

なる関係のあることを確かめた。

(ii) の分光分析による方法は迅速性、費用の低廉な点で優れているが、現在では精度がやや不十分で、粗粒、細粒の判定のみに有効である¹⁰⁾。

また(i)を用いている報告⁹⁾もあるが、この場合には鑄込中期に採取した相当大きな試料を用いないと両者の関連性に乏しいとの報告¹⁰⁾もある。

IV. バナジウムによる結晶粒度調整 (微細化) 法

中炭素電気炉鋼を対象にして V による結晶粒度調整の研究¹²⁾が行われた。酸素および窒素がそれぞれ 0.008% 程度の鋼では V を約 0.06% 添加すると粒度番号 5~6 のものが、また 0.1% 添加すると粒度番号 8 程度の細粒鋼が得られる。V は Fe-V として出鋼直前炉中に添加するが、酸化による損耗はほとんどなく、粒度調整に必要な量を正確に容易に添加できる。とくに大型の鑄鋼品ならびに鍛鋼品の製造には砂疵発生の恐れがない。

V. 結 言

オーステナイト結晶粒度調整法についての研究結果を総括すると次のようになる。

1. 結晶粒の微細化調整法についてはほぼ安定な方法が確立されているが、粗粒化調整法の報告は少ない。
2. 結晶粒を微細化せしめるには AlN が大きな役割を果たしている。
3. 結晶粒微細化に必要な Al は基礎的な平衡実験または現場試験により決定されている。
4. Al は歩留りがよくかつ一定し、その上非金属介在物の減少を計るため取鍋に添加する。
5. 結晶粒調整に対する管理は、取鍋試料の可溶 Al を分析して製品本体の粒度を推定するのが正確である。
6. V による結晶粒度の調整は微細化に必要な適正量を容易に添加でき、砂疵発生の危険がない点で Al より優れている。

以上記したように微細化調整法はほぼ確立されているが、なお今後考慮すべき点は

1. Al 添加法の改善により歩留りを向上一定せしめること。
2. 炉前における酸素量の迅速定量法の確立であり、これによつて Al 添加による結晶粒度調整技術はもちろん、Al 処理鋼の製鋼技術が飛躍的に向上することは論をまたないところである。

文 献

- 1) 高尾善一郎 19 委 3740
Al による結晶粒度調整に関する基礎的研究
- 2) 高尾善一郎 19 委 4210
鋼のオーステナイト結晶粒度調整法について
- 3) 高尾善一郎 19 委 4382
細粒鋼の結晶粒度調整について
- 4) 小柴定雄 19 委 4820
Ni-Cr 肌焼鋼の結晶粒度調整について
- 5) 小林佐三郎 19 委 4694
細粒鋼の結晶粒度調整について
- 6) 日本鋼管技術研究所 19 委 4554
オーステナイト結晶粒度調整法について
- 7) 小田助男 19 委 4384
粗粒鋼の粒度調整について
- 8) 錦織清治 19 委 4389
オーステナイト結晶粒度と窒化アルミニウムの関係について
- 9) 和田亀吉 19 委 4551
オーステナイト結晶粒度調整上の 2, 3 の問題について
- 10) 高尾善一郎 19 委 4872
肌焼鋼の結晶粒度調整について (現況および管理について)
- 11) 池田 正 19 委 4552
オーステナイト結晶粒度調整法の一例について
- 12) 高尾善一郎 19 委 4873
バナジウムによる結晶粒度調整 (微細化) 法について

(112) 鋼材々質におよぼす微量 Ni, Cr の影響

八幡製鉄所, 技術研究所

工 大竹 正・工 村山周治・○江口直記

Influence of Small Quantities of Ni and Cr on the Mechanical Properties of Steel.

Tadashi Ohtake, Shuji Murayama,
Naoki Eguchi.

I. 緒 言

普通鋼の性質におよぼす不純元素として存在する少量の Ni, Cr の影響を調べた報告は非常に少ない。先に大竹¹⁾は従来のデータから相当量の添加による効果を少量の場合にまで延長して考察する手段によつて少量のこれら両元素が鋼の諸性質におよぼす影響を整理、総括した。

また A. Schepers & R. Krauss²⁾は Ni, Cr 含有量の高い Conakry 鉍石使用による転炉および平炉鋼の材質におよぼす Cr の影響を調べ、製造される鋼種がこのため制約されることを報告している。そこで本報告では普通炭素鋼の機械的性質、切欠靱性、冷間加工性、硬化能などにおよぼす微量の Ni, Cr の影響を詳細

Table 1. Chemical compositions of samples.

