

昭和八年四月二十五日發行

論 說

炭素並に滿俺含有量が壓延鋼材の降伏點 並に衝擊抗力に及ぼす影響

(日本鐵鋼協會 第 10 回講演大會講演)

城 正 俊*

FURTHER INVESTIGATION ON THE INFLUENCE OF CARBON AND
MANGANESE UPON THE MECHANICAL TESTING OF STEELS.

by Masatoshi Jo. Kogakushi.

SYNOPSIS:— The author deals, in this paper, with the effects of Carbon and manganese on the yielding point and the impact resilience of our basic open-hearth steel as rolled. The results of the present investigation may be summarized as follows.

The effect of manganese on the yielding point of steel increases with the increase of the carbon content, but it is slight, comparing with that on the tensile strength.

The impact resilience of steel under the same amount of carbon decreases with the increase of the manganese content.

So far as the relations between chemical compositions and physical properties of steel are concerned, under the same tensile strength, the low carbon and high manganese steel raises the yielding point, the elongation and the impact resilience of steel.

The relation between chemical composition and yielding point of our basic open-hearth steel as rolled may be expressed by the following empirical formula.

$$Y = 0.15C + 0.0009C Mn + 0.11Mn + 19.5$$

Where;

Y = Yielding point in kg/mm^2

C = Carbon content in $\% \times 100$

Mn = Manganese content in $\% \times 100$

内 容 目 次

- I 緒 言
- II 調査研究方法
- III 滿俺含有量が壓延鋼材の降伏點に及ぼす影響
- IV 炭素及滿俺を適當に加減して抗張力を一定にした場合の降伏點の比較
- V 炭素並に滿俺含有量と壓延鋼材の降伏點との關係の實驗公式誘導法
- VI 滿俺含有量が壓延鋼材の衝擊抗力に及ぼす影響
- VII 鋼の機械的諸性質の相互關係より見たる滿俺の效果に就て
- VIII 壓延鋼材の機械的諸性質の相互關係
- IX 結 論

I. 緒 言

著者は曩に炭素並に滿俺含有量と壓延鋼材の抗張力、延伸率及ブリネル硬度との關係を實際的に調査し以つて一般の參考に供したが、近時鋼材に對する各種規格の中或種のものに就ては抗張力及延伸率の規定の外更に鋼材の降伏點 (Yielding point) の規定ある事實に鑑み、今回更に炭素並に滿俺含有量が壓延鋼材の降伏點に及ぼす影響を調査し、尙參考として兩成分の衝擊抗力の上に及ぼす影響をも併せ攻究し以つて實地作業上の參考に資せしむると共に此種鋼材に對する規格を吟味する上の一助たらしめんとした。就中最近時超高張力鋼 (Super High Tensile Steel) 或は Medium Manganese Steel 等の如き比較的高滿俺の普通鋼材が漸く擡頭使用せられんとする情勢に在るとき、壓延鋼材中の滿俺含有量とその降伏點並に衝擊抗力の上に如何なる影響を與えるものであるかを實際的に調査研

究して置くことは有意義でもあり且つ又興味ある問題であらう。

II. 調査研究方法

本研究は最近數ヶ年間吾が鹽基性平爐に於て製鋼し壓延せられたる各種鋼材の中、8,000 餘 charge に就き一々その分析成分と機械試験成績とを調査し之れに就き鋼中に於ける滿俺含有量が壓延鋼材の降伏點並に衝擊抗力の上に及ぼす影響を統計的に調査せるものである。而して其の調査方法は曩の「炭素並に滿俺の壓延鋼材に及ぼす材質的影響」と全く同一方法に依つたものである。

III. 滿俺含有量が壓延鋼材の降伏點に及ぼす影響

炭素含有量 0.20%~0.70%の範圍に於て 先づ炭素含有量の相等しいものを集め、之れに就き滿俺含有量と降伏點との關係を求むれば附表のやうになる。而して各炭素含有量毎に示せる上位の點線は抗張力を示し下位の實線は降伏點を示す。又各炭素量毎に示せる charge 數はその炭素量に對する調査 charge 數であつて尙 一定炭素量のもので

も滿俺含有量の 相等しいものが多數 charge に上つたが之等は何れも降伏點の 平均値を出し其の成分のものを代表せしめた。従つて表中示す ●印 1 箇は少くとも 5~50 charge の平均値である。

