

# 航空研究所彙報

## 第七十號

昭和五年六月

### 航空發動機用鋼に就て

陸軍砲兵大尉 高 瀬 孝 次

#### 1. 緒 言

世界大戰後我國の航空技術は概ね範を佛國に採り、佛國で戰時中或は戰爭末期に使用せられた各種航空機機體並に發動機が輸入せられ就中當時名聲の高かつた Rhone, Salmson, Hispano Suiza, Lorraine の如き發動機は或は陸軍に或は海軍に制式として採用され夫々相當の機體の型式と共に我國の航空機工業の基礎を確立した次第である。

従つて之等發動機用材料殊に鋼類の種類並に規格の如きも佛國の恩恵に浴する事頗る大であつて今日も雖も我國斯道の基礎は之に依つて成立してゐる譯である。翻つて同じ聯合國の方でも大戰の末期では米國に Liberty 英國に Napier Lion の如き名聲の高い發動機があつたにも拘らず我國では之等の專賣權迄も買収して製作せんとする計畫はなく、一方戰に敗けた獨逸では軍用航空機の製造殊に大馬力發動機の製造は禁止又は制限せられ今日より數年前迄は其後の獨逸の狀況は不明であつた。然るに今我國殊に陸軍に採用さるゝ様になつた B.M.W.VI 型又は VII 型の様な發動機を製作するに及んで始めて獨逸の狀況が判明し同時に之を最關係の深い材料の選擇使用の狀況を窺知し得た次第である。之と同時に空冷式大馬力發動機として有名となりし英國の Jupiter 發動機も内地で生産さるゝや英國の模様も判明した譯である。

之を要するに發動機的设计では列國共獨特の發達あると同時に構成材料の選定にも特長があつて區々ではあるが、今日迄に發達した發動機の型式のものでは吾國の現状では大體先進國の様子も知れ漸く製作技術の上にも追従し得た故に、從來の例に倣ひ今日速に各國の長を採り短を棄てゝ航空發動機用鋼の規格を定めても差支ない時期に達して居ると思ふ。

#### 2. 各種發動機用鋼の使用狀況

我國で製作し又は製作中の主要發動機用鋼材の標準規格表は附表第一乃至第五に示す通りであ

る。但しこゝに掲げた表は大部分日本化し又は肝要部分だけを抜萃して記載してある故原規格とは稍異り、而て該表は主に鋼材の購買に際して課する条件である。

附表番號	國名	發動機名稱	内地製造會社名
第 1	佛	Hispano " 300馬力 450馬力	三菱航空機株式會社
第 2	佛	Salmson 230馬力	陸軍造兵廠名古屋工廠 川崎造船所飛行機部
第 3	佛	Lorraine " 400馬力 450馬力	廣海軍工廠 愛知時計飛行機製作所
第 4	英	Jupiter 400馬力	中島飛行機製作所
第 5	獨	B. M. W. 450馬力	川崎造船所飛行機部

該表以外の發動機例へば Rhone, Benz, Junkers, Mongoose, Cirrus 等の如き發動機も内地にて製作し又は製作中のものもあれど差當り主要なものを掲げた次第である。

該表を通覽するに附表第 1, 第 2, 第 3 は何れも佛國式であつて鋼種の選定は大同小異である。之に對し附表第 4 は英國航空省規格より抜萃し之を日本化したものであるが鋼種も多く特殊の材料も相當に使用し其の金質の要求程度も稍々佛國のものより高い。一方附表第 5 の B. M. W. 規格を見るに鋼種も少く、特に構造用鋼として低炭素の  $N_i-C_r$  鋼を使用してゐる特徴がある。

今参考の爲に若干主要發動機部品の二三に就き使用鋼材の狀況を述べて見るに次の様である。

#### (イ) 氣 筒 (Cylinder)

氣筒材料は従來は半硬鋼 (Medium carbon steel) を使用し概ね焼入後焼戻 (調質) を施してある。稀には焼準 (Normalizing) 状態で使用するこゝもある。Jupiter の如きは焼準状態で使用し、尙 Rhone 80 馬力の如き鑄鐵の「ライナー」を使用せるものや Napier Lion の如く  $N_i-C_r$  鋼を使用せるもの、B. M. W. の如く  $C_r$  鋼 ( $C_r$  1.5~2.0%) を使用せるものがある。氣筒の壽命即ち耐久力は今日では相當に重要視せられて來て Hispano 600 馬力の如き新形式のものは態々内面に窒化法を施して硬化する計畫さへあつて此方面に對して益々留意さるゝ様になつて來た。 $C_r$  鋼を氣筒に採用するこゝは此の意味で確に進歩した方法と信ずる。

#### (ロ) 曲軸 (Crank shaft) 及連接桿 (Connecting rod)

曲軸鋼は従來佛國式のものは何れも  $N_i-C_r$  半硬鋼 ( $C$  0.3~0.4%,  $C_r$  0.6~0.8%,  $N_i$  2.8~3.2%) 程度のもを専ら調質状態で使用して居て之は抗張力 85~90 kg/mm<sup>2</sup> 程度に過ぎないこゝ所謂熱處理方法に依つては焼戻脆性 (Temper Brittleness) を有するこゝ、樹枝狀組織 (Dendritic structure) を有するこゝ、之を容易に消滅し得ざるこゝ、其他油焼入後の歪修正の甚だ困難なるこゝ等の缺點を持つてゐる外に高馬力、高壓縮となりつゝある現状から云へば抗力並に

剛性に於て不充分であるものと思はれ此種材質は勿論今後の曲軸として使用するこゝは不適當を考へる。殊にこの種鋼製の曲軸で今日迄に幾回も折損したる経験あり、其原因が一部他に在つたとしても材質上の缺陷に歸するこゝが出来ると思ふ。

之に對し英國 Jupiter では  $C_r$  1~1.4% 程度の  $N_i-C_r$  鋼所謂空氣燒入鋼を同目的に適用しあるこゝは以上の缺點を除去しあるものゝ認める。尙獨逸の B.M.W. VI 型發動機には次の様な優秀な鋼を使用して良好なる成績を収めてゐる。

化學成分	$C$	0.17~0.30	$S_i$	0.35 以下
	$M_n$	0.30~0.60	$N_i$	3.5~4.5
	$C_r$	1.0 ~1.6	$W$	0.5~1.0

#### 機械的試験

降伏點	105 kg/mm <sup>2</sup> 以上
抗張力	115 "
伸 ( $l=8.2\sqrt{A}$ )	12 % 以上
衝擊値	9 kg/cm <sup>2</sup> 以上

