼できるものである
 といふことが第一の條件である。

われわれは船に乗つても、船の骨組や外板の強さを全く信頼
 してゐて、家に住めば柱や屋根板の強さを信頼して、少しも心

配はしない。しかし飛行機は、空気よりも重いにもかかはらず、空気中に浮かび、その中を非常に高速度で飛びまはり、ときにははげしい戦闘をさへ交へる。

材料に對して不安がある間は、飛行機はまだ實用向きの飛行機といふことはできない。

材料が信頼できるかどうかをきめるものは、まづその強さである。胴體や翼を形づくる骨組は、人間の骨格のやうに全體をささへ、はげしい活動にたへなければならぬ。とくに關節は丈夫でなければならぬ。たくさんの張線や操縦用の索の類はその命をつなぐものである。脚も十分に強く、翼や胴體の外板も飛行機を空気中に浮かす大切な役目をする。

しかし、何といつても飛行機は軽いことを必要とする。一にも軽いこと、二にも軽いこと、三にも軽いこと。飛行機が生れて以來、機體を軽くするために、あらゆる技術者や研究者の努力がささげられてきたのである。

適材適所といふこと——さてどんな機械でも、その各部の働きによつて、一ばん適當な材料を一ばん適當したところに使うことに気がつく。1 臺の自轉車や自動車をとつてみてもさうであり、機械ではないが、人間や鳥の身體について考へてみれば、なほさらさうである。ことに飛行機のやうに全體の姿を流線型に、そして軽くするために形の上や重量の上でのいろいろな制限を強く受ける機械では、適當した材料の選擇といふ

ことがきはめて大切である。

海水につかりやすいところには、錆びにくい材料を、常に引張られてゐるところには、引張る力に對して強い材料を、常に高熱にあたつてゐるところには、熱によつて質の悪くならないやうな材料をえらぶのである。

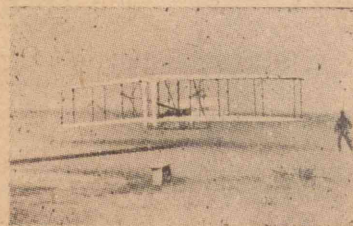
飛行機をつくるものにとつて——飛行機は、このやうにいろいろなこみ入つた制限を受けるものであるから、その設計は實にこまかい計算と實驗とを基礎として行はれる。しかし、その設計圖にしたがつてこれを實際につくり上げる人人としても、或る材料がなぜそこに使はれてゐるのか、またこの材料は、なぜこのやうな加工の仕方をしなければならないのか、といふやうなことを十分に知つた上で作業にのぞまなければ、決して信頼のおける飛行機はできない。

いかに材料の品質がよいといつても、これを取扱つてゐる間に材料について無知であるために、さけ目や疵をつくつて平氣でゐたり、必要な手を抜いたりするやうなことがあつてはならない。

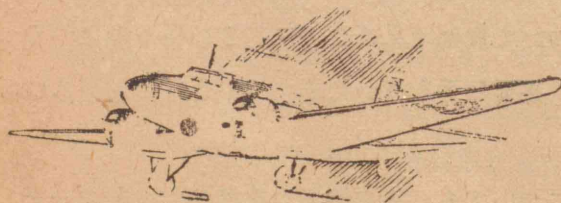
鋸1本についても、その性質や取扱ひ方に對する正しい知識をもつた上で作業をしなければならない。

2. 航空機材料の種類

今日の飛行機——今から 40 年前に、ライトが飛んだ世界最初の飛行機は木製であつて、15 種類の材料でできてゐたといふ。しかし、今日の空中戦に使はれる飛行機は、實に數百種にのぼる材料からできてゐる。



第 2 圖 ライトの飛行機

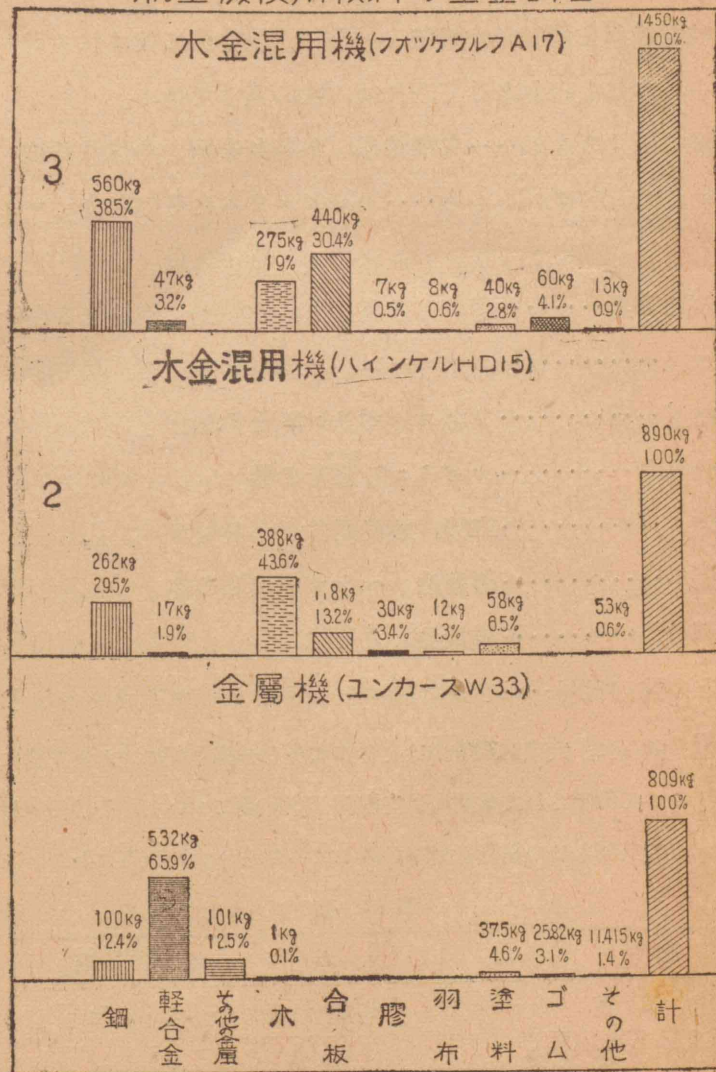


第 3 圖 今日の飛行機

この間に、いかにしてより強い、より軽い材料を使ひ、充分に信頼性のある性能の高い飛行機をつくるかといふことに苦心をした多くの航空技術者の努力が、このやうなたくさんの材料

第 4 圖

航空機使用材料の重量割合



をうみ出したのである。それはまた一めん、全體としての航空機の重量を大きくしてきたのである。

航空機用金属材料の種類——今日、航空機に使はれる材料のうち、主なものをあげてみれば、次の通りである。

鐵に屬するもの……各種鑄鐵、各種炭素鋼、各種特殊鋼
輕合金と呼ばれるもの……アルミニウムとその合金、マグネシウムとその合金

銅の合金……青銅、黄銅、その他軸受に使はれる合金

木材……スプルース、マホガニー、^{ひのき}檜、^{くるみ}胡桃その他

塗料……ワニス、ペイントその他

接合劑……^{にかは}カゼイン、膠その他

ゴム……車輪、緩衝用などの各種ゴム

燃料……揮發油、ベンゾールその他

潤滑油……機械油、その他

その他の材料……ガラス、ベークライト、マイカルタなど

註 試みに、大東亞戦争がはじまつてから一箇年間に、わが荒鷲によつて撃墜された敵國の航空機約 6,000 機について、その使用材料の主なものの總量を概略計算してみると、次のやうになる。

第 1 表

材 料	1 機	敵 (6,000 機)
銅	100 匁	600 匁
輕 合 金	523 匁	3,192 匁

その他の金属	101 匁	606 匁
木	1 匁	6 匁
塗 料	37.5 匁	225 匁
ゴ ム	25.82 匁	154.92 匁
そ の 他	11.415 匁	68.49 匁
計	809 匁	48.54 匁

これによつても、近代戦がいかに多くの資材を消耗するかといふことがわかる。

航空機と材料資源——この數百種に上る材料を、自分の國で満足できる程度に産出する國は世界に一國もない。その意味では、世界の各國がみな「持たざる國」となつたといふことができやう。そこで、今日のやうな世界の狀勢では、主だつた國國は自分の勢力のとどく範圍の中で、これらの材料を間に合はせるやうにあらゆる努力をはらつてゐるのである。

イタリアは、飛行機に最も大切な輕合金にとぼしいため、今でも國內に産する木材を使つて立派な飛行機をつくり、優秀な飛行記録をつくつてゐる。

これに反して、アメリカはアルミニウムには最もめぐまれてゐるので、全輕合金製の飛行機をつくつてゐる。またイギリスでは、鋼鐵をたくさん使つて飛行機をつくつてゐる。

ドイツの全輕合金製の飛行機も有名である。

わが國は、元來資源のとぼしい國といはれてきたが、幸に大



第 5 圖

東亞共榮圈の中で相當な資源を確保してゐる。

一ばん多量に必要なアルミニウムについては、昭南島の尖端にあるビンタン島が世界的に有名なアルミニウム鑛石の産地である。またマグネシウムの鑛石は、朝鮮および滿洲に多量に産出され、目下盛にその増産が進められてゐる。

そのほか、飛行機の生産に缺くことのできない錫、タングステン、アンチモニーなども豊富にあり、とくに錫は世界産額の7割、タングステンは8割を大東亞共榮圈の中にもつてゐる。

反對に不足するのは銅、ニッケル、コバルト、モリブデン、バナジウム、白金、水銀などであつて、とくに銅とニッケルの

不足は、われわれの最も痛く感ずるところである。しかし、これも技術者の研究などによつて、遠からず對策が考へられるであらう。

いづれにしても、兵器資材の消耗のはげしい近代戦においては、これらの金屬資材の一片一片が尊い戦力のもとになるのである。いやしくも、取扱ひや加工上の不注意から、貴重な資材を使ふことができないやうにしたり、無駄にするやうなことがあつてはならない。

一片の金屬といへども、これが積り積つて大きな爆撃機を形づくるのである。

3. アルミニウムとその合金

軽合金と航空機——今日の航空機は、練習機やグライダーをのぞいては、ほとんどすべて金属製であるといつてもよい。しかし、その金属の中でも一ばん多く使われるのは、軽合金とよばれるアルミニウム合金と、マグネシウム合金である。

第 2 表 飛行機用材料重量割合

機 種	全 金 属	木 金 混 用	木 金 混 用	全 木 製
使用原料	旅 客 機	旅 客 機	練 習 機	練 習 機
アルミニウムとアルミニウム系軽合金	39.0 %	26.0 %	20.0 %	20.0 %
特殊鋼と鉄系合金	17.0 %	18.0 %	21.0 %	12.6 %
銅 と 銅 系 合 金	3.0 %	3.0 %	2.0 %	2.0 %
鉛	1.0 %	1.0 %	1.0 %	1.0 %
木 材 合 板	—	25.0 %	17.0 %	17.0 %
羽 布 (塗料とも)	—	1.0 %	4.0 %	12.4 %
ゴ ム	3.5 %	3.5 %	3.0 %	3.0 %
發 動 機	22.0 %	21.0 %	31.0 %	31.0 %
そ の 他	14.5 %	1.5 %	1.0 %	1.0 %

今から 20 年ぐらゐ前には、木材が全体の重量の 53 %、鋼が 32 %、アルミニウムが 5 % といふ割合で、木材が約半分を占めてゐたが、最近の飛行機では全く反対になつてゐる。

一例として航研長距離機をとつてみると、この飛行機の機體はアルミニウム合金が 68 %、マグネシウム合金が 3 %、鋼の類が約 15 %、残りはその他の各種材料からできてゐる。

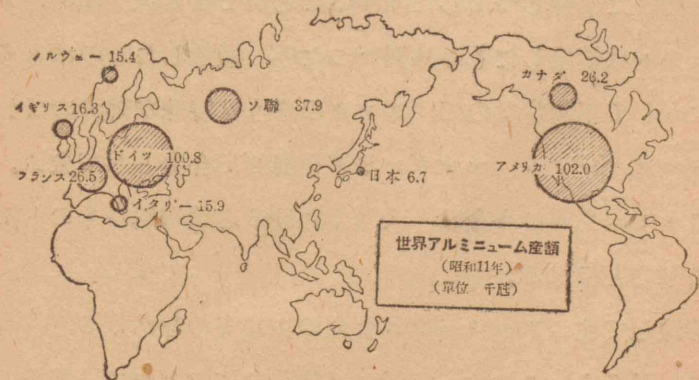
機種によつてもちがふけれども、今日の飛行機では、その機體はアルミニウム合金が 60 % から 80 % で大部分を占め、その他は大たいマグネシウム合金と鋼の類でつくられる。

また發動機に使はれる材料はアルミニウム 45 %、鋼も同じく約 45 %、銅合金が約 5 %、残りがその他の材料といふ割合になつてゐる。

したがつて、軽合金なしには今日の飛行機はつくることができず、飛行機をつくるためには、それと併行して軽合金をつくる工業を盛にしなければならないといふことになるのである。

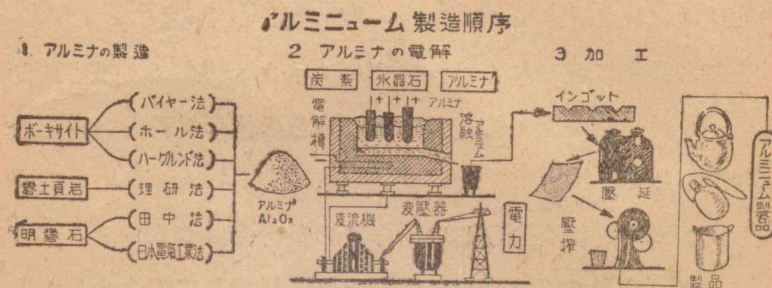
アルミニウムの製造——工業的にアルミニウムをつくるのに

第 6 圖



は、特殊の鑛石が必要である。日本で使ふアルミニウムの大部分は、滿洲國の大石橋および前に述べたピンタン島に産するボーキサイトおよび朝鮮の明礬石からえられ、最近では相當に純度の高いものが多量にそして安價にえられるやうになつた。

第 7 圖



最良のものは純度 99.8 % にもおよぶが、普通は 99~99.5% である。

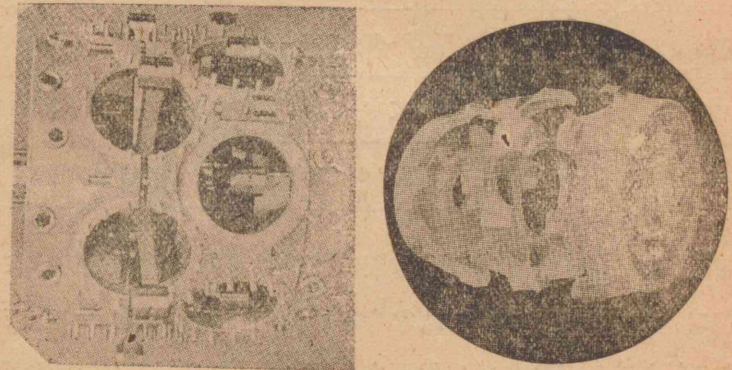
アルミニウム合金——アルミニウムは軽くて、熱を加へなくても曲げたり押しつぶしたりすることができるが、純粋のアルミニウムは鑄造したものは弱かつたり、鍛造したものはもろかつたりして不適當なので、タンクのやうな特殊な部分のほかは、銅やマグネシウム、マンガンなどを混ぜて合金として使ふ。

アルミニウムの合金は、大きく分けると鑄造用のものと鍛造用のものとなる。

鑄造して使ふアルミニウム合金の主なものあげると、シルミン、Y合金、ラウタル、No. 195 などであつて、鍛造して

使ふものにはデュラルミン、アルチウル合金、ザンダー合金、Y合金などがある。

シルミン——シルミンは、アルミニウムに珪素を 11 % から 14% 含ませたもので、非常に鑄物にしやすい性質があるので、クランク室、車輪、一般の部分品などとして使はれる。



第 8 圖 クランク室

また純粋のアルミニウムよりも強さが大きく、腐蝕にもよくたへる。シルミンを熔かして鑄込む前にナトリウムを 1% ぐらい入れると、地金の質がよくなる。

また、シルミン銅やマグネシウムを少し加へると、一そう質がよくなり、計器類や尾櫓などの部分品として使はれる。

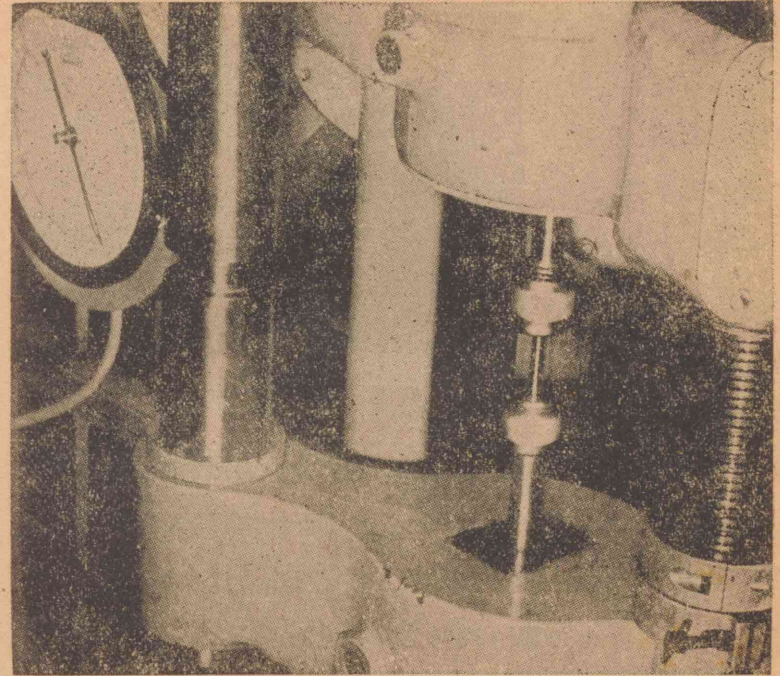
Y合金——Y合金は、高温度にあつても強さがあまりかはらないし、熱の傳導もよいから、ピストンや氣筒頭のやうな高熱を受けるところに使はれる。

第3表 鑄造用アルミニウム合金の種類と性質

種別	名称	銅	マグネ	マンガン	珪素	鐵	ニッケル	アルミ	引張り強 度/延び	伸び	硬度 ブリ ネル	用途
第一種	No195	4~5	—	—	<1.2	<1.0	—	残部	>26	>3	>70	クランク室 その他部品
第二種	ラウ タル	3.5~ 4.5	<0.2	—	<0.7	<0.8	—	残部	>28	>1	>85	〃
第三種	シル ミン	—	—	—	11~ 14	<0.8	—	残部	>18	>4	—	クランク室 車輪、一般 部品
第四種	rシル ミン	—	0.3~ 0.8	0.3~ 0.8	8~10	<0.8	—	残部	>25	>2	>85	計器、尾 橈金物、 同上部品
第五種	Y合金	3.5~ 4.5	1.0~ 2.0	—	<0.8	<0.8	1.2~ 2.5	残部	>28	—	>95	ピストン 気筒頭、 同上
第六種	HY. SA ₂	—	4.0~ 7.0	0.1~ 0.5	<0.6	<0.8	—	残部	>18	>5	>70	カム 軸 蓋、耐熱 部品

比重と抗張力—まづ飛行機に使ふ材料は、前にも述べたやうに、軽くて強くなければならない。材料は重さを、すべて比重であらはし、強さでは抗張力、弾性限界、伸びなどが問題になる。比重といふのは、同じ體積の水の重さを1として計算したとき、その材料がどれだけ重いかその割合をいふのであつて、抗張力といふのは、その材料を引張つて切斷するまでに、その材料がたへられる力の大きさをいふのである。抗張力は、ふつう斷面積1平方耗(mm²)を單位として、力の大きさを瓦(kg)であらはし、この値が大きいほどその材料は強いことになる。

弾性限界と伸び—試験棒を兩端から引張ると、多少その材料が伸びる。しかし弾性をもつてゐるから力を抜けばもとにもどる。ところが、あまり大きな力を加へると、しまひには伸びきつて、



第9圖 材料試験

もとにもどらなくなる。

この伸び切る限度の力を弾性限界といつて、この値が大きいものほど丈夫な飛行機をつくることができるわけである。

また伸びといふのは、引張つて切れたときの伸びの長さとはじめの長さとの割合であつて、ふつうは%であらはす。

伸びの率が多いほどその材料は安心して使へるわけである。

デュラルミンはなぜ飛行機に使はれるか—さて、機體の構造に一ばん多く使はれてゐるアルミニウムの合金は、ほとんど鍛鍊してつくるデュラルミンといふ合金であるが、比重と抗張

