

示す装置は低真空中においてコックを切替えることにより常に一定量のガスを自動的に KOH 溶液中を通過吸収せしめ、その反応前後の真空度を Hg manometer にて測定することにより CO₂ 量を求めるもので、mechanism が簡単なことと、Orsat のごとく測定に技術を要しない

ために現場的にも充分使用し得るものである。また吸収式であるため精度はきわめてよく、他の CO₂ meter のごとく他ガスによる影響が皆無である。

(昭和 31 年 9 月寄稿)

線材々質におよぼす圧延方式の影響*

大竹 正**・江口直記**・木村 勳**

EFFECTS OF THE MILL ARRANGEMENTS ON THE PROPERTIES OF MILD STEEL WIRE RODS

Tadashi Ohtake, Naoki Eguchi and Isao Kimura

Synopsis:

In order to examine effects of the mill arrangements on some properties of [the wire rod of mild steel and the wire drawn from it, a comparative study was made of the hot rolled wire rods produced at Hikari and Yawata plant of Yawata Iron & Steel Co., Ltd.

To quote the different points between these two works, the former is the 4-strand high speed continuous wire rod mill manufactured by Siemag Co., and the latter the semicontinuous wire rod mill (a combination of a continuous and a Garret's type mill).

The following are the chief results explained:—

1. The roundness of hot rolled rods of Hikari works was better than that of Yawata works.
2. The mill-scales on the hot rolled rods were 12mg/cm at Hikari and 25mg/cm at Yawata, respectively, and therefore the pickling time for Hikari rods was much shorter than that for Yawata's.
3. The tensile strength and the yield point of Hikari rods were higher than those of Yawata rods, though the elongation and the reduction of area were higher.
4. In point of microstructure, it was noticed that ferrite grains of Hikari rods were a bit smaller than those of Yawata's.
5. The above-mentioned characteristics of the Hikari rods presumably were caused by the effective water cooling to be applied after the rods were passed through the final rolls.
6. The mechanical properties of the wire drawn depended on the intial rod properties of the rods and chemical compositions. Therefore tensile strength of the wire drawn from Hikari rods were higher, but reduction of area of the wire were also influenced by the drawing method, particularly with the increase of the cold reduction.

I. 緒 言

軟鋼線材の具備すべき性質は種々あげられるが、線材形状、スケール附着量、機械的性質等は以後の伸線作業にいちじるしく影響するとともに伸線成品の性質をも左右する見逃すことのできぬ重要な性質である。そこでこれら性質におよぼす圧延方式の影響を調べるため八幡製鉄所線材工場製線材（以下八幡線材と称す。現在作業休止工場となっている）と光製鉄所線材工場製線材（光線材）の比較試験を行った。

II. 実験試料

試験鋼種は線材三甲および三乙で、第三製鋼工場で出鋼した鋼塊を等数にわけて八幡および光向け鋼片に分塊圧延しつぎに 5.5 mm φ および 4.8 mm φ 線材にそれぞれ圧延した。試料の現品分析値を Table 1 に示す。化学成分は C% 以外の他元素はほぼ一定である。

III. 圧延方式の相異

八幡製鉄所線材圧延機は半連続式圧延機（連続式と Garret 式の組合せ）で、光製鉄所線材圧延機は設備合

* 昭和 31 年 10 月本会講演会にて講演

** 八幡製鉄 KK, 八幡製鉄所, 技術研究所

Table 1. Chemical compositions of samples.

Work	Steel	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cu%
Yawata	A 1	0.15	0.01	0.31	0.011	0.024	0.199
	B 1	0.12	0.01	0.32	0.010	0.021	0.192
	C 1	0.10	0.01	0.30	0.009	0.014	0.183
	D 1	0.18	0.01	0.39	0.018	0.026	0.188
	E 1	0.16	0.01	0.43	0.018	0.024	0.188
	F 1	0.16	0.01	0.42	0.015	0.020	0.180
Hikari	A 2	0.14	0.01	0.30	0.011	0.024	0.197
	B 2	0.11	0.01	0.32	0.012	0.022	0.193
	C 2	0.11	0.01	0.30	0.010	0.018	0.191
	D 2	0.18	0.01	0.42	0.018	0.025	0.191
	E 2	0.17	0.01	0.43	0.018	0.023	0.186
	F 2	0.14	0.01	0.42	0.018	0.018	0.178

産化計画の一環として建設された独乙 Siemag 社製の全連続式圧延機で設備上の特色は枚挙にいとまがないが¹⁾線材々質にとくに影響すると思われる主な相異点は Table 2 のごとくである。

Table 2. Differences of the rolling arrangements and conditions between both plants.

