

これ等黒鉛の發達は凝固後は極めて少ない、主として凝固時又は凝固直下の溫度に於て發達する。

### 第4節 總括

以上各節に述べたる所を要約すれば

- 1) 黒鉛化に及ぼす溶解溫度の影響は鉄鐵本來の性質では無く、鉄鐵中の酸化鐵及び瓦斯中の酸素の分壓により種々變化するもので純粹な鉄鐵と純粹なる瓦斯中で溶解する時は溶解溫度の影響は殆んど無い。Piwowarsky の説即ちセメント生成の實熱量は 1,400°C 乃至 1,500°C 附近で吸収より發熱に變ると云ふ説は間違である。
- 2) 窒素中に溶解せる試料に就て、その黒鉛炭素量の變化は、試料中の酸化鐵含有量の變化、その溶解度並に還元によつて生ずる一酸化炭素、及窒素の影響として説明した。
- 3) 鉄鐵の窒素は酸化鐵によつて分解される。従つて鉄鐵が脱酸される程窒素含有量は増加する。
- 4) 玉鋼の如き良好な鐵より作つた鉄鐵は窒素の吸収少なく且溶解溫度の影響は極めて少ない。
- 5) 炭鉄鉄鐵を高溫で真空溶解するとその性質は改善される。1,650°C のものは酸素及び窒素に對する感受性少な

かつた。

- 6) 黒鉛核説は妥當でない。
  - 7) 網狀共晶黒鉛組織の網の絲の部は最後に凝固せる部分である。
  - 8) 純粹なる鉄鐵では鐵—炭素系平衡圖の安定系に従ふ。純粹な鉄鐵を溶解し真空中に凝固せしめる時は可なり急冷しても白鉄組織は得られない。網狀共晶黒鉛組織となる。
  - 9) 酸素のない純粹なる水素又は窒素中に溶解せる試料では可なり急冷しても白鉄組織は出來難い。又オーステナイトより分離せるセメントは見られないが  $A_1$  變態點に於ける黒鉛化速度を小にしてパーライト組織を作る。水素は特に著しい。
  - 10) 窒素特に水素は黒鉛片の發達を促す。
  - 11) 黒鉛の周圍にフェライトを有する組織は  $Ar_1$  點に於ける黒鉛化の爲めである。
  - 12) 酸素は白鉄組織及びセメントの生成を促す。終りに工學士鈴木千代藏君の御助力に對し感謝の意を表す。
- 本研究に對し研究費補助された財團法人啓明會に對し感謝の意を表す。

## 鋼の剪断力に就て

(日本鐵鋼協會第 15 回講演大會講演)

太田 雞 一\*

### SHEARING PROPERTIES OF STEELS.

By Keiiti Ōta.

SYNOPSIS:—The writer measured the shearing strength of carbon and alloy steels in their heat-treated conditions having the tensile strength 40~220 kg/mm<sup>2</sup> (25~140 ton/in<sup>2</sup>) and obtained the following results:

- i) The shearing strength had a close relation to the tensile strength and was given by the formula (1).  

$$S = 10 + 0.58 R \dots \dots \dots (1)$$

Where S = Ultimate shearing strength in kg/mm<sup>2</sup>,  
 R = Ultimate tensile strength in kg/mm<sup>2</sup>.

The above formula was applicable not only to various steels but also to cast iron and non-ferrous metals.

- ii) The ratio of shearing strength to tensile strength varied from 0.60 to 0.85 according to compositions and heat-treatments of steels and was generally proportional to Charpy impact value.

### 1. 緒言

鋼の剪断力と他の材力、特に抗張力との關係は古くから研究されてゐるが、區々な結論になつてゐて定説と見るべ

きものがない。大體分類して見ると、相當韌性に富む材料では剪断力と抗張力との比は一定であると云ふ説と、成分及熱處理によつて廣い範圍に變はるから一つの關係式で表はすことは出來ないと云ふ説とに分れる。吾々が工業常識として、鋼の剪断力は抗張力の 70% 位である程度の考し

\* 日本製鋼所室蘭工場

か持たないのは此點から見て尤な次第である。然し乍ら剪斷力と抗張力との關係は材料強弱の方面から見て興味ある問題であるばかりでなく、實用上から言つても相當重要な問題であつて、實驗的に解決して置くことが必要である。

所で今迄發表された研究を見ると、軟鋼及鍊鐵に就て測定したものが多く、抗張力から云へば  $40 \text{ kg/mm}^2$  程度のものである。稀れに合金鋼に就て研究した報告もあるが、焼鈍した状態か  $600^\circ\text{C}$  以上で焼戻した状態で試験して居るので抗張力から云へば  $100 \text{ kg/mm}^2$  を出ない。然るに合金鋼の長足の進歩を見た今日に於ては  $200 \text{ kg/mm}^2$  程度の抗張力は容易に出せる様になり、現に兵器とか航空機の材料として此邊の材力がぼつぼつ使用される状態である。猶此趨勢は速度を尙ぶ時代の潮流に従つて今後益々著しくなるものと考へられる。

