

## 輯 録

## 航空工業用鋼材 (3)

武 田 武 夫

## 鍛錬及びドロップスタンピング

鋼材加工の問題に於いて充分加熱すること、適當なる温度にて鍛錬すべことを主張するのは陳腐である様に見えるが實際作業に於て此原因の爲に數多の失敗が繰返されてゐることは思ひの外である。合金鋼も注意深く緩に加熱せねばならぬ熟練した鍛冶工は充分温めることが如何に有利であるかを熟知してゐる。不慣れであつたり或は仕事を急いだ爲めに温め方が足りないと必ず内部割れを起す。鍛錬作業には今一つ注意せねばならぬことがある、即ち鍛造品の各部に其の適した鍛錬法を行ふことで曲軸を例に採るならば何れの部分がどれ程の局部的加工を受けるか又何處に中心部の不均質即ち信頼性少き點が残るかを考慮せねばならぬ。航空發動機曲軸の鍛錬に於ては曲軸の形にする迄に二三回加熱した方が可いが斯る方法に依つて曲軸を作る時には品物の温度に完全な注意を拂はないと局部的に受けた烈しい歪みが最後迄残るかも知れない。又各部に必要量の加工を與え又仕上がった部分は高い温度に再熱しない様にするのが大切である。

友人 Stubbs 氏は最近自動車工業に對するドロップスタンピングに就いて述べたが其のことは同様に航空材料にも適用することが出来る。氏が述べた如く落下鍛錬は加熱されて柔粘なる状態に在る金屬を一對のダイの一つ或は其兩方に穿つた空隙の中に押し込む技術であると定義することが出来る。従つて此作業の優劣は鍛冶工が適當な鍛錬温度を決定することに熟練してゐるや否やに依ることが大きい。其の温度は鋼の種類に依り又品物の寸法形に依つて決定せねばならぬ。航空材料中には若し落下鍛錬するとすれば非常な注意を要するものや落下鍛錬を避けた方が有利である材料もある。設計上複雑な形を避けることが出来ない時には或種の鋼を以つては鍛造出来ないことがある。其の時には製鋼者と相談し又製鋼業者の實驗に俟たねばならぬ。又鍛冶工が其の材料の特性に不慣れな爲めに失敗することも屢々ある。設計者が製鋼業者、落下鍛錬工、航空發動機製造者達は彼が遺す困難の後繼者であることを記憶してゐるならば幾多の時間と金と従つて苦痛を少なくすることが出来るであらう。設計の簡單、鋭い隅角、鋭い角、深い溝、鋭い曲げのない様にするのは常に彼等の前に其れを犯さない様に提議されてゐるものであつて何等か改良の餘地あることを示すものである。落下鍛錬に及ぼす過熱の影響は既に度々指摘された事柄で更めて述べる必要あるまい。過冷加工も避けねばならぬ鍛造品に歪みが残るからである。落下鍛錬の問題を終るに當つて熱處理に就いて一言せねばならぬ、鍛錬した時には各部厚さが可なり異つてゐるが仕上が後は割合一樣な厚みになる斯る場合には荒仕上げ後に熱處理するのが望ましいと思ふ、然うでないと厚い部分と薄い部分とが一樣な状態にならない。

標準化及び燒鈍

鋼を取扱ふ工場では標準化と焼鈍とを大體區別してゐる。鍛鍊壓延した鋼は歪力を受けた状態に在るが此等の作業に依つて残された歪みを除くには材料を再熱することが必要である。又歪みを除くのみでなく全く材料の組織を変えて材料を軟化することが必要な場合もある。標準化の實際作業は  $A_c$  點以上に加熱して空氣中にて風吹きなしに冷却することである。焼鈍には材料の性質に依つて色々の熱處理が含まれる、本來の方法は鋼を高温度に熱して適當時間其の温度に保持して後極緩に冷却するのである。此方法は多くの鋼に對して充分であるが或種の合金鋼に於ては炭素變化點以下の温度に加熱して爐中或は空氣中にて冷却した方が良結果を得る場合がある。自動車協會の鋼研究委員會は次の如き定義を與えてゐる。