力の関係から考へると、なぜこの材料が飛行機に適するかがわかる。

普通の材料では軽いものは大てい弱い。つまり比重が小さくて抗張力

が大きといふことはなかなかのぞめないのである。

しかるにデュラルミンは、比重が2.85(すなはち水の約3倍)で、鐵(軟鋼)の7.85にくらべると約 $\frac{1}{3}$ であるにもかかわらず、抗張力からいへば軟鋼と同じで38.6である。

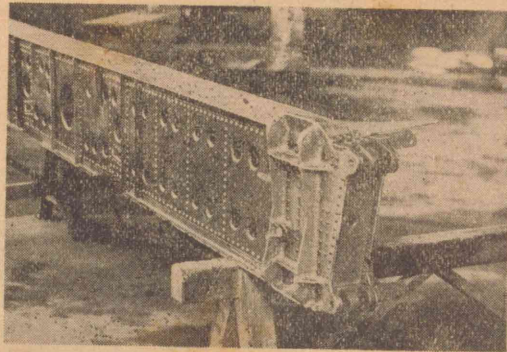
いまこの抗張力を比重で割つてみると

$$\text{デュラルミン} \quad \frac{38.6}{2.85} = 13.5$$

$$\text{軟鋼} \quad \frac{38.6}{7.85} = 5$$

この値を強度重量比といつて、この値が大きければ大きいほどその材料は強くて軽いことになる。飛行機の構造材料としては、強度重量比の大きいものほどぐあひがよいといふことができる。

デュラルミンの焼入効果——デュラルミンは軽く強いが、なほ一つ面白いことには、鋼のやうに焼入れをすることができ

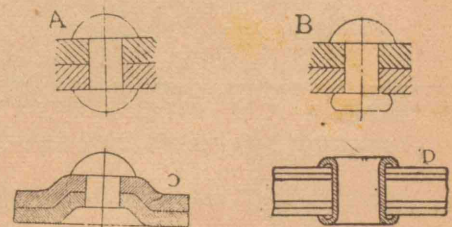


第10圖 デュラルミン製桁

るといふことである。鋼の焼入れといふのは、昔から正宗の名刀の焼入れで知られてゐるやうに、これを約1,350°C(攝氏1,350度)に赤く焼いて水か油の中に急に入れると、すぐに硬くなるが、このことをいふのである。

デュラルミンは、500°Cぐらゐの温度で焼入れするが、鋼の焼入れと少し趣がちがつて、焼入れしたばかりのときには、前とかはりがないのである。しかし、それがだんだんに硬くなつて、約4日間ぐらゐしてはじめて完全に硬化する。それゆゑ、鋼とちがつて焼入れしてからいろいろな加工をすることができるのである。

例へば、焼入れ直後のデュラルミンの鋸材を使つて鋸接すれば、軟くて作業がしやすく、



第11圖 鋸の種類

だんだん時がたつにつれて自然に硬化し、堅くしまるので大へん都合がよいわけである。

デュラルミンの成分と種類——デュラルミンは、今から37年ほど前にドイツのウィルムによつて發明されたもので、アルミニウムに銅約4%のほか、マグネシウム、マンガン、珪素などを少量づつ加へたものである。

この發明後、デュラルミンは各國で盛に研究され、今では普

普通のデュラルミンのほかに、なほ性質のすぐれた超デュラルミンや、超超デュラルミンなどが次々と生れてゐる。

次の表によつて、超デュラルミンや超超デュラルミンの抗張力、弾性限界などがいかに普通のデュラルミンよりもすぐれてゐるかを知ることがでる。

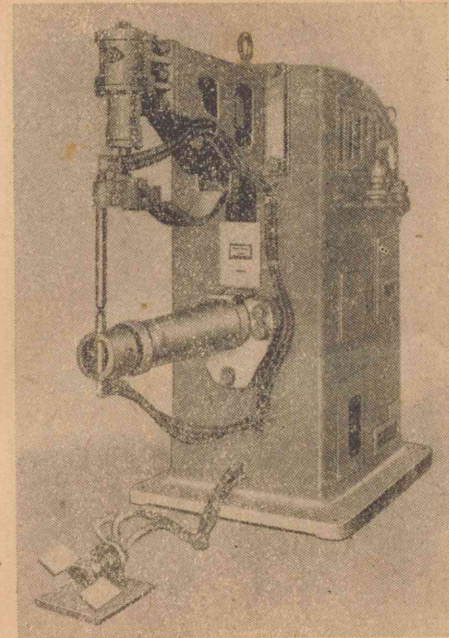
第4表 デュラルミン類の成分と性質

性質	成分				マンガン	アルミニウム	抗張力 kg/mm ²	弾性限 kg/mm ²	伸び
	銅	マグネシウム	珪素						
デュラルミン	3.5~4.5	0.4~0.7	0.5	0.4~0.7	残部	約40	約28	約20	
超 "	4~4.2	1.4~1.7	0.2	0.5	"	約48	約35	約18	
超超 "	2~3	1.5~2.5	0.2	0.8~1.5	"	約60	約45	約13	
プロペラ用材	4~5	0.1以下	0.5~1.2	0.5~1.2	"	約40	約22	約20	

註 超超デュラルミンと一部の超デュラルミンとは焼入れ後、150°C ぐらゐで10~20時間焼戻ししなければ硬化しない。

デュラルミン加工——デュラルミンを旋盤などで加工するとき、削り速さを大きくすることが大切であつて、同じ直径の圓筒ならば、鋼の5倍から10倍ぐらゐの速さにしなければ、美しい仕上面がえられない。それで、デュラルミンの旋盤加工には高速度旋盤を使ひ、双物の形もちがつてゐる。

またデュラルミンは、熔接することができる。しかし、熔接された部分は強さも伸びも半分ぐらゐになつてしまふ。それゆゑ、最近は一時的に大きな電流を通していはゆる點熔接といふ加工法が行はれ、實用化されてゐる。

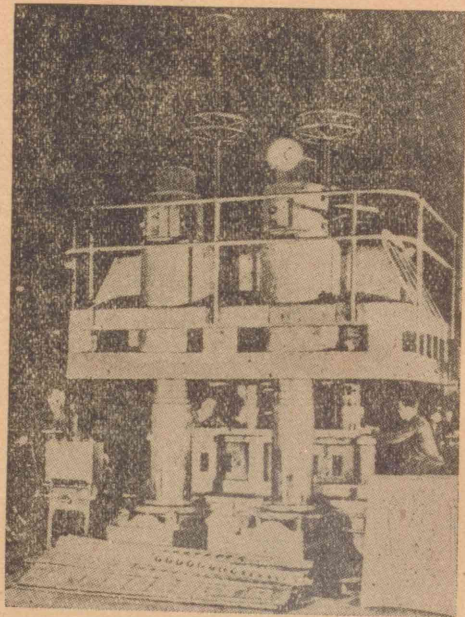


第12圖 點熔接機

ピストンには、最近デュラルミンのダイ鑄物が使はれる。これは、半熔融状態にした素材を、1,000 トンぐらゐのプレスにかけて壓搾してつくるのである。

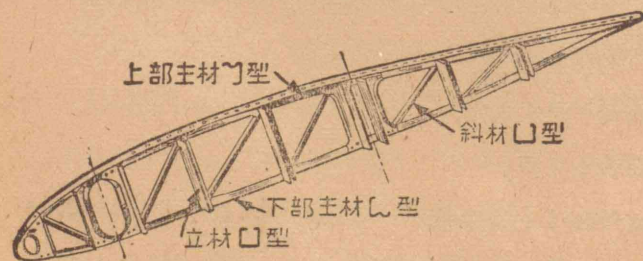
空冷用クランク室なども、旋盤で大たい荒削りしておいて、ダイ鑄物とする。

デュラルミン押出機——機體に使はれる支柱、縦通材、補強材、翼の小骨、連結材、桁などは、以前は厚さ1mm ぐらゐの薄板を切斷し、折り曲げて管をつくつたり、溝形にしたりして骨材をつくり、それに板を鋸接したが、この方法では、作業が



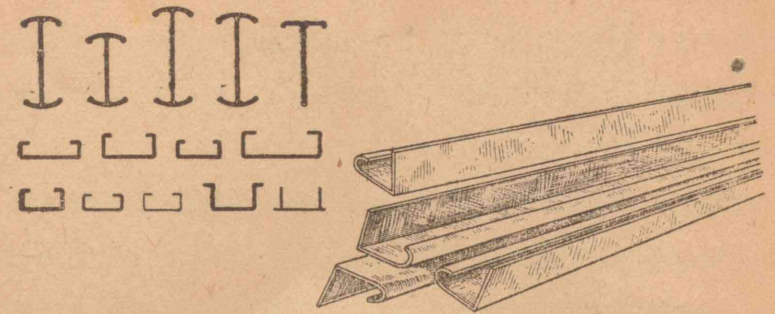
第13圖 水圧プレス

面倒でもあり、またおもふままの形につくこともできないので、多くは押出型材といふものを使ふやうになつた。



第14圖 主翼標準小骨

押出型材は、肉厚の丈夫な長い棒としてつくられる。これを



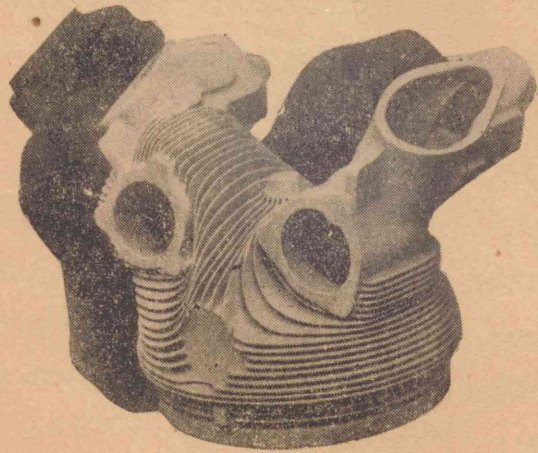
第15圖 デュラルミン押出型材

つくるには、半熔解の状態にある地金を、何百気圧といふ大きな圧力の水圧機にかけて型(ダイス)を通して押出すのである。ダイスの孔の形をかへれば、おもふやうな形の押出型材をつくることのできるのである。

耐蝕アルミニウム合金——デュラルミンは、ふつうの空気中ではあまり腐蝕されず、清水や酸類にも鋼などよりは丈夫であるが、海水にはおかしされやすい。これは、この合金の中に銅が含まれてゐるからで、銅を取りさればこの缺點が取りのぞかれるが、銅がなければ抗張力や弾性限界が下つてデュラルミンの特長をなくしてしまふ。そして燃料タンクの板などは、その両面をごく薄い純度の高いアルミニウムでおほつた合はせ板式とし、これをロールにかけて圧延し、必要な厚さの板にしたものを使ふ。純度の高いアルミニウムは、腐蝕されにくいからである。

板の表面は、ガラスの表面のやうになめらかにできてゐる。最近ではさらにその上に電解法といふ方法で、アルミニウムの酸化被膜をつくつて腐蝕をふせぐ方法をとつてゐる。この方法をアルマイト法とよぶ。

耐熱アルミニウム合金——ピストンや、気筒頭などには、大きな圧力と熱とを受けても硬さの弱らない、また熱をよく導く合金が必要で、ピストンはその上さらに軽くてすり減りにくいことが必要である。これには前に述べたY合金が使はれる。

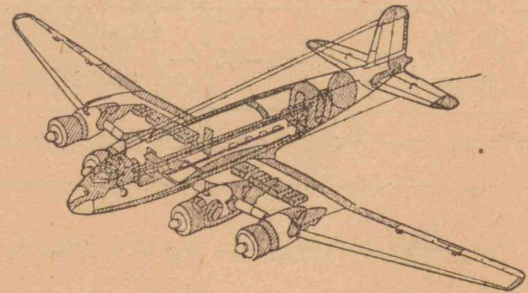


第16圖 気筒頭

4. マグネシウムとその合金

マグネシウム合金と航空機——マグネシウム合金は、最近水冷発動機のクランク室、発動機を機體に取りつけるための発動機架、発動機覆、客席の椅子などに盛に使はれるやうになつた。

ことにドイツでは、アルミニウムよりもマグネシウムの方が多量に産出するので、軍用機にかなりたくさん使はれてゐる。



第17圖 コンドル機

第17圖は先年わが國に飛んできた有名なコンドル機であるが、この圖の中で斜線の部分は、あまり力のかからないところであつて、このやうなところにマグネシウム軽合金板が使はれてゐる。

マグネシウム合金の代表的なものは、ドイツのエレクトロン、

アメリカのドウメタルであつて、最近わが國の帝大航空研究所でできた CZM といふマグネシウム輕合金は、世界的に有名なドイツの AM 503 や AM 527 よりもすぐれ、これらのもつてゐる缺點をある程度までのぞくことに成功してゐる。

これらの輕合金の成分や性質は、次の通りである。

第 5 表 マグネシウム合金の成分と強さ

名 稱	用途	成 分 (%)				引張強さ kg/mm ²	伸び %	硬 さ ブリネル
		Al	Zn	Mn	Ca			
エレクトロン	鑄物用	4~6	3	0.2~0.5	0.3	17~20	3~6	35~55
	壓延用	3~6	1~3	0.2~0.5	—	28~40	10~17	50~70
ドウメタル	鑄物	2~8	—	0.1~0.3	—	15~20	2~8	44~58
	壓延					26~33	7~16	53~62
航空研究所		?	1~1.5	0.8	2~2	23~25	18~24	?

マグネシウム合金とその性質——マグネシウムは、アルミニウムよりも軽い金属で、粉末にして夜間撮影用のフラッシュに使ふところから、一般には燃えやすいとおもはれてゐるが、塊になつてゐるものは、なかなか燃えにくい。溶かして鑄物にしても、燃える量は少い。旋盤やフライス盤などで削るときに、切粉が薄くでるやうな仕上をすると發火することがあるが、このときあはてて水をかけると、水素ガスを發生して爆發するから非常に危険である。

砂をかけるのが一ばんよい方法である。

この合金の長所と短所とをあげると、次の通りである。

長所—(1) 比重が約 1.8 で、チユラルミン(比重 2.7)よりもはるかに軽い。

(2) 機械加工が、ほかの金属よりもたやすい。

(3) ガス熔接や電気點熔接ができる。

(4) 鑄物としては相當強い。

短所—(1) 抗張力が約 24 kg/mm² で、チユラルミン(40~60 kg/mm²)の約 $\frac{2}{3}$ である。それゆゑ、板などではチユラルミンよりも $\frac{1}{3}$ だけ厚いものを使はなければならぬ。

(2) 海水には非常におかさされやすい。

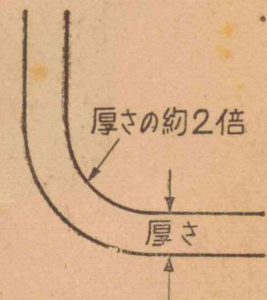
(3) 冷たいままで加工することがむづかしい。板材の折り曲げは 270~350°C で行ひ、押出しは 320~400°C、引抜きは 300°C ぐらゐで行ふ。

(4) 少しのひびが入つてもすぐこはれる。

(5) 打撃に對して弱い。

(6) 折り曲げの半径を、あまり小さくすることができない。

(7) 今までのところでは、



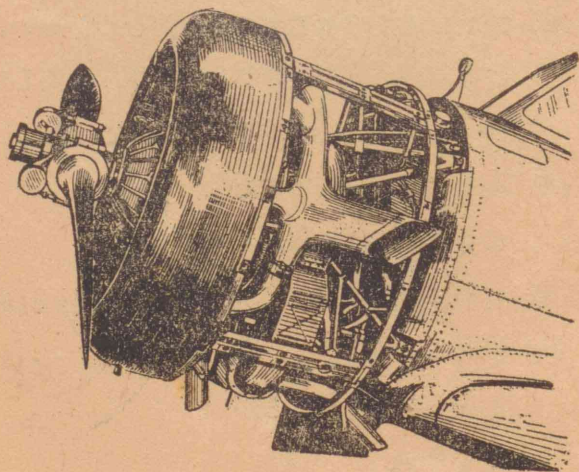
第 18 圖 折曲半径

同じ材料でも場所によつて強いところや弱いところができ、安心して使ふことができない。それゆゑ使ふときには、安全率を見こして相当肉を厚くする。

マグネシウム合金の用途——マグネシウムもまたアルミニウムと同じやうに、鍛造品や鑄物として使はれる。

鍛造品としては、水冷發動機用發動機架、操縦装置のクランク、脚のフォーク、プロペラ鍛造品などのほか、押出型材として棒や管につくられる。

また板材としては、發動機覆、主翼後縁部、主翼や尾翼の翼端材、客室内の扉や隔壁、燃料タンク、點檢窓、操縦装置の覆



第 19 圖 發動機と發動機覆

などになる。

鑄物用マグネシウムとしては、鑄造してから 200°C ぐらゐの温度で充分に焼鈍し^{やきなま}しなければ、加工してから形がかはることがある。操縦装置や冷却器の吊金具、小骨、床板、車輪殻などに使はれる。

マグネシウムの資源——わが國では、マグネシウムの鑛石は、朝鮮と滿洲に世界無比といはれるくらゐの質のよいものが多量に産出する。また鹽を精製した残りの^{にがり}苦汁も、またマグネシウム製造の原料となる。

マグネシウムは、原料からまづ鹽化マグネシウムをつくり、これを電氣分解してつくる。

マグネシウム資源は、わが國では非常に多く手に入れることができるので、使ふ上からいへば多少の苦情はあつても、國家としてはできるだけマグネシウム合金を飛行機の構造部分に使はなければならない。この點では、ドイツの國狀もわが國によく似てゐて、アルミニウムはほとんど自國內にないのに反して、マグネシウム鑛石は充分にもつてゐる。

ドイツが、マグネシウム合金を鑄物や板材として飛行機にたくさん使つてゐるのは、このやうな事情によるものである。

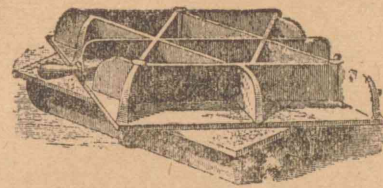
5. 鐵

鐵とはどんなものか——われわれは、日常鐵でできたものを數かぎりなく使つてゐるが、一口に鐵といつても、純粹の鐵は軟くて弱く、たうてい使ひものにならない。大ていは、他の物質を含ませて、いはゆる鐵の合金にして使つてゐるのである。

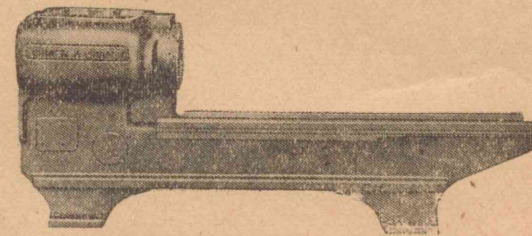
釜や錫にする鐵は鑄鐵であつて、鐵橋やレールにする鐵は鋼である。戦車や兵器の大切な部分には、鋼のうちでも高級な特殊鋼といふやはり鐵の類を使つてゐる。そして、同じ鑄鐵や鋼の中でも、その中に含んでゐる他の物質の分量の多少によつて、いろいろ種類のちがつた鐵の合金になるのである。これらの鐵に含まれる物質のうちで、一ばん大きな役目をはたしてゐるものは炭素である。

鑄鐵——機械工場で使つてゐる旋盤のベッドや仕上に使ふ定盤、ヤゲン臺などは鑄鐵でつくつある。そして、これを工場ではづくつとよんでゐる。鑄鐵は、鐵の中で一ばん鑄物にやすく、したがつて、大へん複雑な形の機械部分をつくるのによい。

しかし、鑄鐵は鐵のうちでは一ばんきめがあらくてもろく、また熔けやすい。そのうへ、鍛へて丈夫な鐵にすることができない。



すり合はせ定盤



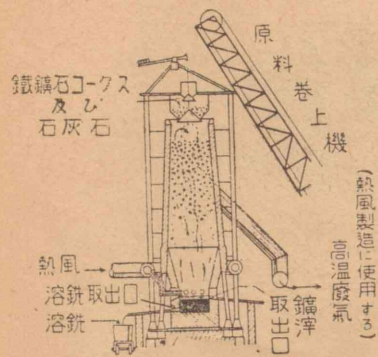
旋盤のベッド

第20圖 鑄鐵製品

このやうなわけで、ふつうの鑄鐵そのままでは、飛行機の部分品などをつくることはたうていできないが、工場で使ふ機械や工具などに使ふと、非常に役立ち、また値段が安いので都合がよい。

