



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



## 低温における鋼の二,三の性質について

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2014-05-23 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 内藤, 正鄰, 菊地, 千之 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/3082">http://hdl.handle.net/10258/3082</a>

# 低温における鋼の二、三の性質について

内 藤 正 鄰                      菊 地 干 之

## On Some Properties of Steels at Low Temperatures

Masachika Naito and Kazuyuki Kikuchi

### Abstract

The hardness test and the impact test were carried out on a series of carbon steels in their various heat treated conditions at several temperatures between  $+20^{\circ}$  and  $-180^{\circ}\text{C}$ .

The hardness values were found to increase linearly with decrease in temperatures, but there was no direct correlation between Shore hardness values and the cold shortness.

### I 緒 言

近年冷凍工業、化学工業などにおいて、相当低温度で装置を使用することが多くなつてきた。さらに高々度飛行の航空機、あるいは冬期又は寒地における車輛、機械部品などもかなりの低温にさらされる機会が多くなつてきた。いわゆる鋼の低温脆性については従来かなり論議されているが、<sup>1</sup> 低温における硬度、特にショアー硬度についてはあまり研究が行われておらないので、<sup>2</sup> 二、三の鋼について実験を試みてみた結果を報告する。尙同時に衝撃抵抗の測定をもあわせて行つた。

### II 試 料

本実験に使用した材料は主として日本製鋼所で作製した5種類の炭素鋼でその化学分析結果ならびに熱処理条件は第1表、第2表に示してある。そのほか市販のアーモコ鉄(0.012% C)、軟鋼(0.30% C)、工具鋼(0.90% C)を用いたが、これは熱処理を施さずそのまま使用した。

- 
- 1 E. Maurer U. R. Mailänder ; St. u. E. 45 (1952), Nr. 12  
F. Körber ; St. u. E. 45 (1925), Nr. 28  
藤 井 ; 金属の研究 12 (1935) No. 4  
永 沢 ; 鉄と鋼 22 (1936) No. 7  
長 谷 川 ; 鉄と鋼 41 (1955) No. 4  
2 浜 住 ; 機械学会誌 35 (1932) No. 184

第1表 炭素鋼の分析値

炭素鋼	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	O
No 1	0.12	0.27	0.41	0.014	0.023	0.17	0.05	0.02	0.0215
〃 2	0.28	0.30	0.48	0.016	0.023	0.15	0.05	0.01	0.0098
〃 3	0.47	0.32	0.51	0.016	0.018	0.11	0.04	0.02	0.0077
〃 4	0.66	0.32	0.47	0.018	0.019	0.01	0.02	0.02	0.0069
〃 5	0.86	0.32	0.48	0.016	0.018	0.07	0.04	0.02	0.0059

第2表 熱処理

炭素鋼	焼 準	焼 入	焼 入	焼 戻				
No 1	900° A.C.	1hr	925° W.Q.	1hr	925° W.Q.	1hr	600° W.C.	0.5hr
〃 2	850° A.C.	1hr	875° W.Q.	1hr	875° W.Q.	1hr	600° W.C.	0.5hr
〃 3	820° A.C.	1hr	850° W.Q.	1hr	850° W.Q.	1hr	600° W.C.	0.5hr
〃 4	790° A.C.	1hr	820° oil.Q.	1hr	820° oil.Q.	1hr	600° oil.C.	0.5hr
〃 5	790° A.C.	1hr	800° oil.Q.	1hr	800° oil.Q.	1hr	600° oil.C.	0.5hr

試験片は J・I・S による 3号試験片 (10mm×10mm×55mm—Uノツチ) を夫々 30 本作製し、熱処理後硬度および衝撃試験をただちに行なへるよう研磨紙 (エメリー 1F) により仕上をした。