標準化: — 標準化とは鋼を  $A_c$  點以上に熱して空中冷却する操作を言ひ、其温度に 15 分間保持し臨界變化の終る温度を  $50^\circ\text{C}$  以上越えてはならない。

焼 鈍: — 再加熱して後緩徐冷却することを意味し次り目的を以つて行はれる。

(a) 内部歪みを除きて軟化すること、其の最高温度は適宜決定する。

(b) 軟化と同時に結晶組織を改良すること、此時には標準化の場合の如く變態點以上に加熱するを要する。

#### 焼入及び焼戻

刀劍及物類の焼入焼戻は古くから行はれたもので高温度測定或は熱處理の基礎的科學の生れない以前に立派な焼戻の出來た刀劍が作られてゐる。飛行機及自動車用鋼材の焼入焼戻を考えるには古い刀師や兵器工の慣例の方法を摸倣してゐるに過ぎない。昔は極致に達した熟練と經驗のみが満足な結果を得ることが出來たので新参者は到底この作業を仕おうせることが出來なかつたのであるがその考が現在でも未だ残つてゐる。航空工業に用ひる位の小物の焼入焼戻ならば適當なる取扱法を理解し少し熟練した者であれば充分である。小さい品物で一部は可なり硬くして他は完全に焼戻して柔軟にせねばならぬことも屢々起る然し發達した此方面の學理を取扱者に理解せしめるならば尙一層困難な要求にも應ずることが出來ると思ふ。兎に角鐵冶金のあらゆる方面にもつと注意深い研究と學問の應用とが必要である。焼入の操作は變態點以上に加熱して固溶體状態に在るものを急冷するに在るので炭素 0.3 乃至 0.4% 或は一層低炭素の鋼に於ては固溶體が現はれる温度迄加熱するのみでなく地鐵が固溶體中に溶け込んで見えなくなる温度迄加熱せねばならぬ即ち焼入温度は鋼全體が一樣なる固溶體となる點である。

若し此以下の温度から焼入する時は地鐵が表はれて焼入焼戻の効果は少くなる。一般に  $800\sim 850^\circ\text{C}$  が焼入温度として適當である。然し各々の鋼に就いて適當な温度を決定せねばならぬ即ち其の鋼の變態點を確めねばならぬ。又焼入温度が高過ぎても種々害の弊が伴ふ、鋼は非常に脆くなつて大なる内部歪みを生じ焼入劑の容積が一定してゐる時には焼入中に焼入劑は熱くなり焼入効果が少くなる。蓋し焼入効果は變態區域を通過する際の冷却速度に依つて決せられる。又常に急激なる加熱を避けねば

ならぬ、安全率の項に於ても述べた如く焼入焼戻作業に於ける不注意は如何に優れた設計も無駄にしてしまったものである。焼入剤としては鋼の種類に依り水、油、或は空気をを用ふる。焼戻作業は硬化状態に在る鋼を必要程度の柔軟性を得る迄軟化する爲めに再熱するものである。其の理論を論議する時間がないから此處には實例を以つて焼戻温度の影響を示し度いと思ふ。例として炭素鋼、ニツケルクロム鋼、高クロム鋼を採る、以下の附表は Brown-Firth 研究室に於いて行はれた實驗の成績である。

Carbon steel 0.564''

Size of test piece, 2'' x 0.564''

Size of piece treated 1'' round x 8½'' long.