鑄鐵は、炭素を1.7%以上も含んでゐる。このやうに炭素を多く含んだ鐵は鑄鐵以外にない。それでは、どうしてこのやうに炭素を多量に含んでゐるのであらうか。このことを知るために、鐵のできるまでの筋道をしらべてみよう。

鐵ができるまで——鐵は磁鐵礦、赤鐵礦などからとる。鐵礦はわが國にも産するが、國內の需要をみたすにもたりず、大部分は滿洲、支那、フィリッピンなどから輸入する。



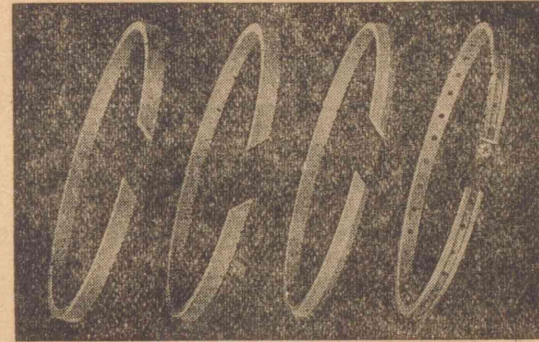
第21圖 熔鑛爐

製鐵所には熔鑛爐がある。熔鑛爐の頂上から、鐵鑛石とコークスと石灰石とを入れて高い熱でこれを溶かすと、多量の炭素を含んだ鐵分が爐の底にたまる。この多量の炭素を含んだ鐵の湯が、世の中に出る一切の鐵の源である。この鐵を銑鐵といひ、鐵と炭素のほかに珪素や硫黄などを少しづつ含んでゐる。

この銑鐵の成分を少し調整して鑄物にしたものが鑄鐵で、銑鐵から無理に炭素や珪素を抜きとつたものが鋼である。

特殊鑄鐵——ふつうの鑄鐵には、炭素が1.7%以上含まれてゐる。つまり鐵と炭素の合金であるが、前にも述べたやうにもろくて弱い。ところが、これにクロムやニッケルなどの特殊金屬を加へると硬くて強く、そしてきめがこまかく、すり減りにくくなる。このやうにして、鑄鐵の性質を改良したものが特殊鑄鐵である。

ピストン・リングには、すり減りにくく、質が平均してゐることが大切で、一般に黒鉛(炭素が鐵分と化合せず、遊離してこまかい粒をなしてゐるもの)がこまかく分布した普通鑄鐵が使はれるが、ニッケルやクロムを加へた特殊鑄鐵を使ふこともある。



第22圖 ピストンリング

黒鉛の粒の大小、組織などによつて、ピストンリングの耐久力がちがってくる。

鋼——鋼は、われわれの日常生活のほか、工業上に廣く使はれてゐるが、これをその成分から炭素鋼と特殊鋼とに大きくわけることができる。

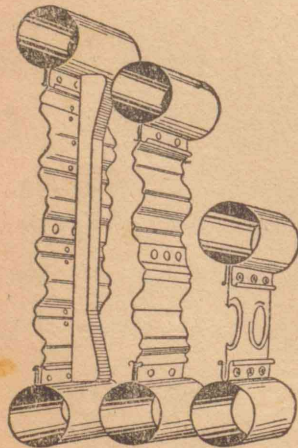
そのうち、炭素鋼では、その中に含まれる炭素の分量が多くなればなるほどだんだん硬い鋼になり、ねばりが減つて、延ばしたりひろげたりしにくくなる。また炭素が多いものほど、硬く焼入れをすることができる。いまふつうの炭素鋼を炭素の分量によつてわけてみると、第7表のやうになる。

これらの炭素鋼のうち、航空機用に使はれるものは電氣爐、坩堝爐るつぽろなどといふ高級な製鐵爐でつくられる品質のよいものであつて、不純物である珪素、マンガン、燐、硫黄などが非常に少いものである。それで、ふつうの炭素鋼と區別して特殊炭素

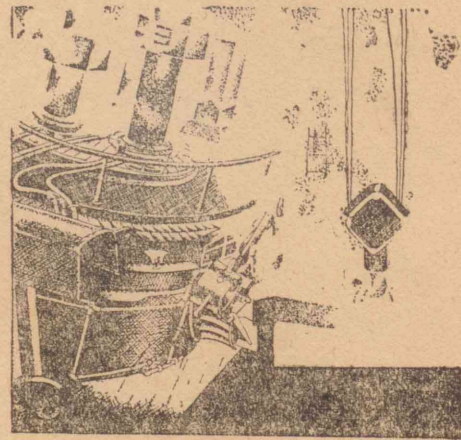
鋼ともよばれてゐる。

第 6 表 炭素の量による鋼の分類と用途

鋼の種類	炭素含有量	用途
極軟鋼	0.17%以下	電信線、熔接棒、管類、鉄、ボルト、ナットなど
軟鋼	0.3%以下	建築材、橋梁、機械材料、汽罐など
半軟鋼	0.4%以下	鋼矢板、座金、航空機用ボルトなど
半硬鋼	0.5%以下	軸、軌條、外輪など
硬鋼	0.5~0.6%以下	旋盤の親ネジ、軸、キー、軌條、外輪など
最硬鋼	0.8%以下	車輪、タガネ、鋸、パネ、普通工具など



第 23 圖 鋼製桁材



第 24 圖 電気爐

特殊鋼——特殊鋼といふのは、その性質をよくするため、とくに強さを増すために、炭素鋼に炭素以外の金属を混ぜたもので、その混ぜた金属の種類によつて、いろいろの種類のもので

できる。

そのうちで、飛行機用として使はれる主なものはニッケルの入つたニッケル鋼、それにクロムの入つたニッケル・クロム鋼、クロムを多く入れて錆びない鋼にした高クロム鋼、クロム・バナヂウム鋼、クロム・モリブデン鋼などである。

そして、それぞれの成分に應じて、炭素鋼ではとてもおよばないやうなすぐれた性質をもつてゐる。

6. 特殊鋼

特殊鋼——發動機の氣筒の中で、ガスが爆發すると、たとへ瞬間のことであるとはいへ、 1mm^2 あたり 45kg といふ強大な壓力を發生する。したがつて、氣筒の壁はこれだけの壓力にたへるやうな丈夫なものでなければならない。

また、そのガスが爆發するときの温度は 800°C といふ高温であるから、發動機の弁などには、これだけの高い温度にあつても軟くならないやうなものを必要とする。

發電をするために必要な磁石にしても、飛行機のやうに重量を極端に制限されるものに使ふ磁石は、できるだけ小型で磁力が強く、永持ちするものでなければならない。

飛行機の胴體や翼の關節に使ふ材料にしても、形ができるだけ小さくて、充分な力をもつてゐることが必要である。

デュラルミンなどは軽くて丈夫であるとはいへ、小さい形にして大きな力をもたせるといふ目的からいへば、何といつても鋼の敵ではない。

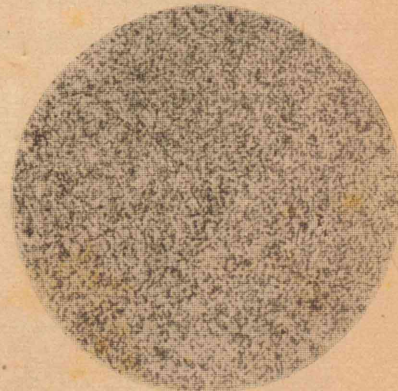
美しい流線型の飛行機をつくる上からいつて、形を小さくすることがまた非常に重要な條件なのである。

ところが、ふつうの炭素鋼では強さからいつても、せいぜい

$40\text{kg}/\text{mm}^2$ ぐらゐのものであり、高熱にあへば焼がもどり、磁性もほとんどなく、また錆び方も早い。たうてい飛行機が要求するやうな、複雑な高い要求には應じきれない。

この鋼に炭素以外のいろいろな金属 たとへばニッケル、クロム、タングステン、モリブデン、バナヂウムなどを混ぜるとその混ぜ方や分量などによつて、上にあげたやうな目的にかなふ鋼ができる。そして、このやうな鋼を特殊鋼といふ。このやうな特殊鋼が、それぞれの特性に應じていろいろに使ひわけられ、今日の飛行機のやうな高性能の飛行機がつくられるのである。さらによい飛行機は、さらによい特殊鋼を要求し、高級な特殊鋼が生れば、それにつれて高級な飛行機が生れる。この意味で、現代はまさに特殊鋼の時代である。

ニッケル鋼——鋼を顯微鏡でしらべてみると、それはこまかい結晶物の粒が固まつたものであるが、炭素鋼にニッケルを含ませると、この結晶粒がこまかくなり、硬くてねばり強い鋼になる。そして、材料が太くても、その中心部まで焼がよく入るやうになる。

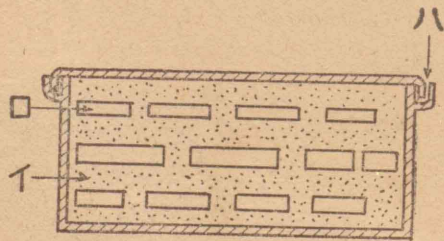


第 25 圖 ニッケル鋼の顯微鏡寫眞

瓣棒やカム、ピストンの栓、歯車、歯車軸などは表面がすり減らないやうに、とくに表面だけに炭素をしみこませて焼を入れ、硬くするのであるが、ニッケル鋼は、このやうな表面に炭素をしみこませて焼入れをするのにも適してゐる。

ニッケル鋼は、高熱にあつても結晶粒が大きくなるからである。

■ 肌焼鋼——歯車やクランク軸などを鋼でできた箱に入れ、まはりをこまかい木炭でかこみ、高い温度で8~12時間熱し、表面に炭素をしみこませておいて焼を入れると、炭素の入つたところだけは非常に硬くなり、内部にねばり氣の強い部分を残した製品がえられる。このやうな操作を、はばやき滲炭焼入れといひ、滲炭焼入れに使ふ鋼を肌焼鋼といふ。



イ、滲炭材料 ロ、品物 ハ、目塗粘土

第26圖 滲炭箱

肌焼鋼は、すべて炭素の量が0.18%以下で、極軟鋼に相當するものである。ふつうの炭素鋼で充分な強さがえられないときは、ニッケル鋼またはニッケル・クロム肌焼鋼を使ふ。

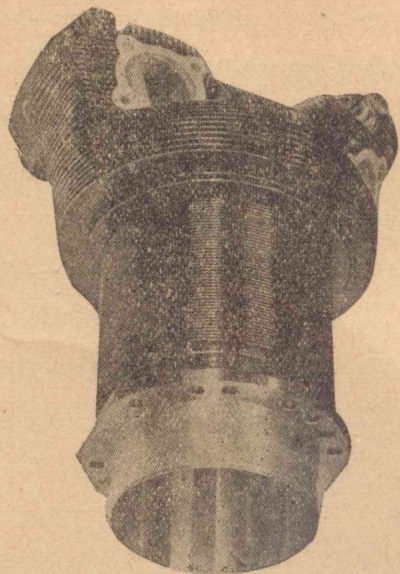
肌焼高ニッケル鋼といふ鋼には、ニッケル4%から5%、クロム0.5%以下が含まれてゐる。

■ 強靱鋼——炭素鋼にニッケルやクロム、モリブデン、タングステンなどを加へると、いづれも強くてねばりのある強靱な鋼がえられる。これを強靱鋼といふ。

ニッケル鋼、クロム鋼、ニッケル・クロム鋼、クロム・モリブデン鋼、ニッケル・クロム・モリブデン鋼、ニッケル・クロム・タングステン鋼などは、いづれも強靱鋼といふ名でよばれてゐて、軽くて大馬力を出す飛行機には、いづれもなくはならない材料である。

ニッケルは、このやうに非常に貴重な金属であるが、わが国内ばかりでなく、大東亞共榮圈内にもその産出が少く、わづかに佛領ニューカレドニアに世界産額の8%を産するだけである。ボルネオ、セレベス、ビルマなどのニッケルは未開發である。これに反してカナダは、世界産額の90%を産する。

クロム鋼——炭素鋼にクロムを加へると、結晶の粒がこまかくなり、また硬く強くなる。そして、よく摩耗や腐蝕にたへるやうになる。焼を入れたものは、とくに硬さや摩耗に對する抵抗が大きく、温度が高くなつてもなかなか軟くならない。切削用の工具、ダイス、タップ、壓延用のロールなどに使はれる。昔は氣筒用材料として炭素鋼が相當使はれてゐたのであるが、發動機の回轉が早くなるにつれて、摩耗がはげしくなり、約1.5



第27圖 気筒

%のクロムを加へたクロム鋼が使はれるやうになつた。

炭素1%, クロム1.2~1.5%のクロム鋼は、ねばりも強いから、球軸受の球、ボルトなどに使はれる。

註 クロム鋼の自硬性——鋼の中に、ある分量以上クロムが入ると、油の中ではもちろん、空気中で冷却してもたやすく焼が入る。この性質を自硬性といふ。

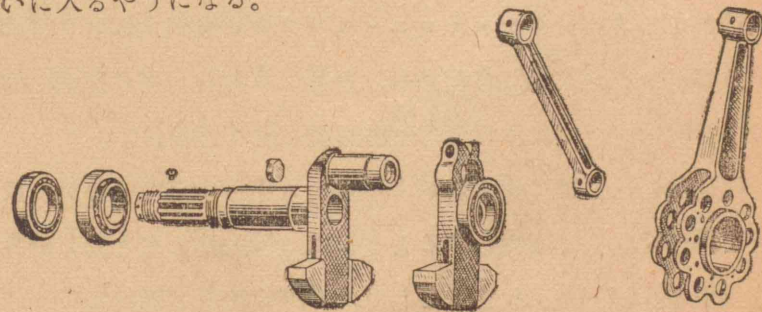
それゆゑ、相当直径の大きいものでも、油焼でかなり焼が深く入る。しかし熱の傳はり方が悪いので、加熱するときはゆつくり加熱しなければならぬ。

註 不銹鋼——軟鋼に12~14%のクロムを加へた鋼は、とくに腐蝕

にたへる性質が強いので、不銹鋼(ステンレス・スチール)とよばれる。

この不銹鋼に、さらに7~10%のニッケルを加へたものは18~8型不銹鋼とよばれ、次に述べるニッケル・クロム鋼の一種である。非常にすぐれた耐蝕性をもつてゐるから、蝶番軸や、燃料輸送管などに使はれる。

ニッケル・クロム鋼——前にのべた不銹鋼のうち18~8型のもは、ニッケル・クロム鋼であるが、ニッケル・クロム鋼は構造用鋼としてもすぐれてゐる。ニッケル鋼に、クロムを加へるとニッケルとクロムの特長が一しよになり、ニッケルだけのばあひよりも、さらに結晶の粒がこまかくなり、強くねばりを増し、したがつて弾性限界も高くなり、また焼も深くまで一ぱいに入るやうになる。



第28圖 クランク軸

第29圖 連接桿

滲炭焼入れをしたニッケル・クロム鋼は、發動機的主要部分、クランク軸や歯車、連接桿などに使はれる。

ニッケル・クロム鋼は、焼入れをすることによつて、さらに眞價を發揮することができるが、焼入れのあとで少し軟かになつても、ねばりを充分にするために必ず焼戻しを行ふ。ニッケル・クロム鋼を 500°C 以上の温度で焼戻したとき、ゆつくり冷やすと、非常にもろくなる性質（これを焼戻脆性といひ、ニッケル・クロム鋼特有の性質である）があるから、必ず油または水の中に入れて急冷しなければならない。

ニッケル・クロム鋼を美しく仕上げることは、鋼よりもむづかしく、双物もいたみやすい。切粉の流れをよくするやうに、バイトの形をつくるのが大切である。

ニッケル・クロム・モリブデン鋼——ニッケル・クロム鋼にモリブデンを加へると、更に硬くて粘り強い材料になる。今日使はれてゐるニッケル・クロム・モリブデン鋼は大たいも種類あるが、クランク軸、各種歯車、金属プロペラ、ボス金具、ピストン軸などいづれも重要な部分に使はれてゐる。

便利なことには、焼入れが 850°C から空中冷却ですむが、反対に 750°C 以上で焼鈍するときには、焼入れしたと同じ結果を生ずる。機械加工をするときは、 650°C 附近で焼鈍して一ぱん軟くしておく必要がある。

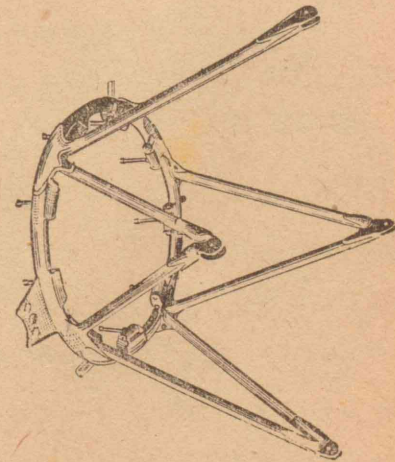
クロム・マンガン鋼——クロム鋼もマンガン鋼も、構造用鋼としてはすぐれてゐるとはいへないが、クロム鋼にマンガンを加へたものに、さらにモリブデンを少し加へると、強さ硬さな

どで、ニッケル・クロム鋼の代用として用ひられる。

■ マンガン——マンガンは鋼から不純物を取り去り、純度の高い、そして強くねばりのあるものにする特長がある。しかし、マンガンが多く入りすぎると、硬くて削れなくなる。

フィリッピン、マライ、佛印などに産し、大いに期待をかけられてゐる。

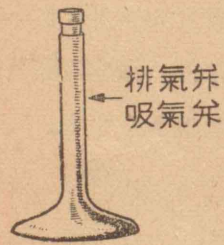
クロム・モリブデン鋼——クロム鋼にモリブデンといふ金属を $0.15\sim 0.6\%$ 加へると、クロム鋼の構造用材料としての缺點がなくなり、すぐれた機械的性質をもつた鋼になる。モリブデンは少量でも、他の合金用金属の大量に匹敵するやうなききめをあらはす。すなはち結晶の粒はこまかくなり、弾性の範囲は大きくなり、衝撃にたへ、摩擦をふせぐ力を大きくする。なほ熱処理や鍛錬、機械仕上や熔接などもたやすくなる。ニッケル資源のとばしいわが國でも、モリブデンは豊富にあるので、ニッケル鋼の代用として盛に使はれ、気筒胴、發動機架などのほか板材、管材として強度を必要とするところ、熔接すべき



第30圖 クロム・モリブデン鋼の管材を使った發動機架

ところ、振動にたへなければならぬところなどに使はれる。

耐熱鋼——發動機の弁や弁座などは、非常な高熱にさらされるため、普通の鋼では硬さが減り、衝撃にたへられない。このやうな特殊の目的のために、耐熱鋼といふ鋼が使はれる。その主なものは、耐熱ニッケル・クロム・タングステン鋼、珪素クロム鋼、ニッケル・マンガン・クロム鋼などで、國によつてはまたニッケル・クロム鋼やニッケル・クロム珪素鋼、高炭素クロム鋼、コバルト・クロム鋼などを使ふところもある。

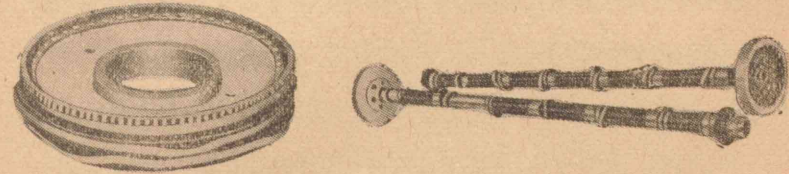


第31圖 弁

窒化鋼——ほぼでき上つた品物に焼入れ焼戻しをし、十分にくるひをとり去つてから、ニッケル・クロム鋼でつくつた箱に入れて空気を抜き去る。そして、アンモニア・ガスを通しながら500~600°Cの温度で数日の間加熱し、爐の中で冷却する。さうすると、材料の表面にアンモニアの中の窒素が入りこんで、滲炭したときよりもはるかに硬い表面がえられる。この硬い部分の厚さは、薄くてもろいけれども、焼入れする手間もいらず、