### Ⅲ 実 験 方 法

低温度の生成は下記により行つた。

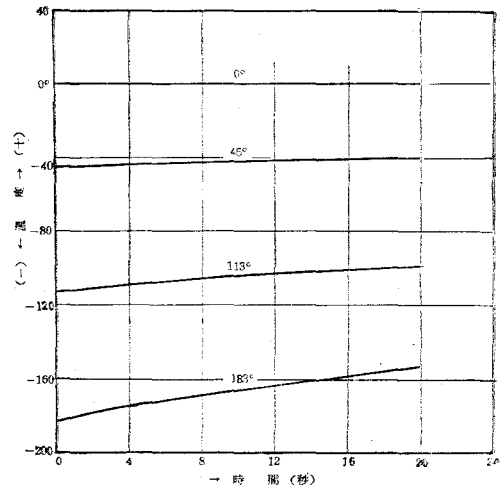
- (1) 液体酸素 (−183°C) この中に直接試料を入れる。
- (2) エチルエーテル (−113°C) エチルエーテルを入れた容器を液体酸素で冷却し、固体と液体の共存する状態のところに試料を入れる。
- (3) モノクロルベンゼン (−45°C) エチルエーテルと同じ。
- (4) 氷 (0°C)
- (5) 恒温器 (20°C)

以上の温度に 30 分間保持した後、これを取り出し、素早く試験機にかけて試験を行つた。この場合各温度に対して温度の上昇程度を予め計測して補正を施した。これを第 1 図に示す。馴れれば 3 秒前後で測定ができ、その間の温度上昇は −183°C で 6~7°C 程度である。

硬度の測定法は色々あるが本実験においてはショアー硬度計を用いた。その理由は (1) 例えはブリネル、ロツクウェル等では低温度における硬度の測定は装置上非常に困難であるがショ

アーでは上記の如き方法で容易に測定が出来ること、(2) 硬度測定はあくまで比較測定であるがブリネル等では一定時間高温又は低温の試料と接触するので試験片の温度が変わったり、あるいは測定球そのものの性質が変化する恐れがある。その点ショアーでは測定時間が極めて短いためその影響はほとんどないと考えられるからである。<sup>3)</sup>

尚衝撃試験機はシャルピー式単一衝撃試験機 30kg-m を使用した。

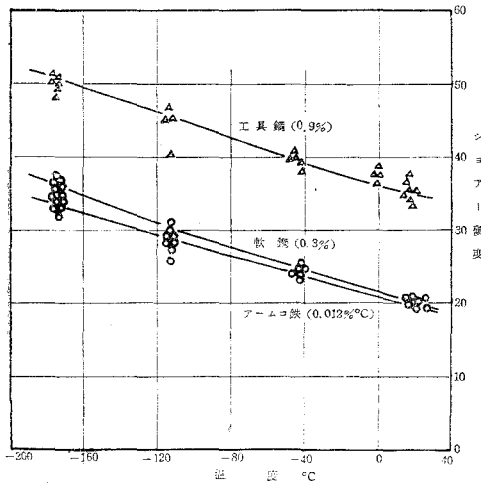


第1図 温度補正曲線

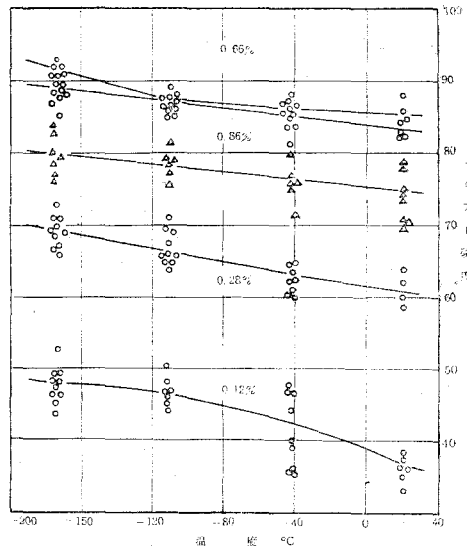
#### IV 測定結果

前記の如く市販のアームコ鉄、軟鋼、工具鋼は圧延のまま、調整した炭素鋼は第2表に示した条件で焼入、焼戻、焼準を行い、これらについて  $-183^{\circ}$ 、 $-113^{\circ}$ 、 $-45^{\circ}$ 、 $0^{\circ}$ 、 $20^{\circ}\text{C}$  の各温度について測定を行った。