該鋼は表面硬化用鋼のこゝ故炭素は著しく低く 靱性は充分に保存し所謂燒戻脆性 (Temper Brittleness) の影響少く抗張力 120 kg/mm<sup>2</sup> 以上も出す様な空氣燒入鋼であつて佛國式の  $N_i-C_r$  鋼は殆んど比較にならぬ様な優良な鋼種を撰んでゐるこゝは吾人の大いに學ぶべきこゝと思ふ。但し該鋼は本發動機の特長として軸承部に Roller Bearing を使用してゐる關係で此の部分に特に滲炭 (深さ約 5 mm) し表面硬化を施しあり。本曲軸鋼は Krupp 會社に於て鍛造、熱處理、仕上をも行ひ非常に入念に製作してあつて大いに學ぶべき點がある。

以上の外曲軸として  $C_r-V_a$  鋼を推奨せる國もあり、大体次の如き形式の鋼も研究の結果使用し得るものゝ考へる。

$C$	0.35~0.45%
$C_r$	1.20~1.50 "
$V_a$	0.15~0.20 "

附表第 11 には有名なる發動機に使用せる曲軸用鋼の成分を機械的試験成績を記載してある。此表を通覽するに何れも  $N_i-C_r$  鋼を使用してゐるが唯其成分及抗力上の要求に於て區々であつて趣を異にしてゐるものゝ中で前述の如く B.M.W. だけが一般曲軸の型式を破つてゐる。

連接桿 (Connecting rod) の材料は多くの發動機では曲軸と同一のものを採用するか或は別の鋼種を撰ぶこゝもある。殊に Jupiter の如きも若干成分の異つた  $N_i-C_r$  鋼を使用し B. M. W. の如きは若干成分の異つた表面硬化用  $N_i-C_r$  鋼を使用しゐる。要するに曲軸、連接桿の如きは殆んど同一鋼で差支ないと思はれる。

## (ハ) 弁用鋼 (Valve Steel)

航空發動機の中で最肝要な材料の一であつて従来最議論多く、又故障の多い進歩の激しい材料である。現在まででは大概發動機用鋼の選定は一定しあるも弁用鋼のみは混沌として一定せず、各國共に興味ある問題として研究しつつある状況である。

近來迄に使用された弁用鋼の種類は頗る多く英國に於てすら約 23 種もある位で大別するに次の様である。

- (1) 3%  $N_i$  鋼 (C 0.3% 及 0.6%,  $N_i$  3%)
- (2)  $N_i$ - $C_r$  鋼 (C 0.3%,  $N_i$  3%,  $C_r$  0.7%)
- (3)  $C_r$  鋼 ( $C_r$  13%)
- (4)  $W$  鋼  $\left\{ \begin{array}{l} (C\ 0.6\%,\ W\ 12\%) \\ (C\ 0.25\sim 0.3,\ W\ 12\%) \\ (C\ 0.6\%,\ W\ 17\%) \end{array} \right.$
- (5)  $N_i$ - $C_r$ - $W$  鋼 (C 0.25%,  $N_i$  4.2%,  $C_r$  0.5%,  $W$  2.5%)
- (6)  $C_r$ - $W$  鋼 (C 0.6%,  $C_r$  3%,  $W$  17%,  $V_a$  0.4 以下)
- (7)  $S_i$ - $C_r$  鋼 ( $S_i$  2~3%,  $C_r$  9~13%,  $M_n$  0.7~1.3%)
- (8)  $C_0$ - $C_r$  鋼 (C 1.1~1.6%,  $C_r$  11~14%,  $C_0$  3~5%,  $M_n$  0.5~1.0%)
- (9) 高  $N_i$ -高  $C_r$  鋼  $\left\{ \begin{array}{l} (N_i\ 13\%,\ C_r\ 13\%,\ S_i\ 2\%) \\ (N_i\ 35\%,\ C_r\ 13\%,\ M_n) \\ (N_i\ 13\%,\ C_r\ 35\%,\ \prime) \end{array} \right.$

之等多種多様の鋼種の中今日最優良視されてゐるものは高  $N_i$ -高  $C_r$  鋼であつて所謂 Austenite Steel として有名である。此種鋼で日本製のものに日本特殊鋼會社製の FWV 鋼や大華工具會社の FF, BBB の如きものもあり。尙外國では KE 965, Uranus 等の如き皆此種のものである。元來如斯 Austenite Steel の研究は英國の KE 965 に始つたもので目下我國では何れの發動機にも使つてゐる。

参考の爲此種鋼の分析の例を若干掲げ規格をも参照して見る。

區 分	C	$S_i$	$M_n$	$N_i$	$C_r$	W	$V_a$
J.I.A.S. Vol. XXXI	0.45	1.75	0.65	12.67	12.81	2.1	
March 1927	0.40	1.83	1.45	13.2	22.30	3.1	
P. B. Henshaw	0.45	1.47	0.59	11.9	19.0	—	
KE 965	0.28	1.41	0.68	11.47	8.9	2.2	0.23
Uranus	0.29	0.61	0.34	24.48	9.03	10.19	0.18
大 華 FF	0.45~0.55	1.0~2.2	0.3 以下	10~14	12~14	2.5~3.0	0.5~1.0
大 華 BBB	0.30~0.45	1.0~3.0	0.5 以下	10~14	12~14	2.5~3.0	0.5~1.0
日 特 FWV	0.52	1.46	0.62	11.95	12.97	2.70	
規 格	0.35~0.42	1.50~2.50	0.60 以下	13~15	13~15	2~3	
ATV 標準 (佛國)	0.3 ~0.40	0.35 以下	1.0~2.0	34~36	10~12	1.0 以下	$C_0$ 0.5 以下

## (ニ) 表面硬化用部品

此種鋼の中で普通炭素鋼の極軟鋼がある。Cの最大限を0.15%にするか0.20%にするかの問題がある。従来佛國では0.15%以下であつたが斯くすれば製鋼法に於て困難があり、所謂毛狀「クラック」(Hair Crack)と稱する微細なる瑕瑾を絶滅することは出来ない。之が爲にはCを0.2%迄にしたいと云ふ要求がある。

然し合金鋼の場合例へば Hispano の活塞軸 (Gudgeon Pin) の場合の如きは0.2%迄許容して差支ないか否かは不明である。結局今日の状況では極軟炭素鋼に於ては0.18又は0.20%を許容して差支ないと思はれる。合金鋼に於てはNi鋼として2~3%のものゝ5~6%のものゝあつて、別にNi-Cr鋼として次の二種ある。

(1) Ni 3% Cr 0.5% (Hispano の活塞軸)

(2) " 4% " 1.0~1.6% (B.M.W. 連接桿及曲軸)

其他低炭素鋼に非ざる表面硬化用鋼として窒化用鋼がある。即ちAl鋼は之で例へば Hispano の氣筒の内面に窒化を施してある。

## (ホ) 特殊部品鋼

航空發動機の部品として磁鋼 (Magnet Steel), 發條鋼 (Spring Steel), 球軸承鋼 (Ball Bearing Steel), 耐錆鋼 (Stainless Steel), 非磁性鋼 (Non Magnetic Steel), 非膨脹性鋼(不収縮)等の種類の鋼が多い。使用範囲は僅かなるも興味ある材料が頗る多い。