Treatment	Y. P.	M. S.	E %	R/A%	Izod Impacts		
As Annealed	16.93	30.95	31.0	49.7	26	21	25
½ hr. 850°C. and cooled in air							
W. H. 850°C. Temp. Nil	—	50.47	15.0	33.47	19	23	16
" 1 hr. 100°C	—	49.59	15.0	40.51	23	19	22
" 1 hr. 200°C	—	49.44	14.0	34.91	16	18	25
" 1 hr. 300°C	—	46.55	17.5	39.13	21	17	28
" 1 hr. 400°C	—	51.26	16.75	39.13	21	27	33
" 1 hr. 500°C	31.51	47.21	20.0	49.7	34	35	31
" 1 hr. 600°C	30.12	42.3	25.5	61.48	56	68	53
" 1 hr. 700°C	24.41	36.27	33.0	69.77	84 : 86 + 28 : 82		

High-Tension Steel, Ni-Cr.

Size of test piece, 2'' x 0.564''

Size of piece treated, 1'' round x 6½'' long.

Treatment	Y. P.	M. S.	E %	R/A%	Bri neel	Izod Impacts.	
A. H. 800°C. Temp. Nil	41.37	56.46	19.0	49.70	3.9	18,	22
" 1 hr. 600°C	37.02	46.49	24.0	63.65	4.3	85,	85
" 1 hr. 650°C	33.08	43.73	26.75	65.76	4.4 + 36 - 10 : 86 - 11		
O. H. 800°C. Temp. 1hr. 300°C	82.73	89.61	13.0	54.60	3.2	4,	4
" 1 hr. 400°C	72.09	78.98	15.5	58.11	3.4	14,	13
" 1 hr. 500°C	59.88	64.83	19.5	62.53	3.6	54,	55
" 1 hr. 600°C	49.32	55.15	23.0	63.65	3.9	71,	75, 74
" 1 hr. 625°C	46.28	52.89	24.0	65.76	4.0	78,	77, 78
" 1 hr. 650°C	39.79	50.54	25.5	65.76	4.05	81,	79, 79
" 1 hr. 675°C	35.45	51.71	23.0	58.11	4.0	59,	63, 65
" 1 hr. 700°C	34.66	53.54	23.0	47.15	4.0	56,	55, 53
" 1 hr. 725°C	40.18	58.69	19.0	36.34	3.9	43,	40, 48
" 1 hr. 750°C	40.18	59.33	17.0	33.47	3.9	23,	20, 21
W.H. 800°C. Temp. 1hr. 600°C	51.33	56.64	24.0	64.71	3.9	73,	76
" 1 hr. 625°C	47.59	53.06	24.0	65.76	4.0	86,	85
W.H. 800°C. Temp. 1-hr. 650°C	44.12	51.80	26.0	67.80	4.2	85,	86

Stainless Steel

Size of Material, 1½'' round x 7½'' long

Treatment	Y. P.	M. S.	E %	R/A%	Brineel	Izod Impacts
A. H. 875°C. Temp. 1 hr. 500°C	70.9	85.9	13.0	40.5	3.12	
" 1 hr. 600°C	44.5	53.6	21.0	59.2	3.9	69, 73, 69&59
" 1 hr. 700°C	31.6	45.2	26.0	64.6	4.25	80+ 3, 86+13 & 86+17
" 1 hr. 750°C	29.5	43.9	28.0	63.6	4.25	86+16, 86+26 & 86+25
" 1 hr. 800°C	31.6	43.3	27.0	61.7	3.7	33, 33, 43
O. H. 875°C. Temp. 1hr. 500°C	72.6	90.5	8.0	18.23	3.1	
" 1 hr. 600°C	39.4	52.0	20.0	56.9	3.9	72, 67, 76
" 1 hr. 700°C	34.8	47.1	25.5	63.8	4.07	84, 86, 86
" 1 hr. 750°C	39.4	44.1	27.0	66.3	4.2	86+33, 86+29 & 86+42
" 1 hr. 800°C	59.1	71.6	4.0	11.7	3.67	24, 24, 18
W. H. 875°C. Temp. 1 hr. 500°C	70.9	90.2	12.0	34.2	3.1	
" 1 hr. 600°C	40.3	53.9	22.0	59.8	3.87	83, 80, 80
" 1 hr. 700°C	29.5	45.8	25.3	64.7	4.1	86+35, 86+34 & 86+24
" 1 hr. 750°C	30.0	43.7	27.0	65.2	4.22	86+12, 86+15 & 86+19
" 1 hr. 800°C	30.6	48.0	18.0	59.2	4.3	86+39, 86+34