温度とショアー硬度の関係を第2、3、4、5図に示した。



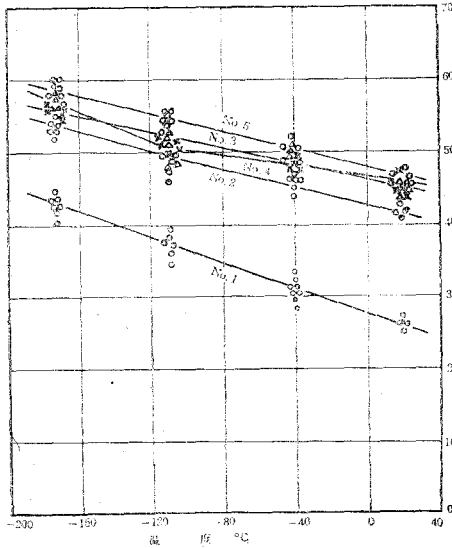
第2図 炭素鋼硬度(圧延)



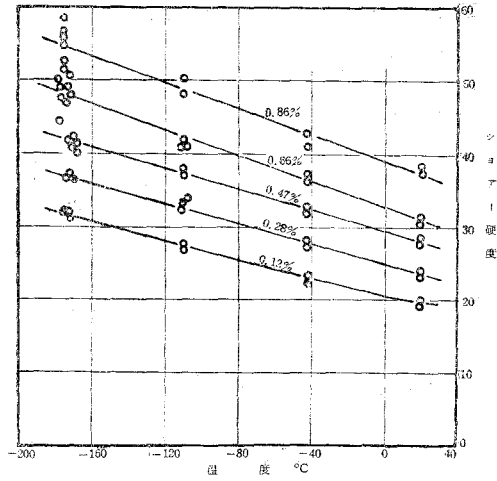
第3図 炭素鋼硬度(焼入)

3 鈴木：機械学会論文集 14 (1948) No. 47  
町田：機械学会論文集 19 (1953) No. 87

吉沢：機械学会誌 54 (1951) No. 392  
町田：機械学会論文集 20 (1954) No. 91



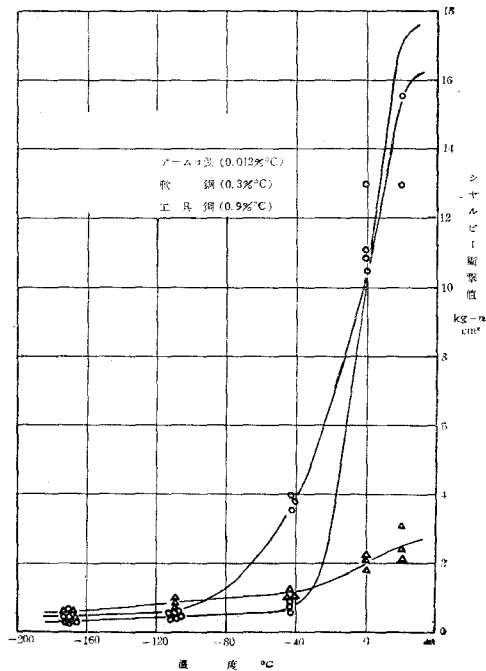
第4図 炭素鋼硬度(焼戻)



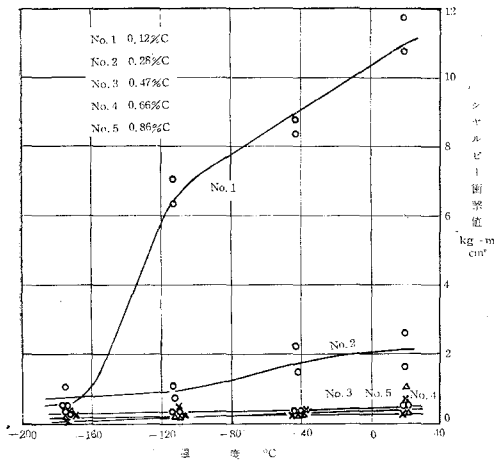
第5図 炭素鋼硬度(焼準)

