

範囲は軟鋼 (steel 6) では $600^{\circ}\text{C}\sim 1300^{\circ}\text{C}$ である。低合金鋼 (steel 4, 5) においても同様な現象が認められた (Fig. 4, 5) 二つのグループの明瞭に区別される範囲は $800^{\circ}\text{C}\sim 1100^{\circ}\text{C}$ と若干軟鋼より高温側にある。伸び, 絞りでは前述の区分はあまり明確ではない。しかし伸びは一般的傾向として高速軟化の場合大きく出るように思われる。 1350°C 以上では粒界熔融が起るらしく変形抵抗, 伸び, 絞りとも極度に低下する。また誤つて 1350°C 以上に一度過熱した試片も同様である。この現象間には 2.5m/s と 40m/s の試験速度であまり大差は無い。

高温加工で変形抵抗とともに重要ないわゆる加工性は単純引張りでは局部収縮のため変形量が限定されあまり明白でない。伸び, 絞りに若干の傾向は認められるが異鋼種との比較は困難である。この点について試験片の形状その他についてさらに検討中である。

IV. 結 言

イ) $2.5\text{m/s}\sim 80\text{m/s}$, 室温 $\sim 1400^{\circ}\text{C}$ において実用鋼種の熱間引張試験を行ない変形抵抗などの基礎資料を得た。

ロ) 軟鋼 500°C 以下および 1200°C 以上では引張性質の温度および速度依存性は在来から考えられていた様式にほぼ一致する。

ハ) 軟鋼 $600^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ の領域において約 10m/s の速度を境として破断様式に変化が起り軟化の現象を示す (高速軟化)。この温度範囲は鋼種により若干変化する。

ニ) 前項の高速軟化のとき伸びも若干増加し, 熱間加工性の向上が推定される。

(108) 鋼の焼戻脆性に関する研究

(シャルピー衝撃試験における荷重—時間曲線の研究—V)

東京工業大学

工博 作井誠太・中村正久・○大森正信

On Temper-Brittleness of Steel.

(Studies of load-time relations under Charpy impact test—V)

Dr. Seita SAKUI, Tadahisa NAKAMURA
and Masanobu OHMORI.

I. 緒 言

前報^{1)~3)}において, 軟鋼の各種状態における遷移温度と破壊様式の変化, ならびに高抗張力鋼, T-1, と軟鋼の溶接部分における衝撃特性などの一連の実験を小型シャルピー衝撃試験機を用いて行なつた結果を報告した。

そのさい衝撃破断時における荷重—時間曲線を水晶—陰極線オシログラフの方式で記録し破壊のいろいろなる特徴をも観察した。実用的にはこの小型試験機の有用性が確かめられたと同時に材料の靱脆破壊の本質を理解する上でも少なからぬ知識が得られた。Ⅳ型の荷重—時間曲線の現われる最高試験温度を遷移温度と定義したが, この遷移温度をもつて材料のわずかな靱脆の差を区別することができることなどがその一例である。

今回は焼戻し脆性が顕著である材料として古くからよく知られている Ni-Cr 鋼を用いて各種の熱処理条件の下における破壊の諸特徴をしらべた。

II. 実験方法

実験に用いた試料は JIS SNC 2 鋼でその化学組成は Table 1 に示す。この鋼はすでに前報⁴⁾で用いたものと同じものである。

Table 1. Chemical composition of the specimen (in wt%).