## 3. 發動機用鋼規格の統一に就いて

我國で今日迄採用して來た發動機鋼は總て外國製であつて規格が上記の如く亂雜である爲に製鋼業者は余程苦んでゐる。一例を擧げて統一の肝要なる事を明にしたいと思ふ。此規格を統一するに云ふ事は決して進歩を阻害するに云ふ事ではなく、補給を容易にし、不必要な勞力の節約することである事を明言したい。

## (イ) 化學成分に就て

今迄の規格ではP, S, の様な不純分の制限は全然區々であつて例へば0.02%以下, 0.03%以下, 0.04%以下, 0.045%以下等の如き同じ程度の鋼に對しても色々の要求がある。尙PとSの制限を同一にする事と別にする事がある。

Mnに就ては鋼種, 製鋼法, 及び製鋼所により若干異にするけれ共例へば0.3~0.5, 0.50以下, 0.4~0.8等様々ある。製鋼法及品質を顧慮して融通の利く様にしたいものである。

Siに就いては0.20~0.35, 0.30以下, 0.35以下, 0.40以下といふ様な表し方がある。不純物としてのSiも場合によつては銻鋼のSoundnessの點より見ては最低限を示す形式も不合理ではない。

## (ロ) 機械的試験(金質徴數)に就て

普通何處でも抗張試験を課して降伏點(Yield Point)を測定して大抵は規格に要求してある。陸軍では此の事を慣用的に弾性界と云つてゐる。理想から云へば純粹の弾性界を求め得れば最宜しいが之は不可能であるが出来得れば許容し得る永久變形(Permanent Set)の量を定め之に應ずる荷重を弾性界とでも定義し要求するを至當とする。例へば Set の量を 0.003% (震動疲勞の限界に相當す), 0.03%, 0.01%, 0.1% とする様な様々の表はし方があり, 現に英國の S. 43, S. 40 の規格の如きは Proof test として 0.1% 迄の變形を基準としてゐる。併し事實としては測定困難な爲め止むを得ず降伏點を指定してゐる譯である。

今日の規格では降伏點の表はし方に抗張力の幾何 % 以上といふ様な形式もあるが之は 45 kg/mm<sup>2</sup> 以上と云ふ 45~65 kg/mm<sup>2</sup> と云ふ風に示した方が便利である。

抗張力に就いては牽引速度を一定(一分間約 3 cm)にすれば問題はない。靱性を示す方法に伸(Elongation)と断面收縮率(Reduction of Area)がある。Elongation の方は標點距離が一定なれば問題はないが, 唯標點外で切斷した時の條件を明に規定したいものである。Reduction of Area に対しては Aero Engine の如き材料には最肝要であるを主張してゐる人がある。著者は兩者を規定して Elongation の測定不可能の時は Reduction of Area を考慮に入れる様にしては如何かと思ふ。

衝撃試験に就いては内外共に議論があつて(1)機械の選定, (2)試験片の形狀, (3)仕上の程度其他結果を不定ならしむる各種の條件があつて學者の論は必ずしも一定しない。元來本試験の重要性に關しては未だ疑問を懐くものがある。併し附隨的に或重要な性質を提示して呉れる, 例へば内部の Hair Crack や Brittleness の如きの有無を検し, 時に, 本性質は獨特の靱性を示すものとしては異論はない。従つて慣例上本試験を課する方が安全ならん。但し一方本數値のみの高からんことを望み抗張力, 硬度を犠牲にする事は勿論不賛成である。

硬度は「ブリネル」を概ね採用してゐるが検査上抗張力を推定し得ると言ふ點で一般検査にも廣く掲げてある。併し理論的には同じ性質のものを同時に課するは無駄であるとも言へる。

疲勞試験に就ては種々の議論があつて充分の考慮を要する。即ち發動機の故障は殆んど疲勞で破壊すると言つて差支ない故設計上根本的には此事を知悉し置かなくてはならんが今日迄の經驗に徴するに例へば靜力的抗張力と震動的荷重とを比較するに後者は概ね前者の 40% 乃至 60% で平均 50% である事が分つてゐる。抗張力以外の力の關係でも大體この關係が當嵌る事も分つてゐる。従つて濫に規格を煩にし材料の價格を向上し納期を遅延せしむることは重大問題である。殊に次の諸點を考慮するときは何れも實際上規格條件に課するところは不利である。

## (1) 適當なる試験機の選定。

(2) 試験片の工作 (製作容易にて不同少き形状なる事)

(3) 試験時間。

(ハ) 熱処理に就て

試験片の機械的試験成績に直接関係があつて、先づ熱処理を一定にする事が肝要である。従來試験片の要求と成品の要求とを混同するところあつて兩者を異つた状態で試験したところもあつたが今日は成品に近き状態の熱処理を施して試験するのが普通である。成品の寸法は大小様々であつて Heat capacity と Cooling rate が異つてゐるので合金鋼殊に  $C_r$ ,  $W$  の如き成分を含有せる鋼では試験片の場合とは著しく異つてゐる。即兩者を完全させることは不可能であるから、或鋼では焼鈍か焼準 (Normalizing) の状態でもよいとも考へられる。

それ故炭素鋼の如きは焼鈍状態で何れも差支ないと思つてゐる。其他合金鋼はすべて調質で實施するを至當と考へる。

#### 4. 發動機用鋼の分類に就て

發動機用鋼も非常に數多い爲に統一規格を作製するにせよ之を分類する方が便利である。大體分類するに二種の方法がある。即ち化學成分上から用途上から分類する方法とあつて成分上から分類するに次の様になる。

- (1)  $N_i$  鋼, (2)  $C_r$  鋼, (3)  $N_i-C_r$  鋼, (4)  $W$  鋼, (5)  $C_r-W$  鋼, (6)  $N_i-C_r-W$  鋼,  
(7)  $C_0-C_r$  鋼, (8)  $S_i-C_r$  鋼, (9) 高  $N_i-C_r$  鋼

等々。この様な分類方法は紛糾し日進月歩の今日益々複雑となつて不適當と考へる。又用途別による方法も同様である故茲に兩者を混用した次の様な分類方法を採用した方が便利と考へる。

- (1) 第一部類 炭素鋼 (Carbon Steel)  
(2) 第二部類 表面硬化用鋼 (Case hardening steel)  
(3) 第三部類 強靱鋼 (High tensile steel)  
(4) 第四部類 弁用鋼 (Valve steel)  
(5) 第五部類 特殊部品鋼 (發條鋼, 磁鋼等を含む) (Steel for Special Part)

實際この様に分類する方が便利ではないかと思ふ。他方自動車の發動機用鋼も含めた方が至當かと思ふが今日迄のところは發動機用鋼は坩堝爐製又は電氣爐製と限定され自動車の發動機用鋼は平爐鋼をも使用し得ることを異にす。