これによるといづれも温度が低くなるとともに硬度は増加する。その程度は焼入鋼においては比較的少ないが圧延、焼戻、焼準ではほぼ似た傾向を示す。焼入は一様に完全に行うことが困難なので測定値のばらつきも多く、No.1とNo.4は他に較べ若干異つた結果となつて現われた。しかし大体において熱処理の如何にかかわらず温度降下とともにほぼ直線的に硬度が増加することが知られた。炭素含有量が多くなれば当然硬度は高くなるが、この傾向は変らない。したがつてこれは鉄固有の性質と考えられる。

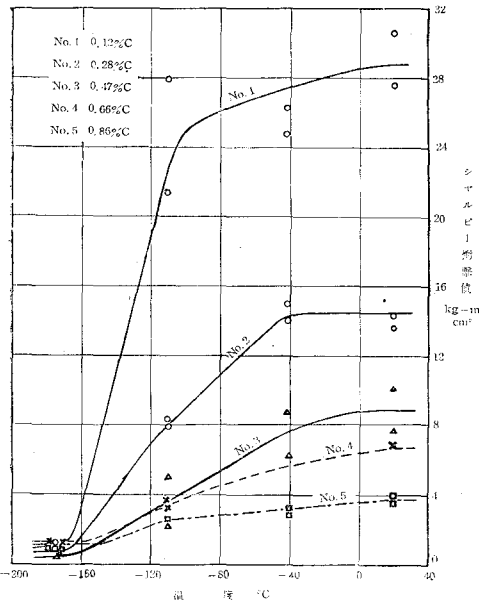
次に衝撃試験の結果を第6, 7, 8, 9 図に示す。これによると圧延、焼準は大体同じ傾向で著しい低温脆性を示し、常温附近から  $-50^{\circ}\text{C} \sim -60^{\circ}\text{C}$  迄の間では著しい衝撃値の降下を起す。焼入した材料において炭素含有量の少ないものは仲々脆性が起りにくい。マルテンサイトの濃度が増すと共に脆性が表われてくるが焼準したもの比べその程度は少い。しかし焼戻のものよりは脆性を起す温度は高く衝撃値は低い。0.47% C 以上の焼入鋼は第8



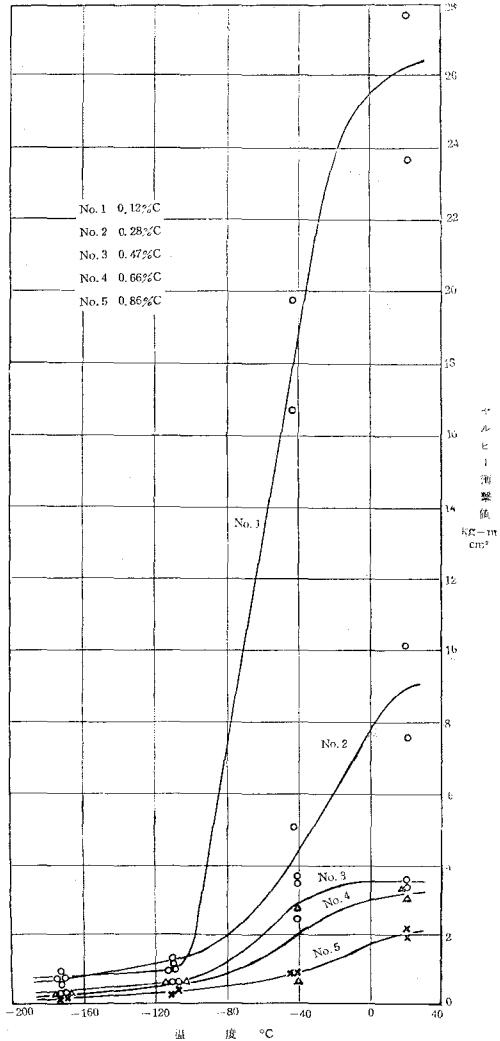
第6図 炭素鋼の衝撃値(圧延)