C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Cu
0.28	0.47	0.24	0.008	0.010	2.53	0.85	0.13

試料は熱間圧延により $8\text{mm}\phi$ の線にしたのち冷間引抜きを行ない $5.5\text{mm}\phi$ にした。この引抜き試料を矯正後 55mm 長さに切断したのちすべて 880°C に 1h 保持して油焼入れしその後つぎのような熱処理を行なつた。

1) S. C.: 650°C 1h 焼戻後徐冷 ($40^{\circ}\text{C}/\text{h}$)

2) R. C.: 650°C 1h 焼戻後水冷

3) R. 1.: 650°C 1h 焼戻後水冷,

500°C 70mn 再加熱後水冷

4) R 2 : " " " " , 500°C 12h " "

5) R 3 : " " " " , 500°C 50h " "

6) R 4 : " " " " , 500°C 100h " "

熱処理後試験片は $5.00\text{mm}\phi \times 55\text{mm}$ にグラインダー仕上げを行ないその中央部に頂角 60° 底部半径 0.1mm の切欠を円周状に入れた。

衝撃試験機ならびに水晶—陰極線オシログラフなど用いた試験装置はまったく前報^{1)~3)}と同じである。本報告で採用せる遷移温度は Fig. 1 に示した荷重—時間曲

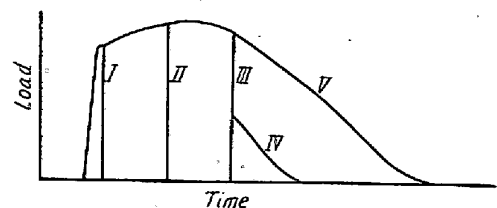


Fig. 1: Five types of load-time curves.

線のうちⅣ型のそれが現われる最高試験温度である。

III. 実験結果と考察

Fig. 2 に実験結果を示す。横軸は試験温度、縦軸はハンマーの振り上げ角から求めた吸収エネルギーおよび荷重-時間曲線より測定せる最大荷重をそれぞれあらわす。本報告で定義せる遷移温度を平均吸収エネルギー-遷移温度とともに Table 2 に表示した。

Photo. 1 には各試片の遷移温度およびその前後での試験で得られた荷重-時間曲線の例を示す。

脆化処理によつていちじるしく遷移温度は高まつたが、最高吸収エネルギー値は実験したすべての試片で大差なく 1.2~1.3 kg-m である。形式的には焼入時効硬化による脆化の現象とよく類似しているためこのような熱処理が、焼戻脆性の研究にとられる方法である。最高荷重が吸収エネルギーの減少につれて増してゆくことは前報までの結果と変りない。また Fig. 2 から知られるように前述の熱処理によつて最高荷重-温度曲線に認められるような変化は生じない。焼戻脆性はただ遷移温度にのみ現われ、その他の機械的性質には現われないとされているが、さらに低温での衝撃強度の温度依存性にも影響のないことは注目すべき結果である。Photo. 1 に遷移温度近傍で得られた荷重-時間曲線を示したが、その V 型曲線は焼鈍軟鋼¹⁾ で得られたものと異なり T-1 鋼²⁾ や冷間引抜軟鋼³⁾、オーステナイト域 (920°C) から焼入れした軟鋼⁴⁾ についての実験で得られた曲線と同種の形である。本実験に用いた試料の顕微鏡組織はいずれも微細なソルバイト組織である。前報でかかる形の荷重-時間曲線が得られた場合の組織も同様なものであるため、おそらく組織の状態と荷重-時間曲線の形状との間には密接な関係があるにちがいない。

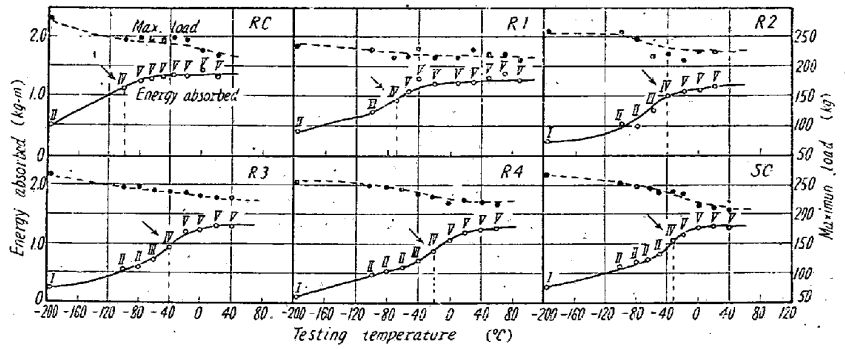


Fig. 2. Results with the specimens tested. Arrows show the transition temperatures.