今回の實驗に於ては普通に用ひられる二三の合金鋼に色々熱處理を施し、抗張力  $40 \sim 220 \text{ kg/mm}^2$  に互る範圍に於て剪斷力を測定し、其結果から剪斷力と他の材力、特に抗張力との關係を實驗的に求めたものである。

### 2. 供 試 材

實驗に用ひた材料は構造用材料として普通に使用される炭素鋼 Ni-Cr 鋼 Ni-Cr-Mo 鋼 Cr-Mo 鋼で、その成分は第1表に示す通りである。炭素鋼は焼鈍した状態その他の合金鋼は焼鈍及種々の温度（最高焼戻温度迄  $50^\circ\text{C}$  とびに變化せしむ）で焼戻を行つた状態で試験した。従つて

第 1 表

鋼 種	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo
軟 鋼	1	2	3	—	—	—
硬 鋼	5	2	7	—	—	—
Ni 鋼	3	2	5	35	—	—
Ni-Cr 鋼	3	2	5	33	6	—
Ni-Cr-Mo 鋼	3	2	5	30	7	6
Cr-Mo 鋼	3	2	5	—	14	4

組織から云へば、パーライトのもの、マルテンサイトのもの、ツルースタイト及ソルバイトのものを含んでゐる。

### 3. 剪斷力の測定

剪斷力の測定には松村式萬能試験機(容量 30t)を用

ひた。本機は所謂 double shear に屬する試験機で、試験片は  $30 \text{ mm}$  を距たる 2 個所から同時に剪れる。剪斷力の高い材料を測定する關係から試験片は徑  $8 \text{ mm}$  長さ  $100 \text{ mm}$  のものを用ひた。荷重速度は毎秒  $0.1 \text{ mm}$  に一定し、5 秒毎に荷重と夫に對應する變形を讀んだ。

重要と認むる熱處理には振り試験を併用した。試験片は徑  $10 \text{ mm}$  標點距離  $50 \text{ mm}$  のものを用ひ、井口式振り試験機(容量  $50 \text{ m-kg}$ )によつて試験した。彈性限度は徐々に、その後は次第に荷重を増加し、破斷點附近では荷重速度を毎秒  $3^\circ$  に一定した。

剪斷力の計算は剪斷試験には (a) 式、振り試験には (b) 式を用ひた。

$$S_s = \text{Max. Load} / \pi \gamma_0^2 \dots \dots \dots (a)$$

$$S_t = 3 \times \text{Max. Moment} / 2 \pi \gamma_0^3 \dots \dots \dots (b)$$

茲で  $\gamma_0 =$  試験片の原の半径

剪斷試験から求めた剪斷力と、振り試験から求めた剪斷力とは非常によく一致した。今其二三の例を示すと第2表に示す様である。尙第2表には剪斷試験片の直径を變へた場合並びに剪斷方法を變へた場合の數値が示してあるが、良く一致し、何れも剪斷力に影響を及ぼさないことを知つた。

第 2 表

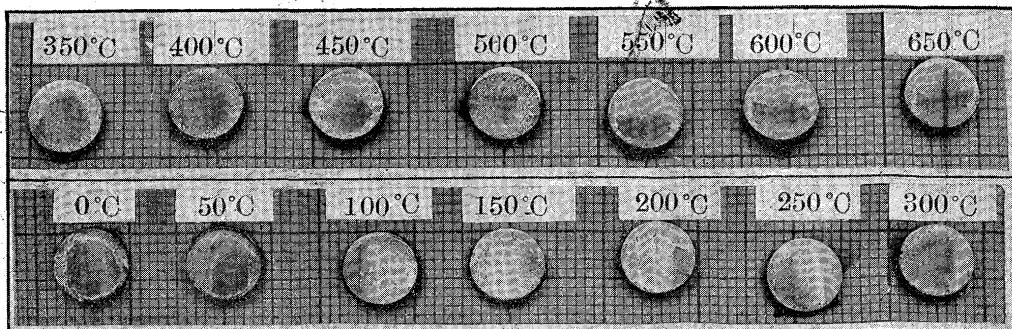
鋼 種	熱 處 理	$S_s$ $\text{kg/mm}^2$	$S_t$ $\text{kg/mm}^2$
軟 鋼	焼 鈍	33.7(33.5)a	34.8
硬 鋼	"	53.0(52.5)b	52.0
Ni-Cr 鋼	"	52.7(52.7)b	53.0
"	$650^\circ\text{C}$ 焼戻	62.0(61.7)a	62.1
"	$600^\circ$ "	65.0	64.5
Ni-Cr-Mo 鋼	$200^\circ$ "	122.0	120.5