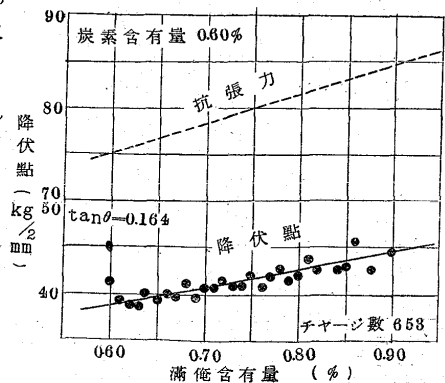
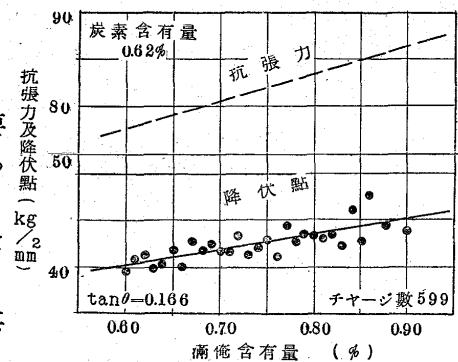
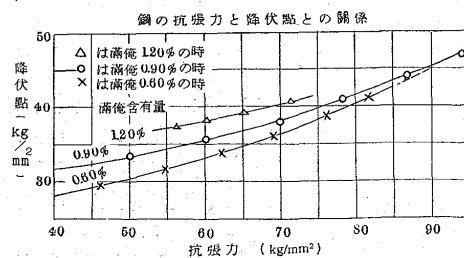
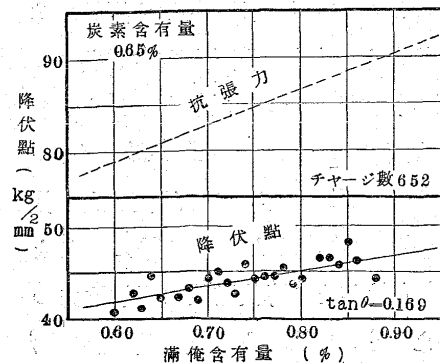
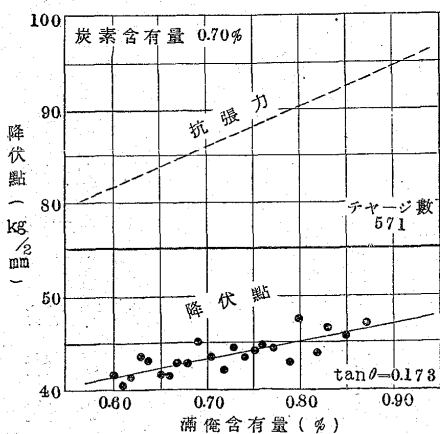
諸て附表を見るに各炭素含有量に於ける滿俺含有量と抗張力並に降伏點との關係は兩者何れも滿俺含有量の増加するに連れて其の値も亦漸次増加してゐるが、降伏點の増加は抗張力の増加に比し其の程度緩慢なることを知る。今最小自乘法に依つて各炭素含有量毎に滿俺含有量と降伏點との關係を示す平均値線を求むれば何れも附表の如き右上りの直線となる、即ち各炭素量毎に示せる $\tan\theta$ の値は此の傾斜度であつて此の $\tan\theta$ の値は要するに滿俺 0.01% 毎に増加する降伏點に外ならない。例へば炭素含有量 0.55% の時に於ける $\tan\theta$ の値は 0.16 であるから炭素 0.55% のものにあつては滿俺 0.01% を増加する毎に降伏點に於て 0.16 kg/mm² を増加することを意味してゐる。

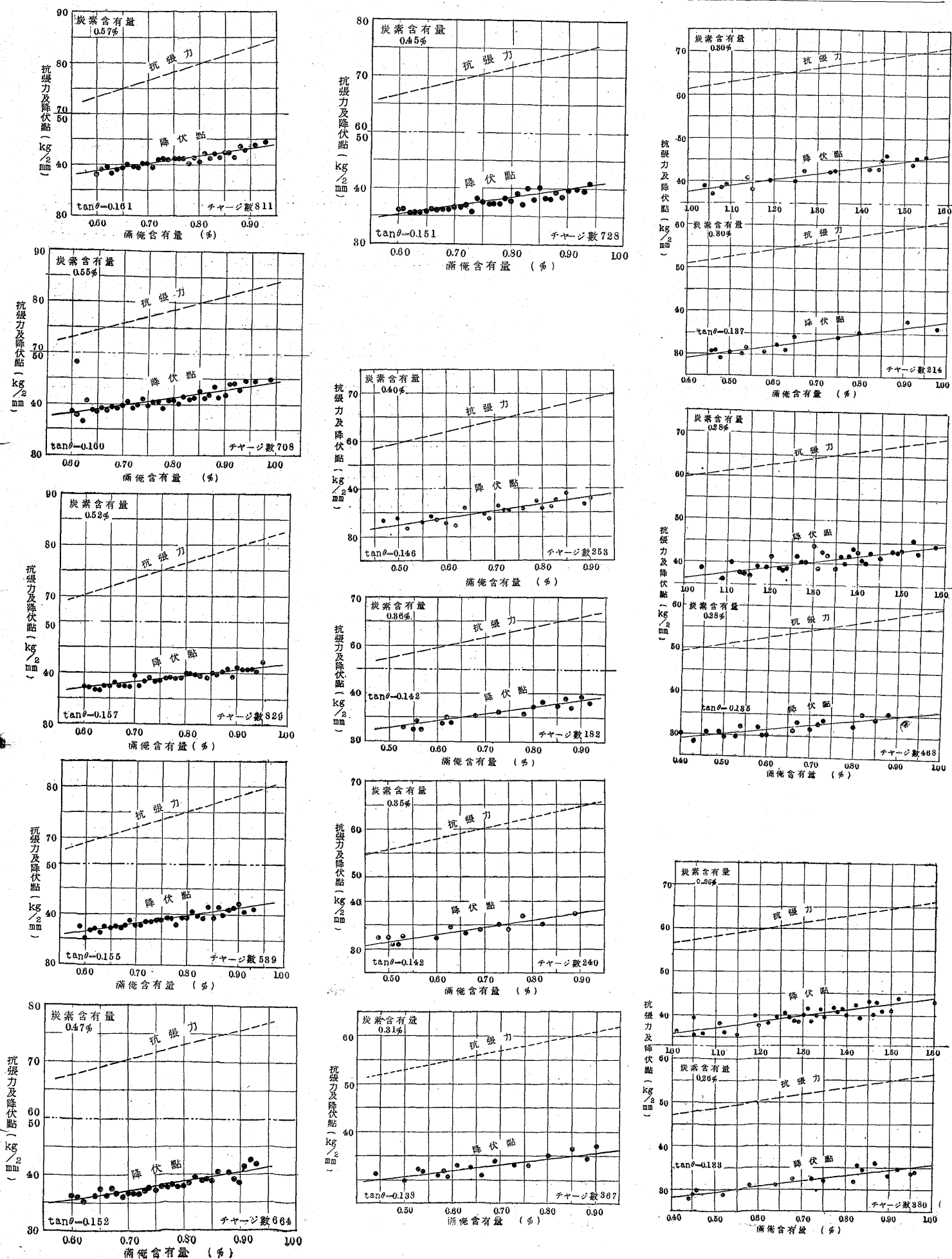
次に炭素含有量 0.20%~0.70%の範圍に於て $\tan\theta$ の値 (滿俺 0.01% 毎に増加する降伏點) の變化を 求むれば第 1 表の如く炭素含有量の低いものより 高いもの程 $\tan\theta$ の値は漸次増加してゐることを知る。