RC: Rapidly cooled after being tempered. R1, R2, R3 and R4: Rapidly cooled after being tempered, and then water-cooled after reheating at 500°C for 70mn, 12, 50 and 100 h respectively.

SC: Slowly cooled after tempering.

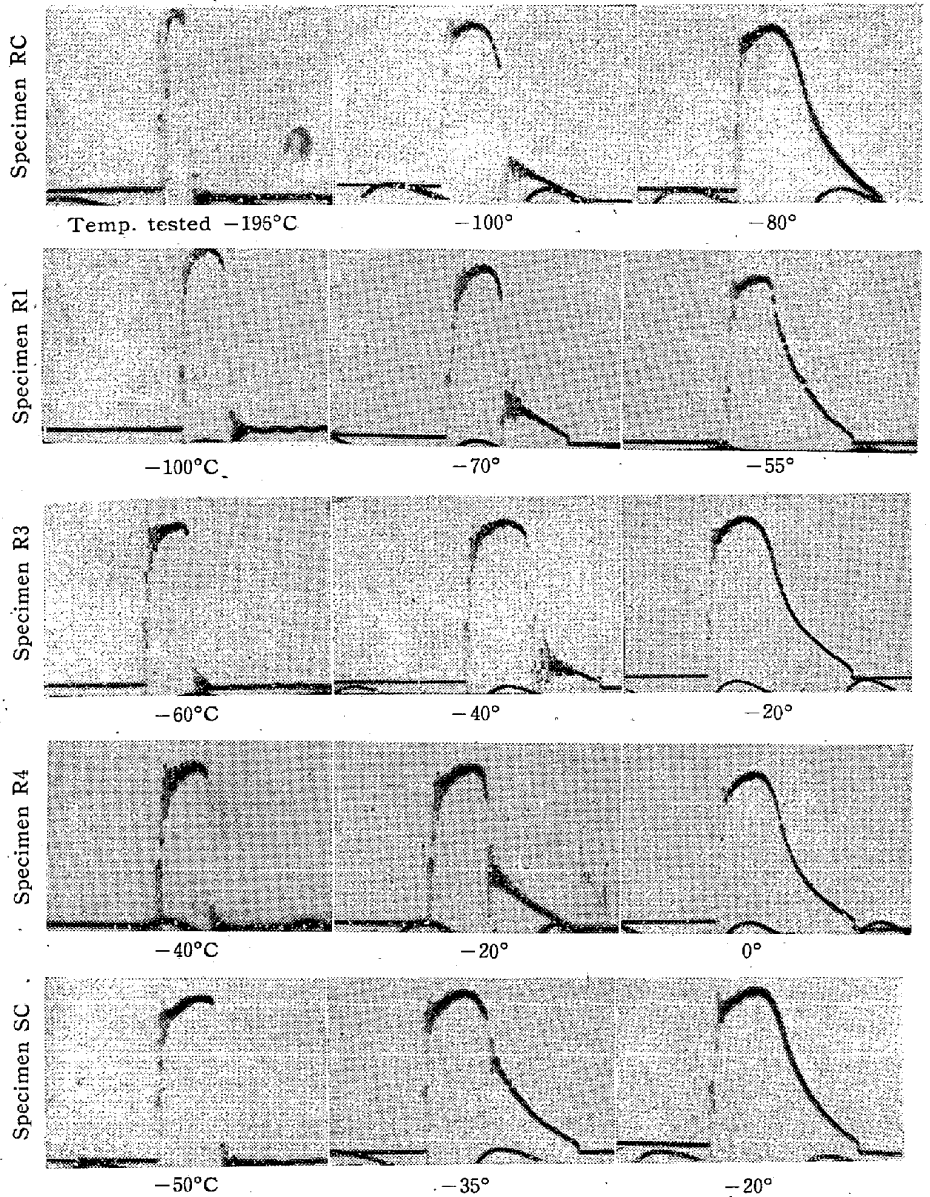


Photo. 1. Load-time curves of each specimens. Time mark: 1/300 s.