Work	Mill type	Billet size used	Nos. of caliber	Rolling speed (M/mn)	Finishing temperature (°C)	Length of cooling pipe water-filled* (M)
Hikari	Continuous	70 mm ϕ unit weight about 320 kg	21	24	950~1000	18~24
Yawata	Semi-continuous	96 mm ϕ unit weight about 85 kg	19	9	950>	3~7
Reel temperature (°C)		Cooling after reel	Dia. of rolled rod (mm)		* Length of pipe filled with water, in which the hot rolled rods are passed, located between the finishing roll and the reel machine.	
800 <		Air cool	4.8			
840~820		Dispersed water cool	5.5			

Table 3. Mean diameter and roundness of hot-rolled rods.

Steel Mean & variance	Diameter (mm)				Roundness (%)			
	A ~ C		D ~ F		A ~ C		D ~ F	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Yawata	5.636	0.061	5.623	0.062	94.2	1.65	93.3	2.01
Hikari	4.808	0.068	4.838	0.047	96.2	2.10	96.8	1.56

これよりただちにわかるごとく光線材はカリバー数が多く一回の平均圧減率が小さいが、圧延速度が大なため噛込温度が同一でも仕上温度が高い。しかし仕上後に通過する水冷管が長いことためコイル巻取温度は八幡よりかえ

つて低い。巻取後八幡線材は撒水冷却するがこれによる時効硬化はない²⁾。

IV. 線材素材の比較試験

(1) 線材の平均径と真円度

線材の最小径 (a) と最大径 (b) を測定し平均径 $(a+b)/2$ と真円度 $(a/b \times 100)\%$ を算出した。

Table 3 にそれらの平均値を示す。

これより平均値のばらつきは両者同程度で、真円度は光が 2~3% 優れている。また三甲、三乙による差は両者ともないようである。

(2) スケール附着量および酸洗所要時間

酸洗には 5% H_2SO_4 、温度 80°C で抑制剤として 0.3% レスチンを加えた。酸洗時間を種々変えて試料の重量変化を測定し、重量変化のなくなる時間を酸洗所要時間とし、このときの重量減をスケール附着量とした。これによると酸洗所要時間は光線材 3~4mn、八幡線材 6~

8mn であつた。また実際の線引作業の工程で求めた値は八幡線材平均 52.8mn、光線材 30mn 以内であつた。三甲、三乙別にスケール附着量の平均値を求め Table 4 に示す。すなわち光線材のスケール附着量は八幡線材の

1/2 以下でまたばらつきも少い。線径を考慮し単位表面積当りに換算するとその開きは幾分少くなる。

Table 4. Adherent mill-scales on the hot rolled rods (mg/cm)

Work	Steel		Steel	
	Mean & variance		Mean & variance	
	A~C		D~F	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Yawata	26.4 (150)	10.7	24.5 (139)	8.3
Hikari	11.0 (73)	1.5	12.9 (85)	5.3

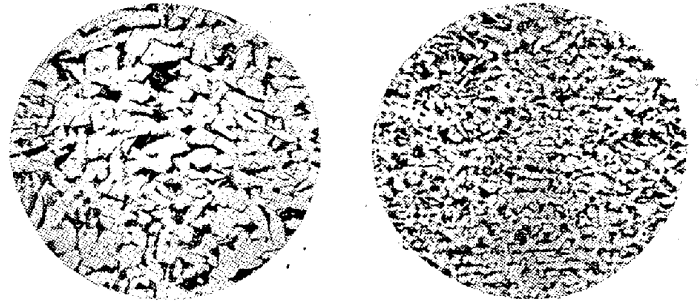
Numbers shown in () is g/m²

(3) 引張試験

Table 5 に平均値を示す。

これより両者を比較するに、光線材は八幡線材に比較し同一組成の鋼で引張強さは 1~3 kg/mm² (1~3 kg/mm²), 降伏点は 4~7 kg/mm² (2~5 kg/mm²), 伸びは 1~3% (2~5%), 絞りは 2~4% (3~5%) 高い。(カッコ内は三乙の場合を示す。) すなわち光線材は引張強さ、降伏点が高いにもかかわらず伸び、絞りが高い。とくに降伏点は引張強さの差以上に高いので降伏比にいちじるしい差があり八幡線材の平均値 68.8% に対し光線材は 76.7% である。このような差は捲取前の水冷効果の違によって生じた線材素地組織の相異によるもので Fig. 1 にそれぞれの顕微鏡組織を示す。光線材は八幡線材に比較しフェライト粒度はかなり微細である。

