

Fig. 4. Effect of normalizing temperature on properties of 850°C hot drawn tubes (Charpy specimen had a 5mm width).

われる。とくに熱率焼準材はばらつきの少ない向上を示しているがこれは再加熱による均質化が加わつたためと考えられる。

文 献

- 1) 小柳, 他: 鉄と鋼, 48 (1962) 11, p. 1464/1466.

620, 178, 742
(139) 落重試験についての 2, 3 の
問題点 63139

富士製鉄, 広畑製鉄所研究所

工博 中西 昭 一

Some Problems of Drop Weight Test.

Dr. Shoichi NAKANISHI.

I. 緒 言 548~550

鋼材の低温特性を調べる試験方法は、古くからシャルピーやアイゾットのような衝撃曲げ試験が多く行なわれてきた。近年構造物の大部分が溶接構造物になり、したがって構造物の受ける拘束条件も一段ときびしく、また材料的にも脆化部を一部含んだものになつてきた。この様な目的に使用される鋼材の低温特性を判定するためにその材料が構造物になつた場合の受ける荷重の形態ならびに荷重速度・冶金学的因子になるべく近い各種試験方法が多く提案されている。これらの諸試験のうち、鋼材の一般使用条件下の使用限界温度を、実験室的に簡単に求める方法として、最近NRL落重試験が提唱されている。本報告は落重試験結果に影響する2,3の因子について実験を行なつたものである。

II, 実験結果ならびに考察

(A) 試験片形状

1) 脆性キ裂の発生方法

落重試験は鋼が破断前にほとんど変形をしないような最高温度, NDT 温度を求めるためのものであり, そのためには一般に表面硬化用の溶接棒 (Murex-Hardex 25) による脆性ビードのクレーター部にノッチを入れる

事により, 最少の変形量でキ裂を発生せしめるようにしている。ノッチを入れずに, わずかの塑性変形で脆性ビードよりキ裂を発生せしめる方法があれば, 実験がやり易く, かつノッチを入れるためのバラツキもなくなる。そこで板の溶接前の温度を低下せしめて, 溶接直後の冷却速度を大となし, ビードを脆化せしめ少しの塑性変形で容易に脆化キ裂を発生せしめるような方法をとつた。一例として, NDT 温度約 -65°C の 20 mm 板厚の鋼板についての, 溶接初温と落重試験結果との関係を示すと Table 1 のようになり, -40°C 以下の溶接初温であれば, NDT 温度直下の -70°C において破断をすることがわかり, また脆性ビード・クレーター部分の硬サについても低温溶接にしたがつて上昇し, 脆化しやすくなつてい事がわかつた。

したがつて, 一応溶接初温を -60°C とし, 溶接直後 -60°C の液中に急冷する方法を採用した。このような脆性ビードをおいた試験片と標準片との NDT 温度はより一致をしている。 -70°C , -60°C における一例を示すと Photo. 1 のようによい一致をしている。

2) 板 巾

試験片巾については Puzak¹⁾ は 3 1/2 inch を板厚 1 in について採用している。ただ板厚の厚くなる場合には, 板巾を一般に広くしている。13 mm 板厚の鋼板について, 板巾を 50 mm から 140 mm まで変化させた場合の NDT 温度の変化は Table 2 のようになり, 板巾が 70 mm 以上になると, NDT 温度は板巾が増大してもほとんど影響がなく一定となる。しかし板巾がせまくなると NDT 温度は上昇するようである。したがつて試験片内で脆性キ裂を発生せしめるような脆性破壊試験では一般に必要な最低板巾が存在し, 本試験では約 70 mm

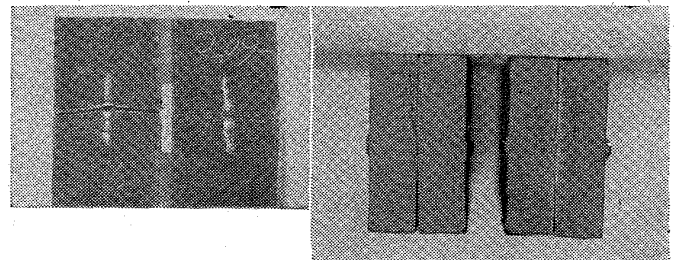
Table 1. Relation between precooling temperature and test results (Specimens tested at -70°C).

Precooling temp. ($^{\circ}\text{C}$)	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70
Test result	○	○	○	◐	●	●	●	●

[Note] ○: No breaking (no cracking)

◐: No breaking (a crack stopped on a plate)

●: Breaking



Testing temp. -70°C Testing temp. -60°C
Right side: Standard specimen
Left side: Low-temperature weld specimen

Photo. 1. Comparison between a standard specimen and a special specimen.