#### 5. 標準發動機用鋼規格提案

以上の様な分類によつて今日迄の各發動機用鋼を整理し之に番號を附して置けば便利ではないかと思ふ。即ち次の様に編組して見る。

- (1) 第一部類 炭素鋼 第1號乃至第10號
- (2) 第二部類 表面硬化用鋼 第11號 〃 第20號
- (3) 第三部類 強靱鋼 第21號 〃 第40號
- (4) 第四部類 弁用鋼 第41號 〃 第60號
- (5) 第五部類 特殊部品鋼 第61號以上

而して將來の發動機の設計又は材料の補給計畫等も之に準じて行ふ様にしては如何か考へる。番號の缺けた處は將來新地金の出現せし際に追加し得る様にしたのである。この案を基礎として作製せる各種發動機用鋼の規格案は附表第6乃至第10に示してある。

(追記) 斯道の先進國例へば英國では British Engineering Standard Association, Specifications for Aircraft Materials and Components. ありて Air Board Specification として統一しあり、米國にては U. S. Army Specification 及 U. S. Navy Specification があるが現在漸次統一さるゝ機運にありと言ふ。佛國にては Service Technique et Industriel de L'Aeronautique として存在しありしも近年は航空省獨立に依りて規格も統一されてゐる。

我國に於ては先進國で各特徴ある規格を有し乍ら獨創的な設計なき爲め今日迄は佛國式の規格を陸海軍に採用して來たが今後は國産航空機の出現を期待し必須の發動機用鋼規格の統一を希望し本稿を記載した次第である。



附表第一

ライスパノスキガ發動機鋼材表

備考

1. 本規格ハ現行政正案以前ノモノトス
2. 用途例ハ陸軍語ニ依ル

鋼種	番號	化學成分				機械的試驗				熱處理	用途例					
		炭素	硅	錳	磷及黃硫	ニッケル	クロム	其他	彈性界 (kg/mm <sup>2</sup> )			抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	最小伸長率 (%)	斷縮率 (%)	衝擊值	ア硬リ度
0.2% 炭素鋼	20 C	0.20~0.30	0.30 以下	0.50~0.80	0.035 以下	—	—	—	—	41~47	24	—	—	—	{ 燒入 880°C 油中急冷 二次 780°C 水中急冷	各種胸等強キ抗力ヲ要セサル個所
第三號並軟鋼	30 C	0.30~0.40	〃	0.40~0.85	0.035 以下	—	—	—	31以上	55以上	20	—	—	{ 燒鈍 840°C~880°C 水中急冷	同上	
半硬鋼	SHS	0.40~0.50	0.35 以下	0.50~0.80	〃	—	—	—	55以上	80以上	17	10	80 以下	{ 燒入 820°C~870°C 水中冷却 燒戻 550°C~575°C	氣筒, プロペラ ハブ等	
炭素鋼	6 HS	0.50~0.60	〃	0.30~0.60	〃	—	—	—	65以上	80以上	14	8	200 以下	{ 燒入 800°C~830°C 水中冷却 燒戻	氣筒外筒, 吸氣弁 筐, 其他	
極軟鋼	JESS	0.08~0.15	0.30 以下	0.20~0.60	〃	—	—	—	50以上	43以上	28	40	70~80	{ 燒入 900°C~950°C 水中冷却 二次 750°C~800°C 水中冷却 一次 820°C~860°C 水中冷却	歪輪軸等	
ニツケルクロム肌燒入鋼	JNCC	0.11~0.15	〃	0.30~0.60	〃	2.0~3.5	0.25~0.50	—	50以上	80以上	15	30	〃	{ 燒入 860°C 油中冷却 二次 730°C~770°C 水中冷却	排氣弁, 基軸, 等	
第一號ニツケルクロム齒	NC1	0.30~0.40	〃	0.20~0.60	〃	2.75~3.25	0.70~1.00	—	76以上	90以上	17	40	240 以下	{ 燒入 820°C~860°C 油中冷却 燒戻 560°C	連接桿, 曲軸, 等	
ニツケルクロム齒	NCG	0.47~0.52	0.40 以下	0.35~0.60	〃	3.00~3.50	〃	〃	120以上	130以上	11	8	—	{ 燒入 750°C~800°C 水又油中冷却 油中冷却	齒輪類, 軸, 其他	
ニツケルクロム齒	35 N	0.25~0.35	0.30 以下	0.30~0.60	〃	3.25	—	タンクステン 15~18 ワアチギニウム 0.4 以下	50以上	70以上	20	40	—	{ 燒戻 800°C~850°C 油中冷却 燒入	吸氣弁	
ニツケルクロム齒	JCW	0.50~0.80	0.25 以下	0.15 以下	0.030 以下	—	2.85~4.00	—	60以上	85以上	20	8	200 以下	{ 燒鈍 950°C 空中冷却 一次 900°C~950°C 空中冷却 二次 500°C~550°C	排氣弁	
ニツケルクロム齒	JNCW	0.20~0.30	0.20 以下	0.30 以下	0.035 以下	4.00~4.50	0.30~0.80	タンクステン 2~3	105以上	125以上	11	9	—	{ 燒鈍 900°C~950°C 油中冷却 燒入	同上	
高クロム鋼	STL	0.20~0.40	0.30 以下	0.30~0.60	0.03 以下	1.50~2.00	1.50~14.0	—	50以上	70以下	15	—	—	{ 燒入 900°C~950°C 油中冷却 燒戻 670°C~700°C	同上	