第7図 炭素鋼の衝撃値 (焼入)



第8図 炭素鋼の衝撃値 (焼戻)



第9図 炭素鋼の衝撃値 (焼準)

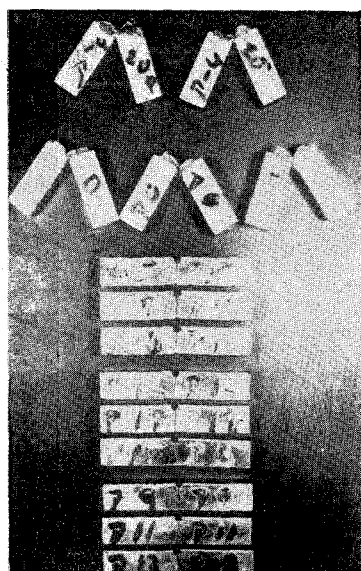
図でも知れるように常温における衝撃値が非常に低いので低温における値との差は少ない。

焼入焼戻した材料では低炭素含有量のもの (0.12%) は  $-110^{\circ}\text{C}$  位迄脆性はあらわれない。炭素含有量の増加と共にだんだん脆性が現われてくるが各温度に対して他の熱処理材料に比べ衝撃値は最も高いと共にその低温脆性による降下ははるかに少ない。即ち最も強靱である。焼戻してソルバイト組織にしたものはパーライト組織の材料に比べ衝撃抵抗は高く脆性を起す

温度も低温側に移動する、即ち低温脆性は焼鈍、焼準、焼入、高温加工に比べ焼入焼戻した材料において最も少い。

熱処理の如何にかかわらず大体において炭素含有量の増加する程脆性を示す温度は高温側に移動すると共に衝撃抵抗は減少する。又衝撃抵抗即ち靱性は脆性を起す点から温度降下と共に減少し、ある温度に至り殆ど一定値に達するが、その低下の割合は炭素含有量の少い程大きく焼戻の場合が最も大きい。焼戻の No. 4, No. 5 は 600°C まで焼戻し油冷したものであるが第 8 図に示すように -175°C では他より高い靱性を示している。

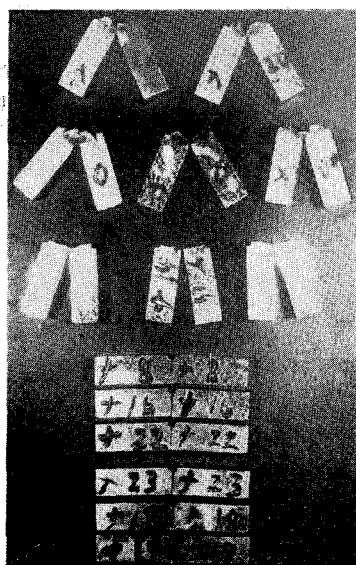
尚衝撃試験による破断の状況を明らかにするため破断した試験片の写真を写真 1 ~ 写真 6 に示した。