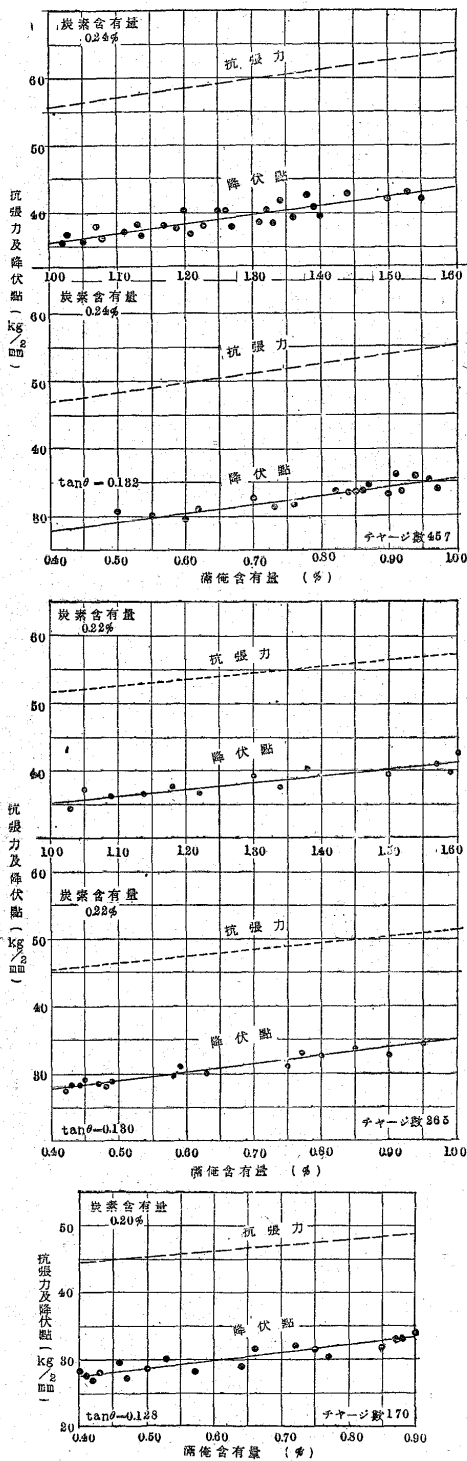
附表 滿俺含有量が抗張力及降伏點に及ぼす影響

調査方法

1. 分析は凡て製鋼分析に依る、但し必要に應じ試験片の一端を分析したるものあり。
2. 表中 ●印は試験片 5~50 個の平均を示す。
3. 各炭素量毎に示せる、チャージ數は其の炭素量に對する調査チャージ數を示す。
4. 表中 $\tan\theta$ の値は Mn 0.01% 増加に依る降伏點の増加値を示せるものなり。
5. 降伏點増加狀況を示せる平均線は何れも最少自乘法に依り求めたるものなり。





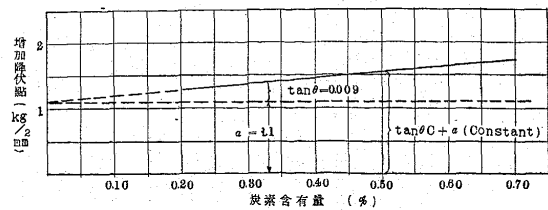


第1表 各炭素量に對する滿僂含有量が鋼の降伏點に及ぼす影響

炭素含有量	附表に示す $\tan\theta$ の値	滿僂0.10%毎に増加する降伏點 kg/mm^2	炭素含有量	附表に示す $\tan\theta$ の値	滿僂0.10%毎に増加する降伏點 kg/mm^2
0.20	0.128	1.28	0.50	0.155	1.55
0.25	0.133	1.33	0.55	0.160	1.60
0.30	0.137	1.37	0.60	0.164	1.64
0.35	0.142	1.42	0.65	0.169	1.69
0.40	0.146	1.46	0.70	0.173	1.73
0.45	0.151	1.51			

第1圖は各炭素量に對し滿僂0.10%を増加せしむるとき増加する降伏點を示せるものであつて縦軸は増加する

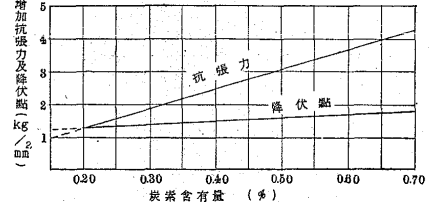
第1圖 各炭素含有量に對し滿僂0.10%を増加するとき増加する降伏點



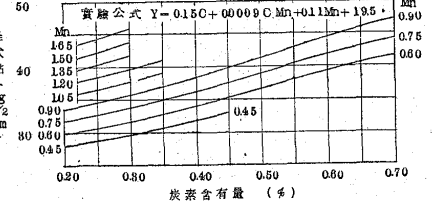
降伏點を示す。圖に見るが如く増加降伏點と炭素含有量との關係は極めて規則的な直線で示され然も増加降伏點は炭素含有量に對し一定の比を以つて増加してゐる。

今此の値と滿僂0.10%毎に増加する抗張力の値¹⁾とを比較して見ると第2圖の如く兩者夫々炭素含有量に對し相異なる比を以つて増加して居り、抗張力の増加割合は降伏點の夫れに比し大であつて炭素含有量の増加と共に直線的に益々増加してゐる。然して炭素含有量0.20%ではその増加値は兩者互に相等しく炭素0.20%以下に於ては兩線の延長より推定して抗張力の増加値よりも降伏點の増加値の方が大となつてゐる。即ち此等の事實は滿僂の添加に依つて鋼の抗張力

第2圖 滿僂含有量0.10%が抗張力及降伏點に及ぼす影響比較



第3圖 炭素量に滿僂含有量と最近鋼材の降伏點との關係



及降伏點を増加せしめ然も 降伏點：抗張力 の比を増大せしめんとする場合には低炭素のものに滿僂を添加する方が其の効果顯著なることを意味してゐる。第2表は即ち此の間の消息を證してゐる。

第2表 滿僂0.10%が鋼の抗張力及降伏點の上に及ぼす影響

炭素含有量 %	滿僂0.10%毎に増加する抗張力 kg/mm^2	滿僂0.10%毎に増加する降伏點 kg/mm^2	増加降伏點 増加抗張力
0.15	0.9	1.24	1.38
0.20	1.2	1.28	1.07
0.25	1.5	1.33	0.89
0.30	1.8	1.37	0.76
0.35	2.1	1.42	0.68
0.40	2.4	1.46	0.61
0.45	2.7	1.51	0.56
0.50	3.0	1.55	0.52
0.55	3.3	1.60	0.49
0.60	3.6	1.64	0.46
0.65	3.9	1.69	0.43
0.70	4.2	1.73	0.41

¹⁾ 著者、鐵と鋼、18年、No. 11.