線材捲取前の水冷が線材々質におよぼす影響については八幡線材工場で行ったとき実験を行った³⁾。0.09~0.30% C のリムド、セミキルド、キルド鋼線材を捲取前の水冷の程度を種々かえて冷却しコイル内の各位置から試料を採取し線材に附着せるスケール量を求め機械的性



Yawata (E 1) Hikari (E 2)
Fig. 1. Microstructures of the hot-rolled 5% Nital ×200 (1/2)

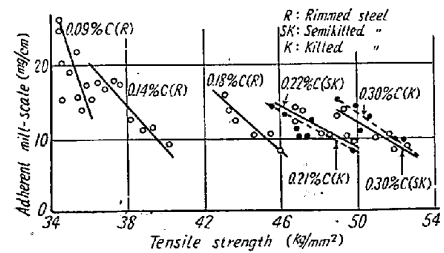


Fig. 2. Relation between the tensile strength and the adherent mill-scale of the Yawata rods, which changed by pouring water after finishing.

質との関係を求めた。その結果を Fig. 2 に示す。これによればいづれの鋼も附着スケールの減少とともに引張強さは直線的に増加し、スケール減少量 10mg/cm に対する引張強さの増加は鋼の C% の増加とともにほぼ直線的に増加する。(Fig. 3) しかもこの場合線材三甲成分のものは伸び、絞りはかえつて増大する傾向を示したが、C% の高いキルド鋼は過度に水冷するといちじるしく硬化する場合があった。

(4) シャルピー衝撃試験

80mm 長さの試料中央に円周方向に深さ 0.25 mm,

Table 5. Tensile properties of hot rolled rods.

Properties	Yawata			Hikari		
	A 1	B 1	C 1	A 2	B 2	C 2
Tensile strength (kg/mm ²)	40.7	38.8	38.5	41.5	42.4	41.0
Yield point (kg/mm ²)	27.2	26.3	27.1	31.1	33.6	32.4
Elongation (%)	32.5	34.6	36.3	36.1	33.5	35.4
Reduction of area (%)	71.0	72.9	76.5	75.9	77.1	78.1
Steels	D 1	E 1	F 1	D 2	E 2	F 2
Tensile strength (kg/mm ²)	45.3	44.6	43.0	47.5	46.3	44.2
Yield point (kg/mm ²)	31.4	30.6	30.7	36.5	34.8	32.6
Elongation (%)	31.2	31.0	32.1	33.4	36.5	35.8
Reduction of area (%)	68.2	68.1	69.9	71.6	72.9	74.2

Numbers of sample: Yawata 36, Hikari 48

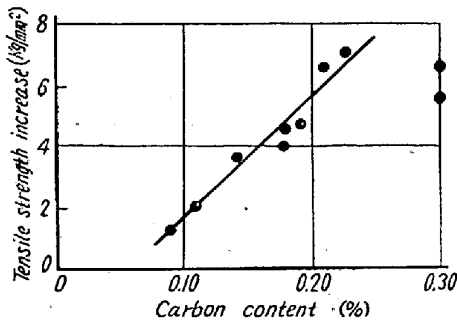


Fig. 3. The increase of tensile strength corresponding to the adherent mill-scale decrease in 10 mg/cm.

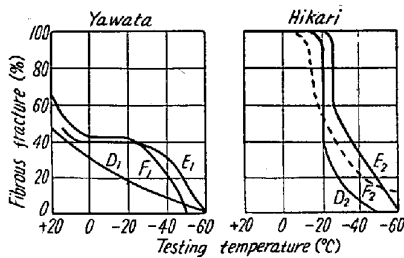


Fig. 4. Changes of the fibrous fracture by the testing temperature.