a...single shear にて剪斷したもの

b...徑  $16 \text{ mm}$ . 試験片を用ひたもの

剪斷試験では内力の懸り方が複雑で、しかも試験片の面積が刻々に減少して行く。振り試験では純粹の剪斷内力が

第 1 圖



$$14 \times 4.2 = 58.8$$

懸り且試験片の面積が殆んど變化しない。斯様に試験条件が著しく異なるにも拘らず等しい結果が得られることは注意すべき現象である。剪断試験では材料が部分的に降伏する結果、光弾性で見る様な著しい内力の不均一が起らないこと並に荷重の増加に伴つて荷重を受持つ面が次第に彎曲して行き、剪断迄を發生する迄は事實上有効面積が減少しないためであらう。第1圖は Ni-Cr 鋼を種々の温度で焼戻した状態に於て剪断した試験片の破面を示すもので三日月形に輝いてゐる部分は剪断迄を發生する迄に及つた面積を表はしてゐる。

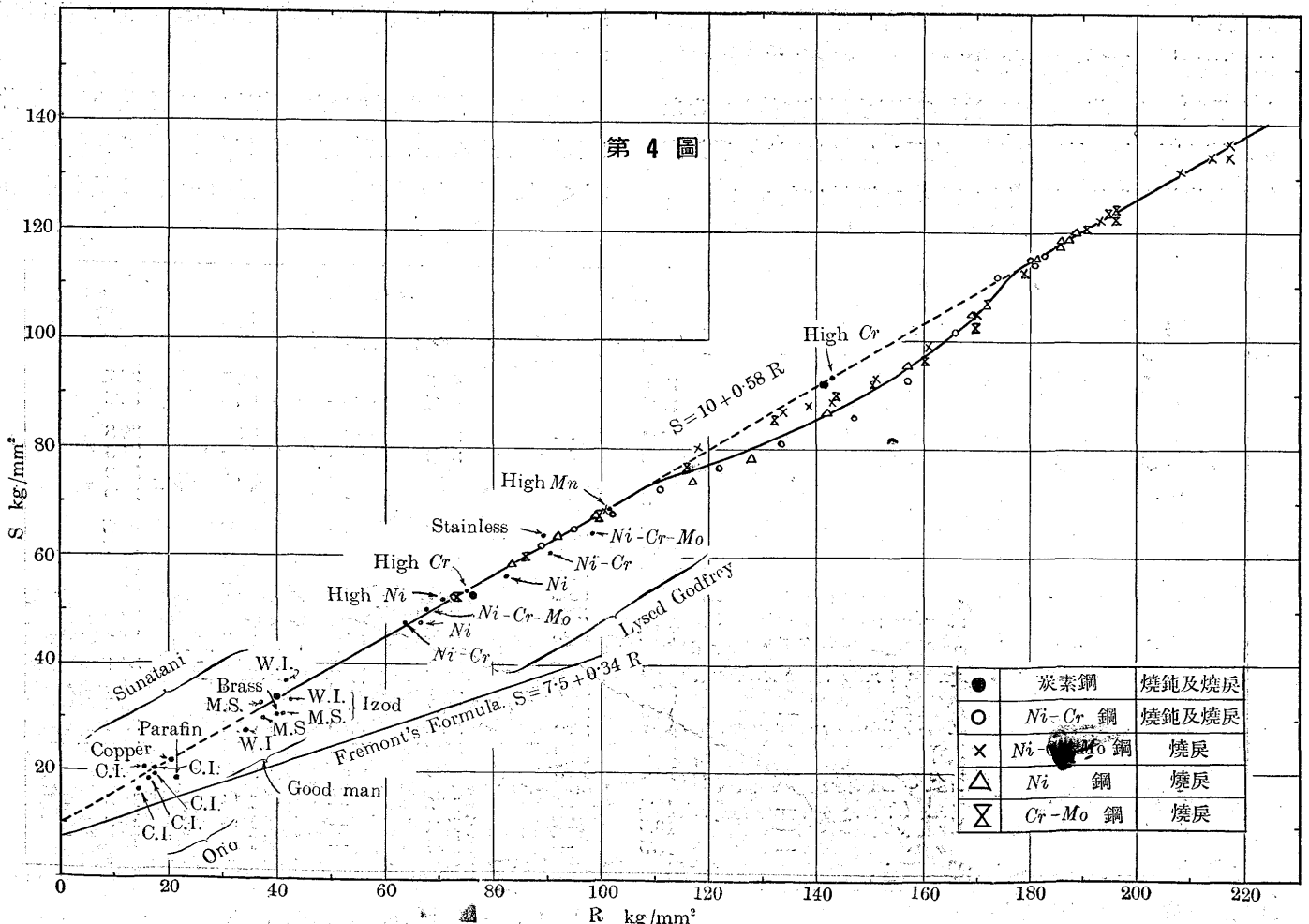
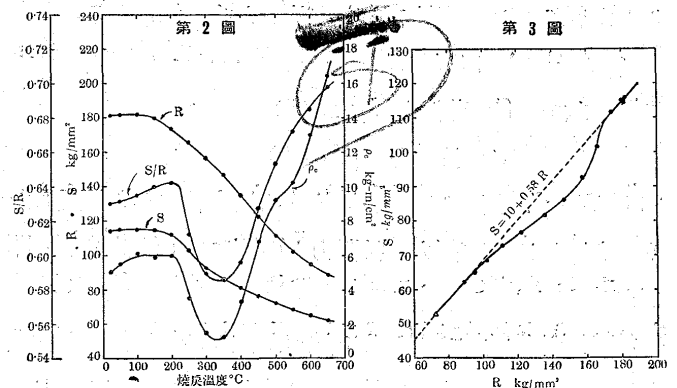
第 3 表