市販アームコ鉄 C. 0.012%

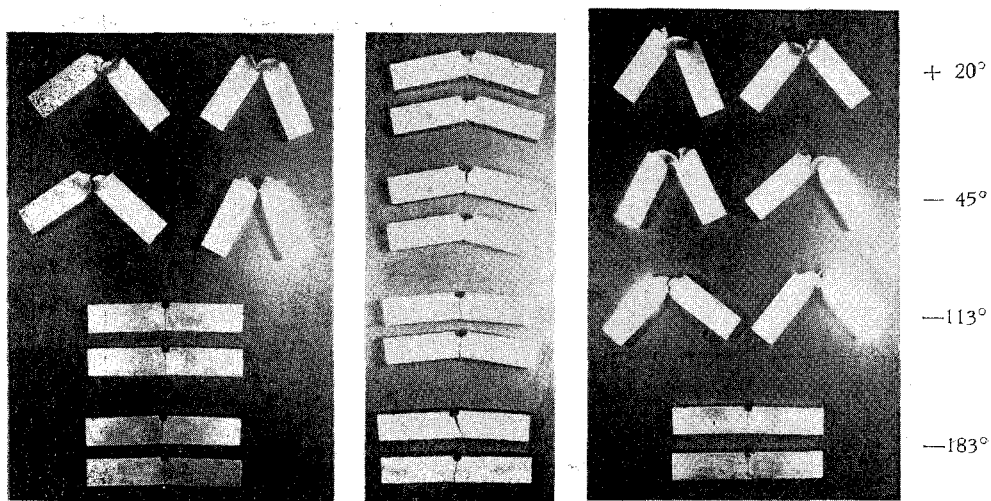


市販工具鋼 C. 0.90%



市販軟鋼 C. 0.3%

写真 1



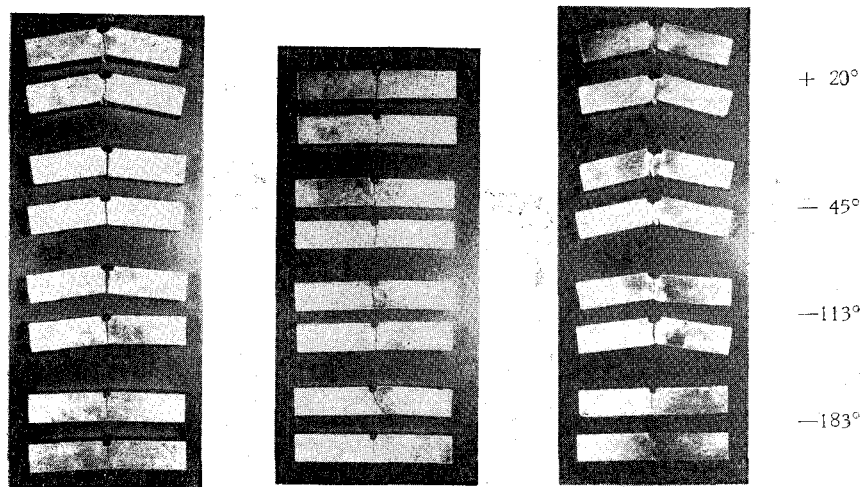
焼ならし

焼入

焼入 焼戻

炭素鋼 No. 1 C. 0.12%

写真 2



焼ならし

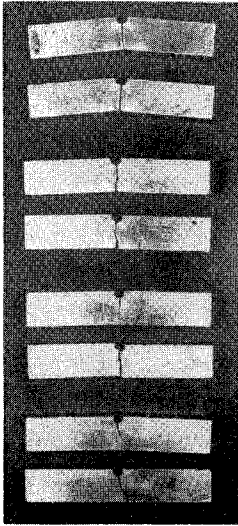
焼入

焼入 焼戻

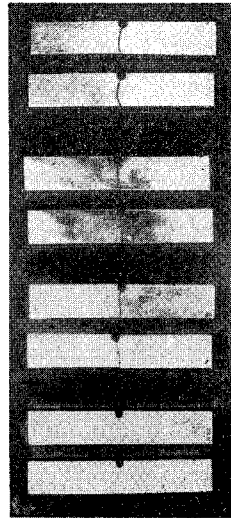
炭素鋼 No. 2 C. 0.28%

写真 3

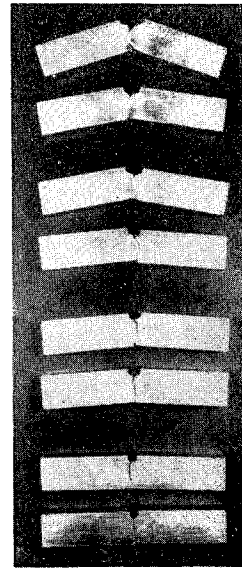




焼ならし



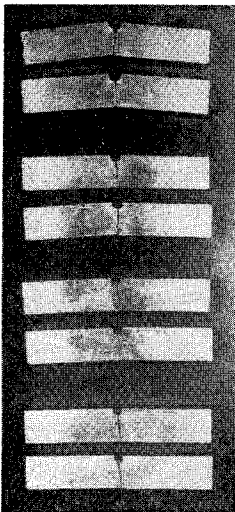
焼入



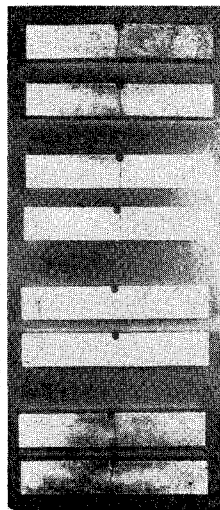
焼入 焼戻

炭素鋼 No. 3 C. 0.47%

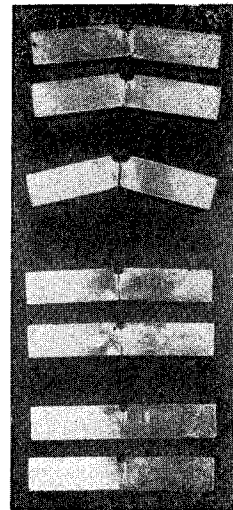
写真 4



焼ならし



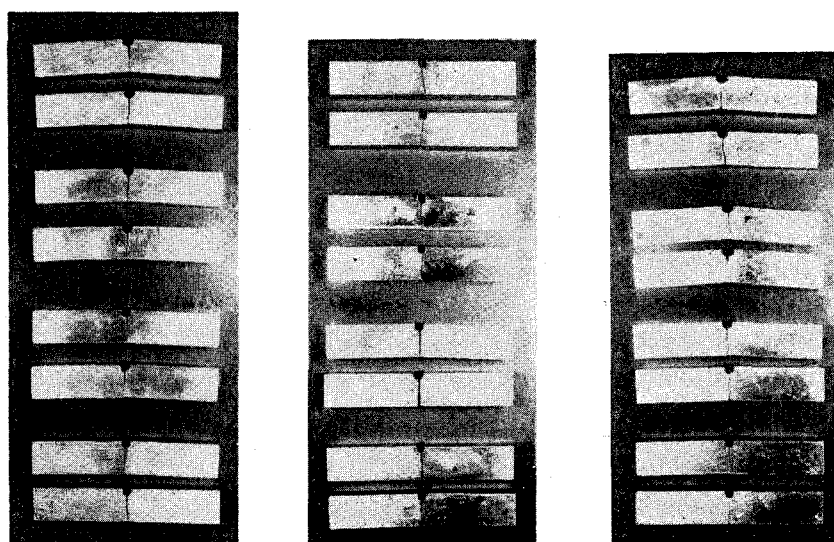