No.	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Sol. Al	Sol. N	
K	1	0.05	0.196	0.45	0.006	0.015	0.011	0.002	0.000	0.027	0.0085
	2						0.100	0.002		0.024	0.0082
	3						0.195	0.002		0.014	0.0085
A	1	0.04	0.226	0.49	0.009	0.016	0.295	0.003	0.010	0.002	0.0079
	2						0.380	0.003		0.002	0.0070
	3						0.495	0.003		0.001	0.0075
B	1	0.07	0.216	0.46	0.008	0.017	0.015	0.003	0.026	0.031	0.0092
	2						0.015	0.140		0.024	0.0091
	3						0.018	0.210		0.040	0.0069
C	1	0.05	0.230	0.38	0.009	0.013	0.015	0.315	0.012	0.001	0.0079
	2						0.016	0.437		0.005	0.0071
	3						0.016	0.485		0.003	0.0070
I	1	0.07	0.246	0.52	0.008	0.011	0.011	0.175	0.007	0.062	0.0050
	2						0.205	0.010		0.063	0.0082
	3						0.375	0.004		0.052	0.0083
J	1	0.04	0.202	0.50	0.008	0.012	0.150	0.011	0.012	0.063	0.0088
	2						0.011	0.250		0.060	0.0066
	3						0.012	0.450		0.060	0.0074
D	1	0.61	0.198	0.43	0.011	0.022	0.028	0.014	0.118	0.003	0.0117
	2						0.215	0.015			
	3						0.410	0.015			
E	1	0.63	0.210	0.39	0.013	0.022	0.028	0.014	0.117	0.004	0.0118
	2						0.029	0.220			
	3						0.030	0.425			
G	1	0.56	0.134	0.40	0.013	0.020	0.029	0.155	0.125	0.010	0.0075
	2						0.205	0.029			
	3						0.375	0.030			
H	1	0.62	0.164	0.33	0.012	0.024	0.195	0.015	0.117	0.017	0.0082
	2						0.028	0.180			
	3						0.035	0.390			

に実験しその影響を明らかにした。

II. 実験試料

鋼の基礎成分は 0.1% C および 0.6% C キルド鋼でいずれも 100 kg 高周波電気炉で前者は電解鉄、後者は管材屑を原料として熔解し、熔鋼を3分して Ni, Cr をそれぞれ0.0~0.5%範囲内で少量ずつ添加した。Table 1 にその化学成分を示す。鋼塊は約 1200°C × 1 h 加熱後鋼塊底部側から順次 30mm φ, 16mm φ, 13mm φ, 10mm φ および 12×60×500mm³ 板に鍛造した。板の1部は試験ロールで 3.2mm 板に熱延し、さらに1mm 板に冷延した。

III. 実験結果

1. 変態温度

本多式熱膨脹計を用い 10°C/3mn の加熱、冷却速度で変態温度を測定した結果、Cr は変態温度を上げその程

度は 0.1% C 鋼で 0.8~2.4°C/0.1% Cr, 0.6% C 鋼で 3.2~6.0°C/0.1% Cr である。Ni は 0.6% C 鋼ではほとんど影響なく、0.1% C では 0.2% Ni まで影響なく 0.2% Ni 以上で 3~4°C/0.1% Ni 変態温度を低下させる。

2. 引張試験

(1) 0.1% C 鋼: 16mm φ 鋼を熱処理後引張試験を行なった結果を Fig. 1 に示す。引張強さはいずれの処理の場合も Ni % の増加とともにやや増大し (0.3 kg/mm²/0.1% Ni), 実験範囲内の冷却速度ではほとんど影響されない。降伏点は Ni % の増加とともに低下するがフェライト粒が若干粗大になっているためである。伸びは 0.2% Ni まで大差ないがそれ以上では多少低下する。Cr の引張り強さにおよぼす影響はわずかで、伸びは焼鈍の場合影響ないが焼準、衝風冷却では 0.2% Cr

以上で多少低下する。

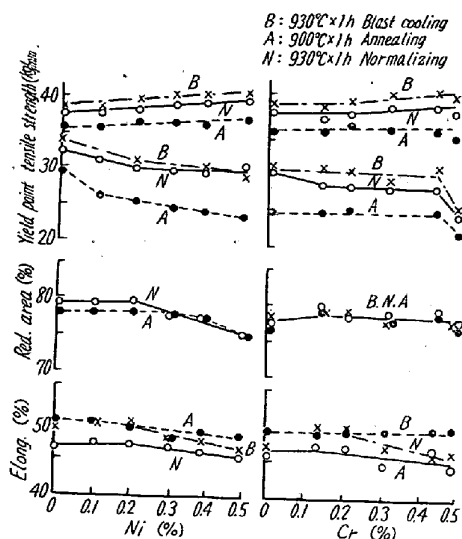


Fig. 1. Influence of Ni and Cr on tensile properties of 0.1%C steel.