角度約 60° の V 型切欠を作り 10 kg-m シャルピー衝撃試験機で +20~-60°C の間の各温度で試験した。Fig. 4 は線材三乙の繊維状破面率の温度による変化を示し、八幡線材は +20°C で繊維状破面率 80% 以下でありこれより温度が低下すると徐々に繊維状破面率は減少するが、光線材では約 -20°C までは完全な繊維状破面を示し、この温度の附近から急激に繊維状破面率は減少し -60°C 附近で 100% 脆性破面を呈す。50% 繊維状破面率遷移温度は八幡線材のそれが常温附近であるのに対し光線材は -20~-30°C で光線材の遷移温度は低い。線材三甲の場合も同様な傾向を示し光線材は -40°C 附近、八幡線材は +20~-20°C である。また鋼別に比較すれば C% の低いものほど遷移温度は低くなる。この原因はさきにのべたごとく光線材の素材組織が微細でセメントイトもこまかく分布しているためである。

V. 伸 線 試 験

(1) 伸線方法

伸線は単釜伸線機、連続伸線機を用い途中で焼鈍を行う場合としからざる場合を行い、試料は各ダイス通過毎に採取した。

(2) 実験結果

線材三甲を中間焼鈍を行わず S. W. G. 28# 線まで伸線した場合、線径が 3.5 mm 程度までは八幡線材の

引張強さが高いが線径が細くなるとその差はわずかとなり 1.5~0.5 mm 以下では光線材の引張強さが高くなる。Fig. 5 は冷間加工率に対して示したもので、光線材はいづれの冷間加工率においても八幡線材より引張強さは高い。それにもかかわらず絞りは幾分高目である点が注目される。また鋼種別に比較すると C% の高い鋼の引張強さが高く絞りは小さい。

線材三甲を S.W.G. 20 # 線まで連続伸線した場合と 12 # 線まで中間焼鈍を行って 20 # 線まで伸線した場合の引張強さ、伸び、絞りの変化を Fig. 6 に示す。中間焼鈍せずに伸線したときの引張強さの変化は単釜伸線の場合と大差ないが、絞りの変化を比較すると (Fig. 5 の点線) 連続伸線の場合の減少割合が大である。この理由は明確ではないが連続伸線の場合歪時効を促進させるなんらかの条件があるのではないかと考えられる。

伸線途中 12 # 線まで中間焼鈍を行えば引張強さは 40 kg/mm² 以下に低下し絞りは 70% 以上に回復する。それ以後の伸線による硬化程度は光、八幡線材とも C% に応じた差があるのみであるが、同 C% の鋼の絞りを比較すると (Fig. 6 の点線) 光線材が高いことがわかった。この理由を顕微鏡組織から考えるに、中間焼鈍のまゝの組織は Fig. 7 に示すごとく圧延のまゝの組織と比較するとフェライト組織は大であるが両者を比較すると光線材が幾分細かく、これを S.W.G. 20 # 線に伸線したときの組織は Fig. 8 のごとく光線材のセメントイトはこ

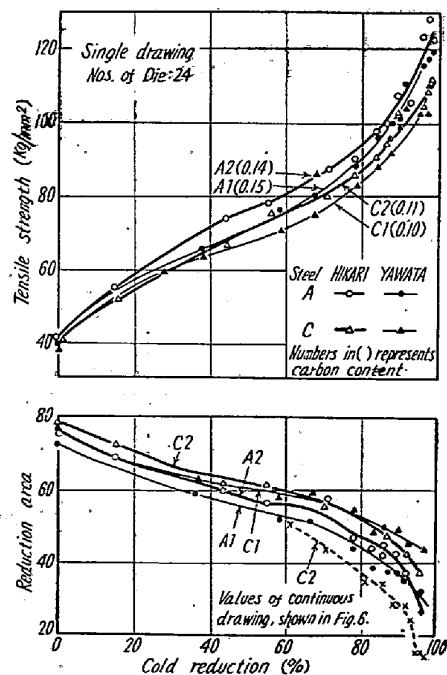


Fig. 5. Changes of the tensile strength and the reduction of area by the single drawing to S.W.G. 28# without annealing.

