

当する。従つてかかる試料に対し実際に高周波焼入を強く行くと表面硬度が著しく低下することが考えられる。反対に高 Si では長く塩浴中に置いても硬度は余り低下しない。Fig. 3 の曲線 a は 18sec 浸漬の場合高 C 試料についての Si 量と硬度との関係である。Si 量の増加に従い硬度は低くなっている。次に浸漬時間の短い場合 (<6sec) について前回の実験結果と比較すると Si 量の少ないもの程低い温度から焼入れても高い硬度に達することになり之は前報のパーライト地の球状黒鉛鑄鉄或いは黒鉛の微細なものが弱い焼入処理で大きい硬化能を表わしていることに相当する。Fig. 3 の曲線 b は 4sec 浸漬に於ける Si 量と硬度との関係で之によつても Si 量の少い程短時間で高い硬度を得易いことが判る。

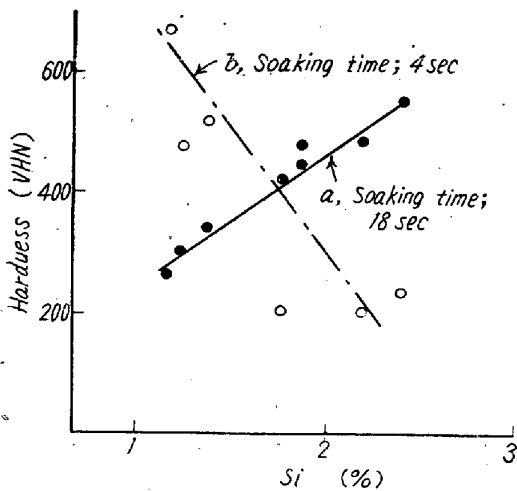


Fig. 3. Relation between hardness and Si on the occasion of keeping the soaking time as specified.

以上の実験結果より急速加熱に際してオーステナイト地組織中への C の溶け方が Si 量によつて著しく影響をうけることが定性的にも明らかになった。従つて鑄鉄の高周波焼入特性に対して Si は著しい影響を及ぼすことが判る。即ち加熱初期に於いては Si 量の少い程 C が溶け易く従つて短時間の高周波処理によつても地組織は高 C となつて高硬度を得る。そして或る限度を超えると (本実験では 4~6sec) 低 Si では更に C が溶け込んで地組織は高 C となり急冷の結果オーステナイトの残留による著しい硬度の減少が起る。逆に高 Si ではオーステナイト中へ C は溶け難く長時間 (本実験では 12~18sec) 或いは強い高周波加熱でもオーステナイトの残留による硬度低下は大きくない。

本実験より知り得た事柄を要約すると (1) Si は急速加熱に際してオーステナイト地中への C の溶け方に著しい影響を与える。(2) 従つて Si は鑄鉄の高周波焼入特

性に対しても強く影響する。(3) 低 Si では高温で地組織中へ C が溶け易く弱い焼入条件でも高い硬度に達するが或限度を超えると急冷後オーステナイトの残留によつて著しく硬度は低下する。そして実際の高周波処理では最高硬度は内部に移り最外層では硬度低下を来すことになる。(4) 高 Si では C はオーステナイト中へ溶け難く残留オーステナイトによる硬度の低下も少い。

#### (40) 深絞用帯鋼に関する研究 (I)

(時効性並に深絞り性に及ぼす V 添加の影響)  
Deep-Drawing Properties of Sheet Steel  
(I) (Effect of Vanadium on the Strain Aging and Deep Drawing Property of Rimming Steels)

Takehiko Fujii, Lecturer, et alii.

住友金属工業株式会社和歌山製造所

工 小島健二・工博 下川義雄・理〇藤井毅彦

#### I. 緒 言

最近の高級仕上鋼板には良好な深絞り性並びに非時効性が要求される。このためには Epstein 等<sup>1)2)3)</sup>の研究結果によれば、通常のリムド鋼に V を添加することにより、Rimming-action に影響を与えることなしに高度の非時効性を与えることが出来るので、現場作業に於いてリムド鋼に V を添加し、帯鋼に圧延して後冷間圧延を行い、時効性並びに深絞性の試験を行つた。其の結果につき報告する。

#### II. 試 験 方 法

1) 製鋼: 通常のリムド鋼の鋼塊の頭部より注入時に Fe-V を 0.03%, 0.05%, 0.08% (歩留りを考慮せずに) 添加した。Fe-V 添加により Rimming action には何等変化は認められず、Scum の生成等も変りはなかつた。この 3 種類の V 添加鋼と通常のリムド鋼とを試験用鋼塊とした。

2) 圧延: 鋼塊を分塊圧延機で billet に圧延し、頭部並びに底部を切り捨て表面状況の調査を行つたが、別にリムド鋼と大差なく V 添加の影響は認められなかつた。其の後その billet を Schloemann 社製連続式帯鋼圧延機で 3.0×189.5 の帯鋼に圧延した。

3) 冷間圧延: 3.0×189.5 の試験用帯鋼を 4 段式冷間圧延機で 1.5, 1.0, 0.5 の 3 種類の肉厚に冷間圧延し、その帯鋼を 500mm に切断し、700°C×3h box-annealing を行い十分に焼鈍した。そしてその帯鋼に

Table 1.