次に歪時効におよぼす影響を調べるため焼準後 10% 引張歪を与え、250°C×30mn 時効し引張試験を行なった。歪時効指数として 10% 引張歪時の応力と時効後の引張強さとの比をとり検討するに、N を Al で固定してない場合 Ni, Cr は歪時効を助長させる。N を固定した場合その影響は少くなる。

(2) 0.6% C 鋼:

16mmφ 鋼を熱処理後引張試験した結果の一例を Fig. 2 に示す。引張強さにおよぼす影響は Ni, Cr とも 0.2% まで顕著で 0.4% になると影響は少いが、伸び、絞り是一般に増大する。これは組織が微細化するためである。

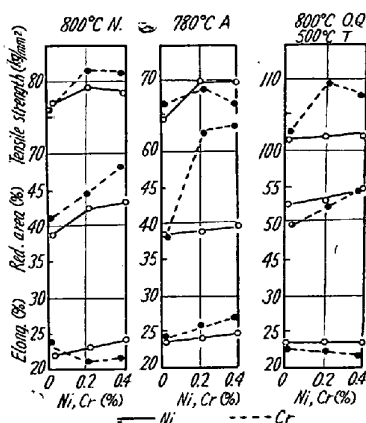


Fig. 2. Influence of Ni and Cr on tensile properties of 0.6% C steel.

3. 切欠靱性におよぼす影響

12×60×250mm³ の

鋼板を 0.1% C 鋼は (イ) 930°C×2h 焼準, (ロ) 焼準後 5 および 10% 引張歪後 250°C×30mn 時効, 0.6% C 鋼は (イ) 800°C×2h, (ロ) 焼準後 2% 引張歪後 250°C×30mn 時効, (ハ) 焼入焼戻 (800°C O.Q., 600°C×2h T.) の処理を行い、鍛造方向に平行に V ノッチシャルピー試験片を製作し、-70~+100°C の間の各温度で試験した。

(1) 0.1% C 鋼: [Ni の影響] Al で N を固定した場合焼準材では -40~-50°C, 5% 歪時効材では -10~-40°C, 10% 歪時効材は +5~-30°C から衝撃値は急激に低下し始める。最大衝撃値は Ni %, 歪量で大差ない。Tr₁₅ は Fig. 3 に示すごとく Ni % の増加とともに始めは徐々に後ではやや急に低下する。N を固定してない場合, 最大衝撃値は Ni %, 歪量に比例し減少し Tr₁₅ は Ni% とともに低下する。

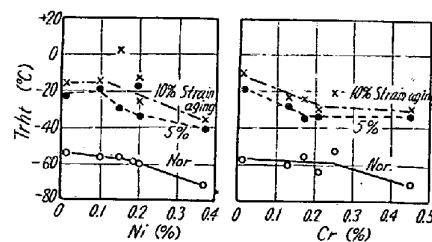


Fig. 3. Influence of Ni and Cr on Tr₁₅ of 0.1%C steel.

[Cr の影響] N を固定した場合 衝撃値の温度に対する変化傾向は Ni の場合と変わらない。Tr₁₅ は Fig. 3 のごとく 0.2% Cr までほとんど変化なく 0.4% Cr でやや低下する。N を固定せぬ場合, 最大衝撃値は歪時効でやや低下し, Tr₁₅ は固定したものに比し相当高い。

(2) 0.6% C 鋼: 最大衝撃値はいずれの処理でも Ni, Cr の増加とともに高くなり, その程度は Cr の方が強いようである。Tr₁₅ も Ni, Cr% の増加とともに低下する (Fig. 4)。

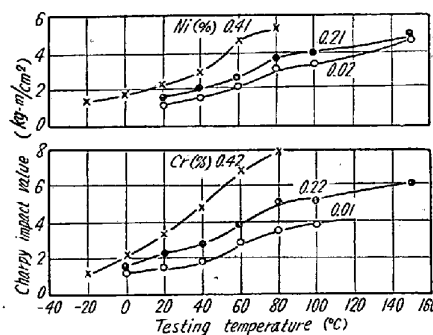


Fig. 4. Influence of Ni and Cr on the energy-temperature curve of 0.6% C steel.

