

669, 14, 018, 41, 539, 7
 (170) 鉄鋼の低温における 2, 3 の機械的性質について

金属材料技術研究所

63360

工博 鈴木 正敏・○藤田 充苗

Study on Some Low-Temperature Mechanical Properties of Iron and Steel.

1583~1585
 Dr. Masatoshi SUZUKI and Mitsutane FUJITA.

I, 緒 言

近年低温を利用する各種工業の発達に伴って、低温用鋼に関する多くの研究結果が報告されているが、耐疲労性に関しては、余り詳細な検討は行なわれていないようである。

本報告においては、低温用鋼研究の基本的なデータを得ることを目的とし、純鉄および軟鋼に数種類の合金成分を単独添加した試料に対して、常温以下の温度における各種の実験を行なった。

II. 供 試 材

純鉄としては、電解鉄を 500 kg 真空溶解炉で溶解して 250 kg の铸塊としたもの、および電解鉄そのままを、軟鋼としては市販の S 10 C 鋼を使用した。これらを基本として、Cr, Si, および Mn をそれぞれ 1% 位迄 2~3 段階、Ni を 9% 位迄 8 段階、単独に配合したものを高周波炉で溶解し、Al 脱酸したものを 6~50 kg の鋼塊にし、熱間圧延によつて 20mm φ および 12mm 厚の板に成形した。これら各試料は適当な温度に加熱焼準しを行なつて後、試験片とした。供試材分析値の一部として、電解鉄を基本としたものを示したのが Table 1 である。なお、この表の最下欄の C-1~3 はそれぞれ市販の炭素鋼そのままの分析値で、これらは一部において比較のために試験した。(C-1 はこれを再溶解し合金元素を添加する際の基本材料である。)

III. 実験方法および結果

(1) 衝撃試験

上記各試料からシャルピー V ノッチ衝撃試験片 (JIS 4 号) を切り出して、常温以下の試験を行ない、遷移曲線を求めた。

Fig. 1 はこれらのうち、Ni を添加した場合の実験結果を示したものであり、Fig. 2 は同系列の各試料の破断面より脆性破面率を求めたものである。これらから、Ni は遷移温度を低下させるだけでなく、遷移範囲を著しく拡大することがはつきりとわかる。これに対して他の元素を添加した場合、添加によつて遷移温度が降下する場合でも一般に遷移範囲はせまく、曲線は急激な傾斜を示している。Table 1 に示した各試料の曲線から求めた遷移温度を Fig. 3 に示す。この場合これらの温度としては、5 kg·m/cm² の値をとつて示してある。従つて通常採られる 15 ft·lb (約 2.1 kg·m) の場合に比較して、高い値を示しており、特に Ni 添加の場合の如く、遷移曲線の傾斜のゆるやかな場合においてその傾向は著しい。

Ni は添加量の増加と共に、低温迄靱性を保持させる傾向を増大させることは周知の通りであるが、Cr およ

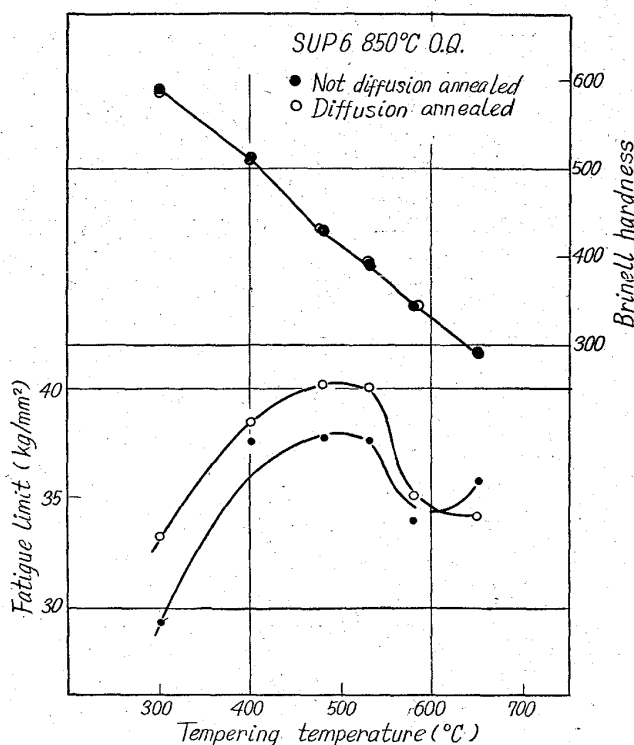


Fig. 3. The effect of diffusion annealing on the fatigue limit.