Treatment	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cu%	Cr%	V%	N%
Rimmed Steel	0.07	0.02	0.34	0.013	0.031	0.19	0.06	tr	0.0048
V 0.03% added	0.08	0.01	0.34	0.013	0.043	0.19	0.06	0.008	0.0041
V 0.05% added	0.08	0.01	0.35	0.011	0.032	0.20	0.07	0.011	0.0045
V 0.08% added	0.10	0.01	0.34	0.013	0.032	0.21	0.07	0.041	0.0049

0%, 1%, 2% 前後の調質圧延を行い、1枚の板から4試験片を採取し次の如き処理を行った。

- 調質圧延のまま抗張試験
- 調質圧延後 100°C×3h 加熱後試験
- 調質圧延後 200°C×3mn 加熱後試験
- 抗張試験: 試験は時効現象を考慮して調質圧延終了後出来るだけ早く実施するように努めたが試験開始迄に2日を要した。抗張試験はアムスラー式 10t 万能試験機を用い、使用荷重は 5t で JIS 5号試験片で行った。試験により Stress-strain 曲線をえがき下降伏点、抗張力、全伸びを求め、更に降伏比を計算し、深絞り性の目安とした。

### III. 試験結果

- 1) 帯鋼分析結果 試験用帯鋼の分析結果は Table 1 に示す通りである。

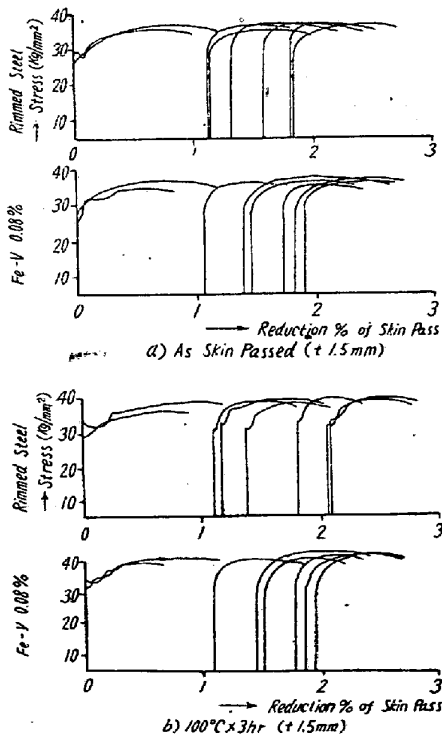
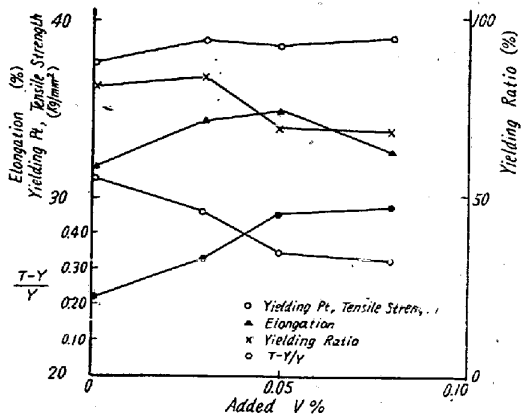


Fig. 1. Changes of stress-strain curves by additions of V.

- 2) 抗張試験結果

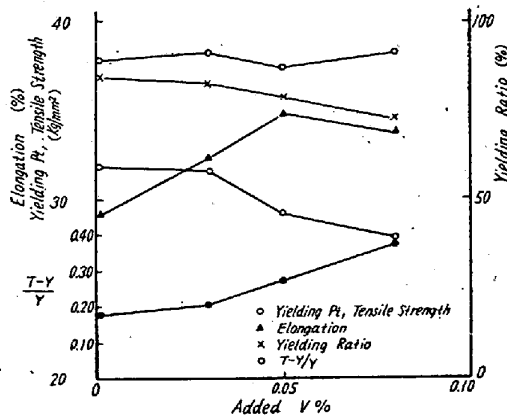
a) Stress-Strain 曲線 Fig. 1 に 1.5mm の帯鋼の試験片の抗張試験の際の Stress-Strain 曲線を示す。a) は調質圧延のままの抗張試験の結果であるが、調質圧延をかけてないものはいずれも降伏点の伸びが認められるのに対して、調質圧延をかけたものはいずれも降伏点の伸びは認められない、b) は同肉厚のものを調質圧延後に 100°C×3h 加熱して時効処理を行い、其の後に試験を行ったものであるが、a) で調質圧延により消失した降伏点の伸びは再び時効処理によりあらわれている。即ち 100°C×3h の加熱により時効現象をおこなっているわけである。又降伏点の伸びはリムド鋼、V 0.03% 添加鋼において明らかに現われ、V 0.05% 添加鋼ではやや現れ方が軽くなっている。(図略) さらに V 0.08% 添加鋼では殆んど現われていない。c) (図略) は同肉厚のものを調質圧延後 200°C×3mn 加熱して時効処理を行ったものであるが、降伏点の伸びの現出は 100°C×3hr 加熱よりも著しく、又その現れ方は V 添加量が多くなる程減少している。即ち通常のリムド鋼に V を添加することにより、時効を防止出来ることが明らかにわかり、又 V は 0.08% 程度添加しなければならないことがわかる。