此等の數字を見ると同一の熱處理に對しても材料によつて結果が異なることが分る。さてこゝに空冷硬化に就いて一と言述べておかねばならぬ、材料の成分に依り變態が極めて緩に進行し或溫度に加熱して空中に冷却するのみにて充分硬化状態を得られる。此性質は大きい品物を中心迄硬化せしめ尚ほ効果が餘り嚴しくないから焼割れを生ずる様なこともない。此種の鋼は鍛鍊又は壓延後既に硬化状態に在るから焼戻のみで立派な状態となる。又鋼塊鍛造品等は硬化状態に在るので加熱の際には充分注意して緩に熱せねばならぬ然うしないと種々の不都合が起る。

#### 機械工作性

機械工作に困難を感じることもある。例へば抗張力が  $60 \text{ t/in}^2$  以上になると機械工作は非常に困難になる、故に若し大なる抗張力を必要とする場合には機械仕上後熱處理せねばならぬ。左すれば軟い状態の下に於いて正確迅速に工作することが出来る。形の複雑な品物になると最後の熱處理に依る變形の爲めにこの方法は困難となるけれども現在では材料の選擇と加工方法を適當にすれば殆んど其の困難をなくすることが出来る。今一つ述べておかねばならぬことはブリネル硬度は必ずしも機械工作の難易の標準とならないことである。機械工作を詳細に考察するに局部的歪み及變形を起し終に削り屑を分離破壊する作用である従つてブリネル硬度から直ちに工作性を推測し得ない場合があるだらうと言ふことは考へられる。軟化状態に於ける滿庵鋼は其の一例である。時には材料が餘りに軟い爲めに却つて困難を感じる場合もある例へば氣筒の工作に際してブリネル硬度數が或値以下になると材

料が曳けてよくない、然し此困難は刃物の角度を變える事に依つて大半なくすることが出来ると私は思ふ、斯る場合には切削速度も大切である。然し炭素鋼に於てはブリネル硬度數は工作性の標準となる。極軟鋼に於いて結晶の大きさ不純物の量等は材料の工作性に影響するものである。

### 表面硬化

表面硬化法は柔軟なる心と硬度大なる皮殻を欲する時に行はれる、航空機に於ては表面硬化される部分が可なりあるので此處に其の要領を略述することにしやう。硬化された皮殻の性質も大切であるが最後に於ける心部の具有すべき性質を考慮して材料を撰擇する。勿論皮殻の性質に依つて材料を決することもある、例へば表面の硬度が大切ならばニツケルの高い滲炭鋼は望ましくない何となればニツケルの存在は表面に於ける最大硬度を少くするからである。故に滲炭鋼材を撰擇する際には出來上つた品物が如何なる性質を必要とするかを豫め充分研究しておかねばならぬ。表面硬化すべき品物が出來たら適當なる滲炭劑と共に 900~950°C に熱し所要の滲炭深度を得るに必要な時間其の溫度に保つ大體 2~12時間の間在る。滲炭用炭素鋼の表面硬化に就いて説明すると既に述べた如く 900°C に於いて鋼は稀薄なる固溶體となつて尙多量の炭素を溶かし得る状態に在る此を固態或は氣態の滲炭劑と接觸さす時は接觸部に鐵の炭化物を生じ此炭化物は溶け込んで鋼中に擴散される。故に若し平衡状態に達する迄此溫度に保つて置いたとするならば全體が高炭素鋼となつて了ふわけであるから實驗的に必要の深さ丈け滲炭せしめるに要する時間を決定せねばならぬ。必要な時間滲炭溫度に保つた時には皮殻は炭素量大なる固溶體中心部は炭素量少き固溶體より成る従つて冷却の際には異つた變化が起る、心部では地鐵の析出があるが皮殻部に於ては炭素變化點溫度に達する迄過剩に存する炭化物は別として全部一樣なる固溶體である。室溫になつた時に中心部に於ては大體本來の組織を示すが驗經に依ると滲炭作業は中心に粗大なる組織を残すので 850~900°C に再加熱して空中冷却するなり或は焼入するなりして改良法を講ずる。次は硬化作業であるが此操作は充分の熟練を要する。前に述べた如く皮殻部は 730~740°C に加熱する時はパーライトの部分は固溶體となり硬化され得る状態になる。而して中心部に於ては硬化された部分を最小にして表面丈硬化せしめる溫度は理論的に決定されるわけである。若し此溫度を越える時は心部の固溶體面積は漸次増加し 800°C を少し越した溫度になると全體一樣なる固溶體となり硬化される状態となる、然る時は心部は非常に異つた組織を呈することが想像される。冷溫の焼入に於ては心部は軟い地鐵の地に硬い部分を含む組織であるが漸次焼入溫度の高くなると共に硬い地に軟い地鐵を含む組織となるであらう。心部の破面及機械的性質も焼入溫度に依つて廣い範圍に異なるであらう故に一旦適當な心部の組織を決定したならば最も注意深い作業に依つて之を履行せねばならぬ。然し焼入溫度が餘りに低いものも危険である、表面硬化を行ふ上に最も大なる困難の一つは軟點の現はれることで其の最も確定的な説明は低い溫度で焼入された爲めに或部分では焼入操作中に固溶體の分解が起つたと言ふに在る。軟點は腐蝕試験に依つて黒い腐蝕部分として見分けることが出来る。