鋼種	番號	化學			成分			機械試驗			熱處理	用途例			
		炭素	硅	磷及硫黃	ニッケル	クロム	其他	彈性界限 (kg/mm <sup>2</sup> )	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	最小伸率 (%)			斷收率 (%)	衝擊値 (kg/cm <sup>2</sup> )	硬さ (リネ)
軟鋼	12	0.15~0.25	—	0.30~0.50	0.04以下	—	—	—	24~28	40~48	24以上	—	—	燒鈍 875°C 空中冷却	氣筒水套, 銲接機付金具
半軟鋼	13	0.25~0.40	—	〃	〃	—	—	—	30~34	45~55	20	—	—	燒鈍 825°C 空中冷却	螺桿, 螺子類, 栓, 楔, 機體駐針, 銲接セサル機體金具
半硬鋼	14	0.40~0.60	—	0.30~0.60	〃	—	—	—	32~36	55~65	16	—	—	燒鈍 800°C 空中冷却	坐金類, 曲軸, プロパンベラハブ, 螺桿タタル板
硬鋼	15	0.60~0.70	—	〃	〃	—	—	—	38~42	65~75	10	—	—	燒鈍 780°C 爐中冷却	發條, 張線
至硬鋼	16	0.70~1.20	—	0.30~0.70	〃	—	—	—	—	75以上	—	—	—	燒鈍 750°C 爐中冷却	諸工具
滲炭鋼	21	0.12以下	—	0.50以下	〃	—	1.8~2.5	—	35以上	55~70	15	20以上	—	燒鈍 850°C 水中冷却	活塞軸, 甚シク疲勞セサル浸炭部品
〃	10	0.15以下	—	〃	〃	—	—	—	28以上	45~55	20	22以上	—	同上	歪輪軸, 活塞軸類, 壓受基板, 滲炭部品
6% ニッケル鋼	22	0.07~0.20	—	0.35以下	〃	—	4.0~7.0	—	90~110	110~130	8	8以上	—	燒鈍 800°C	回轉式連接桿管軸, 等
ニッケル, クロム鋼	31	0.12以下	0.09以下	0.50以下	〃	0.60	2.50	—	75以上	85以上	12	12以上	—	燒鈍 850°C 油中冷却	衝擊ヲ受クル部品, 減速齒輪, 軸筒
滲炭鋼	32	0.28~0.35	0.20~0.50	0.40以下	〃	0.70	2.5~2.8	—	70以上	80以上	12	13以上	—	燒鈍 820~850°C 油冷	疲勞ヲ受クル部品, 連接桿, 弁類軸類
半硬鋼	33	0.30~0.35	0.30	0.25	〃	1.00~1.50	3.0~3.5	—	75以上	90以上	12	12以上	—	燒鈍 800~850°C 油冷	同上
硬鋼	34	0.25~0.40	0.20~0.30	0.40~0.60	〃	2.00~2.00	3.5~5.0	—	115以上	140	5	8以上	—	燒鈍 900°C 空中冷却	連接桿, 齒輪, 轉子弁
空氣燒入鋼	35	0.55~0.65	〃	0.40	〃	3.0	30~33	—	45以上	75以上	30	15以上	—	燒鈍 950°C 水中冷却	高熱又ハ酸化ヲ受クル部品, 弁
30~33% ニッケル鋼	62	0.50~0.80	—	0.15	〃	2.85	—	排氣瓣用	—	—	—	—	—	燒鈍 925	高溫ニテモ硬度高キヲ要スル部品, 排氣弁
ニッケル, クロム, タングステン鋼	71	0.2~0.3	0.30	0.30	〃	0.30	4.5	—	165~180	180~220	5	4以上	—	燒鈍 900°C 空中冷却	同上, 吸氣弁

(備考)  
 1. 本規格ハハバ主シテサルムソン現改正案以前ノモノトス  
 2. 本規格ハ現行改正案以前ノモノトス  
 3. 用途例ハ陸軍用語ニヨル

〔サルムソン〕發動機鋼材表

附表第二

附表第三

「ロレール」發動機鋼材表

(備考)

1. 本規格ハ現行改正案以前ノモノトス
2. 用途例ハ海軍用語ニヨル

鋼種	番号	化學				成分			機械試驗				熱處理	用途例	
		炭素	矽素	滿他	磷及硫黃	ニッケル	クロム	其他	彈性界 (kg/mm <sup>2</sup> )	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	最小伸 (%)	斷收縮率 (%)			衝撃値 (kg/cm <sup>2</sup> )
半軟鋼	5	0.30~0.35	0.20以下	0.50以下	0.04以下	0.5以下	0.2以下		35~40	50~55	20~25	12~15	12~15	燒鈍 850°~875° C	螺桿類
半硬鋼	3	0.40~0.60	〃	0.30~0.50	0.03以下	〃	〃		40~45	55~65	15~18	12以上	12以上	燒鈍 850° C 空中冷却	氣筒, 軸, 推進器殼, 螺桿類
硬鋼	2	0.60~0.80	0.20~0.30	0.50以下	0.04以下	1.0以下	0.5以下		35~42	65~75	10以上	6以上	6以上	燒鈍 780° C 爐中冷却	歪輪軸室, 其他
表面硬化用極軟鋼	6	0.05~0.12	0.20以下	0.40以下	0.03以下	0.5以下	0.2以下		28~32	38~42	25~30	30以上	30以上	燒鈍 900° C 空中冷却	氣筒水套板等
表硬用半軟鋼	8	0.10~0.15	〃	〃	〃	2.0以上	0.2~0.5		45~55	60~70	18~20	20~25	20~25	燒鈍 900° C 急空冷	歪輪, 齒車類
〃	9	0.10~0.15	〃	〃	〃	3.0~5.0	0.25~0.50		〃	70~78	15~18	9以上	9以上	同上	同上
ニッケル, クロム 半硬鋼	4	0.25~0.35	0.20~0.30	0.50以下	〃	2.5~3.5	0.75~0.80		50~60	70~80	〃	15~18	15~18	燒鈍 850° 空中冷却	曲軸軸, 接合棒等. 強力部品
〃	11	0.30~0.40	〃	0.25~0.50	0.04以下	4.0~5.0	0.75~1.50		65~75	85~95	15以上	10以上	10以上	燒鈍 650° C	曲軸軸, 接合棒等. 強力部品
ニッケル, クロム タンゲステン鋼	15	0.20~0.30	0.30以下	0.30以下	0.03以下	4.0~4.5	0.25~0.80	タンゲステン 2.0~2.5	60~70	80~95	15~20	8~12	8~12	900° C 空冷 燒鈍 650°~700° 空冷	排出弁, 吸入弁
高タンゲステン鋼	16	0.60~0.80	—	0.20~0.30	0.04以下	—	3.0~5.0	タンゲステン 15.0~18.0 Va/M <sub>0</sub> < 1.0	60~70	85~95	〃	8以上	8以上	燒鈍	排出弁
高クロム鋼		0.30以下	0.20~0.40	0.20~0.50	0.03以下	1.2~2.0	13.0~15.0		40以上	70以上	15以上	5以上	5以上	燒鈍	同上
高炭素クロム鋼	1	1.0 以上	0.20~0.30	0.30~0.60	〃	—	1.5~2.0		40~50	65~75	15~20	5~7	5~7	燒鈍 650° 徐空冷	轉子球軸承輪