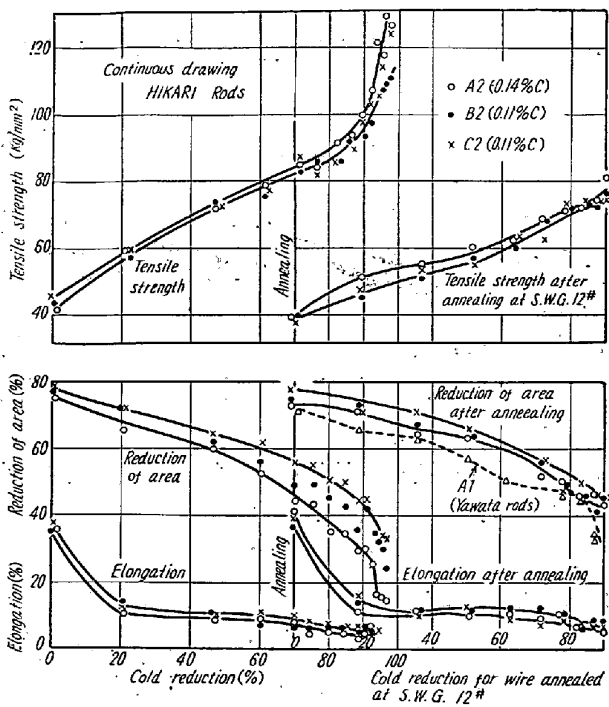
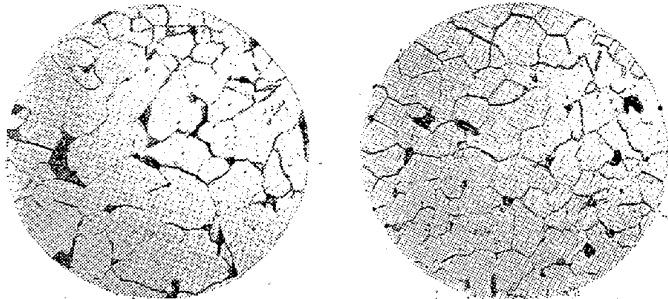
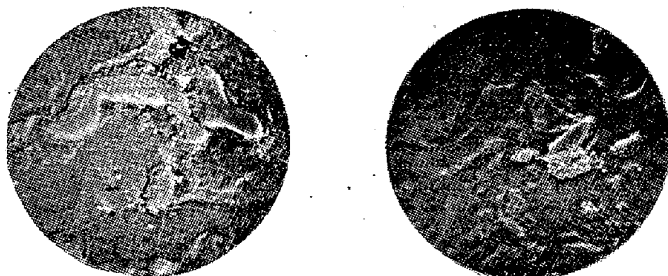


Fig. 6. Changes of the tensile strength, elongation and reduction of area by the continuous drawing to S.W.G. 20#, with and without an annealing at S.W.G. 12#. (Hikari Rods)



Yawata (B1) Hikari (B2)
Fig. 7. Microstructures of wire rods annealed at S.W.G. 12#. 5% Nital. x200 (1/2)



Yawata (B1) Hikari (B2)
Fig. 8. Electron-microstructures of wire rods drawn to S.W.G. 20# with an annealing at S.W.G. 12#. x2500 (2/3)

まかく分布しておりこれが絞りの良好な原因と考えられる。このような差を生じた理由は素材組織および中間焼

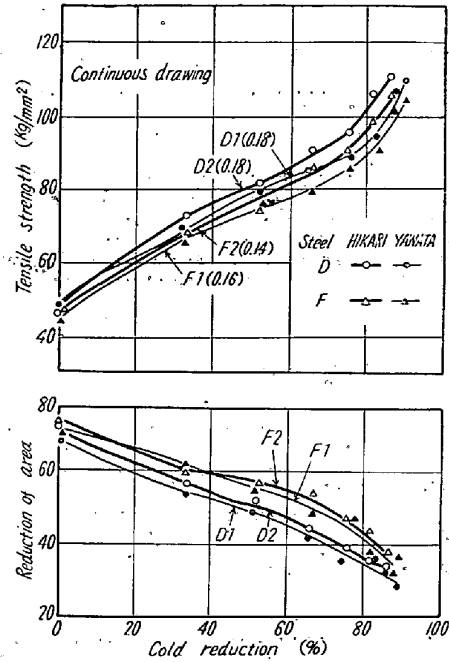


Fig. 9. Changes of the tensile strength and reduction of area by the continuous drawing to S.W.G. 15#.

鈍までの冷間加工率に差があるためと思われる。

線材三乙を S.W.G. 15# 線に連続伸線した場合の冷間加工率に対する引張強さ、絞りの変化を Fig. 9 に示す。これによれば冷間加工率が同一の場合光線材は引張強さ高く絞りは同程度か幾分高目である。鋼種別に比較すると D, E, F 鋼の順に引張強さは低く素材 C% の差があらわれている。