熱處理	S kg/mm <sup>2</sup>	R kg/mm <sup>2</sup>	S/R	ξc kg-m/cm <sup>2</sup>
850°C 焼鈍	52.7	72.5	.727	27.0
830°C 焼入 650°C 焼戻	62.0	89.0	.696	16.4
〃 600°	65.0	95.0	.684	13.0
〃 550°	68.5	101.8	.673	10.2
〃 500°	72.7	111.0	.655	9.2
〃 450°	76.6	122.3	.626	6.8
〃 400°	81.5	136.0	.600	3.3
〃 350°	86.0	147.0	.585	1.2
〃 300°	92.5	157.8	.586	1.5
〃 250°	101.6	165.5	.614	3.5
〃 200°	111.4	174.0	.640	6.0
〃 150°	115.0	180.0	.639	5.9
〃 100°	115.5	182.0	.635	6.1
〃 50°	115.0	181.5	.634	5.5
〃 —	114.3	181.2	.631	5.0

4. 剪断力と抗張力との關係

Ni-Cr 鋼を焼入後種々の温度から焼戻を行ひ、剪断力を測定した結果は第3表並に第2圖に示す通りである。尙第2圖には抗張力、剪断力と抗張力との比及シャルピー衝撃値が併せ示してある。

剪断力 (S) は 200°C 以下の焼戻温度では變化が少ないが 200°C 以上では焼戻温度が高くなるに従つて急に減少した。抗張力 (R) の焼戻温度による變化の様も之と



5.9 x 4.1 = 24.29

同様でつて、第2圖を見れば剪斷力と抗張力との間に密接な關係があることが想像される。第3圖は此關係を示すもので大體直線的關係に在るが、仔細に見ると中央が弛み、弓形になつてゐる。

Ni-Cr 鋼を焼入焼戻によつて調質する場合には 250°~450°C の焼戻温度に於て衝撃値が著しく減少し、所謂脆性域 (Brittle Range) を形成する(第2圖参照)。Ni-Cr 鋼に斯様な性質のあることを承知して第3圖を見れば、弓形の弧の部分に相當する熱處理は何れも脆性域に屬するもので、その他の熱處理は弓形の絃に相當する直線上に在ることが判る。この直線の式を求めると次の様になる。

$$S = 10 + 0.58 R \dots\dots\dots (1)$$

茲で S=剪斷力(kg/mm<sup>2</sup>)  
R=抗張力(kg/mm<sup>2</sup>)

即ち Ni-Cr 鋼は 250°~450°C の温度範圍から焼戻したものを除けば、剪斷力と抗張力との間には(1)式で示す關係が成立する。

第4圖は供試材のところで述べた種々の鋼に同様な實驗を行つた結果で、大體に於て(1)式が總ての鋼種を通じて成立することを示してゐる。しかし乍ら第4圖を鋼種別に見れば何れの鋼種に於ても 250°~450°C の温度から焼戻した状態では、剪斷力が(1)式で表はす數値に達してゐない。第4圖に於て抗張力 110~170 kg/mm<sup>2</sup> に亘る一帯が直線から逸れてゐるのは、偶々種々の鋼種に於て 250°~

450°C の焼戻に相當するためである。之を要するに脆性域に屬する熱處理を除けば、鋼は成分並に熱處理に關係なく剪斷力と抗張力との間に常に(1)式が成立する。

上述の様に鋼の剪斷力と抗張力との間に成分並に熱處理に關係なく(1)式が成立するから、此關係を利用すれば一剪斷力を測定するまでもなく、抗張力から容易に推定することが出来る。脆性域に屬する場合には(1)式が成立しないが、實際問題としてはわざわざ脆性域に屬する熱處理を施すことは無いから、此點は餘り重視する必要はない。第4圖の平均値を表はす曲線を用ふるか、或は脆性域に於ては剪斷力が大體 5 kg/mm<sup>2</sup> 低下するものと考へて置けば充分である。

茲で(1)式を少し吟味して見よう。

(1)式は 1906 年に Frémont<sup>1)</sup> が提出した次式と同じ形をしてゐるが、係數が著しく違つてゐる關係から抗張力が高くなるに従つて益々その差が大きくなる。

$$S = 7.5 + 0.34 R \dots\dots\dots \text{Frémont's Formula}$$

Frémont の式は構造用鋼に就て求めたものであるから、高い抗張力に適用するのは無理であるが、軟鋼を焼鈍した状態即ち 40 kg/mm<sup>2</sup> 程度の抗張力に於ても(1)式と約 35% の差がある。