(備考)  
1. 本規格ハ現行政正案以前ノモノトス  
2. 用途例ハ海軍用語ニヨル

エンジン用鋼材表

附表第四

鋼種	規格	化學				成分			機械試驗				熱處理	用途例	
		炭素	矽	滿倦	燐及硫黃	ニッケル	クロム	其他	彈性界	抗張力	最小伸	斷收縮率			衝擊值
									(kg/mm <sup>2</sup> )	(%)	(%)	(キール封度)			
軟鋼 (壓延)	S21	0.15~0.25	0.25以下	0.40~0.85	0.06以下	—	—	—	40.8	20	40以上	—	—	—	螺釘, 坐金類
軟鋼 (壓延)	S1	0.15~0.45	0.30以下	0.50~0.90	0.06以下	—	—	—	55.1~66	12	35以上	—	192~146	螺桿, 坐金, 口金, 倒栓類	
半硬鋼	S6	0.25~0.40	0.30以下	0.40~0.85	〃	—	—	—	56	20	40以上	—	201~146	平衝錘, 接手, 廻螺器, 其他	
楔用引拔鋼	S24	0.55~0.70	0.30以下	0.55~0.90	0.045以下	—	—	—	78~102	13	—	—	293~241	楔類	
氣常用鋼	K5	0.35~0.45	0.25以下	0.80以下	0.05以下	—	—	—	57~91	19	36以上	—	200~150	氣筒	
表面硬化鋼	S14	0.12~0.20	—	0.50~1.00	0.04以下	—	—	—	60	20	55以上	40以上	—	軸承, 壓子, 被壓子, 駒, 至輪等	
3% Ni 同上	S15	0.10~0.20	—	0.25~0.75	0.04以下	2.5~3.5	—	—	70	15以上	45以上	40以上	—	衝駒, 軸, 轉子, 螺桿, 其他	
5% Ni 同上	DTD <sub>2</sub>	0.08~0.14	0.30以下	0.20~0.35	0.04以下	4.6~5.2	0.10以下	—	63~85	20	45以上	50以上	—	偏心筒, 傘閉閉調整軸, 其他	
高張力ニッケル鋼	S2	—	—	—	〃	—	—	—	87~103	18	55以上	40以上	302~241	楔, 軸, 齒車, 螺桿類	
3% ニッケル鋼	S8 S9	—	—	—	〃	2.5以上	—	—	70	24	50以上	40以上	269~201	螺釘, 螺桿, 母螺類	
空氣燒入鋼	S28	0.35以下	—	0.50以下	0.035以下	3.75~4.75	1.0~1.8	—	142~173	13~6	40~14	18~7	418以上	螺釘, 螺桿, 螺母類	
102胚ニッケル鋼	S65	0.22~0.28	0.30以下	0.35~0.65	0.05以下	2.75~3.50	1.0~1.4	—	102~110	17	40以上	35以上	293~321	吸鏢栓, 軸栓, 鑿, 母螺, 支持器具	
不銹鋼	DTD <sub>21</sub>	0.15以下	0.50以下	—	—	1.0以下	12.0~14.0	—	55~70	25	50以上	—	152~207	主副接合棒, 搖挺, 齒車, 推進器齒加熱管, 氣化器部品, 傳動桿, 弁坐, 栓類	
コバルト鋼 (弁用)	DTD <sub>6A</sub>	1.1~1.6	0.75以下	0.20~0.60	0.05以下	0.50以下	11.0~14.0	モリブデン 0.5~1.0 コバルト 3.0~5.0	87以上	—	—	—	255~285	吸入弁, 戻止弁	
ニッケル鋼 (鍛造)	K1	0.35以下	—	—	0.04以下	4.00以下	0.50~1.30	—	95~110	17以上	40以上	—	—	曲軸軸	

附表第五

レ・エ・ム・ベ「發動機鋼材表

(備考)  
1. 本規格ハ現行政正案以前ノモノトス  
2. 用途例ハ陸軍用語ニヨル

鋼種	化學				成分			機械的試驗				熱處理	用途例		
	炭素	矽	錳	燐及硫黃	ニッケル	クロム	其他	彈性界 (kg/mm <sup>2</sup> )	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	最小伸長 (%)	斷收縮率 (%)			衝擊值 (kg/cm <sup>2</sup> )	硬さ (度)
半軟鋼	0.25~0.40	—	0.20~0.60	0.03以下	—	—	—	30以上	45~55	20	—	9以上	140~160	燒鈍 800°C 空中冷却	排氣管, 同口管, 傘車, 外筒, 偏心帶輪, 螺桿類
半硬鋼	0.40~0.60	—	0.20~0.60	〃	—	—	32以上	55~75	16	—	—	4以上	160~190	〃	座板, 軸瓦, 瓣發條, 螺桿類
硬鋼	0.60~0.70	—	0.20~0.60	〃	—	—	38以上	65~80	10	—	—	—	190~220	〃	棧, 圓栓類
螺桿	0.20~0.35	—	—	0.035以下	—	—	—	60~70	12	—	—	—	—	〃	螺桿類, 座板, 接手, 栓類, 其他
表面硬化用極軟鋼	0.05~0.15	—	0.50以下	0.03以下	—	—	22~26	34~42	25	—	—	25以上	—	燒鈍 900°C 空中冷却	歪輪, ロラー, 栓類
表面硬化用ニッケル, クロム鋼	0.08~0.15	0.20~0.35	〃	〃	3.00~3.50	0.90~1.10	75以上	90以上	10	—	—	8以上	—	燒入 900°C 油冷 燒入 750°C	歪副連接, 活塞軸, 歪輪軸, 傘齒輪類
ニッケル鋼	0.30~0.40	0.20~0.40	0.20~0.50	〃	2.50~3.00	0.50~1.00	70以上	80以上	12	—	—	12以上	250~320	燒入 850°C 油冷 燒入 600°C~650°C	螺桿「プロペラボス」金具, 傾斜軸
クロム鋼	0.40~0.50	0.20~0.50	0.30~0.80	〃	—	1.50~2.20	55以上	75以上	12	—	—	—	—	燒入 800°C~850°C 油冷 油又ハ空冷	氣筒
高炭素クロム鋼	1.80~1.70	0.20~0.50	0.40以下	0.02以下	—	10.0~13.0	45~55	70~80	13	—	—	—	—	燒鈍 約800°C 爐中冷却	吸, 排氣弁
ニッケル鋼	0.10~0.20	0.20~0.35	0.30~0.60	〃	3.00以上	0.80以上	85~100	105~115	10	—	—	8以上	—	調質	曲軸
ニッケル鋼	0.17~0.30	0.20~0.35	0.40~0.60	〃	3.50~4.50	1.00~1.60	105~115	115~125	9	—	—	9以上	—	調質	曲軸



鋼用硬化面硬鋼表

鋼種	番號	化學成分						機械的試驗						熱處理	用途	
		炭素	矽	錳	磷及硫黃	ニッケル	クロム	其他	彈性界 (kg/mm <sup>2</sup> )	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	最小伸 (%)	斷收縮 面率 (%)	衝擊 值			アブリ ネル 度 數
極軟鋼	11	0.15 以下	0.35	0.50 以下	0.030 以下	—	—		25以上	35~48	35	60以上	25以上	100~130	燒鈍 900°C 空中冷却	各種軸承環, 環弁 桿, 從動板等
〃	12	0.20 以下	〃	0.70 以下	0.035 以下	—	—		27以上	42~52	33	60以上	20以上	110~140	〃	同上
3% ニッケル鋼	13	0.15 以下	〃	0.20 ~ 0.60	0.030 以下	2.50~3.50	0.30以下		50以上	80以上	15	40以上	74ゾット 30以上	—	燒入 820°C ~ 880°C 油中冷却 燒入 730°C ~ 780°C 水中冷却	壓桿用轉子, 軸類
5% ニッケル鋼	14	〃	〃	〃	〃	4.50~6.00	0.10以下		45以上	110以上	12	40以上	74ゾット 7~25	—	燒入 830°C ~ 880°C 油中冷却 燒入 730°C ~ 800°C 油又水中冷却	壓桿, 傘動桿, 球頭 壓桿受等
ニッケル鋼	15	〃	〃	0.50 以下	〃	2.00~2.50	0.30~0.50		45~55	60~70	22	—	20以上	165~200	燒入 850°C 油中冷却 燒入 500°C ~ 600°C	活塞軸, 其他
〃	16	0.18 以下	〃	〃	〃	3.00~3.50	0.90~1.10		75以上	90以上	10	—	6以上	—	燒入 900°C 油中冷却 燒入 720°C ~ 750°C 油中冷却	主連接桿歪輪軸, 傘 桿斜齒輪, 活塞軸 等
アルミニウム鋼	17	0.30 ~ 0.50	〃	0.70 以下	〃	—	1.50~2.00		90以上	110以上	18	40以上	3以上	—	燒入 880°C 油中冷却 燒入 約 600°C	氣笛 (窒化法 = 適ス ルモノ)