これらの合金金属のうち、クロムは銹をふせぎ、タングステンやモリブデンは高温のために強さのかはるのを防ぎ、珪素は腐蝕をふせぐ。吸気弁、排気弁その他の耐熱部分品として、いづれも大切な性質をもつてゐる金属である。

したがつてくるひので心配もないから、滲炭するよりも一歩進んだ方法といふことができる。



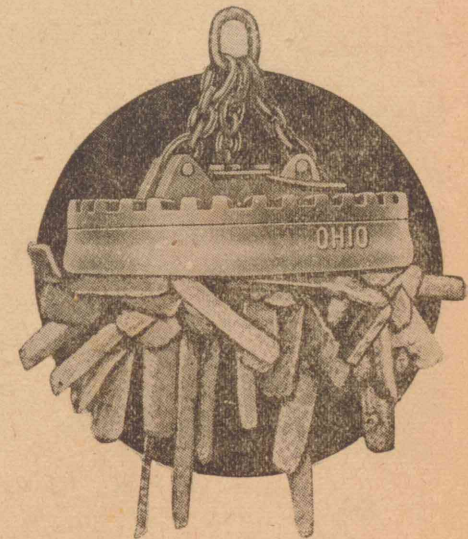
第32圖 カム

飛行機や自動車の気筒の内壁、クランク軸、カム軸、ピストン・ピン、歯車などに應用される。

窒化用の鋼としては、クロムとアルミニウムを含む特殊鋼があつて、これに少量のニッケルやモリブデンを含ませることもある。

磁石鋼——硬鋼にタングステンを5~6%加へたものは、磁石として適當な材料である。これにコバルトやニッケルを多く加へると、さらにすぐれたものになる。

わが國における特殊鋼の研究は、最近非常



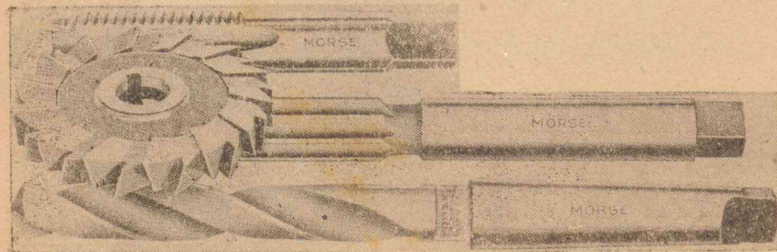
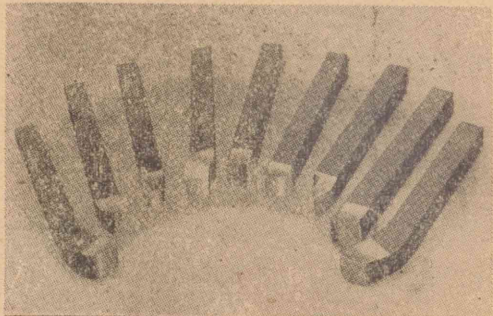
第33圖 電磁石

に進歩した。

とくに磁石鋼では、本多博士の K・S 鋼および新 K・S 鋼、三島博士の M・K 磁石鋼などが有名で、ドイツなどでも計器、兵器などに使つてゐる。

■ コバルトは、わが國にはまつたくないが、ビルマに多量に産出される。世界一のコバルトの産地はカナダである。

これは磁石鋼に使はれるばかりでなく、切削用工具となる高速度鋼の大切な材料でもある。

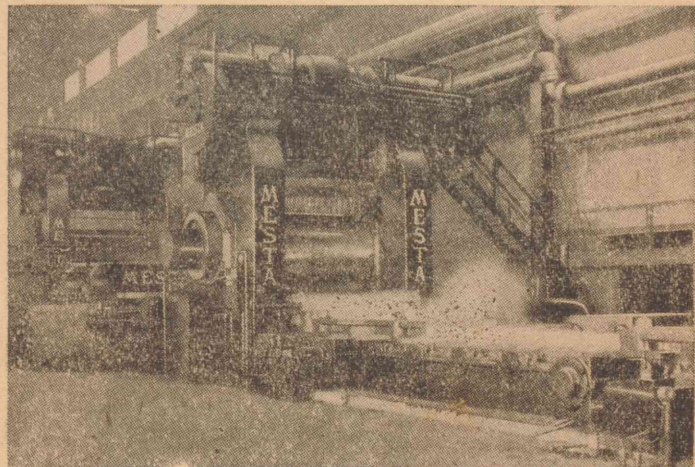


第34圖 切削工具

鋼板——鋼板は、製板工場で加熱された鋼塊を、壓延機とい

ふ機械にかけ、ローラーの間で押し伸ばしてつくつたものである。

鋼板には、炭素鋼板、強靱鋼板、不銹鋼板、バネ鋼板の4種類がある。そのうち、炭素鋼板は水套、冷却水入口管、座金などに、強靱鋼板は脚組、脚結合金具、翼柱、張線取付金具、ボルトなどに、不銹鋼板は排気管などに、そしてバネ鋼板は座金や板バネなどに使はれる。

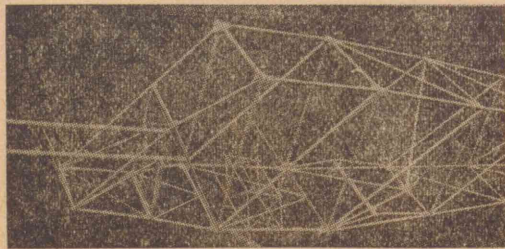
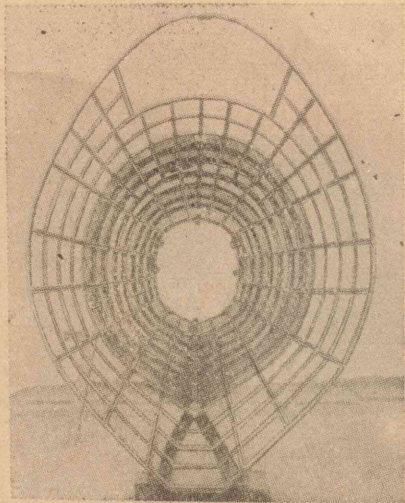


第35圖 壓延機

鋼管——鋼塊を赤く焼き、壓延してできた角または丸の短い棒を、穿孔機といふ機械にかけて管をつくり、さらに引抜機にかけて引抜いたものである。この鋼管には、炭素鋼管、強靱鋼管、不銹鋼管の3種類があつて、發動機や機體に缺くことで

きないものである。使ふときには、管ネヂにしたり溶接したりする。

炭素鋼管は、給油排油の管、油圧計の管その他支柱などに、強靱鋼管は、機體骨組や發動機架などに、不銹鋼管は排氣管などに使はれる。



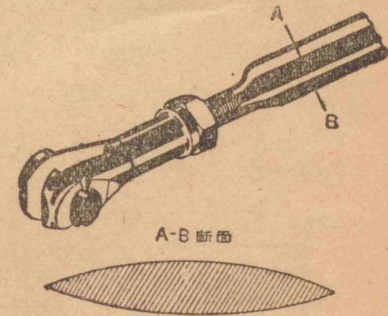
第36圖 鋼管溶接胴體

線材——線材のうちでも、ピアノ線は翼の内外、骨組胴體な

どの張線に使はれ、炭素を 0.8% ぐらゐ含む良質の炭素鋼である。抗張力は非常に大きく、 150kg/mm^2 から 180kg/mm^2 もあつて硬度も高い。そしてねばり氣が強い。

ピアノ線は、熱を加へずに引拔機にかけて引抜いてつくつたもので、 400°C 以上の熱を加へて使ふと、その質を悪くするから氣をつけなければならない。

翼の外部に使はれる翼間張線用のリボン線は、切り口が流線型につくつてあつて、飛行中の空氣抵抗は、ピアノ線よりもはるかに小さい。これも、炭素鋼を冷めたいままで引抜いてつくつたものである。



第37圖 リボン線

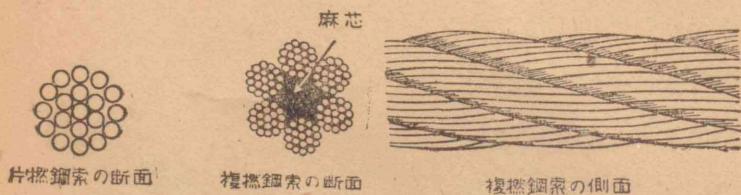
鋼索——ピアノ線は、一ばん太いものでも $1,600\text{kg}$ ぐらゐの力で切れるから、これ以上の力を受ける張線には、直径 0.5mm から 1.2mm ぐらゐの細いピアノ線を數十本より合はせてつくつた鋼索を使ふ。

鋼索には、腐蝕をふせぐために錫メッキか亜鉛メッキがほどこしてあり、1本の線には途中で継目があつてはならない。

張線用と操縦用との2種類があつて、張線用のものは片撚索で、操縦用のものは芯に綿絲または麻絲を入れ、そのまはりを

片撚鋼索數本でかこんだ複撚鋼索である。

操縦用の鋼索はしなやかで、滑車とよくなじむからぐあひがよい。細い鋼線が四、五本切れると、鋼索が早く切れるから、使ふ前によくしらべておくことが大切である。



第38圖 鋼索

複撚特殊鋼索		
1 號	2 號	3 號
7本線6ツ撚(7×6)	19本線6ツ撚(19×6)	37本線6ツ撚(37×6)
中心麻又は木綿入		
4 號	5 號	
7本線7ツ撚(7×7)	19本線7ツ撚(19×7)	

第39圖 複撚特殊鋼索

7. 銅とその合金

銅——銅は、金や銀と同じやうに、そのままの姿で自然界に産する。したがつて、古くから人間の生活に役立つてゐた。このことは、エヂプトなどの遺跡で、6,000年も前の銅でつくられた器の類が掘り出されることによつてもわかる。

このやうに、銅が鐵よりも早くから實用に供され、人間の生活と深い関係をもつてきたもう一つの理由は、銅が非常に熔けやすい金屬であることである。しかし純粹な銅は、純粹な鐵と同じやうに軟くて弱く、そのうへ比重が非常に大きく、8.88~8.95 ぐらゐであるから、飛行機用材料としてはそれだけでも不向きである。したがつて、燃料の輸送管とか、パッキンなどのやうな特殊な部分だけにしか使はれない。

銅の生ひ立ち——銅はわが國では、主に銅と鐵と硫黄の化合物である黄銅鑛といふ鑛石からとる。まづこの鑛石を轉爐といふ爐をへて、一たん粗銅といふものにする。次に、この粗銅をさらに電氣分解して、まじり氣のきはめて少い電氣銅といふものにする。

現在われわれの取扱つてゐる銅は、全部電氣分解によつてつくつたもので、ごくわずかの酸素を含むほか、ほとんど他の不

第 7 表

航空發動機に使はれてゐる各種材料の使用割合

航空發動機 材料種別	星型發動機 空冷		串型發動機 空冷		串型發動機 水冷	
	kg	%	kg	%	kg	%
鑄 鐵	2.5	0.5	1.0	1.0	—	—
炭 素 鋼	15.0	3.0	106.0	18.2	57.5	9.6
ニ ッ ケ ル 鋼	30.0	38.9	7.0	29.9	92.5	38.6
ク ロ ム 鋼	2.5		5.0		9.0	
ニッケル・クロム鋼	135.0		161.0		73.0	
クロム・モリブデン鋼	25.0		—		46.5	
クロム・バナジウム鋼	—	—	—	6.5	—	—
輕 合 金 鑄 造 品	115.5	23.1	194.5	33.3	220.0	37.1
輕 合 金 鍛 造 品	152.0	30.0	87.0	14.9	57.5	9.7
銅	1.5	0.7	0.5	0.1	4.0	0.7
黃 銅	3.5	0.3	3.5	0.6	2.5	0.3
青 銅	15.0	3.0	16.0	2.7	22.0	3.7
非 金 屬 材 料 (ゴム, ベークライト, ガラス等)	2.5	0.5	1.5	0.2	1.5	0.3
合 計	500.0	100.0	583.0	100.0	592.5	100.0

純物を含んでゐない。

さらに、この電気銅を溶かして鐵の型に流し込み、いはゆる
棹銅たくどうといふものに鑄造する。

銅は加工することがたやすく、細い線に引きのぼしたり、薄
い板にのぼしたりすることができるので、電線工場では、この
棹銅からいろいろの銅線や銅條などをつくる。

しかし、これにはほかの金屬を加へて合金とし、強く硬くする
とまた用途が開けてくる。

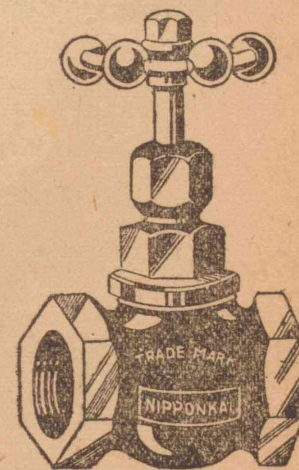
銅の合金の主なもの、黄銅と青銅である。

黄銅——黄銅は、銅と亜鉛の合金で、黄金色をしてゐる。銅
と亜鉛はあらゆる割合で結びつき、合金をつくる。

引きのぼしたり、鑄物にした
りすることが自由で、美しい光
澤があり、腐蝕されにくく、値
段も安いので、機械の部分には
もちろんのこと、安價な工藝品
や家具などに使はれる。

ふつう黄銅（真鍮）とよばれ
るものをあげると、第8表の通
りである。

このうち、代表的なものは七
三黄銅と六四黄銅とである。



第 40 圖 黄銅のコック

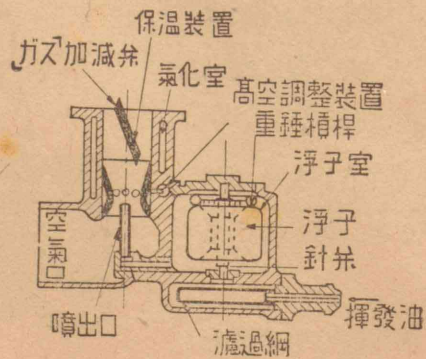
第 8 表

種類	銅	亜鉛	錫
七三黄銅	67~70	30~33	—
六四黄銅	60	40	—
トンバック	80~90	10~20	—
鑄物黄銅	60~70	30~40	2
真鍮鐵	40~60	残	—

六四黄銅は硬くて強く削りやすいけれども、ねばりが足りない。そして棒や板として氣化器や蝶弁、浮子などに使われる。

これに錫を1%加へると、腐蝕されにくいネーバル黄銅といふ黄銅がえられ、針弁など腐蝕されやすいところに使われる。

また六四黄銅に鉛2%を加へると、挽物用黄銅になり、ネヂ類につくられる。



第 41 圖 氣化器

七三黄銅は、六四黄銅よりも少し弱いけれども、ねばりがあるので、壓延したり鍛造したりして、船舶などでは船板に使はれてゐる。

青銅——青銅は、銅と錫との合金であつて、工業用材料として利用されるには、次のやうな三つの大きな理由がある。

1. 青銅は鐵のやうに鑄び方がはげしくない。
2. 摩耗によくたへる。
3. 熔けやすく、鑄物にしやすい。

ふつう鑄物にする青銅には、錫のほかに鉛が含まれてゐて、飛行機用としては、接手やコック、ネヂなどに使はれるばかりであるが、そのほかに磷とか珪素、アルミニウム、鐵、ニッケル、マンガン、鉛などを加へて特殊な青銅にすると、さらに利用の範囲が廣くなる。

そのうち磷青銅は、青銅にごくわずかの磷が含まれてゐるもので、棒材としては瓣準、板材としては瓣バネ、鑄物としては軸受などに使はれる。

珪素を含んだ珪素青銅は、抗張力も弾性限界も大きく、水壓や高温蒸氣にもよくたへ、海水に對しても鑄びにくく、また熔接などもできる。飛行機用としては、導管などに使はれる。

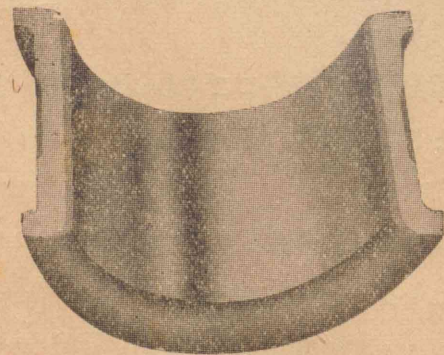
アルミニウム青銅には、アルミニウムが含まれてゐるために銅の強さが増し、腐蝕にもたへるので磷青銅よりも強度のいるところ、たとへば瓣座や瓣準などに使はれる。

これに、さらに鉄やニッケル、マンガンなどを加へて強さを増したものに、特殊アルミニウム青銅や特殊ニッケル青銅などがある。

前者は瓣座やコロ軸受筐などに、後者は瓣バネや氣化器 蝶瓣などに使はれる。

ケルメット(特殊鉛青銅)——高速回轉をする軸部の軸受には、古くはバビット・メタル(ホワイト・メタル)といふ銅、錫、アンチモニー、鐵などの合金が使はれてゐた。

バビットメタルは、軸とよくなじむけれども、大きな荷重にはたへられず、はげやすいので、今日では、發動機の主軸受などとしてケルメットといふ金屬が使はれる。



第42圖 ケルメット軸受

發動機の主軸受としては、次のやうな性質が必要である。すなはち、主軸の面に疵つけず、高い温度や大きな荷重にたへ、

主軸との間に摩擦が少なくて熱をよく傳へ、腐蝕にもよくたへて鑄造加工が容易なことなどである。

ケルメットは、鉛とニッケルと鐵を含んだ合金で、上のやうな軸受金屬としての性質をよくそなへ、極軟鋼の軸受外殻の内側に鑄込んで使ふ。

しかし使ふときには、なかなか面倒な検査をしなければならぬ。

鉛——鉛は、ケルメットの合金材として以外にも、水道管、酸類の輸送管、蓄電池の極板、小銃弾、ペンキ材料など用途は廣いけれども、日本にはまつたく産出しない。北アメリカ、メキシコなどに大量に産し、大東亞共榮圈からの産額はアメリカの約 $\frac{1}{6}$ である。鉛を大切にしなければならない理由はここにある。

ベリリウム青銅——青銅にベリリウムといふ金屬を入れると、弾性限界が非常に高く、また疲勞が少なくて、熱や電氣をよく傳へ、きはめてすぐれた軸受金屬となるけれども、日本にはベリリウムの産出がなく、値段も高いので廣くは使はれてゐない。可變節プロペラの翼筒などとして使はれることもあるが、今日ではその代用品として、前に述べたアルミニウム青銅が使はれてゐる。

8. 木 材

航空機と木材——木材は、われわれ日本人にとって日常生活の上に缺くことのできない材料であるが、工業方面での利用の途もまた廣い。航空機方面でいへば、飛行機が誕生してしばらくの間は、その機體はほとんどすべて木材で形づくられてゐたのである。

今日では、輕合金と特殊鋼の目ざましい進歩によつて、第一線機とよばれる飛行機は、すべて金屬でつくられるやうになつたが、それでも、一般の練習機や滑翔機はほとんど木材でつくられてゐる。

イタリアが、今でも木製の優秀機をつくつてゐることについては前にも述べた。

航空機用材料としてみると、木材はいくたの長所と短所をもつてゐる。その短所も、なんらかの方法でおぎなふことによつて長所を活かさうといふので、いろいろな研究が行はれ、將來實用化されやうとしてゐる。

木材のもつ長所や短所とは、何であらうか？

木材には、すべて纖維が通つてゐるが、木材の強さはこの纖維の方向によつて一様でないばかりでなく、同じ種類のもので

も、その産地や、生育の年數によつてちがひ、なほ、同じ木でも木取りの仕方でかはる。そのうへ、水分を吸へば伸び縮みがはげしく、耐久力も金屬にはおよばない。これを軍用機に使ふことを考へてみれば、燃えやすいといふことがまた大きな缺點となる。

木材はこのやうにたくさんの缺點をもつてゐながら、しかもこの缺點をしのぐ長所があるので捨てがたい。

それは、何といつても軽いといふことである。

金屬のうちで、一ばん比重の小さいマグネシウム合金でさへ 1.8 であるのに對して、木材は一ばん重いものでも比重 0.7 ぐらゐである。強さからいへば、金屬にはたうていおよばないけれども、比重もこのやうに小さいので、前に述べた強度重量比からいへば、すぐれてゐることになる。