第3圖は炭素及満俺含有量と鋼の降伏點との關係を示せるものであつて附表を1表に纏めたものである。圖に見るが如く満俺を一定にした場合の降伏點は炭素含有量の増加するに連

れて漸次増加してゐるが其の増加状況は抗張力の場合に比較して(第4圖参照)極めて緩慢である。又一定炭素含有量の下に於ては満俺含有量の異なるに従つて其の降伏點に相違

を來し然も其の相違程度は炭素含有量の多くなるに連れて増加してゐるが其の増加割合も亦抗張力の場合より輕少である。

IV. 炭素及満俺含有量を適當に加減して抗張力を一定にした場合の降伏點の比較

第4圖は炭素及満俺含有量と鋼の抗張力との關係圖である²⁾。今此の第4圖と第3圖とを比較對照して抗張力を一定にした場合の降伏點を考へて見やう。

第4圖に見るが如く炭素0.67%、満俺0.60%のときと炭素0.51%、満俺0.90%のときとは兩者共に其の抗張力は80kg/mm²なるに對し、降伏點は第3圖に依り前者は40.7kg/mm²、後者は42.0kg/mm²であり此の間1.3kg/mm²を示してゐる。又炭素0.37%、満俺0.60%のときと炭素0.30%、満俺0.90%のときとは共に60kg/mm²の抗張力を呈してゐるがその降伏點は夫々33.0kg/mm²及35.7kg/mm²であり其の差2.7kg/mm²の相違を來してゐる。

之れに依つて見るに一定の抗張力を出さんとする場合には高炭素低満俺よりも低炭素高満俺の方が降伏點に於て優る結果を招來し得ることとなる。殊に炭素含有量0.20%~0.30%の範圍のものに比較的少量の満俺を入れて其の抗張力を増加せしむるときは、第2圖に依つて知るが如く其の降伏點も略々抗張力と同じ割合に増加し従つて降伏點：抗張力の比を高め得ることとなる。然も炭素含有量0.30%以下の範圍内のものに在つては抗張力及降伏點

の増加する割合に其の靱性は減じない筈³⁾であつて所謂靱りを減ぜずして強さを増すこととなり極めて有利な結果を招來し得ることとなる。蓋し超高張力鋼(Super High Tensile Steel) Pearlitic Manganese Steel,⁴⁾ Medium Manganese Steel 等が軟鋼程度の比較的炭素量のものに1.50%~2.00%の範圍の満俺を含有することに依りその抗張力及降伏點高きに不拘靱性を失は無い優秀なる鋼材として擡頭使用せられんとする情勢に在ることも實は之の點を狙つてゐるところである。

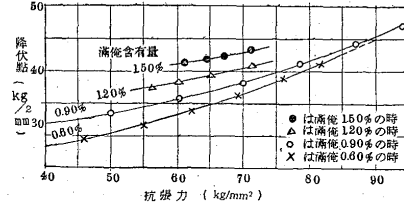
第3表は第3圖及第5圖より得たる値であつて同一抗張

第3表 炭素及満俺含有量を加減して抗張力を一定にした場合の降伏點及降伏點：抗張力の比の比較

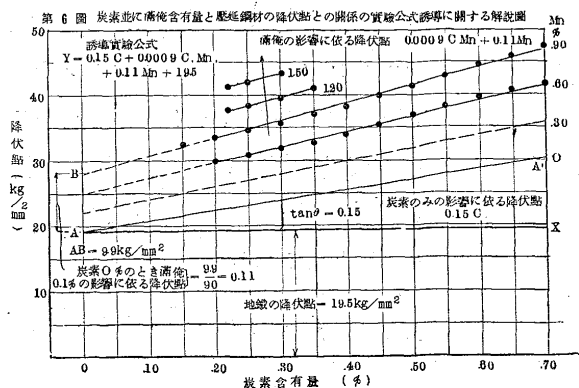
炭素含有 有 %	満俺含有 有 %	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	降伏點 抗張力
0.67	0.60	80.0	40.7	0.509
0.61	0.70	80.0	41.4	0.518
0.56	0.80	80.0	41.8	0.523
0.52	0.90	80.0	42.0	0.525
0.51	0.60	70.0	36.8	0.526
0.47	0.70	70.0	37.3	0.533
0.43	0.80	70.0	37.7	0.539
0.40	0.90	70.0	38.0	0.543
0.34	1.20	70.0	40.5	0.579
0.29	1.50	70.0	43.1	0.616
0.27	1.70	70.0	45.2	0.646
0.45	0.40	60.0	32.0	0.533
0.40	0.50	60.0	32.3	0.538
0.37	0.60	60.0	33.0	0.550
0.34	0.70	60.0	34.0	0.567
0.32	0.80	60.0	35.0	0.584
0.30	0.90	60.0	35.7	0.595
0.27	1.10	60.0	37.3	0.622
0.25	1.20	60.0	38.3	0.638
0.22	1.45	60.0	40.5	0.675
0.29	0.40	50.0	28.0	0.560
0.27	0.50	50.0	29.5	0.590
0.23	0.70	50.0	31.8	0.636
0.20	0.90	50.0	33.4	0.668

備考 表中の數値は第3圖及第4圖より求めたものである。

第5圖 満俺含有量が抗張力と降伏點との關係に及ぼす影響



力の下に於ては、高炭素低満俺よりも低炭素高満俺の方が降伏點の高いことを示すと共に



³⁾ 著者、鐵と鋼、18年 No. 11.