## 表面硬化齒車其他

齒車に就いて一言して置き度い蓋し其の中に生ずる歪力は興味あるものである。齒は直接の張力及壓縮を生ずる屈曲作用と局部的の表面壓力及び摩擦を受け、胴體は著しく捻り歪力を受けて剪斷力を生ずる。齒車に懸る荷重は常に變化し又屢々衝擊さへ伴ふものである。全部一樣に硬いと柔靱なる心部を持たすのとの得失は其の場合に依り一概に云えないが衝擊に耐えねばならぬ場合には後者が有利であると思はれる。衝擊を受けることなく全く平滑に運轉するならば材料の備ふべき性質は磨耗に耐える表面の硬度と變化する歪力に耐えることで斯る條件は一樣なる硬度に依つて最も良く滿される、齒車が完全に設計工作せられ熱處理中の變形もなく速度の變化或は荷重を急激に懸けるなどしないならば衝擊に於ては考慮するを要しない。然し實際には斯る理想的の状態にすること不可能であつて齒の形に僅かの變形があつても平滑な運轉は害はれ衝擊を生ずる殊に齒車の新しい時は著しい。

扱て軟い心部は衝擊に對抗することを助けるかと言ふ問題を考ふるに内部の變形に對する抵抗力は皮殻が其の彈性限以上變形せられて裂ける迄は作用しないと想像されてゐたが此見解は不當だと私は考へる。心部は彈性限が低いから皮殻より先に永久變形を生ずる値に達する筈である、其の後の變形は一樣な硬度を有する車の場合より大きい然も尙皮殻は彈性限以下にある。薄い中空の皮殻に生ずる歪みは與えられた變形に對して同一材料で同一外形を有する密實のものに於けるよりも小さいことも考へねばならぬ。極薄い皮殻を有する軟い心部は衝擊エネルギーの大部分を吸収し硬い表皮は烈しく歪みを受けることなく變形する然し此變形は永久的のもので表皮中には彈性限以下の歪みが残ることになる。此事實は衝擊に抵抗せねばならぬ齒車には軟い心部が最も適當であることを説明してゐること明であつて此點に關して諸子の經驗を聞き度いと思ふ。表面硬化軸受球の場合を考ふるに此場合は衝擊よりも變化する歪力に對する抵抗力が大切である、此目的には心部が餘りに軟いことは不利であつて強力を支えることを常て考へておかねばならぬ。此場合心部を軟くして置くと球が少し變形して球と球座との接觸面を増し單位面積に於ける壓力を減することになると言はれる、然し球及球座の設計に於いて表面の曲線を改良するならば材料を彈性限以上に變形せしめることなく其れと同様な結果を得ることが出來ると私は考へる。