Table 3. The effect of position of ingot to the banding inclination and fatigue limit.

Position	Banding inclination	Fatigue limit (kg/mm ²)
Top	1	40.2
Middle	2	36.9
Bottom	1	39.1

し、主として SUP 6 についてその出現頻度、帯状組織の性格、疲労強度におよぼす影響について調べた。

帯状組織は実用焼戻温度域で熱処理された SUP 6 鋼のほとんど全てに検出されるものであるが、その他の合金ばね鋼にも認められ、一般に焼戻温度を高くすることによりその傾向を弱めることができる。

Si, Mn, Cr などの焼戻抵抗性を増す元素を含む鋼ではこれらの元素の局所的な濃度差が焼戻抵抗性に大きな差を与え、その上ばね鋼の如く焼戻温度が低い時には合金元素の多い部分はマルテンサイトの分解が十分でなく腐食され難い白色部分として検出されるものであろう。

焼戻帯状組織は拡散焼鈍によつて軽減され、これに伴つて疲労強度も上昇するが疲労限におよぼすその影響は実用焼戻温度域では約 6.3% の程度である。

Table 1. Chemical composition of specimens.

Specimens Mark	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Sol. Al	Insol. Al	N
Ni-1	0.006	0.20	0.056	0.007	0.007	—	0.49	0.004	0.007	0.0034
Ni-2	0.005	0.19	0.031	0.008	0.006	—	0.95	0.004	0.005	0.0041
Ni-3	0.005	0.15	0.006	0.007	0.006	—	1.93	0.005	0.007	0.0036
Ni-4	0.006	0.19	0.005	0.007	0.007	—	2.66	0.004	0.004	0.0035
Mn-1	0.005	0.00	0.26	0.012	0.012	—	—	0.002	0.004	0.0098
Mn-2	0.006	0.00	0.44	0.012	0.012	—	—	0.002	0.003	0.0090
Mn-3	0.007	0.00	0.85	0.013	0.012	—	—	0.003	0.001	0.0089
Si-1	0.008	0.41	0.007	0.013	0.012	—	—	0.044	0.002	0.0086
Si-2	0.007	0.97	0.007	0.011	0.010	—	—	0.032	0.002	0.0085
Cr-1	0.009	0.00	0.003	0.005	0.011	0.082	—	0.002	0.013	0.0060
Cr-2	0.009	0.00	0.003	0.005	0.010	0.40	—	0.002	0.001	0.0065
Cr-3	0.008	0.00	0.002	0.011	0.013	0.81	—	0.003	0.001	0.0093
C-1	0.10	0.20	0.35	0.015	0.015	—	—	0.003	0.007	—
C-2	0.16	0.20	0.48	0.020	0.015	—	—	0.001	0.005	—
C-3	0.26	0.16	0.57	0.016	0.016	—	—	0.014	0.007	—

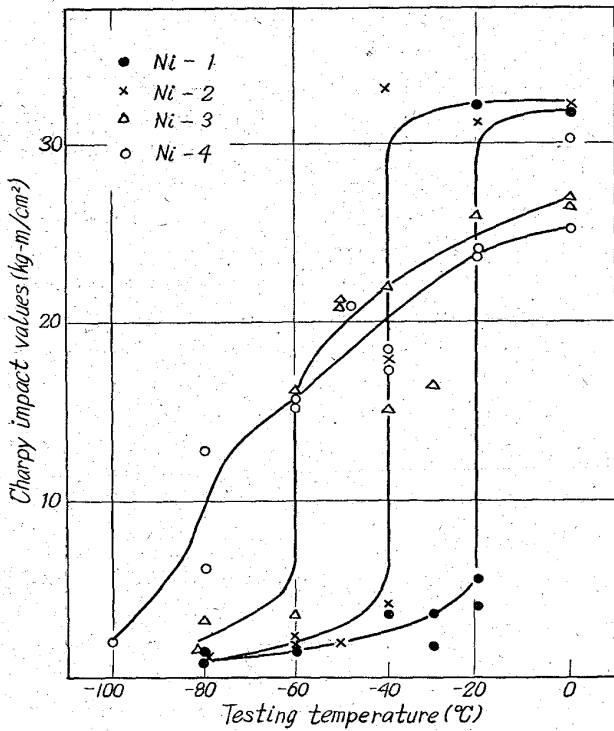


Fig. 1. Charpy impact values transition curves of various nickel contents.