⁴⁾ Blast Fur, and Steel. 1930. May, 802, Sept, 1463.

²⁾ 著者、鐵と鋼、18年、No. 11.

降伏點：抗張力 の比に及ぼす滿俺の影響は低炭素のもの程大なることを示してゐる。

即ち普通炭素鋼に在りては抗張力の相等しいものでも鋼材の含有する滿俺含有量の如何に依つてその降伏點に相違を生ずるところであるから此種鋼材の降伏點を窺知せんとする場合には鋼材の分析成分に基き此れを吟味することが妥當であると思はれる。

第5圖は普通炭素鋼に於ける滿俺含有量が抗張力と降伏點との關係に及ぼす影響を示せるものであつて同一抗張力の下に於ても滿俺含有量に依つてその降伏點に相違を來し然も其の相違程度は抗張力の高いときより低いときに於て甚しいことが判る。

V. 炭素並に滿俺含有量と壓延鋼材の降伏點との關係の實驗公式誘導法

第3圖を見るに各炭素量に對し滿俺を一定にしたる場合の降伏點は炭素含有量の増加するに連れて次第に増加し其の増加狀況は圖の如き微かな曲線を呈して居るが炭素含有量 0.20%~0.70% の範圍に於ては先づ大體に於て直線的に増加してゐるものと見做し得る。第6圖は炭素並に滿俺含有量と壓延鋼材の降伏點との關係を求めんとする實驗公式誘導に關する解説圖である。圖中●印は第3圖の値であつて之れを一定滿俺量毎に結ぶと大體に於て何れも直線上に落ちる、而して滿俺 0.60%、0.90%、1.20%、1.50% の四直線の間隔は各炭素量に對する滿俺 0.10% 毎を増加せしむるとき増加する降伏點の値の3倍の數値である。

今滿俺 0.60% の線から第1圖に示すところの滿俺 0.10% 毎に増加する降伏點の値の3倍の値を以つて滿俺 0.30% づゝ遞減して行くときは點線に依つて示すが如く降伏點は漸次低下しつゝ滿俺零% に到つて直線 AA' が得られる。此の AA' は即ち滿俺零% のときに於ける各炭素量に對する降伏點を表はしてゐると見做し得る、而して直線 AA' は AX (炭素含有量) に對し一定の比を以つてゐるから鋼が滿俺を含まないとき單に炭素のみの影響に依る降伏點の増加は $\tan\theta \times C$ (炭素含有量) になる、而して $\tan\theta$ の値は第6圖に依り 0.15 となるから

$$\left. \begin{array}{l} \text{滿俺を含まないとき炭素のみの} \\ \text{影響に依る降伏點 } kg/mm^2 \end{array} \right\} = 0.15C \cdots (1)$$

$$C = \text{炭素含有量}(\%) \times 100$$

に依り表はすことが出来る、即ち此のことは滿俺零% のときに於て炭素 0.10% 毎に鋼の降伏點 $1.5kg/mm^2$ を増加す

ることを意味してゐる。

次に第6圖に示すところの滿俺を一定にしたる場合の降伏點を示す直線 (滿俺 1.50%、1.20%、0.90%、0.60% …… の直線) は滿俺の影響を表はしてゐる。而して圖に見るが如く一定滿俺量の下に於ける降伏點は炭素含有量の増加するに連れて直線的に増加して居り、又一定炭素量の下に在りては滿俺含有量に依つて相違を來してゐる、而して第1圖に依つて知るが如く

$$\left. \begin{array}{l} \text{各炭素量に對し滿俺 } 0.10\% \text{ 毎を増加} \\ \text{せしむることに依り増加する降伏點} \end{array} \right\} = \tan\theta C + \alpha \quad (\text{Constant})$$

$$C = \text{炭素含有量}$$

となり同圖より $\tan\theta = 0.009$ $\alpha = 1.1$ となるから

$$\left. \begin{array}{l} \text{鋼中に於ける滿俺分にて影} \\ \text{響さるゝ降伏點 } kg/mm^2 \end{array} \right\} = (0.009C + 1.1) \times$$

$$Mn \text{ Content} = 0.0009 C Mn + 0.11 Mn \cdots (2)$$

$$C = \text{炭素含有量}(\%) \times 100 \quad Mn = \text{滿俺含有量}(\%) \times 100$$

に依り表はすことが出来る。

尙炭素含有量が零になつた場合を第6圖に依りて考えて見るに上下二線の延長より推定して結局圖中 AB の値は即ち 0.90% の滿俺が鋼の降伏點に及ぼす影響を表はしてゐる。而して此の數値は圖に依り $9.9kg/mm^2$ となるから滿俺 0.10% に對しては $1.1kg/mm^2$ となり之の値は(2)式の定數 (Constant) と同一値である。

次に第6圖に依り容易に推定し得べきは

$$\text{地鐵の降伏點} = 19.5kg/mm^2 \cdots \cdots (3)$$

である、圖中 AX は即ち地鐵の降伏點と見做し得るところであつて此の値は各炭素量に對し一定の常數で示され $19.5kg/mm^2$ を呈してゐる⁵⁾。

依つて上記(1)(2)(3)式より結局炭素及滿俺の鋼に及ぼす降伏點の變化は

$$Y = 0.15C + 0.0009C Mn + 0.11 Mn + 19.5$$

$$\text{但し } Y = \text{鋼の降伏點 } kg/mm^2$$

$$C = \text{炭素含有量}(\%) \times 100 \quad Mn = \text{滿俺含有量}(\%) \times 100$$

に依り言ひ表はすことが出来る。尙之の式の適用範圍は炭

⁵⁾ Pure Iron の降伏點に就ては未だ文献に見えざるも本所に於て次の如き分析成分のものゝ試験成績がある。

C %	Mn %	Si %	降伏點 kg/mm ²	C %	Mn %	Si %	降伏點 kg/mm ²
0.04	0.20	0.012	21.2	0.05	0.14	0.014	21.4
0.04	0.20	0.012	21.5	0.05	0.14	0.014	20.8
Mean. 0.04	0.20	0.012	21.4	0.05	0.17	0.013	20.8
				0.05	0.17	0.013	21.1
				Mean. 0.05	0.15	0.014	21.0