## 規 格

歐洲大戰は材料及部分品の一般的規定の必要を痛切に感ぜしめた殊に自動車及航空機工業に於て甚しかつた。戦前と雖も多數の鋼材が用ひられてゐたが或目的に對しては一種しか用ひなかつた爲めに不都合はあまり起らなかつた。然るに戦時中は大量なるため色々異つた供給者からの材料を使用せねばならぬ様になつた従つて同一の目的に對して非常に異つた鋼を用ふることになり其の不利益は申し上げる迄もなく非常なものであつた。取扱者が自分の用ひてゐる鋼材の特性能力を熟知してゐなければならぬことは既に述べた所であつて鋼材を撰擇して最も適合したもの數種に制限するならば取扱の注意を集中することが出來それを取扱ふに適切な知識を得るに容易であらうと思ふ。

自動車技術者協會は適當な鋼の成分並びに種類を撰擇して之を確定する委員會を組織し該委員會は現在完全に其等の性質を研究してゐるが航空關係の諸子が此事業を興味を以つて見てゐられることを私は知つてゐる同時に私は其の結果が諸子に無限の價值あるものであらうと考へてゐる。然し規格は全部の鋼に就いて作ることは不可能であつて鋼材には種類極めて多く又特殊の目的に用ひられるもの等あつて全部を包括することは不可能である。のみならず製鋼技術は極めて進歩的のものであつて日に月に新しい鋼材が生れて來るのであるから航空工業の如き進歩的な工業は餘りに決定的な標準規格に依つて束縛されることは面白くないと思ふ。若し皆様の要求される點を話されるならば鋼工業は其の要求を滿すことが出來ると私は信じてゐる。規格に就いて化學分析は必ずしも充分であるとは思はれない又機械的試験の結果が優秀であつても其れのみで完全でない、と云ふのは局部的に信頼性のない部分のある事が諸子の最も重要視せられねばならぬ問題である。製鋼業者は其操業の終始深き注意と研究とを怠つてはならない、熔解並びに改良作業は充分の理解と運用とが大切であつて鑄造溫度は鋼塊中の不健康部分の位置を決する決定的因子となる、鋼塊の形も亦大切である。此等の三つが私の最も大切だと思ふ信頼性と偏析の有無を決する條件である。其の取扱法の重要な事勿論であつて取扱が當を得ないと折角良く出來た鋼塊も悪くなつて了ふのである。壓延鍛鍊作業の大切なことは申し上げる迄もないことで壓延鍛鍊の仕上り溫度は製品に著しい影響を及ぼすものである。以上述べた所に依つて良く作られた規格があつて之を實行すると同時に此等の問題を超越して製鋼技術の優劣が最後の製品の信頼性を左右するものだと云ふことを理解された事と思ふ。飛行家の勇氣は其の信頼性に在ることを考へられるならば以上のことが充分認められると思ふ。

## 結 論

以上述べた所を總括するのも無駄ではあるまい。個人として私は研究者の立場に在るが今日迄注意を促す價值がある問題で其必要があると考へた時には機會ある毎に發表する様に努めて來た。同時に私は私の實驗から得た印象を發表するに躊躇しなかつた。次の討議に際しても勿論然うであることを信ずる。種々異つた方面の人々が自由に意見を交換して共同研究を行つて初めて進歩があるのである。緒論に於いて私は航空工業には最高級の材料のみを使用することが大切であることを述べたが此は異論のないことであらうと思ふ。實際作業上科學的方法の必要なことはこれ以上力説する必要あるまい。次に冶金家は殊に設計及び安全率に關して製作者側の人の批評を望んでゐることを述べたが今此處に再び一層強く述べて置き度い。