VI. 実験結果の考察

光線材にその設備面からくる幾多の特色が認められた。真円度、線径等は作業条件に支配され勝ちで設備面からのみの特色とは考えられぬが、附着スケールが少ない点は圧延後の水冷が効果的であることを示している。この水冷の効果が最も顕著にあらわれているのは材質の改善であり、水冷が効果的に行われる理由は圧延速度が大で圧延仕上温度が高いため硬化の懸念なく水冷できるからである。これによつて線材組織は微細になり靱性が大となつてこの性質は伸線時まで持続される。また Fig. 5, 6 および 9 からわかるごとく、線材の化学成分によつて伸線材の性質はかなり変化するので、細目鉄線の伸線には低 C 線材が適している。また細目鉄線に伸線する場合伸線方法により機械的性質、とくに絞り、が変化し連続伸線の場合絞りの減少がきわだつて大であり単釜伸線が適当のようである。なおこの場合実際作業では中間焼鈍を行うがこの焼鈍を最も効果的にするには適当な冷

間加工率があるように考えられる。線材三乙が釘として使用される場合釘の具備すべき条件の1つは打込むときの腰の強さである。挫屈応力は釘の長さ、組織、成分等にも影響されるが引張強さにも比例関係がある。Fig. 9 からわかるごとく伸線後の引張強さは同成分で光線材が大でこの点は有利であるが、比較的太目の釘では冷間加工が不足で弱めになるのでこの場合素材を太目に選ぶ必要がある。

VII. 結 論

軟鋼線材々質におよぼす圧延方式の影響を調べるため6種類の鋼をそれぞれ八幡および光製鉄所線材工場で圧延し線材素材で比較するとともに伸線試験を行い種々な点で比較した。試験結果を要約するとつぎのごとくである。

1. 光線材は八幡線材に比較し真円度が良く、附着ミルスケールは1/2以下であり、このため酸洗所要時間も

短かい。

2. 光線材は八幡線材と比較し引張強さ、降伏点が高いが、それにもかかわらず伸び、絞りは大である。

3. 線材組織は光線材が細かく(2.)の特性はこれによると思われる。

4. 仕上圧延後の水冷は線材々質にいちじるしく影響する。光製鉄所線材圧延機では圧延速度が大で仕上温度が高いため水冷を効果的に実施できる。

5. 伸線後にも線材素材の機械的性質の影響が明瞭に残り、光線材は八幡線材に比較し引張強さが同一の場合絞りは大である。

6. 伸線方法によつて伸線後の機械的性質、とくに絞りは変化する。(昭和31年12月寄稿)

文 献

- 1) 大宰: 鉄と鋼 vol. 42 (1956) Sep. 237
- 2) 石崎他: 八幡製鉄所技術研究所報告(昭和26年)
- 3) 石崎他: 同上(昭和29年)第20号

Cr-Mo 肌焼鋼の諸性質におよぼす Mn の影響†

新 持 喜一郎*・清 永 欣 吾**

EFFECT OF Mn ON THE PROPERTIES OF Cr-Mo CASE-HARDENING STEEL

Kiichiro Shinji and Kingo Kiyonaga

Synopsis:

Effects of Mn on various properties of Cr-Mn-Mo case-hardening steel added with Mn from 0.6 up to 2.3% were investigated. At low quenching temperature, addition of Mn effectively decreased the distortion ratio with sufficiently increased quenched hardness. Especially the specimens containing 1.6% Mn showed the superior result. Strength much increased in Cr-Mn-Mo case-hardening steel, though toughness was sacrificed to some extent. Addition of Mn improved abrasive properties, but when combined with SNC-3, the good results could not be obtained.

I. 緒 言

歯車材に使用される肌焼鋼は、その性質として表面硬度、耐摩耗性、靱性を有し熱処理による変形の僅少であることが要求される。とくに肌焼鋼においては熱処理による変形が大きく、歯車として用いる場合に各種の困難を生じる。鋼に Mn を添加した場合、変態点を降下し自硬性を増加することが知られているが、これらの性質はまた熱処理による歪を軽減し、機械的強度を増大することが予想される。かゝる観点から Cr-Mo 肌焼鋼に Mn を添加することにより熱処理歪の僅少な、しかも機

械的性質の優秀な肌焼鋼をえんと試みた。本研究は比較的簡易な熱処理を施した場合の諸性質におよぼす Mn の影響を調査したものである。

II. 熱処理歪におよぼす Mn の影響

(1) 試料および試験方法

試料の化学成分は Table 1 に示すごとく SCM-21 (SH85B) を基礎成分とし、Mn を変量とする肌焼鋼で

† 昭和31年10月本会講演会にて講演

** 日立金属工業KK, 安来工場, 工博

** 日立金属工業KK, 安来工場