此等の式の何れが正しいか、或は(1)式を安心して設計に使用し得るや否やを確めるために今迄發表された研究を調べて見た。此問題に就ては前に述べた様に文獻に現はれ

第 4 表

測定者	測定方法	材 料	熱 處 理	剪斷力 kg/mm <sup>2</sup>		抗張力 kg/mm <sup>2</sup>		S/R	(1)式より求めた剪斷力 kg/mm <sup>2</sup>
				原の値	(b)式による計算値	原の値	計算値		
Izod	剪 斷	鍊軟 鐵鋼	燒 鈍	30.6	—	40.9	—	0.75	33.7
				33.1	—	42.4	—	0.78	34.6
Good man	剪 斷	鍊軟 鐵鋼	"	27.4	—	34.2	—	0.80	29.8
				29.8	—	37.2	—	0.80	31.6
				53.6	—	75.6	—	0.71	53.9
				20.3	—	17.2	—	1.18	20.0
Lyse & Godfrey	振 り	Ni 鋼	燒 鈍	63.7	47.8	66.4	—	0.72	47.5
				75.1	56.3	82.3	—	0.68	57.7
				63.7	47.8	63.2	—	0.76	46.7
				80.9	60.6	90.7	—	0.67	62.6
				67.3	50.5	67.6	—	0.95	49.2
				85.8	64.3	98.4	—	0.65	67.1
砂 谷	振 り	鍊軟 鐵鋼	壓 延	39.9	36.8	55.4	41.5	0.89	34.1
				34.4	32.7	50.1	37.0	0.88	31.5
				22.6	20.4	15.6	—	1.31	19.0
				34.1	30.2	52.4	40.0	0.76	33.2
				23.3	21.9	33.6	20.6	1.06	21.9
				19.4	18.5	21.5	—	0.86	22.5
小 野	振 り	鍊 鐵	"	16.4	—	14.3	—	1.14	18.3
				19.5	—	17.1	—	1.14	19.9
				18.5	—	16.1	—	1.15	19.3

<sup>1)</sup> Fremont: Revue de Metallurgie. 1906. val. iii.

3.3 x 2.8 = 9.24

た結果が區々である。外國の文獻としては Izod 氏<sup>2)</sup>が軟鋼及鍊鐵に就て測定した結果と Goodman 氏<sup>3)</sup>が軟鋼、鍊鐵、硬鋼、鑄鐵に就て測定した結果及 Lyse & Godfrey 兩氏<sup>4)</sup>が合金鋼を焼鈍した状態及 600°C で焼戻した状態に於て測定した結果を採用した。此等の結果は第4表及第4圖に示す通りで何れも(1)式とよく合ふ。但し Lyse & Godfrey 氏の剪断力は振り試験から求めたものであるが破断する迄材料が弾性的であると見て計算してあるから(b)式を用ひて計算し直した。尙 Izod 氏も Lyse & Godfrey 氏も共にその結論に於て、剪断力と抗張力との比は成分及組織によつて廣い範圍に變るから一つの關係式で表はすことは出來ないと述べてゐる。

次に我國の文獻としては、砂谷教授<sup>5)</sup>が機械學會に發表された精密な測定結果があるから夫を採用した。軟鋼及鍊鐵に就て測定された結果は第4表及第4圖に示す通りで(1)式とよく合ふ。同教授の測定値は抗張力、剪断力共に眞の内力で表はしてあるから夫々(a)及(b)式を用ひて計算し直した。尙砂谷教授は鑄鐵、眞鍮、銅、パラフィンに就ても同様な實驗をしてゐる。第4表及第4圖に示す通りで、可成り開きはあつたが大體に於て(1)式と合つてゐる尙鑄鐵に就ては小野教授<sup>6)</sup>の測定された結果があるが同様よく(1)式と合つてゐる。