機械と冶金とは互に援助者とならねばならぬものであつて技術の進歩はこの兩者の協同の程度に比例するものである。鋼材の機械的試験に就いて紙數を取り過ぎたと思はれるかも知れないが吾々は鋼材其の他一般材料の試験に採用せられる種々の方法並びに其等から得た結果の解釋に就いて學ぶべき多くのものを持つてゐる、此は私の意見であり又他の多數の人々の意見でもあると思ふ。設計に關與する人達が色々の型式の下に試験された種々異つた材料の性質の相互關係を良く理解したならば其の

利益は非常なものであらう。代表的鋼の組成及び性質又其の熱處理に就いて述べたが私は特に熱處理に力を入れた心算である。殊に私が記憶して置いて載き度いと努めたのは製造上の巧拙に就いてである。製鋼、設計、鍛錬等に從事してゐる人々は常に進歩を心懸けねばならぬ、此は係員のみでなく最も大切なことは直接從事する職工をして彼等の仕事に愛を持たしめることである。各方面の技術が優秀である時に初めて信頼性が生ずるのである。私のこの僅かの努力が航空科學に極めて重要な鋼材の理解にいくらでも助けとならんことを望むものである。少し前私が飛行場を訪れた時に商賣柄各部の信頼性に就いて操縦者の意見を聞いた處一人の操縦者は何れの部分も心配ないと云つたが彼が飛行機の作られてゐる材料を信用してゐること明であつてこのことは總べての工事に於て重要なことである。この操縦者の信用が永く裏切られないことを祈るものである。

**米國製鋼品の對日輸出額** (1926年) (7月31日附在し、原商務書記官報告) 政府發表の數字に依る主要(6)種鋼製品の本邦に對する 1926年及過去6年間輸出統計並其割合調べ下の通り  
(單位 1,000 T)

	鋼板	軌條	黒板	錫鍍板	亞鉛引板	亞鉛鍍及不鍍鐵釘	合計	割合
1916年 合計	138.6	187.7	175.6	250.7	178.6	31.3	962.5	100.0%
内 日本 向	0.5	34.4	88.8	49.0	5.4	1.3	179.4	18.6
1919-26年合計	2,498.4	2,663.7	1,313.9	1,312.8	937.2	759.8	9,485.8	100.0
内 日本 向	510.2	634.2	681.9	330.8	66.2	129.6	2,362.9	24.8

**米國鐵製品の内地輸入減** 從來米國から日本に輸入されてゐた鐵材は鋼板、鋳力板、釘、針金、軌條等で大正10年度の如きは50萬噸の多きに達した、然るに大正10年を最高として漸次米國よりの鐵材は輸入減を見るに至つた、殊に昨年度の如きは僅に鋼板7萬噸、鋳力板3萬2,000噸の外軌條の少量に過ぎないこれを米國全土における生産高5,500萬噸に比すれば日本への輸出はほとんど問題でないが日本への鐵材輸入が米國から歐洲殊に獨逸に轉じ米國の日本における鐵材は獨逸が奪つたといふ事が歐洲の製鐵界の回復を立證するものであつて米國にとつては日本の得意よりも歐洲の市場復活が非常な脅威である元來米國鐵材の海外輸出は生産の5割を占め、南米、中米、歐洲、メキシコ、キューバ、支那、日本、印度といふ順序であつて日本への輸出が減少すると同時に歐洲への輸出も又これに伴うて減少しつゝある状態で、薄板、レール、針金、釘等は八幡および民間製鐵所でもある程度の自給自足を得つゝあり唯電氣鐵板等が歐洲殊に獨逸より輸入を仰いでゐるのみであるから大體において年を重ねるに従つて製鐵事業は輸入を仰ぐの必要がないまでに進みつゝあるが、唯獨逸よりの低廉なる諸機械類、薄鋼板、レール等が輸入され内地品よりも1割2,3分方格安であるから内地製品はそれがために壓倒される傾向あるが米國品の輸入は今後尙減少する事となるであらうと。