Table 2. Transition temperatures of each specimens.

Specimens	Transition temperature (°C)	
	Average absorbed energy	Max. temp. at which the marked crack appeared
RC	-170	-100
R 1	- 75	- 70
R 2	- 85	- 40
R 3	- 80	- 40
R 4	- 55	- 20
SC	- 80	- 35

IV. 結 言

JIS SNC 2 鋼にいろいろなる脆化処理を施し小型シャルピー衝撃試験機を用いて実験して得られた結果はつきのごとくである。

1) 遷移温度の変化は本報告で定義したものによる方が平均吸収エネルギー遷移温度によるよりはるかに規則的である。

2) 最大荷重の温度依存性はいずれの場合も同じで遷移温度範囲における増加は、軟鋼のごとき降伏比の小さなものは小さい。それに反しさきに報告³⁾した T-1 鋼や本実験に用いた SNC 2 などのごとく降伏比の大なるものでは最大荷重の増加が大きい。

3) 降伏比の大なるものは低温脆性に不利とされているが合金元素の添加、熱処理、などを適当に選べば本実験で得られるごとく V 型の荷重-時間曲線が得られクラック伝播に鈍感な材質が得られる。

文 献

- 1) 作井, 中村, 大森: 鉄と鋼, 46 (1960), 140
- 2) 作井, 中村, 大森: 鉄と鋼, 46 (1960), 1538
- 3) 作井, 中村, 大森, 鉄と鋼, 46 (1960), 1321
- 4) 中村: 日本金属学会誌, 22 (1958), 236

(109) 衝撃試験における試験片の寸法の影響

(シャルピー衝撃試験における荷重-時間曲線の研究—VI)

東京工業大学

工博 作井誠太・○中村正久・布村成具

大同製鋼研究所

藤原達雄

Effects of Size of Steel Specimens in Charpy Impact Tests.

(Studies of load-time relations under Charpy impact test—VI)

Dr. Seita SAKUI, Tadahisa NAKAMURA,

Shigetomo NUNOMURA and Tatsuo FUJIWARA

I. 結 言

シャルピー衝撃試験において試験片の寸法を変化せしめることは、応力の三軸性を変化せしめることであり、衝撃値およびその遷移温度に大なる影響を与えるものであるため、しばしば問題にされ報告がなされている。しかしこれらの研究はいずれも吸収エネルギーを以て比較されたものであり、応力を以て検討したものは見当たらない。

本報告はさきに報告した荷重-時間曲線の記録方法²⁾を用い、試験片の巾を変化せしめたとき、試験温度に対し、曲げ強さ、遷移温度、吸収エネルギーがいかに変化するかを調べたものである。なお、切欠きに対する効果は材料の組成、組織などに大きく影響するからこの点についても検討した。

II. 実 験 方 法

シャルピー衝撃試験における荷重-時間曲線の記録方法はすでに報告²⁾したので概略について述べる。すなわち振子の刃にストレン・ゲージを利用したロード・セルを設け、この出力を広帯域歪計を通してシンクロスコープに導き記録した。

試料は主として JIS-S40C を用いた。組織を変化せしめるため 860°C 水焼入後、200°C~600°C 間 100°C ごとに 1 時間焼戻した。また比較のため焼鈍軟鋼の試料も使用した。

試験片は V および U 切欠きの標準試験片に準じて、唯巾のみ 2mm より 12mm まで 6 種に変化せしめた。

試験は温度 200°C~ -196°C にわたり行ない、吸収エネルギーおよび最大曲げ強さの温度依存性を求めるとともに記録された荷重-時間曲線の形状と破断面について比較検討した。