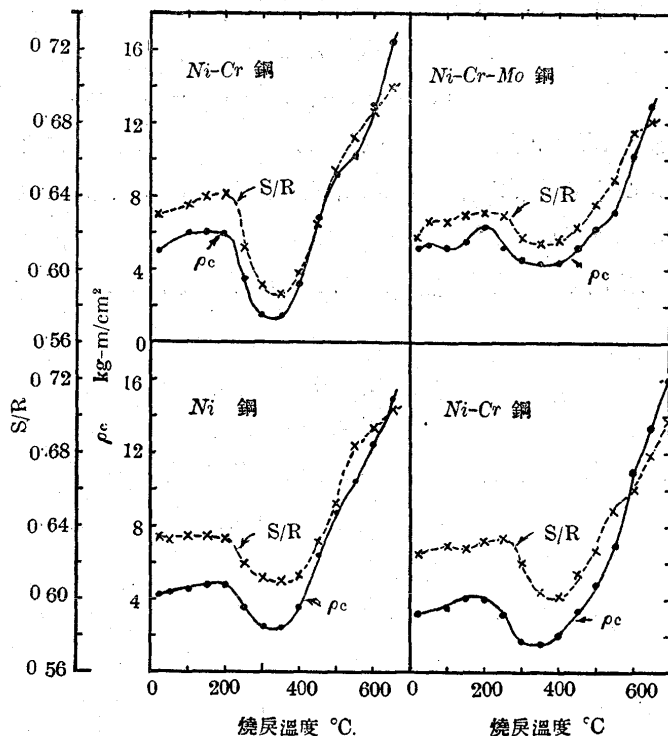
以上の諸文獻に徴して、鋼の剪断力と抗張力との間に(1)式が成立することは間違のないことと思ふ。尙鋼のみならず眞鍮、銅の様な非鐵金屬を首め、鑄鐵、パラフィンの様な極めて靱性に乏しい材料に於て齊しく(1)式が成立することは、材料強弱の方面から見て興味ある現象と考へる。

### 5. 剪断力と抗張力との比と衝撃値との關係

第2圖に示す様に Ni-Cr 鋼を焼入焼戻によつて調質する場合に剪断力、抗張力共に焼戻温度の上昇に従つて減少する一方であるが、此兩者の比即ち S/R は著しく變化の様相が異なり、焼戻温度 200°C 及 650°C に極大 350°C に極小を持つ複雑な曲線によつて與へられる。斯様な變化をする材力の最も代表的なものとして衝撃値を擧げること

が出来る。第2圖にはメナーゼ型試験片を用ひて測定したシャルピー衝撃値( $\zeta_c$ )が示してあるが、變化の様相が S/R 曲線と極めてよく一致して居る。此關係は Ni-Cr

第5圖

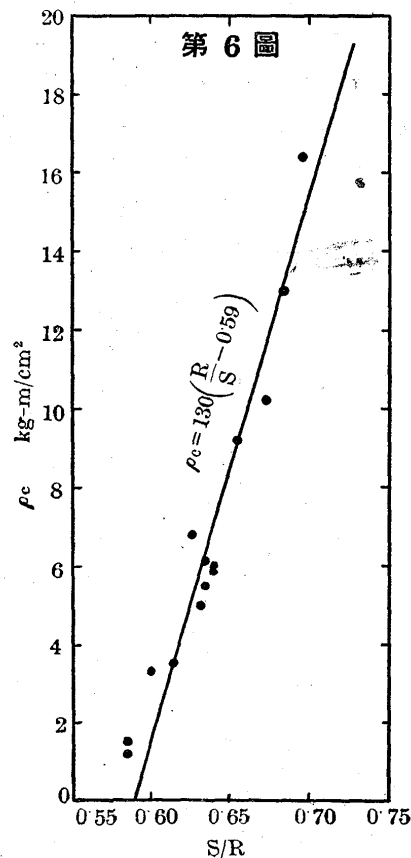


鋼のみ成立するものではなく、第5圖に示す様に他の鋼種に於ても全く同一の關係になつてゐる。従つて次の様に言ふことが出来る。鋼の剪断力と抗張力との比は、焼戻温度によつて複雑な變化をするが、その變化の様相は衝撃値の變化の様相と極めてよく一致する。

次に此兩者の關係を數量的に調べて見た。第6圖は Ni-Cr 鋼に種々の熱處理を施した場合の剪

断力と抗張力との比と衝撃値との關係を示すもので、此兩

第6圖



2) E. G. Izod: Inst. of Mech. Eng. 1906. part. I~II.  
 3) J. Goodman: Inst. of Mech. Eng. 1906. part I~II pp. 44.  
 4) I. Lyse & H. J. Godfrey: A. S. T. M. 1933 part II  
 5) 砂谷智導; 機械學會誌、卷 25 卷、第 74 號  
 6) 小野鑑正; 九大工科紀要、第 1 冊、第 2 號