び Mn も少量の添加範囲では遷移温度を低下させる力を有する。Si は 0.5% 位ではかなり低い値を示すが、約 1% になると既に劣化させる傾向を持つているようである。C は略々直線的に上昇させる力を持つている。なおこれらはすべて normalize した状態における結果である。

次でこれら各試料に対し、光学および電子顕微鏡によつてその破面を観察した。Photo. 1 はその一例として、Ni 1.93% 添加した試料 (試料 No. Ni-3) の -80°C における脆性破面の電子顕微鏡写真を示す。この試

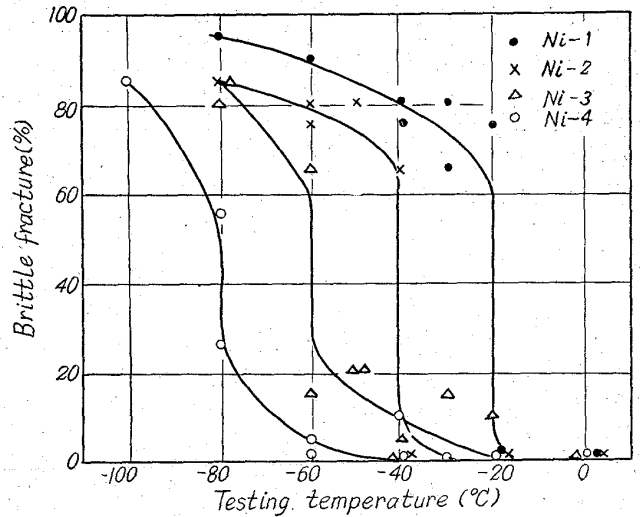


Fig. 2. Fracture transition curves of various nickel contents.

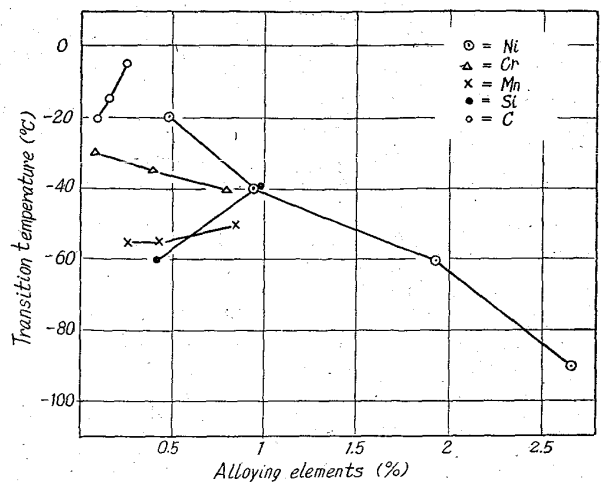
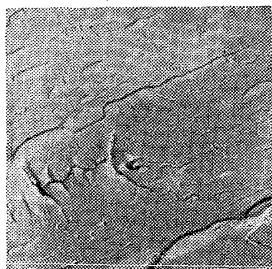


Fig. 3. Effect of alloying elements on the 5 kg-m/cm² transition temperature.



×3800 (3/5)

Photo. 1. Microfractograph of 2%Ni steel, fractured by impact at -80°C, showing brittle fracture.

料は Fig. 1 および 2 からわかる如く、シャルピー衝撃値約 3 kg·m/cm², 脆性破面率約 80% 以上を示すもので、観察部においては完全な脆性破壊をしていると考えられる。

(2) 疲労試験

疲労試験機としては、機械自身に機械的振動部分を有しない電磁共振型両振り曲げ試験機を使用して、常温における試験の他に、-50°C の低温室内における試験をも併せ行なった。試験片は 20mm φ に圧延した丸棒から削り出した。17mm φ, 長さ 600mm の棒状のもので、中央部に周囲から深さ 2mm, 底部の曲率半径 1mm の U ノッチを入れたものを使用した。振動数は約 210 cycle/s が共振周波数に相当する。この結果の一例として、Fig. 4 に 0.49% Ni (試料 No. Ni-1) の場合を示す。この Fig. 4 における応力の値は切欠き部の形状係数を 2 とした場合の値をとつてある。-50°C における疲労限界は一般に常温におけるそれよりも高い値を持っているが、Ni を添加したことによる影響は、衝撃値の場合には極めて大きいものに対して、この場合、それ程著しい影響はおよぼさないようである。すなわち純