Table 2. Effect of impact energy and plate width.

Impact energy (kg-m)	Weight (kg)	Height (m)	Width (mm)	Testing temperature (°C)						
				-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10
200	50	4	50	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	60	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	70	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	80	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	90	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	100	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	140	●	●	●	○	○	○	○
150	〃	3	50	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	60	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	70	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	80	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	90	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	100	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	140	●	●	●	○	○	○	○
120	〃	2.4	50	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	60	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	70	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	80	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	90	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	100	●	●	●	○	○	○	○
〃	100	1.2	50	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	60	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	70	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	80	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	90	●	●	●	○	○	○	○
〃	〃	〃	100	●	●	●	○	○	○	○

位と思われる。実験上は一応試験巾を 80mm としている。

(B) 打撃エネルギー

NDT 温度の定義から、脆性ビードから脆性キ裂を発生するに必要なごくわずかの塑性変形を行なわしめるための打撃エネルギーをのみ加え、キ裂進行部は弾性限内の荷重のみがかかる状態にする必要がある。Table 2 に見られるように、打撃エネルギーが大きくなると、NDT 温度は見掛け上上昇するようにみえるが、これは鋼板に必要な以上の打撃エネルギーが与えられると、塑性変形領域でのキ裂進行が起り、むしろ FTE 温度を規定している結果になるためと考えられる。

同一打撃エネルギーを加える場合については、打撃速度が上昇するにつれて、NDT 温度の上昇が期待されるが、Table 2 のように落下高さを 1.2m から 2.4m に変化せしめても、板巾がある程度以上大きくなると、今回の実験では差が見られなかつた。したがって、打撃については実用上エネルギー量だけ考えればよいと思われる。

(C) 破断までの変形量

以上のべた事より、試験片形状を板厚×80×400 とした。各種温度で試験を行なった後の試験片変形角度と温度の関係を図示すると Fig.1 のようである。すなわち、NDT 温度以下では約 4°C 以下の変形角度で破断を完了しているの、脆性ビードより脆性キ裂を発生せしめるに必要な変形角度は 4°C 以下であり、これ以上の変形を板に与えることは不必要である。かつ、この脆性ビードより脆性キ裂を発生するに必要な最大変形角度は、試験板の性質にあまり関係がなく、したがって試験板に無関係に一定値になることがわかる。

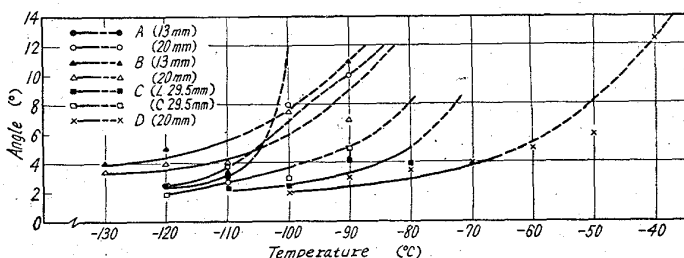


Fig. 1. Breaking angle of some plates. (Full line: below NDT temp., dotted line: above NDT temp.)

Table 3. Relation between NDT temp. and transition temp. of Charpy impact test.

Plate	Thickness (mm)	NDT temp.	vT _{R15}	vT _{RS}	P T _{RS1}	vT _{RN}
A	20	-60	-81	-14	-4	-70
B	13	-110	-94	-42	-47	-102
〃	20	-130	-90	-53	-35	-100
C	13	-100	-106	-70	-57	-112
〃	20	-100	-95	-62	-36	-98

(D) シャルピー衝撃試験結果との関係

NDT 温度とシャルピー衝撃試験での各種遷移温度との関係の一例を示すと Table 3 見られるようである。NDT 温度は鋼材の実厚の無延性遷移温度であるから、当然シャルピー衝撃試験における無延性遷移温度 vT_{RN} と可成りよい一致を示している。

III. 結 言

落重試験結果におよぼす 2, 3 の因子について考察を

加えた。その結果を要約すると以下のようである。

- 1) 試験片を予冷後キ裂発生用ビードを置く事により、ノッチを入れずに容易に初期キ裂を発生せしめうる。
- 2) 板巾は 80mm 位が適当である。
- 3) 打撃は打撃速度の影響が少ないので、エネルギーのみを考えればよい。
- 4) 変形角度は 4°C 位までにとどめるべきである。
- 5) NDT 温度はシャルピー試験の vTr_N と大体一致する。

文 献

1) P. P. Puzak: *Welding Journal*, 5 (1959) 209-S.

669,151,295-194-155,3:620,172,22
 =620,178,746,22:620,178,152,42

(140) 含 Ti 迅速窒化鋼の機械的性質について 63/40

名古屋工業大学 工博 矢島 悦次郎
 特殊製鋼

550~552
 工博 日下邦男・〇鶴見州宏・山崎光雄

Mechanical Properties of Titanium-Bearing Steels for Rapid Nitriding.