また、熱や音響なども傳へず、金屬よりも弾性に富んでゐる。

その上加工がたやすく、値段も安く、資源の點からみても金屬よりもはるかに有利である。

このやうな意味で 木材の研究も決しておろそかにすることはできない。

木材の種類と用途——現在多く使はれてゐる木材の種類と、その主な用途をあげてみよう。

檜ひのき——まづ比重の割合に強度が大きく、またわが國で容易に手に入るものは檜である。飛行機用として使はれるのは土佐、

第9表 飛行機用國産木材の標準強さ(繊維に平行)

樹種	比重	壓縮強さ (kg/cm ²)	曲げ強さ (kg/cm ²)
ひのき	0.42	390	660
たいわんひのき	0.45	390	670
ひば	0.45	410	700
えぞまつ	0.42	380	650
まかんば	0.70	580	1000
やまざくら	0.65	530	960
しおぢ	0.60	520	890
やちだも	0.62	520	860
とねりこ	0.74	570	1080
けやき	0.72	610	1020
くるみ	0.50	480	780
かへで	0.69	500	910
ぶな	0.67	530	900
しなのき	0.55	450	700
やまなし	0.48	400	—
かつら	0.50	470	710
きり	0.30	250	370

高野、木曾などに産するものである。

これまではアラスカやカナダに産するスプルースを使つてゐたが、今では檜がまつたくこれに代つてゐる。

ひば、えぞまつ——ひばやえぞまつも同じやうに、主として構造材料、すなはち翼桁、支柱、縦通材、小骨などに使はれてゐる。

しほぢ、やちだも——尾橈や縦通材、浮舟小骨、翼前縁などのやうに強さと曲木を必要とするところには、しほぢややちだもが最も適してゐる。

まかんば、くるみ、マホガニー——プロペラのやうな一ばん強度を必要とするところに使はれる。いづれも比重は大きいけれども、強度も大きい木材である。マホガニーは南洋産の木材であつて、高級木材として重要視されてゐる。

桐、バルサ——以上のものとは反對に、強さは問題にならないが、整形材あるひは防音材として使はれるものに桐やバルサがある。

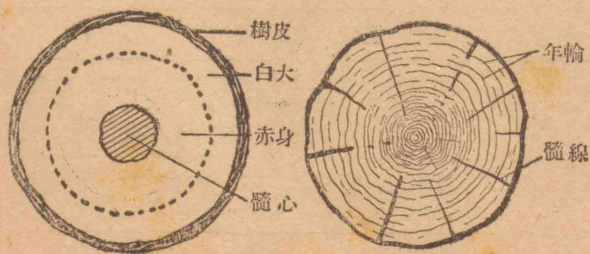
第10表 飛行機用木材の種類と用途

樹種	用途
スプルース、ひのき、たいわんひのき、ひば、えぞまつ	翼桁、小骨、支柱、縦通材、浮舟構成材、側板、キャブストリップ、補助縦通材、床張り、板張り、ランディングギヤ、スプルースやひのきは合板に使ふ
イエローポプラ	翼桁、支柱、合板
とねりこ、しおぢ、やちだも	縦通材、プロペラ、脚支柱、尾橈、中央部支柱、浮舟小骨、構造部補強材、ベヤリングブロック、翼前縁、浮舟隔壁、副龍骨、操縦桿、胴體、支柱
バルザ、きり	整形材、填隙材、バルサはその他防音材、合板心板
しなのき	合板、翼小骨、桁承および側板
まかんば、ぶな	合板プロペラ、ぶなはプロペラには使用されない
くるみ、やまざくら	プロペラ、キャビン仕上材、計器板

やまならし, かつら	合板
けやき	尾橋, 衝撃抵抗を必要とするところ
マホガニー, トルウ	浮舟隔壁の板張り, 合板(翼外被, 翼端翼小骨)プロペラ, 操縦手輪および桿, キヤビン仕上材, 計器板
かへで	プロペラ, 合板, ジグおよび模型, シャーリング・ブロック, ベヤリング・ブロック
オーク	プロペラ

木材の断面——木材には、その面にいろいろの模様がある。

木の切株を見ると、その断面の中央部に心があり、そのまはりにたくさんの輪があり、さらに輪を横切つて、心から放射状に線がある。これらをそれぞれ髄心、年輪、髄線とよぶことは国民学校の理科ですでに習つた。木材の心部のまはりしんたいは赤味といひ、水分が少く質が硬い。まはりの方を白太しろたいといひ、色が白く水分を多く含み、軟くてくさりやすい。



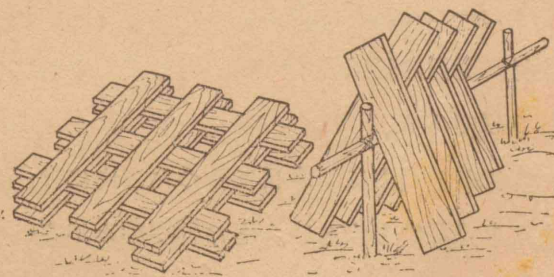
第43圖 木材の断面

木材の乾燥——木材はかなりの水分を含んでゐる。これをそ

のまま加工すると、仕上げた後で水分を失つて變形するから、加工する前に充分乾燥する必要がある。

これを適當な方法で乾燥すれば、伸び、縮み、反り、ねぢれのやうな變形をふせぐばかりでなく、重量を減らし、菌類や蟲類の被害を少くして耐久力を増し、そのうへ強度をいちじるしく増すことができる。したがつて、飛行機に使ふ木材は絶対に乾燥材として使はなければならぬ。

乾燥の仕方には、天然乾燥法と人工乾燥法とがあり、それぞれ一長一短がある。



第44圖 天然乾燥法

第11表 天然乾燥法と人工乾燥法との比較

	利 點	缺 點
自然乾燥	①設備費が安い。 ②優良材がえられる。	①製材が高價につく。 ②短時間のうちに多量の乾燥をすることができない。
人工乾燥	①短時日に乾燥ができる。 ②費用があまりかからない。	①自然乾燥材にくらべて優良材がつかれない。 ②設備費が高つく。

天然乾燥によれば、一般に材質を損傷することはないが、長い時日がかかるので、一般には人工乾燥法によつて乾燥する。

人工乾燥法といふのは、一たん木材を水にひたしてから、熱風を送つたり蒸氣を送つたりして乾かすのであるが、適当なやり方をすれば、天然乾燥材と同じやうな強度がえられる。

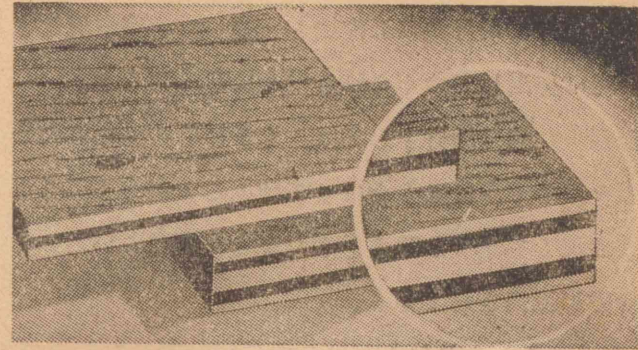
飛行機用木材の選擇——飛行機用の木材としては、一般に強度重量比が大きくて、繊維が眞直ぐに通つてゐて、疵やくさつたところや材質に不ぞろひなところがなく、そして貯藏の仕方や乾燥の仕方の完全なものがえられる。産出が豊富であるといふこともまた一つの條件となる。

ふつうは材料選擇の規格(きまり)があつて、それにしたがつてえられるのである。

合板——木材の抗張力は、木目にそつた方向には、これと直角の方向よりも 17 倍も大きい。また伸び縮みからいつても、木目の方向とこれと直角の方向とでは非常にちがふ。

この強度や伸び縮みの不ぞろひをなくすために、これを薄板にして、木目の方向を 90 度あるひは 45 度たがひに交叉させて接着したものを合板といふ。飛行機に使ふ合板は、大てい 3 枚剥合板である。

これは、心板を中にしてカゼインといふ接合剤で兩側から外板をはりつけたものであるが、この外板は必ず同じ種類、同じ厚さの木材でなければならないし、また含む水分の分量も同じ



第 45 圖 3 枚剥合板

でなければならない。

合板は翼、胴體、浮舟などの外被、翼前縁、箱桁、翼小骨などに使はれる。

改良木材——これは徹底的に木材を改善しようとしたもので、飛行機用木材としては使ふことのできなかつた山ぶなを、厚さ 0.1mm~0.5mm ぐらゐに薄くはいで、合成樹脂を紙にひたしてつくつたゴムフィルムといふ薄い箔と交互につみ重ね、20 氣壓といふ高い壓力と、140C の溫度を加へて壓縮したものである。

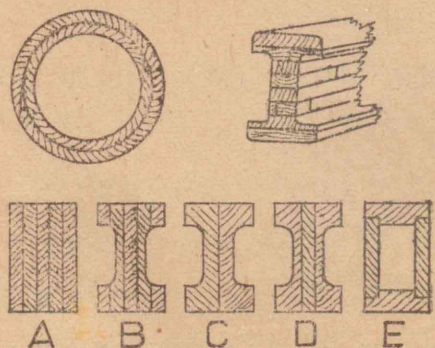
このやうにして、木材がこれまでもつてゐた缺點を完全にのぞき去り、非常に堅くて強度が各部一様であり、濕氣の影響もほとんどなくて火にも強い材料がえられるのである。

改良木材は、プロペラをはじめとして、木製桁取付部から主翼の外板までに利用される。金屬類よりも軽くて丈夫な構造物

として、やがては飛行機の工作法も一變し、胴體や翼などもプレスで一度に押出してつくられるやうになるだらう。

形成合板——飛行機材としては、くるひを少なくするために、厚板でも合板のやうにはり合はせて使ふことが多く、ことに主翼桁などは軽くて充分な強さをもたせるために、いろいろのはり合はせ方が工夫されてゐる。

第46圖は、これらのはり合はせ方の例を示したものである。



第46圖 形成合板の例

9. 接 合 劑

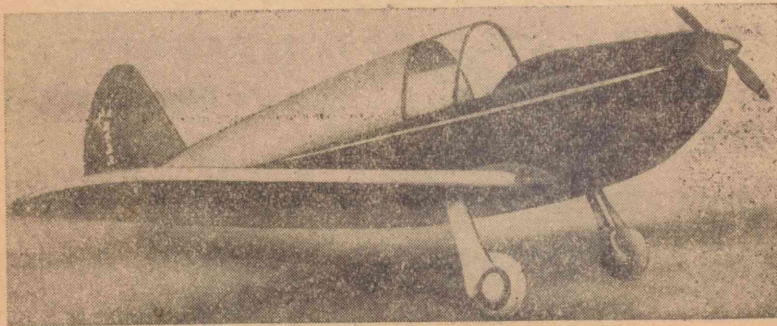
接合劑——接合劑は、木製飛行機や木製プロペラにはなくてはならない大切なものである。今日、航空機の木材を接合するには、もつばらカゼイン接合劑と合成樹脂接合劑が使はれてゐるが、カゼイン接合劑は水にたへる力、すなはち耐水性や、菌に對する力が充分でないので、近ごろでは、この缺點をのぞいた合成樹脂接合劑が研究され、だんだんカゼイン接合劑に代りつつある。

カゼイン接合劑——カゼインといふのは、動物の乳からとる蛋白質で、カゼイン接合劑はこのカゼインに消石灰、苛性ソーダ、弗化ナトリウム、液状パラフィンなどを加へてつくるものである。カゼインは、木材の接合面に色をつける性質があり、航空機材として多く使はれるマホガニーなどは、カゼインによつてとくに色がつく。また鉋なども、カゼインによつて切味が悪くなるといふ傾きがある。カゼインは、調合してから30分から3時間ぐらゐで使ひきつてしまはなければならない。そしてぬりが終つたら、壓力をかけたまま乾燥させる。

合成樹脂接合劑——カゼインの大部分は、濠洲や南米などから輸入されてゐるが、合成樹脂接合劑といふものがわが國に發

達し、カゼインよりもはるかにすぐれた性質をもつてゐるといふことがわかつて、今では木製飛行機の木材接合に太いに利用され、カゼインの必要がだんだんなくなつてきた。

合成樹脂には、その種類が非常に多いが、その中でもとくに接合剤として大切なのは尿素系合成樹脂接合剤といふものである。これは熱を加へずに、水で簡単に薄めることができるので便利である。

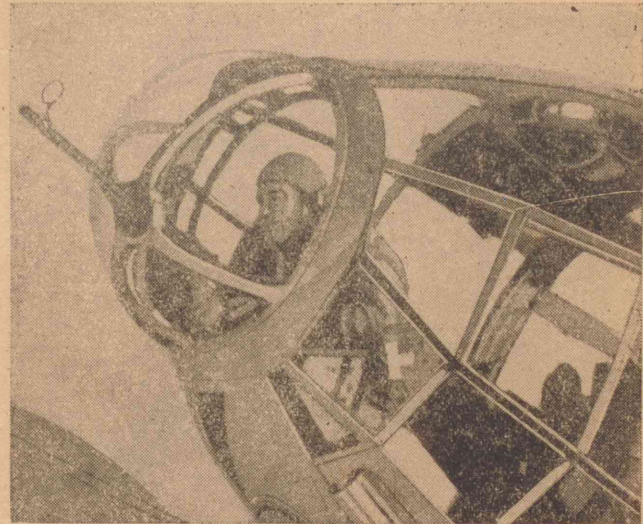


第 47 圖 全プラスチック製の飛行機

今は、全プラスチックの飛行機といふものがあらはれて、世人を驚かしてゐるが、これはこの合成樹脂膠着剤を使つた木製合板の飛行機であつて、これまであまり重要視されてゐなかつた木材の性質を、いちじるしく改良し、木材を軽金属に接近させるやうな結果をまねいてゐる。

ドイツやアメリカでは、この合成樹脂を使つた木製合板によつて飛行機をつくらうと熱心に研究してゐるといふ。

■ 合成樹脂——合成樹脂といふのは、松脂のやうにどろどろしたものであるところからつけられた名稱であるが、プラスチックともいひ、いろいろな薬品を混ぜ合はせて、人間が科學の力でつくり上げたまったくの人造材料である。パークライトなどもその一種であるが、壓力や熱を加へることによつて、たやすくいろいろな形にすることができるので、プラスチック(可塑物)とよばれるのである。



第 48 圖 合成樹脂製ガラスでつくられた機首

丈夫で軽く、自由に形づくることができ、比重も鋼の $\frac{1}{6}$ ほどで電氣の絶縁物でもあり、薬品にも強く、また各部の質も均一であるなど、これまでの天然材料のもつてゐない特長をもつてゐる。

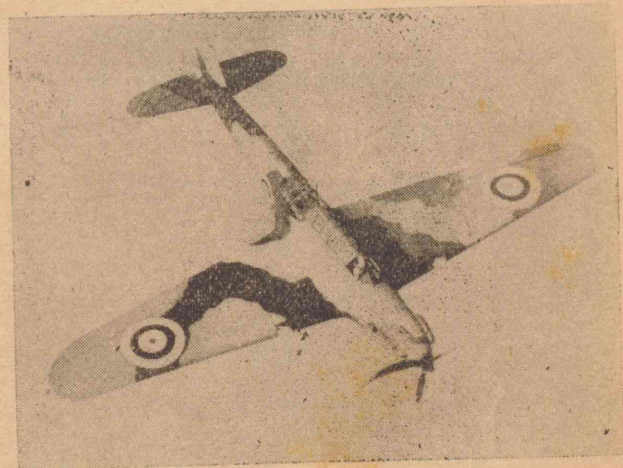
發明されてからまだ 30 年にしかならないが、たちまちのうち

に世界にひろまり、あらゆる方面に使はれてゐるが、航空機工業の方面でも、計器類や操縦手席や機銃手席などに安全ガラスとして、また電気用部分品として、また操縦索の案内車として使はれてゐる。

10. 塗 料

飛行機の塗装——飛行機ができると、軽合金そのままの銀翼で飛び立つこともあるが、大ていはいは何等かの色で、美しく塗装される。軍用として使はれるものは、雲に見まがふ色にぬつたり、または地面の色に似せてぬつたりしてある。

國別をあらはす標識ももちろんぬられる。



第49圖 軍用機の迷彩

飛行機の塗装は、このやうな迷彩などの意味だけでほどこすのではない。もつと大切な目的は、機體の表面をこのやうな塗料でおほつて、雨風や海水、光線、熱などのために機材がおか

されるのをふせぐといふことである。また、塗料は機體の表面をなめらかにして、正しい形をこれにあてはる。光澤や色彩をつけて外観を美しくするといふことも、もちろん大切なことである。

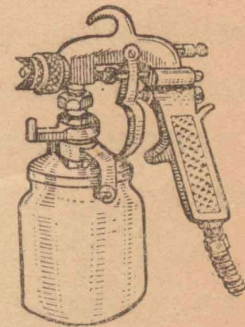
航空機用塗料として大切なこと——同じ塗料でも、航空機に使はれるものは、特殊の要求をもつてゐる。

1. 密着力が強いこと
2. 機材をおかさないこと
3. 気温のはげしい變化にたへること
4. 常に外部にさらされてゐても強いこと
5. 水とくに海水などに強いこと
6. ガソリンやその他の油に強いこと
7. ぬつた面がなめらかなこと
8. ぬつた膜の重量が軽いこと
9. 早く乾燥すること
10. そのほか、夜間光るとか電氣を絶縁するとかいふやうなこと

航空機に使ふ塗料は 10 種類に上るが、それぞれ使ふ場所や目的によつて、特別な性質が要求される。

例へば、輕合金用、鋼用、木部用、羽布用、發動機用、標識用、迷彩用、プロペラ用、放熱器用、耐酸用、耐油用、夜光用などである。

輕合金用塗料——輕合金用の塗料としては、材質を腐蝕しないこと、地金によく密着することなどが大切である。これらの部品が海水にひたるやうなところには、とくにこのやうな性質が大切である。現在わが國で使はれてゐるものには、ベンジル・セルローズ塗料といふものがあり、下ぬりと上ぬりとにわけて、下ぬりは赤褐色のものを 1 回から 3 回、上ぬりには銀色、灰色のものを 1 回か 2 回ぬるのがふつうである。上ぬりには、スプレーガンとよばれる吹付器が使はれる。



第 50 圖 スプレーガン

鋼用塗料——飛行機の鋼材は、主として骨組となるものであつて、それに対していろいろな取付加工がほどこされ、はげやすいから、膜が硬くて摩擦などにもとくに強いものでなければならぬ。

一般に黒い焼付エナメルが使はれ、下ぬりには赤褐色のもの 1 回、上ぬりには黒色のものを 1 回ぬる。

とくに發動機は高温にさらされるから、その錆止塗料としては、漆やエナメルを厚く焼きつける。

木部用塗料——機體の木部には、濕氣をおびるのをふせぐために、ワニスをぬる。加工後なるべく早く塗装し、木口には加

工中でもワニスをぬつて割れをふせぐ。ただし接合剤をほどこすところには、塗料をぬらない。

木部の塗装は、まづ下ぬりにはゴールドサイズを2回以上、上ぬりにはふつうのワニスを2回ぬる。燃料油や潤滑油のつきやすいところには、とくに耐油性のワニスをぬる。また胴體の中を明るくするために、白色ペイントをぬることもある。

羽布用塗料——羽布用の塗料は、羽布に張りをあたへて翼や胴體などに正しい形をたもたせ、濕氣にもたへてその強さを増すためにぬるのである。

現在、わが國で軍用機などに使はれてゐる羽布用塗料は、醋酸纖維素塗料とよばれるもので、下ぬりには透明なもの、中ぬりには赤褐色、上ぬりには色のついたものを使ふ。とくに下ぬりは、羽布によくすりこむために刷毛でぬる。

プロペラ塗料——金屬プロペラにはほとんど使はれないが、木製プロペラには濕氣の影響をさけるために、漆が使はれてゐたが、強さを増すために、これを金網または布でつつみ、それに硫酸纖維素塗料をぬることが盛に行はれてゐる。

金屬製プロペラには、その裏面に赤褐色の艶消塗料をぬつて操縦者に日光が反射するのをさけてゐる。

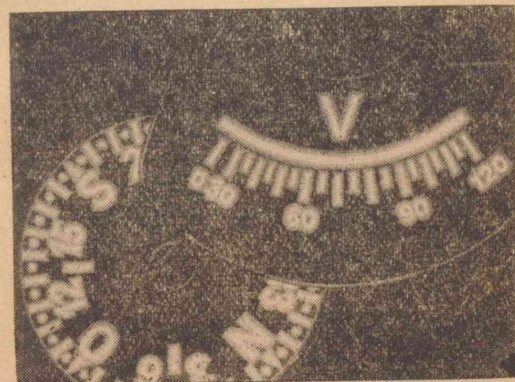
艇底塗料——飛行艇や舟艇の吃水線（水につかる線）以下には、艇底塗料といふものをぬる。