附表第七

鋼 強 靱

鋼種	番 號	化 學 成 分				機 械 的 試 驗					熱 處 理	用 途 例				
		炭 素	硅 素	磷 及 硫 黃	ニ ッ ケ ル	ク ロ ム	其 他	彈 性 界 (kg/mm <sup>2</sup> )	抗 張 力 (kg/mm <sup>2</sup> )	最 小 伸 長 率 (%)			斷 縮 率 (%)	衝 擊 值	ア ー ネ ル 硬 度 數	
3.5%ニッケル鋼	21	0.25~0.35	0.35以下	0.30~0.60	0.080以下	3.00~4.00	0.30以下		50以上	70以上	25	40以上	74ゾット	—	{ 焼入 約 830°C 油中冷却 焼戻 530°C~630°C 油又水中冷却	螺桿, 其他
氣 筒 用 鋼	22	0.40~0.50	0.20~0.50	0.30~0.80	〃	—	1.50~2.20		55以上	75以上	18	—	—	—	{ 焼入 800°C~850°C 油中冷却 焼戻 620°C~700°C 油又空中冷却	氣筒, 其他
ニッケル半硬鋼	23	0.25~0.35	0.20~0.40	0.20~0.50	〃	2.50~3.00	0.50~1.00		70以上	80以上	20	12以上	250~320	—	{ 焼入 約 850°C 油中冷却 焼戻 600°C~650°C 空又水中冷却	螺桿, 氣筒, 曲軸, 連接桿, 吸入弁, プロペラハブ等
ニッケル硬鋼	24	0.30~0.40	0.35以下	〃	〃	3.75~4.50	1.25~1.75		105以上	125以上	12	4以上	—	—	{ 焼入 850°C 空中急冷却 焼戻 約 450°C 空中冷却	活塞軸, 齒輪, 其他
100珪ニッケル, クロム鋼	25	0.20~0.30	〃	0.30~0.60	〃	2.70~3.50	1.00~1.40	タングステン 1.0以下 モリブデン 0.65以下 ワイヤルニウム 0.25以下	—	102以上	17	40以上	35ゾット	285~331	{ 焼入 800°C~850°C 油中冷却 焼戻 500°C~650°C 油又水中冷却	主副連接桿, プロペラハブ, 齒輪等
ニッケル鋼	26	0.10~0.20	〃	〃	〃	3.00~4.00	0.50以上		90以上	110以上	13	6以上	—	—	{ 焼入 850°C~900°C 油中冷却 焼戻 720°C~770°C 油中冷却	曲 軸
〃	27	0.17~0.30	〃	〃	〃	3.50~4.50	1.00~1.60	タングステン 0.5~1.0	105以上	115以上	12	9以上	—	—	〃	同 上
クロム, ガバナチウム鋼	28	0.35~0.45	〃	0.30~0.80	〃	—	1.20~1.50	ワイヤルニウム 0.60~0.20	63以上	78以上	18	50以上	—	—	{ 焼入 約 850°C 油中冷却 焼戻 約 650°C	同 上

附表第八



鋼 用 鋼

鋼種	番號	化學				成分			機械的試驗				熱處理	用途例		
		炭素	硅素	滿倦	磷及硫黃	ニッケル	クロム	其他	彈性界 (kg/mm <sup>2</sup> )	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	最小伸長率 (%)	斷收縮率 (%)			衝擊值	ブリネル 硬度數
3.5%ニッケル鋼	41	0.25~1.35	0.30以下	0.30~0.60	0.08以下	3.00~4.00	0.30以下		50以上	70以上	25	40以上	40以上	—	{ 燒入 830°C 油中冷却 燒戻 830°C ~ 630°C 油又水中冷却	吸氣弁
ニッケル半硬鋼	42	0.25~0.35	0.20~0.40	0.20~0.50	〃	2.50~3.00	0.50~1.00		70以上	80以上	20	—	12以上	250~320	{ 燒入 850°C 油中冷却 燒戻 600°C ~ 650°C 空又水中冷却	同上
クロム鋼	43	0.15~0.40	0.5以下	0.50以下	〃	1.00~3.00	12.00~15.00		45以上	70~85	2	—	6以上	—	{ 燒入 850°C ~ 950°C 油中冷却 燒戻 650°C ~ 750°C	同上
コバルト鋼	44	1.10~1.60	0.75以下	0.20~0.60	〃	0.50以下	11.00~14.00	コバルト 3~5 モリブデン 0.5~1.0	—	82以上	8	—	—	241~302	{ 燒入 900°C ~ 950°C 空中冷却 燒戻 約 750°C	排氣弁, 吸氣弁
シリクロム鋼	45	0.30~0.45	2.00~3.00	0.30~0.60	〃	〃	9.00~13.00	モリブデン 0.7~1.3	65以上	95以上	15	35以上	3以上	262以上	{ 燒入 1000°C ~ 1150°C 空中冷却 燒戻 850°C ~ 900°C 空中冷却	吸氣弁, 排氣弁
高クニッケル鋼	46	0.35~0.42	1.50~2.50	0.60以下	〃	13.00~15.00	13.00~15.00	タンタム 2~3	40以上	75以上	30	40以上	6以上	250以下	{ 燒入 900°C ~ 950°C 空中冷却 燒戻	同上
ニッケル, タングステン鋼	47	0.20~0.30	0.20~0.40	0.50以下	〃	4.00~5.00	0.30~0.80	〃	80以上	100以上	17	8以上	8以上	250~350	{ 燒入 850°C ~ C900°C 空中冷却 燒戻 600°C ~ 650°C	同上
クロム, タングステン鋼	48	0.60~0.80	0.35以下	0.20~0.50	〃	—	3.00~5.00	タンタム 15~18 モリブデン 1.0以下 ウオチウム 1.0以下	60以上	85以上	15	—	1以上	250~350	{ 燒入 約 900°C 空中冷却 燒戻 〃 650°C	同上
高炭素クロム鋼	49	1.30~1.70	0.20~0.50	0.50以下	〃	—	10.00~13.00	—	45~55	70~80	16	—	—	—	{ 燒鈍 約 800°C 爐中放冷	同上