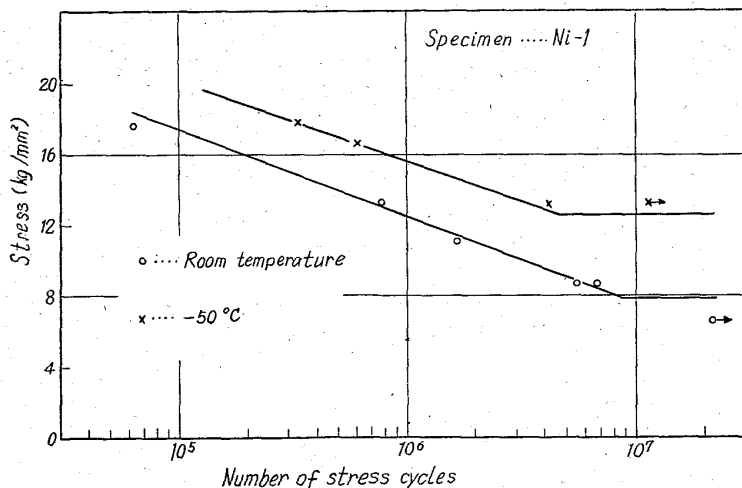


Fig. 4 S-N diagram at room temperature and -50°C.

Table 1. Chemical composition of tested materials.

Mark	Plate thickness (mm)	Chemical composition (%)										Austenite grain size No. (JIS)
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo	Sol. Al	
A-1	16	0.08	0.18	0.75	0.010	0.011	8.80	0.03	0.20	0.04	0.015	5.5
B-1	12	0.10	1.15	0.51	0.009	0.014	8.52	0.14	0.16	0.07	0.029	7.5
B-2	25										0.027	7.0
C-1	12	0.11	0.28	0.56	0.008	0.011	8.90	0.06	0.16	0.06	0.045	8.5
C-2	25										0.035	8.5

鉄に Ni を添加して行く場合、添加量が約 0.5% から約 2% 程度までの間では、疲労限界におよぼす影響は常温でも -50°C でもほとんど認められない程度に小さく、多少の上昇を示すに過ぎないようであるが、約 2.6% 添加したものでは明らかな上昇が認められる。

IV. 結 言

本研究では以上の外数種の実験を行なったのでその点については講演の際説明する。

669.14.018.41 = 669.15/24-194
(171) 低炭素 9% Ni 鋼に関する 2, 3 の

実験

63361
(低温用鋼の研究—Ⅲ)

日本製鋼所室蘭製作所 15-85 ~ 1587

工博 宮野樺太男・○進藤 弓弦

Some Experiments of Low-Carbon 9%Ni Steel.

(Study on low temperature service steel—Ⅲ)

Dr. Katao MIYANO and Yuzuru SHINDO.

I. 結 言

-196°C 程度の極低温での使用に耐え得るフェライト系鋼材に 9% Ni 鋼があるが、その冶金学的特性例えばオーステナイト化温度や爾後の冷却速度、焼戻熱処理によるマルテンサイト組織中に存在する残留オーステナイト量やその安定化、オーステナイト結晶粒度による低温靱性の挙動があまり明瞭にされていない。また鋼材が冷間加工によつて受ける歪脆化の程度や歪脆化回復のための後熱処理、更に溶接棒の諸性質など種々問題がある。著者などは此等に関して 2, 3 実験を試みたのでその結果を報告する。

II. 実験結果

供試材は 6t 塩基性電気炉で溶製した板厚 12mm, 16mm, 25mm の大型圧延鋼材でその化学組成やオーステナイト粒度番号は Table 1 の如くである。sol Al 含有量を 0.015~0.045% に変化させて A 系は比較的粗粒鋼 B 系と C 系は細粒鋼とした。また板厚効果を検討するために A 系中板厚を変えて切欠靱性を調べた。主なる実験結果は下記の如くである。

(1) オーステナイト化温度と切欠靱性

本鋼種は ASTM 規格により焼準温度、結晶粒