これはもちろん水に強いものでなければならないが、輕合金

製のものに對しては輕金屬用塗料を厚くぬり、木製のものに對してはアスファルト塗料をぬる。

パテ——機體や艇體に對する空氣抵抗をなるべく少くするために、板のつぎ目や合はせ目にパテをつめる。

發光塗料——計器類の目盛や指針などにぬつて、夜間でもまた暗いところでもこれを讀めるやうにするもので、燐光を發する物質に、ラヂウム質の物質を配合したものである。



第 51 圖 夜光塗料をぬつた計器

11. ゴム

戦争とゴム——ゴムを考へずに 飛行機や自動車を考へることはできない。したがつて、ゴムなしに戦争をすることはできない。

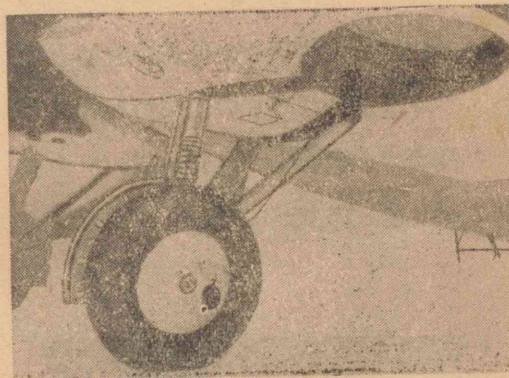
戦争に一ばん大切な原料は何かといへば、金属類、燃料、そしてゴムなのである。第一次歐洲大戦で、ドイツは石油とタイヤが不足したために常に苦しみ通したといふことである。

世界のゴム生産高の 96 % は、すべてマライを中心とする大東亞共榮圏の中にあり、その意味でもわが南方における戦果の意義は非常に大きい。

ゴムと飛行機——なぜ、このやうにゴムが重要なのかといへば、それはゴムのもつてゐる大きな弾力性と、電気や温度に對する絶縁性とによるのである。

それでは、飛行機のどこにゴムが使つてあるか。陸上機の車輪はいふまでもなく、發動機を機體に取りつけるところには、このはげしい振動をやはらかく受止めるために、特殊なゴムによる緩衝金具が使つてある。精密な計器類に振動をあたへないためにも使はれるが、油壓や水壓による各種の操作部分には、パッキンとして、座席には特殊のスポンヂ・ゴムとして、また

扉のまはりやタンク室などの密閉用としてゴムは缺くことができないものである。



第 52 圖 車 輪

ゴムの電氣に對する絶縁性を利用したものに電線の被覆があり、旅客機の床にも、スポンヂ・ゴムが使つてある。

また最近では、燃料タンクを敵弾から守るために、非常に質のよいゴムをその表面に取りつけることを各國でやつてゐる。ドイツのある機體などは、13mm 銃弾を十數發受けても一滴もガソリンがもらなかつたといふ。

ゴム製品の種類——ゴム製品は、原料の種類によつて生ゴム製品、ラテックス製品、再生ゴム製品、合成ゴム製品にわけることができる。これまでのゴム製品は、このうち大い生ゴスを原料としたものであつた。

生ゴム——生ゴムは、ゴムの樹の皮に疵をつけ、そこから出

る乳汁(ラテックス)に薬品を加へて固まらせてつくつたものである。

生ゴムだけの製品は、温度の變化や薬品類によつてその影響を受けやすいが、これに硫黄やそのほかの薬品を混ぜ合はせて硫化ゴムといふものにすれば、その性質が非常によくなる。工業用に使はれるのは、この硫化ゴムである。

永い間空中におくと、弾力がなくなり、ぼろぼろになる欠點がある。



第 53 圖 生ゴムの採取(陸軍省提供)

ラテックス製品——ラテックス製品といふのは、ゴム樹の乳汁を生ゴムにせず、直接製品にしたものであつて、生ゴム製品のやうに空気中でぼろぼろになることが少く、また抗張力も大きく、寒さにもよくたへるので、脚部の緩衝用のゴム紐、座席や計器板などのスポンヂ・ゴムとして役立つ。

再生ゴム製品——古いゴム製品を、薬品で溶かして再生したもので、油や寒さや熱、摩擦などに對して、生ゴム製品におとらないぐらゐ強いものがつくられる。

合成ゴム製品——合成ゴムには、そのつくり方によつて多硫化物系、ネオプレン系、ブナ系などがある。一般に生ゴムよりも油や熱に強く、またなかなかぼろぼろにならないといふ點ですぐれてゐる。

わが國でも、從來ゴムが足りなかつたために、合成ゴムの研究が行はれ、そのやうな、天然ゴムのもつてゐないよい性質をもつた合成ゴムが、飛行機の各部に使はれてゐる。

ブナ系は、ドイツで最も盛である。

12. 航空機用燃料

航空發動機と燃料——發動機の気筒の中に、燃料を空気と一しよに送りこむ。ピストンが最上部にきたときに、この混合ガスを壓縮する。そのとき、電気火花を飛ばして爆發させる。このやうにして、飛行機はその動力をえるのであるが、この壓縮の度合ひが高いほど發動機の働きはよく、大きな馬力が出るのである。

いかに、機械の構造や材料の上の研究が進んでも、燃料の改良が行はれなければ、飛行機は立派な性質を發揮することができない。

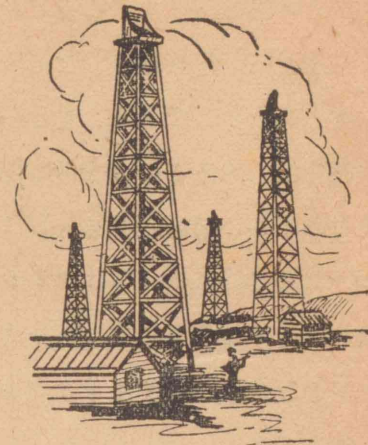
飛行機用燃料の第一はガソリンである。ガソリンは石油を分解してとつたもので、石油はまた原油を蒸溜してつくるものである。

石油資源——ガソリンのもとである原油は、孔の多い水成岩といふ岩の層の間にある油状の液體であつて、比重は水よりも小さく 0.8~0.95 ぐらゐで、黄色、暗赤、褐色、または黒色のどろどろしたものである。

最近までのわが國は、石油資源にとぼしく、わづかに新潟、秋田などに油田があり、産出量は全使用量のわづか 8% にすぎ

なかつた。その不足分は、原油および石油製品としてアメリカ、蘭印、ソ聯、英領ボルネオなどから輸入してゐた。

しかし、大東亞戦争の結果、南方の石油資源がことごとくわが國の手に入り、輸送力の擴充によつて、この世界總産額の 3.7% を占



第 54 圖 油 田

め、わが國の需要をみたすに足る石油資源を利用することができるようになつた。

オクタン價——燃料の品質を示すのに、オクタン價といふ言葉を使ふ。このオクタン價といふのは、燃料が爆發をおこしにくい性質、すなはち、耐爆性をあらはしたものである。前にも述べたやうに、發動機の働き(効率)をよくするためには、混合ガスをできるだけ強く壓縮しなければならない。そのためには、耐爆力の大きい燃料を使はなければならない。

飛行機用燃料としては、この耐爆力の大きいものほどよい燃料といふことができる。このやうな燃料を、オクタン價の高い燃料といふのである。

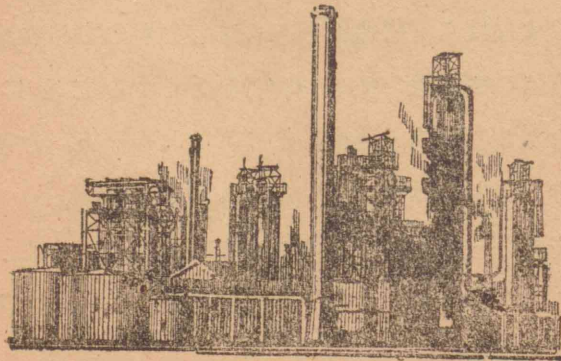
ところが最近では、ある種の藥品を加へることによつて、こ

のオクタン価を高くすることが研究されてゐる。すなはち、四エチル鉛といふ耐爆剤を、ごく少し加へることによつて、オクタン価を高めるのである。もう一つの方法として、耐爆性の高い燃料を混合するといふ方法もある。

馬力の小さい發動機には、73オクタンの燃料を使ひ、過給器のついた發動機には、87オクタンのものを使ふ。また高い性能を出さうとするときには、90から100オクタンぐらゐのものも使ふ。最近では、ますますオクタン価の高い燃料を使ふやうな傾きがある。

このほか、燃料の性質として大切なことは、揮發性、發熱量、耐寒性、安定性などである。

燃料消費量——發動機はどのくらゐの燃料を消費するものであらうか。



第55圖 精油所

ドイツのダイムラー・ベンツ DB—600 型の發動機は、毎時1馬力あたり 215kg(オクタン價 87)を消費する。現在の航空發動機は、大たいこのくらゐの燃料を消費してゐる。すなはち、1,000馬力の發動機を1時間運轉するには、215kgの燃料を必要とするのである。

ベンゾールとアルコール——ガソリンの代用として使はれる燃料に、ベンゾールとアルコールとがある。

ベンゾールは、30年も前から揮發油の不足をおぎなふために、ドイツやフランスなどで使ひはじめられたものであるが、壓縮比の高い發動機が多くなるにつれて、耐爆力を増すためにガソリンに混ぜて使はれるやうになつた。

わが國でも、ベンゾールを 20~40%ぐらゐ混合して使ふものが多く、重要な燃料となつてゐる。

これは、主にコールタールを蒸溜してつくるものであるが、石炭ガスの中にも氣化して混合してゐるので、これをいろいろな方法で回収することもできる。

アルコールは、甘藷、高粱、馬鈴薯などからつくり、揮發油に 10~20%ぐらゐ混ぜるとオクタン價が高くなる。

13. 羽布その他

羽布——羽布は高級な亞麻、苧麻ちよままたは木綿でつくる。いづれも、70番から80番といふ細い單線をおりこんだ平織布である。羽布をはつただけでは、布目を通して空気が通り、飛行機の揚力がなくなるから、これには必ず羽布塗料(ドーブといふ)をぬる。羽布塗料をぬると、羽布がきれいに張つて、しはがなくなり、表面もなめらかになり、空気抵抗が少くなる。

帆布——帆布にも、亞麻帆布、苧麻帆布、木綿帆布などがある。發動機覆、プロペラ覆、機體覆、落下傘收納袋などに使ひ、色は一般に濃綠色または灰色で、防水加工がほどこしてある。

作動油——近代の飛行機には、油壓を利用して各部の操作をするものが多い。例へば、脚ブレーキ、フラップ装置、自動操縦装置、脚緩衝装置などがこれであるが、脚緩衝装置、脚ブレーキなどには、モビール油といふ油を使ひ、自動操縦装置やフラップ装置などには、變壓器油を使ふ。一般にモビール油や變壓器油のやうな鑛物からとつた油は、油壓装置のゴム製部分品をいためるから、今日では、植物性の合成油が使はれるやうになつてきた。

グリス——機體や發動機やプロペラなどの滑動部分には、グ

リスが使はれる。グリスには、モビール・グリスやカップ・グリスがあり、機體の内部にはモビール・グリスを、機體の外部や機體の滑動部にはカップ・グリスを使ふ。いづれも、高い温度や非常に低い温度にあつてもねばりがなくなつたり、固まつたりしないことが大切である。

その他——これらのほかに、飛行機には機體の窓ガラス、天蓋などに安全ガラス、強化ガラス、セルロイド板、あるひは合成樹脂板などが使はれ、座席などには皮革、發動機や航空無線機などには雲母のやうな電氣の絶縁材料、高度飛行、寒地飛行などの用意には熱の傳導率の低いフェルト、綿類、コルク板、石綿などが使はれてゐる。

また防音のためには、獸毛、木綿屑、羊毛フェルト、あるひはパルプなどをつくつた防音材料が使はれてゐる。

陸海軍航空機材料規格抜萃

(1) 炭 素 鋼

規格名稱	化學成分 (%)					熱處理 (℃)		機械的性質			用途例
	C	Si	Mn	P	S	硬化しし度	入焼良	降伏點 (kg/mm ²)	抗張力 (kg/mm ²)	伸長率 (%)	
10 炭素鋼	<0.15	<0.35	<0.60	<0.035	<0.055	880~940		>35	>40	>30	<120
25	0.20~0.30	〃	〃	〃	〃	840~900		>35	>45	>9	110~150
35	0.30~0.40	〃	〃	〃	〃	830~890		>31	>50	>6	120~170
45	0.40~0.50	〃	〃	〃	〃	830~890 水中(油中)		>40	>55	>10	170~230
55	0.50~0.60	〃	〃	〃	〃	830~890 水中(油中)		>60	>70	>8	200~300
						880~950 水中(油中)		>100	>80	>14	220~280

(2) 特殊鋼 鋼 材

規格名稱	主要成分 (%)					熱處理 (℃)		機械的性質			用途例
	C	Mn	Cr	Mo	その他	焼入焼戻	焼戻	降伏點 (kg/mm ²)	抗張力 (kg/mm ²)	伸長率 (%)	
肌焼炭素鋼	<0.2					一次焼入 870~900 油中 二次焼入 750~800 油中	540~590 急冷	>32	>50	>21	>12
肌焼低合金鋼	0.10~0.15	2.8~3.6	<0.5			一次焼入 850~900 油中 二次焼入 750~800 油中	600~650 急冷	>60	>85	>15	>9
低合金鋼	0.10~0.15	4~5	<0.5			一次焼入 850~880 油中 二次焼入 750~800 油中	600~650 急冷	>70	>100	>15	>8
低合金鋼	0.10~0.18	3~4	0.8~1.1			一次焼入 850~880 油中 二次焼入 750~800 油中	600~650 急冷	>80	>100	>12	>8
低合金鋼	0.1~0.15	4.0~5.0	0.7~1.0	<0.5		一次焼入 850~880 油中 二次焼入 750~800 油中	600~650 急冷	>90	>110	>12	>7
合金鋼	0.4~0.5		1.4~1.7	<0.5	Al 0.7~1.2	焼入焼戻	600~650 急冷	>70	>85	>15	>10
合金鋼	0.4~0.5		1.5~2.0	<0.5		800~850 油中	600~650 急冷	>85	>80	>15	>10
合金鋼	0.35~0.38		0.8~1.2	0.15~0.35		830~870 油中(水中)	600~650 急冷	>60	>75	>20	>12
合金鋼	0.27~0.37		1.0~1.5	0.3~0.6		830~880 油中(水中)	600~650 急冷	>70	>90	>15	>9

規格名稱	主要成分 (%)					熱處理 (℃)		機械的性質			用途例
	C	Mn	Cr	Mo	その他	焼入焼戻	焼戻	降伏點 (kg/mm ²)	抗張力 (kg/mm ²)	伸長率 (%)	
45kg コロム鋼	0.28~0.32	2.5~3.5	0.6~1.0	<0.5		890~950 油中	540~590 急冷	>70	>85	>15	>12
55kg コロム鋼	0.32~0.40	3.0~4.0	0.7~1.3	<0.5		890~950 油中	570~650 急冷	>78	>95	>15	>9
100kg コロム鋼	0.50~0.60	3.0~4.0	1.0~1.5	0.3~0.6		890~950 油中	540~590 急冷	>85	>100	>17	>8
110kg コロム鋼	0.25~0.35	2.8~3.5	2.3~2.5	0.5~0.7		850~900 大氣中(油中)	505~550 急冷	>90	>110	>15	>8
125kg コロム鋼	0.25~0.27	4.0~4.5	1.2~1.8	0.4~0.7	W 0.2~0.5	890~900 大氣中又は油中	480~540 大氣中又は油中	>100	>125	>15	>6
150kg コロム鋼	0.4~0.5	1.5~2.0	0.6~1.0	0.15~0.35		890~950 油中	400~500 大氣中又は油中	>120	>130	>10	>5
160kg コロム鋼	0.25~0.35	4.0~5.0	1.3~1.8	0.3~0.6		890~950 大氣中(油中)	100~200 大氣中又は油中	>160	>160	>7	>5
180kg コロム鋼	0.15~0.25	3.8~4.5	1.3~1.8	0.1~0.3	W 0.7~1.8	890~950 大氣中又は油中	100~200 大氣中又は油中	>100	>130	>13	>40
190kg コロム鋼	0.35~0.45	13.0~15.0	14.0~16.0	1.5~2.5	W 2.0~3.0	900~1080 大氣中	100~200 大氣中又は油中	>75	>75	>30	>6
200kg コロム鋼	0.30~0.45		10.0~13.0	0.7~1.3	S 2.0~3.0	980~1080 油中	約 600℃ 大氣中	>70	>80	>15	>3
210kg コロム鋼	0.50~0.60	11.5~13.0	3.0~4.0	4.5~5.5	Mn 4.5~5.5	約 600℃ 大氣中	約 600℃ 大氣中	>50	>70	>45	>50
220kg コロム鋼	<0.20	<1.0	11.5~14.0			900~950 油中(大氣中)	900~950 大氣中	>60	>70	>30	>12
230kg コロム鋼	>0.20	7.0~10.0	17.0~20.0			1000~1100 油中(大氣中)		>60	>60	>45	>18

規格名稱	略號	主要成分 (%)			熱處理 (°C)			機械的性質			用途例	
		C	Mn	Cr	Mo	其他	焼入焼戻	焼入焼戻	引張強さ (kg/mm ²)	伸 (%)		断面収縮率 (%)
特殊炭素鋼	1.4901	0.95~1.15					①焼戻 750~780 油中徐冷 ②焼入 800~850 油中 焼戻 200 以下	① ②	>70	>30	<200	特殊炭素鋼球軸受 環状歯車、コップ シロアライナー
特殊炭素鋼	1.5022	0.90~1.10					①焼戻 750~780 油中徐冷 ②焼入 800~850 油中 焼戻 200	① ②	<70	>25	<200	炭鋼炭素鋼炭素材料
鋼	1.5111	0.50~0.65				Si	①焼戻 900~950 油中 ②焼入 1000~1200 油中 焼戻 約 500 大氣中	① ②	>70	>10	>20	炭鋼炭素鋼炭素材料 炭鋼炭素鋼炭素材料

(3) 鋼

規格名稱	略號	化學成分 (%)			熱處理 (°C)			引張強さ (kg/mm ²)	伸 (%)	断面収縮率 (%)	用途例
		C	Mn	Cr	Mo	其他	焼入焼戻				
炭素鋼	0.01	<0.12					①焼戻 850 油中 ②焼入 850 油中 ③焼戻 850 油中 ④焼入 850 油中	>34	>20	>30	炭素鋼炭素鋼炭素材料
炭素鋼	0.09	0.15~0.25					①焼戻 850 油中 ②焼入 850 油中 ③焼戻 850 油中 ④焼入 850 油中	>40	>12	>65	炭素鋼炭素鋼炭素材料
炭素鋼	0.05	0.50~0.60					①焼戻 850 油中 ②焼入 850 油中 ③焼戻 850 油中 ④焼入 850 油中	>65	>15	>65	炭素鋼炭素鋼炭素材料
炭素鋼	0.202	0.25~0.35					①焼戻 850 油中 ②焼入 850 油中 ③焼戻 850 油中 ④焼入 850 油中	>75	>13	>65	炭素鋼炭素鋼炭素材料
炭素鋼	(1)						①焼戻 850 油中 ②焼入 850 油中 ③焼戻 850 油中 ④焼入 850 油中	>95	>10	>65	炭素鋼炭素鋼炭素材料
炭素鋼	(2)						①焼戻 850 油中 ②焼入 850 油中 ③焼戻 850 油中 ④焼入 850 油中	>115	>4	>65	炭素鋼炭素鋼炭素材料
炭素鋼	(3)						①焼戻 850 油中 ②焼入 850 油中 ③焼戻 850 油中 ④焼入 850 油中	>100	>6	>70	炭素鋼炭素鋼炭素材料
炭素鋼	0.205 甲						①焼戻 850 油中 ②焼入 850 油中 ③焼戻 850 油中 ④焼入 850 油中	>90	>6	>70	炭素鋼炭素鋼炭素材料
炭素鋼	0.205 乙						①焼戻 850 油中 ②焼入 850 油中 ③焼戻 850 油中 ④焼入 850 油中	>130	>4	>90	炭素鋼炭素鋼炭素材料
炭素鋼	0.207 板						①焼戻 850 油中 ②焼入 850 油中 ③焼戻 850 油中 ④焼入 850 油中	>60	>12	>40	炭素鋼炭素鋼炭素材料
炭素鋼	0.207 (1) 板						①焼戻 850 油中 ②焼入 850 油中 ③焼戻 850 油中 ④焼入 850 油中	>50	>40	>30	炭素鋼炭素鋼炭素材料
炭素鋼	0.401	<0.15					①焼戻 850 油中 ②焼入 850 油中 ③焼戻 850 油中 ④焼入 850 油中	>60	>35	>35	炭素鋼炭素鋼炭素材料
炭素鋼	0.402	<0.08					①焼戻 850 油中 ②焼入 850 油中 ③焼戻 850 油中 ④焼入 850 油中	>50	>40	>30	炭素鋼炭素鋼炭素材料
炭素鋼	0.403	<0.15					①焼戻 850 油中 ②焼入 850 油中 ③焼戻 850 油中 ④焼入 850 油中	>60	>35	>35	炭素鋼炭素鋼炭素材料