附表第九

特殊部品鋼

附表第十

鋼種	番號	化學成分				機械試驗				熱處理	用途例				
		炭素	矽	錳	硫黃	ニッケル	クロム	其他	彈性界 (kg/mm <sup>2</sup> )			抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	最小伸縮率 (%)	衝擊值	ブリネル硬度
ピアノ線 (發條鋼)	61	0.65~0.85	0.30以下	0.30~0.70	0.035以下	—	—	—	—	150以上	—	—	—	{ 必要 = 應ジ 370°C 以下ニテ燒鈍シ得	發條
高炭素鋼 (發條鋼)	62	0.70~0.95	〃	0.50~0.80	0.04以下	—	—	—	40~50	63~80	16	—	—	{ 燒入 880°~850°C 油中冷却 燒戻 600°~700°C	同上
クロム, ヴァナヂウム鋼 (發條鋼)	63	0.40~0.65	0.50以下	0.40~0.80	〃	—	—	0.20以下	—	126~200	4~12	—	—	{ 燒入約 800°C 燒戻適宜	同上
硅素マンガング鋼	64	0.35~0.55	1.0~2.0	0.3~1.00	0.035~0.030	0.5以下	0.5以下	W0.6以下	90以上	125以上	11	5以上	362以上	{ 燒入 825°~875° 燒戻約 750°C	同上
クロム, マンガン鋼 (磁鋼)	71	0.60~1.00	0.35以下	1.00~2.00	0.035以下	2.00~4.00	—	—	—	—	—	—	—	燒入	磁石
タンクスステン鋼 (磁鋼)	72	0.60~0.90	〃	0.50以下	0.02以下	—	—	タンクスステン 5.0~7.0	—	—	—	—	500~650	—	同上
K S 磁鋼	73	0.40~0.80	〃	—	〃	1.5~3.0	—	タンクスステン 5.0~9.0 コバルト 30~40	—	—	—	—	—	—	同上
球軸承鋼	81	1.0~1.3	0.35以下	0.20~0.50	0.030以下	1.2~1.8	1.8~2.2	0.20~0.30 チタムコトアブレン	45以上	78以上	20	—	—	{ 燒鈍 800°~820°C 緩徐冷却	球軸承, 其他
ニッケル, クロム, タンクスステン鋼 (活塞環用)	82	0.45~0.55	〃	〃	〃	1.8~2.2	1.8~2.2	タンクスステン 4.0~5.0	140以上	150以上	—	9 kgw/cm <sup>2</sup> 2.5以下	400~500	{ 燒入約 900°油冷 燒戻約 550°	活塞軸, 其他
耐銷鋼	83	0.20以下	0.40以下	0.30~0.60	〃	1.0~2.0	11.5~1.40	—	—	55~71	25	50以上	I > 45 (D < 50) I > 25 (D > 50)	{ 燒入 850°~950° 空油冷 燒戻 650°~75°空	球軸承蓋, 球關節, 螺子, 管類
ニッケル, クロム耐銷鋼	84	〃	0.60以下	0.60以上	〃	6.0~10.0	16.0~20.0	—	24以上	63以上	30以上	I 50以上	143以上	{ 燒入 950°~1100°C 水中冷却	螺柱, 其他
イソバ	85	0.20~0.40	0.35以下	0.30~0.60	〃	35~37	—	—	—	65以上	約40	50以上	0.000001	燒鈍 900°~1000°C	—
高滿捲鋼 (非磁性)	86	1.0~1.3	0.30~0.40	12.0~15.0	〃	—	—	—	—	80以上	30以上	—	—	{ 燒入 950°~1100°C 水中冷却	非磁性部品
25% ニッケル鋼	87	0.25~0.45	0.35以下	2.0以下	〃	1.5~2.5	3.0	—	—	55以上	40以上	50以上	—	{ 燒入 900°~1100°C 空中冷却	同上

各種發動機曲軸用鋼表

區分	國名	化學				我分				機械的				熱處理	
		炭素	硅素	滿僉	磷硫黃	ニツケル	クロム	其他	彈性界 (kg/mm <sup>2</sup> )	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	最小伸 (%)	縮率 (%)	衝擊值		シヤルビ
サルムソン 230馬力	佛	0.30~0.40	0.20~0.40	0.20~0.50	0.03以下	2.5~3.0	0.5~1.0		70以上	80以上	12	—	kg/cm <sup>2</sup> 12以上	250~320	燒入 900°C 油中 燒戻 600°C ~850°C
イスパノ・スイザー 300馬力	〃	〃	0.35以下	0.30~0.60	0.035以下	2.75~3.25	0.7~1.0		R1 65%以上	60~76	20	—	—	—	燒入 820°C 油中 燒戻 500°C ~650°C
ロレーヌ 400馬力	〃	0.25~0.35	0.20~0.30	0.50以下	0.03以下	2.5~3.5	0.75~0.80		65~75	80~95	10~12	—	9以上	燒入 850°C ~900°C 油中 燒戻 約 500°C	
リバーテイ 400馬力	米	0.35~0.45	—	0.30~0.60	0.04以下	1.75~2.25	0.7~0.9		—	82以上	16	—	ファイブ 47以上	調質	
カーチス D-12	〃	〃	—	0.50~0.80	〃	1.25~1.80	0.60~0.90		77以上	90以上	16	54以上	—	〃	
ヂュピター 400馬力	英	0.35以下	—	—	—	4.0以下	0.5~1.3		79以上	95~110	17	40以上	—	〃	
英規格	〃	〃	—	—	0.04以下	〃	〃		〃	〃	〃	〃	—	〃	
クローナム鋼	〃	0.35~0.40	—	0.60~0.80	〃	—	0.9~1.4	0.77チタン 0.16~0.20	R1 75%以上	87~102	18	50以上	—	燒入 850°C 燒戻 650°C	
ダイムラー 100馬力	獨	0.23	0.21	0.18	0.012	4.96	1.43		101.3	110.3	14.2	—	—	調質	
ベントン 230馬力	〃	0.13	0.31	0.48	0.014 0.026	3.21	0.87		87.2	98.8	21.2	—	3.6	〃	
メルセデス 260馬力	〃	0.41	2.29	0.64	0.042 0.052	2.36	0.86		88.0	98.0	13.5	—	3.2	〃	
マイバツハ 300馬力	〃	0.26	0.19	0.73	0.014 0.034	2.62	0.58		—	—	—	—	—	調質	
ベ・エム・ベ 450馬力	〃	0.10~0.20	0.20~0.35	0.40~0.60	0.02以下	3.0以上	0.8以上		85~100	105~115	10~12	—	8~10	調質	
〃	〃	0.17~0.30	0.20~0.35	0.40~0.60	〃	3.5~4.5	1.0~1.6	タンクステン 0.5~1.0	105~115	115~125	9~12	—	9~11	〃	

附表第十一