Dr. Etsujiro YAJIMA, Dr. Kunio KUSAKA,
 Kunihiro TSURUMI and Mitsuo YAMAZAKI.

I. 緒 言

表面硬化法としての窒化処理は、処理硬度が非常に高く、しかもかなりの耐熱性を有するので、常温または高温の耐摩耗部品に用いられるが、従来広く用いられている JIS SACM-1 窒化鋼は、処理時間が 75~100 h ときわめて長いのが欠点である。

Ti を約 2.5% 含有する鋼は、窒化温度を 650°C 前後に高めて処理時間を 10 h 以下に短縮することが可能であり、迅速窒化性においてすぐれていることが明らかとなったが、本鋼種はフェライト組織のため C 0.2, Cr 1.8, Ti 2.8% 程度の化学成分のものでは心部強度が不足するので用途に制限をうける。したがって実用上は含 Ti 迅速窒化鋼のフェライト強化をはかる必要がある。この方法としては固溶体強化と析出硬化とが考えられ、後者については Nitralloy N に対応するものとしての可能性²⁾も考えられるので、著者らは含 Ti 迅速窒化鋼に Ni, Al をしゅじゅに添加して試料をつくり、時効硬化特性、機械的性質、窒化特性などについて試験を行なったので報告する。

II. 試料および実験方法

まず Ni および Al 添加の影響をみるために、高周波

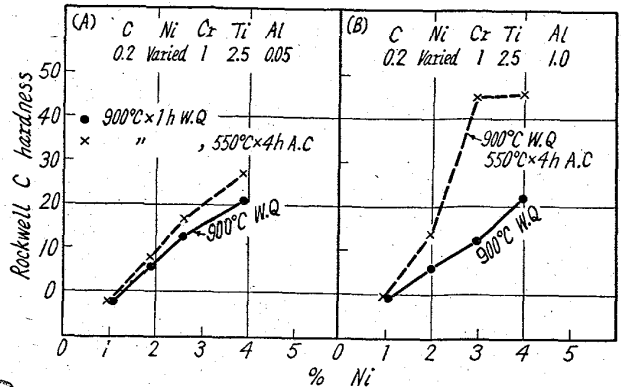


Fig. 1. Effect of Ni on the as-aged hardness of Ti-bearing steel for nitriding after solution-treatment.

誘導炉により 600 g の大気溶解を多数行ない、30 mm 角金型に铸造して試料をつくり、これより小試片を採取して各種熱処理後の時効硬化特性をしらべた。

つぎに 100 kg 真空溶解炉によつて Table 1 に示すごとき化学成分のものを溶解し、30 mm 角に圧延して機械試験用に供した。

III. 実験結果

1) Ni および Al 添加の影響

Fig. 1 は溶体化硬度ならびに時効硬度におよぼす Ni の影響を示したものである。Ni のみの添加でもかなりフェライト強度はできるが、Al を 1% 含有する場合には Ni が 3% 以上になると、顕著な析出硬化をするようになる。溶体化温度を 700°C とした場合には、900°C の場合よりも析出硬化の程度が低い。

つぎに Table 2 は C 0.2, Cr 1.2, Ni 3.5, Ti 2.5% に一定にして、Al を変化した場合の 700°C 溶体化硬度ならびに時効硬度を示したもので、Al 0.6% 以上で顕著な析出硬化を示すことがわかる。析出硬化は 550°C 時効の場合が最高で、600°C, 650°C 加熱で過時効を示す。

2) N 8, N 9 の時効硬化特性

Fig. 2 (A), (B) は KX-N 8 の時効硬化特性を示したもので溶体化処理はそれぞれ 700°C および 900°C x 1 h W. Q. とした。

つぎに Table 3 は KX-N 9 の時効硬化特性を示す。Al 含有量が低い場合でも溶体化温度が高くなると 550°C 時効でかなりの析出硬化を示すようになる。

なお N 8 を HRC 47 に時効硬化させたものを、600~800°C の各温度に 4 h 加熱して硬度を測定した結果、750°C 以上の加熱によつて析出物の固容が完全となることが明らかとなった。

Table 1. Chemical composition of steels tested.

Steel No.	Chemical composition (%)									
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti	Al
KX-N5	0.21	0.27	0.82	0.007	0.012	0.03	1.80	0.54	2.7	0.05
" N8	0.27	0.31	0.74	0.006	0.011	3.47	1.26	0.24	2.98	1.13
" N9	0.24	0.28	0.75	0.008	0.011	3.50	1.25	0.29	2.82	0.14