之れに依りて見れば地鐵の降伏點に就ては差したる誤差なきものの様である。

素含有量 0.20%~0.70% の範囲のもので壓延其の儘の熱處理を施さない鹽基性平爐鋼材である。

VI. 満俺含有量が壓延鋼材の 衝擊抗力に及ぼす影響

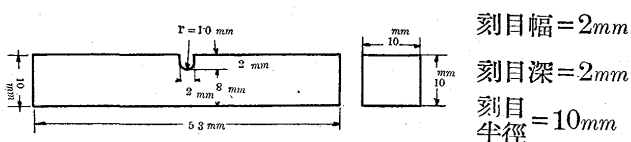
鋼中の炭素及満俺が壓延鋼材の靜的試験の上に及ぼす影響に就ては既に上述せるところであるが以下此の兩成分就中満俺含有量が壓延鋼材の動的試験 (dynamic test) 即ち衝擊抗力の上に如何なる影響を與えるものであるかを探究して見やう。

- (イ) 調査範囲； 炭素含有量 0.20%~0.70%、満俺含有量 0.35%~0.90% の壓延其の儘の鹽基性平爐鋼材に就き調査した。
- (ロ) 試料の分析成分； 衝擊試験片の分析成分は製鋼分析に依ることを原則とせしが必要に應じ試験片の一端を分析したものもある。全試験片を通じ燐及硫黄 0.03% 内外、硅素 0.20% 以下のもののみである。
- (ハ) 試験片採取位置並に使用試験機； 衝擊試験片は抗張試験片の一端より採取し試験片採取方向は壓延方向に平行である。

試験機； Charpy 式 25kg. M 衝擊試験機

打撃速度； 4.7m (秒速)

試験片の形状； Mesnager's 型 10mm × 10mm × 53mm

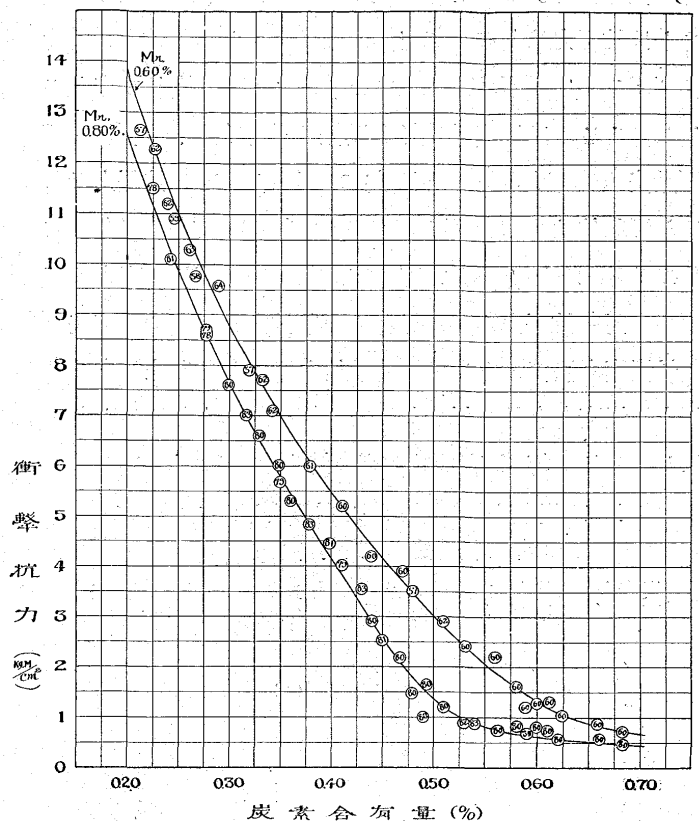


刻目幅=2mm
刻目深=2mm
刻目半徑=10mm

凡そ普通炭素鋼に於て炭素含有量の増加と共に鋼の抗張力は増加するが衝擊抗力は反對に減少して行くことは一般周知の事實である。而して同一炭素含有量のもでも満俺含有量の異なるに従ひ其の抗張力に相違を生ずるものであることは既に述べたところである。

而して著者は炭素含有量 0.20%~0.70% の範囲に於て満俺含有量 0.60% のものと 0.80% のものと の 衝擊試験成績を集め之れに就き炭素含有量と衝擊抗力との關係を調査したのである。第 7 圖は即ち此の調査成績であつて、圖中○印中の數字は各炭素量の下に於ける満俺含有量であつて之れを一定満俺量毎に結ぶと圖の如き上下二つの線が得られる。即ち上線は各炭素含有量に對する満俺 0.60% のときの衝擊抗力線であり、下線は満俺 0.80% の衝擊抗

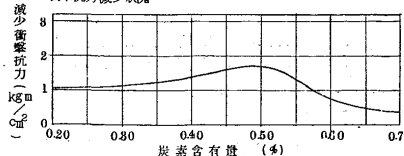
第 7 圖 炭素並に満俺が鋼の衝擊抗力に及ぼす影響



力線である。而して上下二線の間隔は 0.20% の満俺が衝擊抗力の上に及ぼす影響を表はして居り尙其の間隔は炭素含有量 0.50% 附近に於て最大であり炭素 0.65% 以上に於て最小の値を示してゐることを見逃がされない。

偕て第 7 圖を見るに各炭素含有量の下に於ける衝擊抗力は満俺 0.60% のときより 0.80% のときに於て減少してゐる。即ち之の事實は同一炭素含有量のもでも満俺含有量の低いときよりも高いときに於て鋼の衝擊抗力を減ずることを意味し尙其の減少程度を第 7 圖に就いて見るに満俺 0.60~0.80% の範囲内では、炭素 0.50% 附近に於て最も著しく、炭素 0.60% 以上に於て極小の値を示して