1.6 x 3.5 = 5.6

者は大體直線關係に在ることがわかる。此直線の式を求めると次の様になる。

$$\zeta_c = 130(S/R - 0.59) \dots\dots\dots (2)$$

但し  $0.60 < S/R < 0.85$

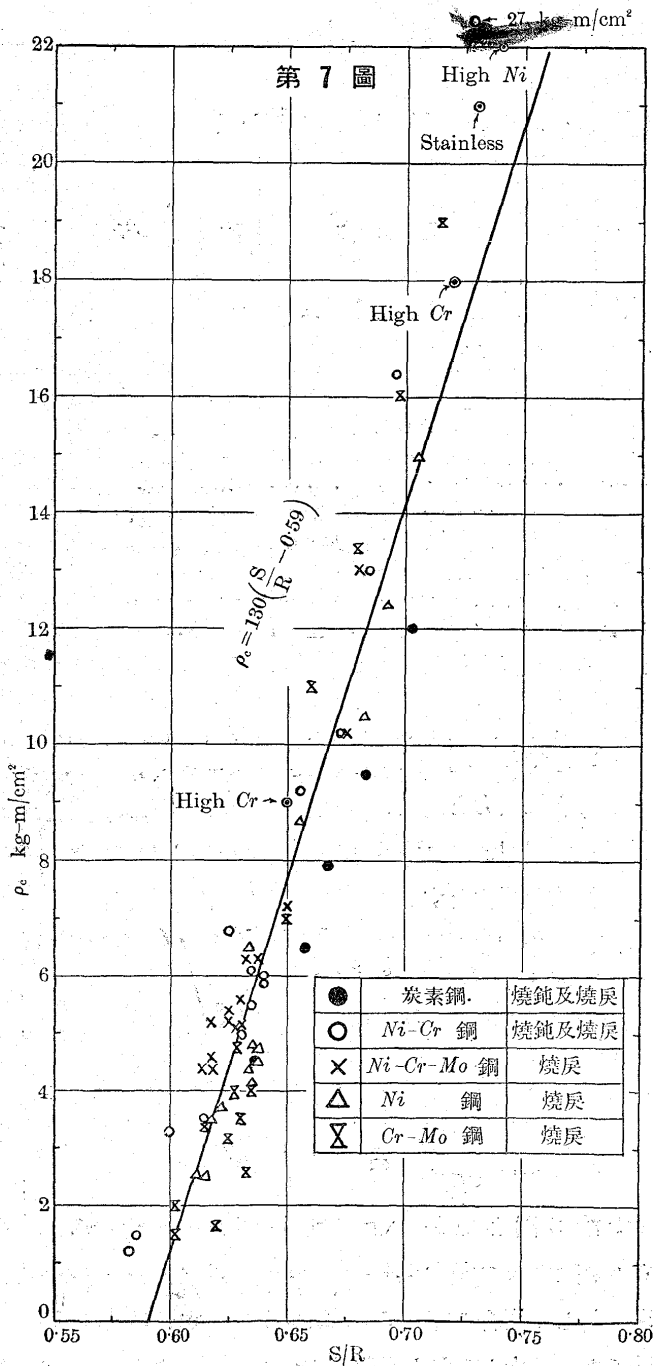
茲に  $R = \text{抗張力 (kg/mm}^2\text{)}$

$S = \text{剪斷力 (kg/mm}^2\text{)}$

$\zeta_c = \text{シャルピー衝撃値 (kg-m/cm}^2\text{)}$

即ち Ni-Cr 鋼の剪斷力と抗張力との比は、焼戻温度によつて廣い範圍に變化するが、衝撃値に比例し(2)式によつて表はされる。

第7圖は供試材の章で述べた種々の鋼に就て、此關係を



求めた結果を表はすもので、何れの鋼種に於ても大體に於て(2)式が成立することを示してゐる。

此事實は剪斷力と抗張力との比が、材料の靱性の目安になることを實驗的に證明するもので興味ある現象と考へる即ち抗張力に比べて剪斷力が大きい材料程靱性に富むことを意味する。勿論之には一定の適用範圍があつて、相當靱性を有する材料に限り成立するもので、鑄鐵とかパラフィンの様な所謂 tensile-failure を起す材料には成立しない。上述の様に(2)式は脆性域に於ても成立するから、此關係を脆性域に於ける剪斷力の推定に利用することが出来る。

### 6. 特殊元素を多量に含む合金鋼に関する實驗

構造用鋼材として普通に用ひられる炭素鋼並に合金鋼に就て求めた上述の關係が、特殊元素を多量に含む合金鋼に於ても成立するや否やを確かむるために、第5表に示す四種の合金鋼に就て同様な實驗を行つた。剪斷力と抗張力との關係は第6表及第4圖に示す通りで、何れの鋼種に於てもよく(1)式と一致する。此事實はオーステナイト組織に

第5表

鋼種	C	Mn	Ni	Cr
高 Mn 鋼	1.3	14	—	—
高 Ni 鋼	1.5	—	25	—
高 Cr 鋼	1.2	—	—	13
不銹鋼	2	—	9	18

於ても(1)式が成立することを證明するので、結局(1)式が正しく成立しないのは、ツルースタイト組織に限ることになる。

第6表

鋼種	熱處理	S (kg/mm²)	R (kg/mm²)	S/R	ζc (kg-m/cm²)	S (1)式より計算したもの	ζc (1)式より計算したもの
高 Mn 鋼	1,150°C 焼入	68.8a	101.2	.68	31	68.7	12
高 Ni 鋼	650° 焼鈍	52.0a	70.2	.74	22	50.7	20
高 Cr 鋼	950° 焼入	93.2a	143.0	.65	9	93.0	8
"	650° 焼戻	54.0a	75.0	.72	18	53.5	17
不銹鋼	1,000° 焼入	64.9a	89.3	.73	21	61.8	18

a: 振り試験より求む

次に剪斷力と抗張力との比と衝撃値との關係を見るに第6表及第7圖に示す様で、高 Mn 鋼を除けばよく(2)式と合つてゐる。

以上の結果から特殊元素を多量に含む合金鋼に於ても、剪斷力と他の材力、特に抗張力との間には一般鋼材と同一の關係が存在することを知つた。

5.7 × 2.7 = 15.39

7. 總 括

(1) 鋼の剪斷力は成分並に熱處理によつて、廣い範圍に變化するが 250°C~450°C で焼戻したものを除けば、抗張力とは次式で表はす關係に在る。

$$S=10+0.58 R$$

茲で  $S$ =剪斷力 ( $kg/mm^2$ )