焼入



焼入 焼戻

炭素鋼 No. 4 C. 0.60%

写真 5



焼ならし

焼入

焼入 焼戻

炭素鋼 No. 5 C. 036%

写真 6

## V 結 言

炭素含有量を異にする材料について種々の熱処理を施し常温より  $-183^{\circ}\text{C}$  に至る低温におけるショアー硬度及び衝撃抵抗を測定した。その結果を要約すれば

- 1) 同一成分の材料についてのショアー硬度は熱処理の如何にかかわらず温度降下と共にほぼ直線的に増加する。
- 2) 炭素含有量が増加する程低温脆性を起す温度は高くなると共に衝撃抵抗は減少する。
- 3) 熱処理の影響は焼入焼戻したものが最も低温における靱性の低下が少く、脆性を起す温度も低い。
- 4) 低温におけるショアー硬度と低温脆性との間には直接的な関連は見られない。

終りにあつて、本研究に関して試料の製作及び分析については日本製鋼所室蘭製作所、液体酸素については富士製鉄室蘭製鉄所の御援助を受けた。又実験の実施にあつては三橋教官並びに工学士岡田泰彦君、工学士駒井俊吉君に負うところ多くあわせて感謝の意を表する次第である。

本研究は北海道科学研究費の補助を受けて行つたものの一部である。

(昭和31年4月30日受理)