(4) 炭素鋼管

規格名稱	略號	化學成分 (%)			熱處理 (°C)			引張強さ (kg/mm ²)	伸 (%)	断面収縮率 (%)	用途例
		C	Mn	Cr	Mo	其他	焼入焼戻				
炭素鋼管	0.021	0.7~1.3					①焼戻 約 750 徐冷 ②焼入 約 800 油中 ③焼戻 約 800 油中 ④焼入 約 800 油中	>50	>10	>10	炭素鋼管
炭素鋼管	0.522	0.20~0.30					①焼戻 約 800 油中 ②焼入 約 800 油中 ③焼戻 約 800 油中 ④焼入 約 800 油中	>70	>15	>15	炭素鋼管
炭素鋼管	0.031	<0.13					①焼戻 約 800 油中 ②焼入 約 800 油中 ③焼戻 約 800 油中 ④焼入 約 800 油中	>70	>15	>15	炭素鋼管

(5) 特殊鋼管

規格名稱	略號	化學成分 (%)			熱處理 (°C)			引張強さ (kg/mm ²)	伸 (%)	断面収縮率 (%)	用途例
		C	Mn	Cr	Mo	其他	焼入焼戻				
炭素鋼管	0.001	0.10~0.20					①焼戻 650 大氣中 ②焼入 約 650 大氣中 ③焼戻 約 650 大氣中 ④焼入 約 650 大氣中	>30	>30	>30	炭素鋼管
炭素鋼管	0.003	0.25~0.35					①焼戻 650 大氣中 ②焼入 約 650 大氣中 ③焼戻 約 650 大氣中 ④焼入 約 650 大氣中	>45	>25	>25	炭素鋼管
炭素鋼管	0.005	0.45~0.55					①焼戻 650 大氣中 ②焼入 約 650 大氣中 ③焼戻 約 650 大氣中 ④焼入 約 650 大氣中	>80	>40	>40	炭素鋼管

(5) 特殊鋼管

規格名稱	略號	化學成分 (%)			熱處理 (°C)			引張強さ (kg/mm ²)	伸 (%)	断面収縮率 (%)	用途例
		C	Mn	Cr	Mo	其他	焼入焼戻				
炭素鋼管	0.202	0.25~0.35					①焼戻 850 大氣中 ②焼入 約 850 油中 ③焼戻 約 850 油中 ④焼入 約 850 油中	>65	>10	>10	炭素鋼管
炭素鋼管	0.205						①焼戻 850 大氣中 ②焼入 約 850 油中 ③焼戻 約 850 油中 ④焼入 約 850 油中	>75	>8	>8	炭素鋼管
炭素鋼管	0.401	<0.15					①焼戻 850 大氣中 ②焼入 約 850 油中 ③焼戻 約 850 油中 ④焼入 約 850 油中	>60	>13	>13	炭素鋼管
炭素鋼管	0.402						①焼戻 850 大氣中 ②焼入 約 850 油中 ③焼戻 約 850 油中 ④焼入 約 850 油中	>55	>40	>40	炭素鋼管

(6) アルミニウム合金

規格名	略号	化学成分 (%)						熱処理 (°C)	機械的性質	用途		
		Cu	Mg	Mn	Fe	Si	その他					
高力アルミニウム合金第一種	201	3.3~4.2	0.3~0.7	0.3~0.7	<0.5	<0.5	480~520 水中, 常温時効	>38	>14	22	厚 < 40mm	船受, 造船機, ボンプ, 酸化器
第二種	202	3.8~4.8	1.2~1.8	0.4~1.0	〃	〃	400~500 〃	>44	>12	27	〃	〃
第三種	211	3.3~4.2	0.3~0.7	0.3~0.7	〃	〃	480~520 〃	>23	>14	22	>90	機件類, 歯車類
第四種	219	3.8~4.8	1.2~1.8	0.4~1.0	〃	〃	480~520 〃	>42	>10	25	>100	〃
第五種	215	3.5~4.5	0.4~1.0	0.4~1.0	<0.6	〃	510~530 水中 120~160, 12~24 時間時効	>38	>14	22	>90	〃
第六種	216	4.0~5.0	〃	0.5~1.2	<0.6	〃	480~520 水中 150~170, 12~24 時間時効	>43	>8	35	>120 厚 < 100mm	〃
第七種	216	4.0~5.0	〃	0.5~1.2	<0.6	〃	530~550 水中 150~170, 12~24 時間時効	>30	>10	22	>80	精密用材料
第八種	214	4.0~5.0	〃	0.5~1.2	<0.6	〃	510~530 水中 120~160, 12~24 時間時効	>38	>15	22	>95	アルミ合金
第九種	211	3.3~4.2	0.3~0.7	0.3~0.7	<0.5	〃	約 420 大気中	>24	>10	22	>65	曲げ管
第十種	216	〃	〃	〃	<0.5	〃	530~550 水中 120~170, 12~24 時間時効	>23	>8	22	>80	〃
第十一種	221	3.3~4.2	0.3~0.7	0.3~0.7	<0.5	〃	400~520 水中, 常温時効	>38	>12	22	厚 < 0.4mm	板は石油紙, 覆着板はアルミニウム
第十二種	222	3.8~4.8	1.2~1.8	0.4~1.0	〃	〃	約 360 大気中	<25	>10	22	〃	〃
第十三種	222	〃	〃	〃	〃	〃	480~500 水中 常温時効後矯正	>42	>12	27	厚 < 0.4mm	船機機殻, 防火壁
第十四種	222	〃	〃	〃	〃	〃	490~500 水中 常温時効後矯正	>43	>8	31	〃	胴體の外板及骨格
第十五種	222	〃	〃	〃	〃	〃	約 360 大気中	>23	>10	27	〃	主として機體の組構
第十六種	222	〃	〃	〃	〃	〃	490~500 水中 常温時効後矯正	>42	>14	27	厚 0.4~2.0mm	機體の組構, 翼の外板, 翼桁
第十七種	232	〃	〃	〃	〃	〃	490~500 水中 常温時効後矯正	>43	>10	31	〃	〃
第十八種	241	3.3~4.2	0.3~0.7	0.3~0.7	<0.5	<0.5	成形後矯正 常温時効後矯正	>38	>12	22	厚 < 0.4mm	桁, 支柱, 小骨

規格名	略号	化学成分 (%)						熱処理 (°C)	機械的性質	用途		
		Cu	Mg	Mn	Fe	Si	その他					
高力アルミニウム合金第一種	242	3.8~4.8	1.2~1.8	0.4~1.0	<0.6	<0.5	成形後矯正	>42	>11	26	厚 < 0.4mm	桁, 支柱, 小骨
第二種	212	〃	〃	〃	〃	〃	S.D.R. 板又は同帯板より	>43	>8	31	〃	〃
第三種	263	3.8~4.8	0.4~1.0	1.0~2.0	〃	〃	成形後矯正	>42	>14	26	厚 0.4~2.0mm	主として機體の組構
第四種	263	〃	〃	〃	〃	〃	S.D.C.R. 板又は同帯板より	>43	>8	31	〃	〃
第五種	263	〃	〃	〃	〃	〃	成形後矯正	>34	>11	20	厚 < 3.0mm	アルミ合金, 補綴材
第六種	263	〃	〃	〃	〃	〃	成形後矯正	>40	>12	27	〃	〃
第七種	271	3.3~4.2	0.3~0.7	0.3~0.7	〃	〃	常温時効後矯正	>38	>12	22	〃	機, 吸気管波筒
第八種	272	3.8~4.8	1.2~1.8	0.4~1.0	〃	〃	490~500 水中 常温時効後矯正	>43	>10	29	厚 < 10mm	〃
第九種	311	3.5~4.5	1.0~2.0	1.5~2.5	<0.7	<0.5	370~420 大気中	>22	>5	〃	>60	軸受
第十種	311	〃	〃	〃	〃	〃	400~520 水中 常温時効又は 200 時間時効	>30	>3	〃	>90	ピストン, クランク
第十一種	312	0.5~1.3	0.8~1.5	0.5~1.3	<0.5	11~13.5	約 530 水中 約 160 加温約 20 時間時効	>35	>2	〃	>110	ピストン
第十二種	402	〃	〃	〃	〃	〃	製出状態	>15	>16	〃	>16	耐熱部品
第十三種	402	〃	〃	〃	〃	〃	製出状態	>20	>8	〃	>13	重量にして耐蝕部品
第十四種	403	〃	〃	〃	〃	〃	約 400 大気中	>30	>10	〃	>65	カム軸蓋, クランク
第十五種	413	〃	〃	〃	〃	〃	約 400 にて焼強	>10	>10	〃	>15	燃料タンク
第十六種	421	〃	〃	〃	〃	〃	原長のまま	>14	>15	〃	>15	〃
第十七種	421	〃	〃	〃	〃	〃	約 400 にて焼強	>30	>18	〃	>20	石油タンクの外板
第十八種	423	〃	〃	〃	〃	〃	原長のまま	>35	>20	〃	>20	〃
第十九種	472	〃	〃	〃	〃	〃	約 400 にて焼強	>15	>15	〃	>15	機軸に用油管

規格名稱	規格	化學成分(%)							熱處理(℃)	機械的性質			用途例	
		Cu	Mg	Al	Fe	Si	其他	抗張力 (kg/mm ²)		伸長率 (%)	耐力(0.2%) (kg/mm ²)	耐力(0.5%) (kg/mm ²)		
アルミニウム合金 第一種鋁材及鋁 材第一種鋁材及鋁 材第二種鋁材及鋁 材第三種鋁材及鋁 材第四種鋁材及鋁 材第五種(耐熱用)鋁 材第六種(耐熱用)鋁	7061	<0.2			<0.6	<0.6			製出のまま	>15	>2	>8 (型張力) >8 (kg/mm ²)		
	7062	3.3~4.2	0.3~0.7	0.3~0.7	<0.5	<0.5		400~500 水中 常時時効	>36	>16 ()	>26 ()	>8 (型張力) >8 (kg/mm ²)	アルミニウム合金 の板	
	7063	2.0~3.0	0.2~0.6	<0.2	<0.6	<0.6		500~500 水中 常時時効	>26	>20 ()	>18 ()	>18 ()	アルミニウム合金 の板	
	7064	4.5~5.5			<0.5	<0.5		硬 純	>25	>25 ()	>17 ()	>17 ()	Mg合金の板使用	
	7065	4.0~5.0			<1.2	<1.0		甲 鑄造のまま 乙 焼入 約 510 加熱, 水中 冷却 150 時間保	>15	>5				
アルミニウム合金 第二種鋁材及鋁 材第一種鋁材及鋁 材第二種鋁材及鋁 材第三種鋁材及鋁 材第四種鋁材及鋁 材第五種(耐熱用)鋁 材第六種(耐熱用)鋁	7071	3.5~4.5	<0.2		<0.8	<0.8		500~500 水中 常時時効	>28	>1	>20	>20		
	7072	3.5~4.5			<0.8	<0.8		500~500 水中 常時時効	>28	>1	>20	>20		
	7073	3.5~4.5			<0.8	<0.8		500~500 水中 常時時効	>28	>1	>20	>20		
	7074	3.5~4.5			<0.8	<0.8		500~500 水中 常時時効	>28	>1	>20	>20		
	7075	3.5~4.5			<0.8	<0.8		500~500 水中 常時時効	>28	>1	>20	>20		
アルミニウム合金 第一種鋁材及鋁 材第一種鋁材及鋁 材第二種鋁材及鋁 材第三種鋁材及鋁 材第四種鋁材及鋁 材第五種(耐熱用)鋁 材第六種(耐熱用)鋁	7081	7.0~9.0			1.0~3.0			熱処理のまま	>16	>1				
	7082	3.5~4.5			4.0~5.0			熱処理のまま	>16	>1				
	7083	3.5~4.5			4.0~5.0			熱処理のまま	>16	>1				
	7084	3.5~4.5			4.0~5.0			熱処理のまま	>16	>1				
	7085	3.5~4.5			4.0~5.0			熱処理のまま	>16	>1				

(7) マグネシウム合金

規格名稱	規格	化學成分(%)							熱處理(℃)又は状態	機械的性質			用途例
		Al	Mn	Zn	Mg	殘部	抗張力 (kg/mm ²)	伸長率 (%)		耐力(0.2%) (kg/mm ²)	耐力(0.5%) (kg/mm ²)		
マグネシウム合金 第一種鋁材及鋁 材第一種鋁材及鋁 材第二種鋁材及鋁 材第三種鋁材及鋁 材第四種鋁材及鋁 材第五種(耐熱用)鋁 材第六種(耐熱用)鋁	7201	5.0~7.0	0.1~0.5	<1.5				熱処理(℃)又は状態	>26	>10	耐力は製造 時より		
	7202	8.0~11.0		<1.0				製出のまま (又は300以下で焼入)	>30	>7			
	7203	<0.5	0.5~2.5	<0.5				熱処理のまま	>21	>2			
	7211	5.0~7.0	0.1~0.5	<1.5				熱処理のまま	>26	>8	>45		
	7213	<0.5	0.5~2.5	<0.5				熱処理のまま	>20	>2	>35		
第一種鋁材及鋁 材第一種鋁材及鋁 材第二種鋁材及鋁 材第三種鋁材及鋁 材第四種鋁材及鋁 材第五種(耐熱用)鋁 材第六種(耐熱用)鋁	7221	5.0~7.0	0.1~0.5	<1.5				熱処理のまま	>23	>8	耐力は製造 時より		
	7223	<0.5	0.5~2.5	<0.5				熱処理のまま	>18	>3			
	7241	5.0~7.0	0.1~0.5	<1.5				熱処理のまま	>23	>7			
	7243	<0.5	0.5~2.5	<0.5				熱処理のまま	>17	>2			
	7251	5.0~7.0	0.1~0.5	<1.5				熱処理のまま	>23	>8	耐力は製造 時より		
第一種鋁材及鋁 材第一種鋁材及鋁 材第二種鋁材及鋁 材第三種鋁材及鋁 材第四種鋁材及鋁 材第五種(耐熱用)鋁 材第六種(耐熱用)鋁	7261	<0.5	0.5~2.5	<0.5				熱処理のまま	>18	>2			
	7271	5.0~7.0	0.1~0.5	<1.5				熱処理のまま	>25	>8			
	7273	<0.5	0.5~2.5	<0.5				熱処理のまま	>20	>3			
	7401	3.5~6.5	0.1~0.5	2.5~3.5				熱処理のまま又は300~500 大水中 焼入 約500 加熱 15 時間保 大水中 約16 時間保	>15	>5			
	7402	8.0~11.0						熱処理のまま	>21	>1			
第一種鋁材及鋁 材第一種鋁材及鋁 材第二種鋁材及鋁 材第三種鋁材及鋁 材第四種鋁材及鋁 材第五種(耐熱用)鋁 材第六種(耐熱用)鋁	7403							熱処理のまま	>15	>10			
	7404							熱処理のまま	>15	>10			
	7405							熱処理のまま	>15	>10			
	7406							熱処理のまま	>15	>10			
	7407							熱処理のまま	>15	>10			

(8) 銅合金

規格名稱	規格	化學成分(%)							熱處理(℃)	機械的性質			用途例
		Cu	Sn	Fe	Ni	Mn	Zn	抗張力 (kg/mm ²)		伸長率 (%)	耐力(0.2%) (kg/mm ²)	耐力(0.5%) (kg/mm ²)	
第一種銅材及鋁 材第一種銅材及鋁 材第二種銅材及鋁 材第三種銅材及鋁 材第四種銅材及鋁 材第五種(耐熱用)銅 材第六種(耐熱用)銅	701	61~63	0.8~1.5					熱処理(℃)	>41	>20	耐力は製造 時より		
	702	58~62	1.5~2.5					熱処理(℃)	>32	>12			
第一種銅材及鋁 材第一種銅材及鋁 材第二種銅材及鋁 材第三種銅材及鋁 材第四種銅材及鋁 材第五種(耐熱用)銅 材第六種(耐熱用)銅	703	54~59	<1.5	<2	<1.5	<2		熱処理(℃)	>55	>18			
	704	55~58	<1.5	<2	<1.5	<2		熱処理(℃)	>65	>12			

銅合金の用途例は、銅合金の機械的性質表を参照せよ。

規格名稱	等級	化學成分 (%)							熱處理 (°C)	抗張力 (kg/mm ²)	伸長率 (%)	機械的性質備考	用途例
		Cu	Su	Fe	Ni	Al	P	Zn					
特殊高力黃銅棒	第一種	103		103					低溫軟化 350~500	>55	>15	>125	クラシク軸平衡車輪
銅	第一種	104							壓延後焼鈍	>60	>12		造船板、名筒板、釘子
銅	第二種	111甲							焼鈍後若干重延	>38	>30		電子線
銅	第三種	111乙							壓延のまま又は低溫焼鈍	>41	>25		電子線
銅	第四種	111丙							圧延後、焼鈍 600~650	>38	>35		油出管、噴出管
銅	第一種	121甲							冷間引抜後焼鈍	40~55			
銅	第二種	121乙							冷間引抜のまま	>28			
銅	第三種	122							焼鈍 600~650	>26	>20		氯化炭酸銅調整板、磁
銅	第四種	141							焼鈍のまま	>47	>15		始動機用圧縮機、吸気弁
銅	第一種	201	0~7						圧延、焼鈍	>60	>25	>120	鋼車輪の受筒
銅	第二種	202	0~9						圧延又は引抜のまま	>47	>15	徑13~15	
銅	第三種	203	0						圧延、焼鈍	>60	>25	>120	鋼車輪より更に
銅	第四種	204	0						焼鈍 600~650 水中又は大	>50	>100		鋼車輪より更に
銅	第一種	205	0						焼鈍 300~500 水中又は大	>70	>12	>170	鋼車輪、舟車、輪子
銅	第二種	206	0						焼鈍 600~700 水中	>75	>15	>200	鋼車輪、舟車、輪子
銅	第三種	207	0						焼鈍 約 200 大氣中	>80	>15	>210	鋼車輪、舟車、輪子
銅	第四種	208	0						焼鈍 約 870 水中	>80	>15	>210	鋼車輪、舟車、輪子
銅	第一種	211	0						焼鈍 440~470 大氣中	>80	>15	>210	鋼車輪、舟車、輪子
銅	第二種	212	0						焼鈍 440~470 大氣中	>80	>15	>210	鋼車輪、舟車、輪子
銅	第三種	221	0						焼鈍 440~470 大氣中	>80	>15	>210	鋼車輪、舟車、輪子
銅	第四種	221	0						焼鈍 440~470 大氣中	>80	>15	>210	鋼車輪、舟車、輪子