$R$ =抗張力 ( $kg/mm^2$ )

此關係は鋼ばかりでなく眞鍮、銅の様な非鐵金屬、鑄鐵の様な極めて靱性に乏しい材料にも齊しく成立する。

(2) 鋼の剪斷力と抗張力との比は一定ではなく、成分及熱處理によつて 60~85% に亘つて變化するが、其變化

の様子は衝擊値の變化と極めてよく一致し、且此兩者の間には大體次式で示す關係がある。

$$\zeta_c=130 (S/R-0.59)$$

但し  $0.60 < S/R < 0.85$

茲で  $\zeta_c$ =シャルピー衝擊値 ( $kg-m/cm^2$ )

(3) 以上二つの關係を利用すれば抗張力のみから、或は抗張力と衝擊値から、相當正確に剪斷力を推定することが出来る。

終りに臨み實驗の發表を許可された日本製鋼所並に指導鞭撻を賜つた改良課長黒川慶次郎氏に厚く感謝の意を表はすと共に、實驗の勞を煩した三田村勇吉、浦田正吉兩君の助力を謝する次第である。(以上)

熔融鐵合金の水素に對する表面張力に就て

本 多 顯 曜\*

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE OBERFLÄCHENSPIGUNG DER EISENLEGIERUNGEN GEGEN WASSERSTOFF.

Von Kenyo Honda.

Nach die von Cantor entwickelte Methode des maximalen Blasendruckes wurde die Oberflächenspannung von flüssigen Eisenlegierungen der Systeme  $Fe-C$ ,  $Fe-P-C$ ,  $Fe-Si-C$ ,  $Fe-Mn-C$  und  $Fe-S-C$  gegen Wasserstoff ausgemessen. Es wurden schon einige Messungen an Eisen von Quincke, Drath und Krause vorher ausgeführt und die Ergebnisse veröffentlicht. Die Temperaturabhängigkeit ist aber damit nicht gut zu erfassen und der Einfluss von verschiedenen Elementen auf die Oberflächenspannung des Eisens wurde auch gar nicht bestimmt. Es sollte daher in meiner vorliegenden Arbeit hauptsächlich so erweitert werden, wie Kohlenstoff, Phosphor, Silizium, Mangan und Schwefel die Oberflächenspannung des Eisens beeinflussen und noch die Temperaturabhängigkeit der Oberflächenspannung der Eisenlegierungen festzustellen.

目 次

- I 緒 言
- II 測定方法
- III 測定装置
- IV 毛細管の準備
- V 毛細管の深さ
- VI 装置の檢定 (1)錫の測定 (2)鉛の測定 (3)銅の測定
- VII 熔融試料の密度測定 (1)測定方法 (2)測定に使用するタンマン、チューブの内容積の檢定 (3)タンマン、チューブの膨脹係數測定 (4)密度測定結果 (a)鐵-炭素系合金 (b)鐵-磷-炭素系合金 (c)鐵-珪素-炭素系合金 (d)鐵-マンガン-炭素系合金 (e)鐵-硫黃-炭素系合金
- VIII 鐵合金の表面張力測定 (1)鐵-炭素系合金 ( $Fe-C$ ) (i) 試料の準備 (ii) 測定結果 (2)鐵-磷-炭素系合金 ( $Fe-P-C$ ) (i) 試料の準備 (ii) 測定結果 (3)鐵-珪素-炭素系合金 ( $Fe-Si-C$ ) (i) 試料の準備 (ii) 測定結果 (4)鐵-マンガン-炭素系合金 ( $Fe-Mn-C$ ) (i) 試料の準備 (ii) 測定結果 (5)鐵-硫黃-炭素系合金 ( $Fe-S-C$ ) (i) 試料の準備 (ii) 測定結果 (6)鐵-珪素-炭素系合金の補足的測定
- IX 測定結果に對する瓦斯の影響 (1)水蒸氣の影響 (2)酸素の影響 (3)水素の影響
- X 測定結果に對する二、三の考察
- XI 總 括

I. 緒 言

液體の表面張力は、液體の種々の性質に密接な關係を有するもので、物理的恒數として極めて重要なものであるが吾々金屬工業者にとりても、熔融金屬の表面張力は種々の意味に於て重要な性質と考へられる。

\* 熊本高等工學校