A 圖 満俺 0.60% のときと 0.80% のときに於ける各炭素量に對する衝擊抗力減少状況



ゐる。A 圖は第 7 圖から得た値であつて各炭素含有量に對する減少衝擊抗力を示してゐる。

次に炭素及満俺を適當に加減して抗張力を一定にしたる場合の衝擊抗力を第 4 圖及第 7 圖に依つて考へて見るに、炭素 0.60% 満俺 0.60% のときと、炭素 0.55% 満俺 0.80% のときは兩者共に其の抗張力は 80kg/mm² であり、又其の衝擊抗力を第 7 圖に就て求むれば何れも 0.8 kg.m/cm² であつて兩者互に同一値である。然るに炭素 0.51

%満俺 0.60% のときと、炭素 0.44% 満俺 0.80% のときは抗張力は共に 69 kg/mm^2 なるに對し衝撃抗力は前者は 2.8 kg.m/cm^2 後者は 3.0 kg.m/cm^2 であり後者の方が増加してゐる。又炭素 0.31% 満俺 0.60% と、炭素 0.27% 満俺 0.80% のときは共に 55 kg/mm^2 の抗張力であるが衝撃値は夫々 8.5 kg.m/cm^2 及 9.1 kg.m/cm^2 であつて其の差 0.6 kg.m/cm^2 に及んでゐる。即ち此等の事實は要するに同一抗張力の下に於ける衝撃抗力は高炭素低満俺より低炭素高満俺のときに於て増加することを意味し尙此の傾向は炭素含有量の低くなる程次第に著しくなることを表はしてゐる。第 4 表は此の間の消息を證してゐる。

第 4 表 炭素及満俺を加減して抗張力を一定にした場合の衝撃抗力の比較

炭素含有量%	満俺含有量%	抗張力 kg/mm^2	衝撃抗力 kg.m/cm^2	衝撃値の差 kg.m.cm^2
0.70	0.60	81.3	0.4	
0.57	0.80	81.3	0.4	0
0.60	0.60	80.0	0.8	
0.55	0.80	80.0	0.8	0
0.51	0.60	69.0	2.8	
0.44	0.80	69.0	3.0	0.2
0.38	0.60	60.0	6.2	
0.32	0.80	60.0	6.7	0.5
0.31	0.60	55.0	8.5	
0.27	0.80	55.0	9.1	0.6

備考 上記の数値は第 4 圖及第 7 圖より得たものである。

VII. 鋼の機械的諸性質の相互關係より

見たる満俺の効果に就て

鋼中に於ける炭素並に満俺が鋼の靜的試験並に動的試験の上に及ぼす影響に就ては既に上述せるところであるが以上述べたところを總括して鋼の機械的諸性質に於ける相互關係の上に及ぼす満俺の影響を考察して見やう。

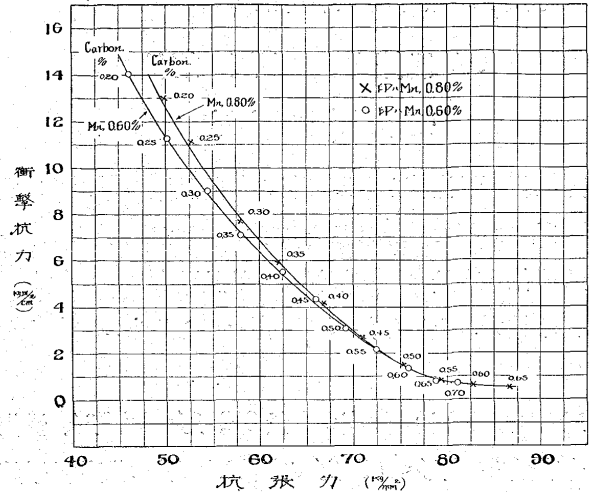
B 圖は壓延鋼材の抗張力と降伏點との關係圖であつて同一抗張力の下に於ても満俺含有量に依つて降伏點に相違を來し、其の相違程度は抗張力の高いときより低いときに於て甚しいことは既に述べたところである。

第 8 圖は壓延鋼材の抗張力と衝撃抗力との關係を示せるもので第 4 圖及第 7 圖に基いたものである。之れを見るに抗張力約 70 kg/mm^2 以下に於ては兩者の關係は満俺含有量に依つて相違を來し同一抗張力のものでも低満俺よりも高満俺の方が衝撃値大となり然も之の傾向は抗張力の低くなる程益々著しくなることが窺はれる。

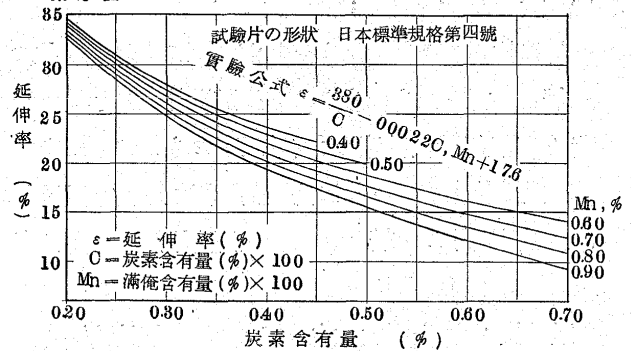
第 10 圖は壓延鋼材の抗張力と延伸率との關係を第 4 圖及第 9 圖に依り求めたるものであつて抗張力約 80 kg/mm^2 以下に於ては同一抗張力のものでも満俺含有量の低いもの

第 8 圖 鋼の抗張力と衝撃抗力の關係

(満俺含有量ガ抗張力ト衝撃抗力ノ關係ニ及ボス影響)