4. 冷間加工性におよぼす影響

(1) 冷間圧延: 12mm 厚さの 0.1% C 鋼板を 3.2mm に熱延し表面手入後 1.0mm 板に冷間圧延した。これを 200~900°C の間の各温度で焼鈍し硬度または引張試験を行なった。熱延板の引張性質はさきの棒鋼の場合と同様である。冷延後の再結晶温度は Ni の増加とともに低下し, Cr とともに上昇する。650°C 以上の焼鈍温度では温度が高くなるとともに Ni, Cr% の増加に

より引張強さは高く伸びは減少する傾向がみられる。焼鈍組織は Ni, Cr が少い場合 700°C までは圧延方向に伸びたフェライトでセメンタイトは粒状に分布しているが、750°C ~ 800°C ではセメンタイトは粒界に集まりフェライトは角張る。Ni が高くなると上記現象が比較的低い温度から始まり、Cr が高いと粒界セメンタイトがやや増加する。

(2) 冷間引抜: 13mmφ の 0.1% C 鋼を鍛造のままおよび 700°C × 1h 焼準し 12.5mmφ に精仕上げし 120mm/mn の速度で 11.80 ~ 9.45mmφ に順次引抜き引抜荷重、引抜後の断面硬度を測定した。

引抜荷重は Ni, Cr% でいちじるしい差はないが加工率が高くなると Ni, Cr% が高くなるほど増大する。硬度はいずれの場合も Ni% の増加とともに高くなり、Cr の増加により余り強い影響はない。引抜きによる硬度増加率をみると鍛造のままでは 43% 加工率で Ni は約 6%/0.1% Ni の増加に対し、Cr は約 2.5%/0.1% Cr である。焼準すると増加率は減少する。これは組織変化と N の固定のためである。

5. 硬化能におよぼす影響

ジョミニ試験結果 0.1% C 鋼では水冷端から 1 ~ 4mm の硬度は Ni % の増加とともにゆるやかに増加するが、Cr は 0.13% までほとんど影響なくそれ以上では急激に硬度は増大する。

0.6% C 鋼では 50% マルテンサイト点はこの程度の Ni, Cr% ではないちじるしい影響はないが、パーライト組織は含有量の増加とともに微細になる。

IV. 考 察

相当量の添加による Ni, Cr の鋼におよぼす影響と微量に存在する Ni, Cr の影響は同一傾向であつてもその程度は必ずしも一致しないようである。引張強さにおよぼす影響は 0.1% C 鋼では相当量の添加による効果より小さく、0.6% C 鋼では大きく現われた。合金元素の歪硬化割合におよぼす影響は真応力-歪曲線から求められるが³⁾これによると Ni は Cr の約 3.4 倍である。Fig. 4 の引抜きによる硬度増加率は Ni は Cr の約 2.4 倍でほぼ等しい。歪時効におよぼす影響は静的および衝撃試験とも N を固定した場合 Ni, Cr の影響は少いが N を固定せぬ場合歪時効を助長する点が注目される。また Tr_{15} におよぼすの影響は Rinebolt⁴⁾のそれよりやや大きい。

文 献

- 1) 大竹 正: 製鉄研究第 213 号
- 2) A. Schepers u. R. Krauss: St u. Ei. 76

(1956) Nr 14, 896

- 3) M. Gensamer: A.S.M. 36 (1946) 30, 32 (1944) 88
- 4) T. A. Rinebolt: A.S.M. 43 (1951) 1175

(113) 鋼の耐候性におよぼす各種元素の影響

(耐候性低合金鋼の研究—I)

日本鋼管, 技術部 工 堀 川 一 男
日本鋼管, 技術研究所 工 久保田 広 行
工 大須賀 立 美・工 小 滝 昌 治

Effect of Composition of Steel on the Atmospheric Corrosion Resistance.

(Study on the atmospheric corrosion resistance of low-alloy steels—I)

Kazuo Horikawa, Hiroyuki Kubota,
Tatsumi Oosuka, Masaharu Kotaki.

I. 緒 言

ステンレス鋼のように、高度の耐食性具備を意図して開発されてきた高価な鋼種は別として、一般に構造用として使用されている鋼材にとって、錆の発生はさけ難い現象であるが、長年月の間におけるその累積損害は非常に大きなものがある。この意味で、車輛、橋梁、港湾、船舶、建築などの各方面で、構造物寿命の増加と使用鋼材量の節減を計るために、従来の普通鋼材よりも錆びが進行し難くかつ低廉な構造用鋼材の開発が望まれている。

この種の鋼材に関する研究は、低合金高張力鋼に望まれる一条件として、諸外国では 1930 年頃から進められ普通鋼の 4 倍以上の耐候性を有すると称する低合金鋼 (コルテンなど) が製造されてかなり普及してきているが、わが国においては、これに類する研究は少い。

そこで、著者らはこの数年来、低廉で量産に適した錆の進行の遅い構造用鋼材の試作研究を数次にわたつて実施し、その成果を基礎にして、まず第 1 号製品 "Cuploy" を市販に供するにいたつたが、さらに改良を加えた新鋼種の開発研究を継続中である。本報告では、"Cuploy" を生むまでにあつた第 1 次試作研究を主体にして紹介する。

II. 試作および試験方法

鋼の耐候性におよぼす各種元素の影響については、