b) 抗張力、伸、降伏点 Fig. 2 に抗張力、伸、降伏比 (降伏点応力/抗張力×100%) の V 添加による変化を示す。a) は調質圧延のままの試験結果、b) (図略) は加熱後のもの、c) は 200°C×3mn 加熱後の多数の試験結果の平均値を示す。抗張力は V 添加により著しい変化は認められないが、伸は V 添加により減少を示している。伸が深絞り性の一つの要素であると考えられる場合には V 添加鋼はリムド鋼に比較して深絞り性が良好なわけである。次に降伏点応力は添加により減少を示している。したがって抗張力は変化を示さず、降伏点が減少しているから V 添加により降伏点応力と抗張力との差が大きくなるわけで、これは降伏比 (降伏点応力/抗張力×100%) の減少並びに Strain aging % (抗張力-降伏点応力/降伏点応力) の増加にあらわれているわけである。このことは深絞り作業において降伏点応力以上の加工領域が大きいことを示すわけであり、深絞り性は V 添加により増大し、V 0.08% 添加が最大の値を示す。



- yielding pt., tensile strength
- ▲ elongation
- × yielding ratio
- T-Y/Y

a) As skinpassed (t 1.5 mm)



- yielding Pt, tensile strength
- ▲ elongation
- × yielding ratio
- T-Y/Y

c) 200°C x 3min (t 1.5 mm)

Fig. 2. Change of properties by addition of V

#### IV. 結 言

以上リムド鋼とV添加鋼との時効性並びに深絞性の試験を行つた結果次のことが判明した。

- 1) 通常のリムド鋼では降伏点の伸びは調質圧延により消失するが時効により再び現われる。然しV添加鋼では一旦消失した降伏点の伸びは時効により現われない。又この時効が生じないためのV添加量は 0.08% 以上の添加を必要とする。
- 2) 抗張力はV添加により通常のリムド鋼と余り差異は認められないが、伸は増大する。又降伏点応力はV添加により減少し、従つて降伏比は減少し、Strain aging% は増大する。即ち通常のリムド鋼にVを添加することにより深絞性も改善されるわけである。

#### 文 献

- 1) S. Epstein: U. S. Patent 2, 356, 450, 22 nd. Aug. 1944.
- 2) S. Epstein, H. J. Cutler and J. W. Frame: J. Met. 188 (1950) 830~834.
- 3) W.R.D. Jones and G. Coombes: J. I. S. I. (1953) May. 9.

#### (41) 鋼管の実用試験に就いて

(Expanding and Flattening Test of Steel Tubes)

Toyohiko Okamoto, Lecturer, et alius.

東京大学工学部 工博 菊 地 庸 平  
住友金属鋼管製造所 工〇岡 本 豊 彦

#### I. 各種押括試験規格の比較

一般に鋼管の押括試験、及び鋸出試験の試験規格としては試験前と試験後の管の外径又は内径の比によつて拡管程度を規定し且つその数値を管の肉厚等により修正を行つているのが普通である。

##### (1) 外径基準押括試験 ( $\phi_o$ )

JIS 又は JES 等では試験前後の管の外径の比で規定しており、肉厚により数値を変え厚肉の場合はその比を少くしている。

##### (2) 内径基準押括試験 ( $\phi_i$ )

A.S.T.M. 等では試験前後の管の内径の比を規定しており外径に比して肉厚の厚いもの程その数値を段階的に増加している。

##### (3) 管の内径と拡管外径との比 ( $\phi_m$ )

JES 円鋸用、機関車用等では試験前の管の内径と鋸出した時の外径の比を以つて定め管の外径により差別を作つてある。

##### (4) 平均直径基準押括試験 ( $\phi_m$ )

簡単な理論上の考察をすれば、管の肉厚の影響を考慮すれば一応試験前後の管の平均直径(外径と内径の平均)の比を以つて規定するのが合理的と考えられる。

##### (5) 各種規格の相互の換算

$\phi_o$ ,  $\phi_i$  及び  $\phi_m$  の相互の換算を行う為には、試験前後の管の肉厚の変化を知らねばならないが、一般に押括試験を行う時は、管は外径を増加し、肉厚を減少し断面積は増加するのが常である。此の時管の外径の増加の割合と肉厚の減少の割合の関係を知らねばならないが、簡単には此等を有効変形で表わすときは、管端での肉厚の