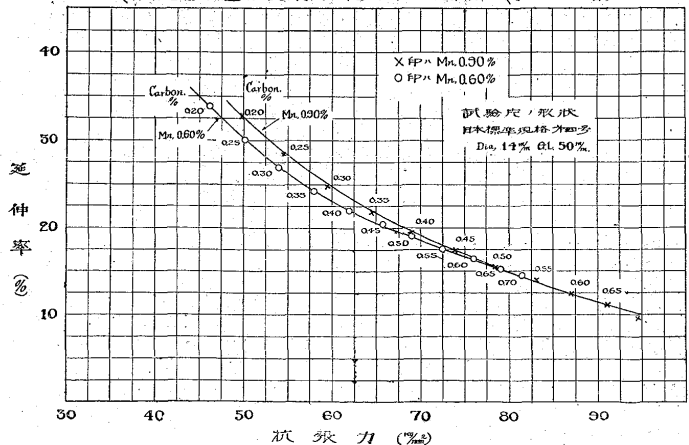


第 9 圖 普通炭素鋼に於ける炭素及満俺含有量と延伸率との關係



第 10 圖 普通炭素鋼の抗張力と延伸率との關係

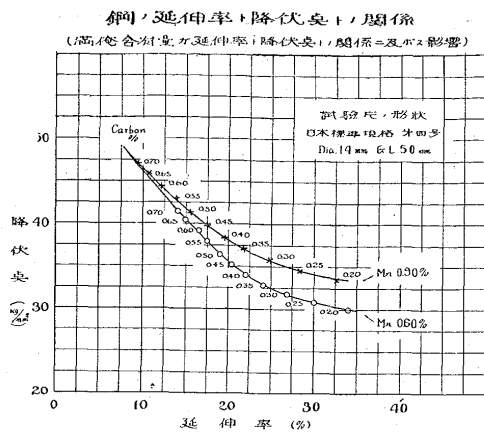
(満俺含有量ガ抗張力ト延伸率ノ關係ニ及ボス影響)



より高いもの程延性に富んでゐることが判り、尙之の傾向は抗張力の低くなるに連れ益々著しく之の現象は恰も抗張力と降伏點、及び抗張力と衝撃抗力との關係(B 圖及第 8 圖参照)に類似してゐる。

C 圖は延伸率と降伏點との關係圖であつて延伸率約 10 %以上に於ては同一延伸率のものでも満俺含有量の高いもの程降伏點が高く然も其の程度は延伸率の大なるに従ひ益々著しくなつてゐる。

C 圖



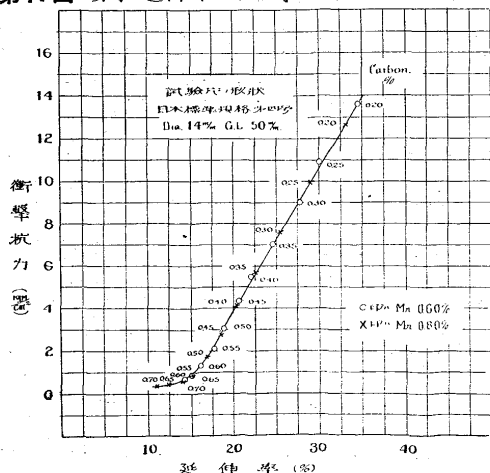
を添加して其の抗張力を高むことが有利でもあり且つ其の効果も著しくなるものである。蓋し低炭素のものに比較的多量の満俺を加えることに依つて鋼の抗張力を高むときは、その増加割合に比し降伏點は益々高くなり他方延性並に衝擊抗力の低下は比較的少く所謂靱さを減せずして強さを増すの結果を招來し得ることは既に述べたる通りである。

VIII. 壓延鋼材の機械的諸性質の相互關係

鋼の抗張力と延伸率、抗張力と降伏點、抗張力と衝擊抗力及延伸率と降伏點との諸關係に就ては上述の如く満俺含有量の異なるに従つて相互の關係に一定の變化を生ずるのである。

然るに第 7 圖及第 9 圖に依り延伸率と衝擊抗力との關係を求むれば第 11 圖の如し。即ち兩者の關係は満俺含有量の如何に關せず完全

第 11 圖 鋼の延伸率・衝擊抗力・關係



故に若し製鋼作業上の難易を考慮せず唯單に鋼の機械的諸性質の相互關係から見れば、低炭素のものに比較的多量の満俺

炭素量に對する満俺 0.60%、×印は 0.80% の値であつて兩者何れも完全に同線上に落ちてゐる。

此れに依りて見るに普通の壓延鋼材に於ける衝擊抗力を單に靜的試験の結果から推察せんとする場合に在りては抗張力に基礎を置くよりも、延伸率に基き第 11 圖に依つて之を導き出すことが適切でもあり且つ其の結果に比較的正確を期し得ることとなる。

IX. 結 論

以上を總括するに鋼中に於ける満俺が壓延鋼材の靜的試験並に動的試験の上に及ぼす影響は相當大である。故に壓延鋼材の機械的諸性質を吟味する場合には必ず満俺の影響を考慮するの要がある。尙満俺の添加に依つて抗張力及降伏點を高め、他方靱性を保持せしめんがためには比較的低炭素のものに稍々多量の満俺を添加することが有利である。而して本文を次の如く結ぶ。

- (イ) 鋼の降伏點に及ぼす満俺の影響は炭素含有量の増加するに連れて増加するが其の増加割合は抗張力の夫れに比し緩慢である。
- (ロ) 普通炭素鋼に満俺を添加して、降伏點：抗張力の比を高めんとする場合には高炭素のものより低炭素のものに於て有利である。
- (ハ) 同一抗張力の下に於ては高炭素低満俺よりも低炭素高満俺の方が降伏點、延伸率及衝擊抗力が増大する。
- (ニ) 壓延鋼材の機械的諸性質に於ける相互關係は、満俺含有量の相違に依り變化を生ずるが、延伸率と衝擊抗力との關係は一定の關係線で示される。従つて鋼の靜的試験の結果からその衝擊値を誘導せんとする場合には延伸率に依ることが適切である。
- (ホ) 炭素及満俺含有量と壓延鋼材の降伏點との間には比較的簡單なる實驗式が成立する。 以上。

係を求むれば第 11 圖の如し。即ち兩者の關係は満俺含有量の如何に關せず完全一致し圖の如く表はすことが出来る。圖中○印は各