規格名稱	等級	化學成分 (%)							熱處理 (°C)	抗張力 (kg/mm ²)	伸長率 (%)	機械的性質備考	用途例
		Ca	Su	Fe	Mn	Pb	P	Zn					
銅	第一種	241	2~6						焼鈍のまま	>17	>10		一般部品及器材
銅	第二種	242	10~12						焼鈍のまま	>22	>10		面状圧縮鋼、噴子、
銅	第三種	243	0~13						焼鈍のまま	>20	>5		主として軸受用
銅	第四種	244	14~18						焼鈍のまま	>15	>4		軸受その他一般
銅	第一種	245	17~19						焼鈍のまま	>45	>12		鋼力を要する鋼物
銅	第二種	246	2.0~3.0						焼鈍 440~470 大氣中	>14	>8		軸受用
銅	第三種	247	3.0~7.0						焼鈍 440~470 大氣中	>16	>3		クラシク軸平衡車輪
銅	第四種	248	9.0~11.0						焼鈍 440~470 大氣中	<30	<85	1/10	
銅	第一種	249	0						焼鈍 440~470 大氣中	<40	>4		
銅	第二種	250	0						焼鈍 440~470 大氣中	>30	>4		
銅	第三種	251	0						焼鈍 440~470 大氣中	>30	>4		
銅	第四種	252	0						焼鈍 440~470 大氣中	>30	>4		
銅	第一種	253	2.0~3.0						焼鈍 440~470 大氣中	>30	>4		

某大型輸送機使用材料區分

鋼材	鋼棒	各種炭素鋼(丸・角鍛)	45
		クロム・モリブデン鋼(〃)	35
		ニッケル・クロム鋼(〃)	14
		ニッケル・クロム・モリブデン鋼(〃)	12
		73クロム不銹鋼	6
	鋼板	各種炭素鋼板	26
		クロム・モリブデン鋼板	15
		各種炭素鋼管	24
	鋼管	クロム・モリブデン鋼管	24
		ガス管	3
	線類	熔接用鋼線	2
		高張力〃	15
		軟鋼線	6
		鋼鉄用鋼線	15
		操縦用鋼索	12
軟合金材	棒材	高力アルミニウム合金棒(丸・角)	67
		アルミニウム棒	15
	板材	高力アルミニウム合金板	111
		アルミニウム板	19
	管材	高力アルミニウム合金管	30
		耐蝕アルミニウム合金管	6
		アルミニウム管	26
	型材	〃螺旋管	7
		高力アルミニウム合金押出型材	24
	線材	〃合金板型材	18
高力アルミニウム合金鋸材			
鑄物	アルミニウム鋸材		
	アルミニウム合金鑄物	191	
銅合金材	棒材	マグネシウム〃	2
		ネーバル黄銅棒	37
		特殊高力〃青銅棒	5
	板材	銅棒	1
		銅板	2
		黄銅板	6
	管材	銅管	7
		特殊珪素青銅鑄物	11
		磷青銅	5
	鑄物	磷青銅	8
		磷青銅線	5
		黄銅線	5
	線材	銅線	7
		亞麻布類	6
	雜材料	纖維類	木綿布類
羊毛			11
電纜			7
雜材料		球軸受および鋼球	25
		ゴム製品	32
		塗料	27
		木材	12
		革類	3
		防音材	7
		靱性ガラス、セルロイド	8
ファイバー類	25		
その他雜材料	32		

アルミニウム合金の用途

デュラルミン	軸受, 導油筒, ポンプ, 氣化器, 槓桿, 齒車, プロペラ, クランク室, 發動機覆防火壁, 翼の外皮, 桁, 支柱, 小骨等機體構造用, 吸, 排氣瓣被筒
耐熱アルミニウム合金	軸受, ピストン, クランク室
耐蝕アルミニウム合金	カム軸筐, クランク室, 燃料タンク, 滑油タンク, 燃料滑油輸送管
デュラルミン鋸	デュラルミン板の鋸接用 マグネシウム合金の鋸接用
アルミニウム合金鑄物	クランク室, 水套, 吸氣管, 各種室および蓋, 氣筒頭

特殊鋼の用途鋼板の用途

()は材料に塗られた色を示す

炭素鋼(赤)	座金, 廻止, 接手, 鋸, 栓, ボルト, ナット, キー
肌焼鋼(白)	カム, カム軸, 圧子コロ軸受, 瓣縦動桿コロ, 起動齒車, 齒車, ピストン軸, 副連接桿
窒化鋼(白)	送水車軸, 齒車, 副連接桿, 氣筒胴
強靱鋼(緑)	氣筒胴, 發動機架, 脚組, プロペラボスクランク軸, ボルトナット, 齒車軸, 瓣バネ受, 主輻連接桿, 起動齒車, クランク軸軸受取付ボルト, 齒車, 尾櫓, 楔環ピストン軸, 齒車
耐熱銅(黄)	吸氣瓣, 排氣瓣, 瓣座(主として空冷用)
不銹鋼(銀)	針瓣, パイプ, ネヂ, 蝶瓣軸, 蝶瓣臂桿, 燃料輸送管
特殊用途鋼(褐)	球軸受用鋼球並軌道輪, コロ推力軸受, 轉子座

鋼板の用途

炭素鋼(赤)	水套, 冷却水入口管, 座金, 調整板
強靱鋼(緑)	脚結合金具, 脚組, 重要結合部の熔接金具, ボルト, 翼柱, 張線取付金具
不銹鋼(白)	排氣管, 排氣集合管
バネ鋼(褐)	座金, 板バネ, 燃料タンク(ブリキ板)

鋼管の用途

炭素鋼(赤, 赤と白, 赤と緑)	給油, 排油管, 油壓計管, 油壓計取付筒, 支柱, 支管, 連結管
強靱鋼(緑)	機體骨組, 發動機架, 補強管
不銹鋼(白)	排氣管

銅合金の使用される部分品

()は材料に塗られた色を示す

銅	板	パッキン用
	管	燃料輸送用
黄銅	棒	噴霧ネジ, 針瓣, 塞ネジその他, 摩擦部分, ボルト, 針瓣座, クランク軸平衡用重錘
	板	濾網筐, 名稱板, 浮子, 番子環
	管	送油管, 噴出管
	鑄物	氣化器, 緩速調整腕, 燃料管接手
青銅	棒	始動栓ネジ座, 吸氣, 排氣瓣準, 齒車軸軸受筒, 瓣座, 小齒車
	板	バネ
	管	油管
	線	氣化器, 燃料ポンプ用バネ
	鑄物	曲軸平衡用重錘, プロペラ軸軸受, 噴子, 曲軸主軸受バネ, 可變節プロペラ翼筒

金屬材料標準寸法表

(1) 特殊鋼材

丸棒鋼標準寸法表 ○

徑 (mm)	斷面積 (mm ²)	重量 (kg/m)	徑 (mm)	斷面積 (mm ²)	重量 (kg/m)
6	28.27	0.222	36	1,018	7.99
8	50.27	0.395	38	1,134	8.90
10	78.54	0.617	40	1,257	9.87
12	113.1	0.888	42	1,385	10.9
14	153.9	1.21	44	1,521	11.9
16	201.1	1.58	46	1,662	13.0
18	254.5	2.00	48	1,810	14.2
20	314.2	2.47	50	1,963	15.4
22	380.1	2.98	55	2,376	18.7
24	452.4	3.55	60	2,827	22.2
26	530.9	4.17	65	3,318	26.0
28	615.8	4.83	70	3,848	30.2
30	706.9	5.55	80	5,027	39.5
32	804.2	6.31	90	6,362	49.9
34	907.9	7.13	100	7,854	61.7

角棒鋼標準寸法表 □

邊 (mm)	斷面積 (mm ²)	重量 (kg/m)
80	6,400	50.2
100	10,000	78.5
120	14,400	113.0
140	19,600	154.0
160	25,600	200.9
180	32,400	254.3
200	40,000	314.0

六角棒鋼標準寸法表 ○

對邊距離 (mm)	斷面積 (mm ²)	重量 (kg/m)
6	31.18	0.245
7	42.44	0.333
8	55.43	0.435
9	70.15	0.551
10	86.60	0.680
12	124.7	0.979
14	169.7	1.33
17	250.3	1.96
19	312.6	2.45
21	381.9	3.00

(備考) 本表の重量は 1cm³ の鋼を 7.85g として算出したるものとす

(2) 鋼(帯)板の標準寸法

(1) 炭素鋼板(第101號)

(イ) 厚の標準寸法

厚(mm)	厚(mm)	厚(mm)
0.29	1.2	3.2
0.4	1.4	3.5
0.5	1.6	4.0
0.6	2.0	4.5
0.7	2.3	5.0
0.8	2.6	6.0
1.0	2.9	

(ロ) 幅及長の標準寸法

種別	厚(mm)	幅(mm)	長(mm)
10炭素鋼板 及	0.5未満	300	2,000
		500	〃
20炭素鋼板	0.5以上	1,000 又は900	〃
		300	〃
55炭素鋼板			

- (2) クロム・モリブデン鋼板 (第102號)
 ニッケル・クロム・モリブデン鋼板(第104號)
 不銹鋼板 (第106號)
 ばね鋼板 (第107號)

(イ) 厚の標準寸法

厚(mm)	厚(mm)	厚(mm)
0.5	1.4	3.2
0.6	1.6	3.5
0.7	2.0	4.0
0.8	2.3	4.5
1.0	2.6	5.0
1.2	2.9	6.0

(ロ) 幅及長の標準寸法

幅(mm)	長(mm)
300	2,000
*500	〃

* 印は(第107號)には規定なし

- (3) ニッケル・クロム鋼帯板 (第103號)
 ニッケル・クロム・モリブデン鋼帯板(第105號)

(イ) 厚の標準寸法

厚(mm)	厚(mm)	厚(mm)
*0.16	0.40	1.00
0.20	0.50	1.20
0.26	0.60	1.40
0.32	0.70	+1.60
0.35	0.80	+2.00

(ロ) 幅及長の標準寸法

幅(mm)	長(mm)
100	5,000
150	〃
200	〃

* 印は(第103號) +印は(第105號)に規定あり

(4) プリキ板(第108號)

(3) 圓鋼管常用寸法及圓鋼管標準寸法

外径mm	厚mm	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.6	3.2
5		×	×	×	×	×						
6		×	×	×	×	×						
8			×	×	×	×						
10			×	×	×	×						
12			×	×	×	×						
14			×	×	×	×						
16			×	×	×	×						
18			×	×	×	×						
20			×	×	×	×	×	×				
22			×	×	×	×	×	×				
24			×	×	×	×	×	×				
25			×	×	×	×	×	×	×	×		
26			×	×	×	×	×	×	×	×	×	
28			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
30			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
32				×	×	×	×	×	×	×	×	×
34				×	×	×	×	×	×	×	×	×
36				×	×	×	×	×	×	×	×	×
38				×	×	×	×	×	×	×	×	×
40					×	×	×	×	×	×	×	×
45					×	×	×	×	×	×	×	×
50					×	×	×	×	×	×	×	×
55					×	×	×	×	×	×	×	×
60						×	×	×	×	×	×	×
65							×	×	×	×	×	×
70								×	×	×	×	×
75											×	×

備考 ×印を附したるものを標準寸法とす
 ○印を附したるものは常用寸法とす

流線形鋼管標準寸法

番號	外徑 (mm)		R ₁ (mm)	R ₂ (mm)	L (mm)	厚 (mm)								
	長徑	短徑				0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0		
1	25.5	11.0	4.0	32.0	9.5	×	×	×	×					
2	28	12.0	4.5	35.0	10.5	×	×	×	×					
3	31	13.0	4.5	38.0	11.5	×	×	×	×					
4	33	16.0	5.5	46.5	14.0	×	○	×	×					
5	42.5	18.0	6.5	52.5	16.0	×	○	×	×					
6	47	20.0	7.0	59.0	17.5	×	○	×	×					
7	52	22.0	8.0	65.0	19.0	×	×	○	×	×				
8	59	25.0	9.0	73.0	21.5	×	×	○	×	×	×			
9	63.5	27.0	10.0	78.0	23.5	×	×	○	×	×	×			
10	70	30.0	11.0	87.0	26.0	×	×	×	○	×	×			
11	76	32.0	12.0	93.0	23.0	×	×	×	○	×	×	×	×	×
12	80	34.0	13.0	98.0	30.0	×	×	×	○	×	×	×	×	×
13	87	37.0	14.0	107.0	32.5		×	×	○	×	×	×	×	×
14	90	38.0	14.5	110.0	33.5		×	×	×	×	×	×	×	×
15	97	41.0	15.0	120.0	36.0		×	×	×	×	×	×	×	×
16	101	43.0	16.0	123.0	37.5		×	×	×	×	×	×	×	×

備考 ×印を附したるものを標準寸法とす
○印を成るべく使用するものとす

(4) アルミニウム及其の合金

丸棒の徑の標準寸法

丸棒の徑 (mm)	丸棒の徑 (mm)	丸棒の徑 (mm)
6	25	70
8	30	75
10	35	80
12	40	85
14	45	90
16	50	95
18	55	100
20	60	
22	65	

(イ) 板の厚の標準寸法

厚 (mm)	厚 (mm)	厚 (mm)
0.29	1.40	4.00
0.40	1.60	5.00
0.50	2.00	6.00
0.60	2.30	7.00
0.70	2.60	8.00
0.80	2.90	9.00
1.00	3.20	10.00
1.20	3.50	12.00

(ロ) アルミニウム及其の合金板及帯板の幅及長の標準寸法

區 分	厚 (mm)	幅 × 長 (mm)	
帯 板	0.4 未 滿	400 × 5,000 400 × 10,000	
	0.4 以 上	500 × 5,000 500 × 10,000	
板	0.4 以 上	600 × 2,000 600 × 3,000 1,000 × 2,000 1,000 × 3,000	
		0.5 以 上	1,250 × 2,000
		0.8 以 上	1,500 × 2,000

アルミニウム及其の合金圓管の徑及厚の標準寸法

外 徑 (mm)	厚 (mm)						
	0.6	0.8	1.6	1.2	1.4	1.6	2.0
内 徑 (mm)							
6	4.8	4.4	4				
8	6.8	6.4	6				
10	8.8	8.4	8				
12	10.8	10.4	10				
14	12.8	12.4	12				
16	14.8	14.4	14	13.6			
18	16.8	16.4	16	15.6			
20	18.8	18.4	18	17.6	17.2		
25			23	22.6	22.2	21.8	
30			28	27.6	27.2	26.8	26
35			33	32.6	32.2	31.8	31
40			38	37.6	37.2	36.8	36
45			43	42.6	42.2	41.8	41
50			48	47.6	47.2	46.8	46

(5) マグネシウム合金棒の徑の標準寸法

徑 (mm)	徑 (mm)	徑 (mm)
6	25	70
8	30	75
10	35	80
12	40	85
14	45	90
16	50	95
18	55	100
20	60	
22	65	

(イ) マグネシウム合金板の厚の標準寸法

厚 (mm)	厚 (mm)	厚 (mm)	厚 (mm)
0.29	1.40	3.50	12.00
0.40	1.60	4.00	14.00
0.50	2.00	5.00	16.00
0.60	2.30	6.00	18.00
0.70	2.60	7.00	20.00
0.80	2.90	8.00	22.00
1.00	3.20	9.00	25.00
1.20		10.00	

(ロ) マグネシウム合金板の幅及長の標準寸法

厚 (mm)	幅 × 長 (mm)	
0.5 未 満	500 × 1,000	
	500 × 2,000	
0.5 以上 6.0 未満	600 × 1,000	1,000 × 1,000
	600 × 2,000	1,000 × 2,000
6.0 以上 20.0 未満	600 × 1,000	
	600 × 1,500	
20.0 以 上	300 × 1,000	

マグネシウム合金圓管の徑及厚の標準寸法

外 徑 (mm)	厚 (mm)				
	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0
	内 徑 (mm)				
16	14	13.6			
18	16	15.6			
20	18	17.6	17.2		
25	23	22.6	22.2	21.8	
30	28	27.6	27.2	26.8	26
35	33	32.6	32.2	31.8	31
40	33	37.6	37.2	36.8	36
45	43	42.6	42.2	41.8	41
50	48	47.6	47.2	46.8	46

(6) 銅及其の合金棒の標準寸法

○ 丸 棒			□ 角 棒	
徑 (mm)	徑 (mm)	徑 (mm)	邊 (mm)	邊 (mm)
6	(21)	44	6	17
(7)	22	46	7	19
8	23	48	8	21
(9)	24	50	9	23
10	25	55	10	25
(11)	26	60	12	29
12	28	65	14	32
13	30	70		
14	32	75		
15	34	80		
16	(35)	85		
(17)	36	90		
18	38	95		
19	40	100		
20	42			

○ 六角棒	
對邊距離(mm)	對邊距離(mm)
6	23
7	25
8	29
9	32
10	35
12	38
14	41
17	46
19	50
21	

(備考) 括弧を附したるものは成るべく使用せざるを可とす

銅及其の合金管の標準寸法

外徑 (mm)	厚 (mm)							
	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.6	3.2
内 徑 (mm)								
3	1.8	1.4	1					
4	2.8	2.4	2	1.6				
5	3.8	3.4	3	2.6	1.8			
6	4.8	4.4	4	3.6	2.8			
8	6.8	6.4	6	5.6	4.8	4		
10	8.8	8.4	8	7.6	6.8	6		
12	10.8	10.4	10	9.6	8.8	8	6.8	
14	12.8	12.4	12	11.6	10.8	10	8.8	
15	13.8	13.4	13	12.6	11.8	11	9.8	
16	14.8	14.4	14	13.6	12.8	12	10.8	
18	16.8	16.4	16	15.6	14.8	14	12.8	
20	18.8	18.4	18	17.6	16.8	16	14.8	
22		20.4	20	19.6	18.8	18	16.8	15.6
25		23.4	23	22.6	21.8	21	19.8	18.6
28			26	25.6	24.8	24	22.8	21.6
30			28	27.6	26.8	26	24.8	23.6
32			30	29.6	28.8	28	27.8	25.6
35				32.6	31.8	31	29.8	28.6
38				35.6	34.8	34	32.8	31.6
40				37.6	36.8	36	34.8	33.6
45					41.8	41	39.8	38.6
50					46.8	46	44.8	43.6

技能者養成テキスト
 専門科 航空機材料 ㊟

出版會承認
 ア 3471 號

㊟ 定價 75 錢

昭和18年3月25日 印刷
 昭和18年3月30日 發行 (5,000部)
 昭和18年4月10日 第2刷發行 (5,000部)
 昭和18年5月20日 第3刷印刷
 昭和18年5月25日 第3刷發行 (5,000部)

著作
 權
 所有

本書の複製の
 轉載を禁ず

日本技術教育協會編輯部

著 者 代 表 者 郡 司 宗 知

東京市神田區美土代町1の9

發 行 者 有 限 會 社 技 能 者 養 成 出 版 社

代 表 者 岡 本 政 治

東京市橋區練馬町1の3532

印 刷 者 (東 東 209) 株 式 會 社 日 本 印 刷 局

代 表 者 小 林 浩 齊

東京市神田區美土代町1の9

發 行 所 有 限 會 社 技 能 者 養 成 出 版 社

電 話 神 田 (25) 1996
 振 替 東 京 178072

大 阪 支 社 大 阪 市 西 區 阿 波 堀 通 4 の 2

電 話 新 町 (53) 3056
 振 替 大 阪 55512

日本出版文化協會會員登錄番號 107531

配給元 日本出版配給株式會社

外徑
(mm)

3

4

5

6

8

10

12

14

15

16

18

20

22

25

28

30

32

35

38

40

45

50

業種別技能者養成テキスト

航空機関係

日本技術教育協會編

航空機工作の基礎	0.90	數 學	0.80
.....		機械工作法	0.90
専門學科		安全教育	0.65
		工場管理	0.80
		
旋 盤	卷一 0.80 卷二 0.80 卷三 1.00	普通學科	
		國 語	0.65
フ ラ イ ス	卷一 0.80 卷二 1.00 卷三 1.00	産業地理	0.65
		國 史	0.65
仕 上	卷一 0.60 卷二 0.80 卷三 1.00	理 科	0.65
.....		英 語	0.65
基礎學科		德 育 上	0.65
航空機材料	0.75	德 育 下	0.65
製 圖	0.70	産 業 史	0.65
機械の要素	0.70	
電氣工學	0.70	徴用工員のための	
力 學	0.70	就 業 讀 本	0.80

技能者養成出版社刊

3568

注意事項

- 資料は大切に扱きましょう。
- 資料は転貸借はお断りします。
- 15日間の期限に必ず返して下さい。
- 資料を汚損または紛失した時は同一の資料又は相当代価を弁償していただきます。

群馬県立図書館
前橋市日吉町一丁目14-8
電話 (0272) 3008番

空政進(科學館を遷す)(七)
文化人(集中)し文化事業を助成
して文化宣傳總力を擴張を確立
す



有限會社
技能者養成出版

中
島
文
庫
群馬県立図書館