

2) 初期キ裂が成長するとともに、そのキ裂の切欠効果により、その前に、つぎの内部キ裂が生成する。このようにして試料全面にわたって、塑性変形部を伴った多くの内部キ裂が生成する。

3) この内部キ裂が成長する。この場合、各種粒界にて、劈開面の方向の違いによる脆性破断面の方向変更のために抵抗をうける、このようにして、一つの劈開群が生成する。

4) 成長した劈開群と劈開群が一体化し破断を完了する。

以上のことより脆性破断は不連続破断であり、かつそのために破断中のエネルギー吸収は大部分、不連続性にもとづく延性破断部分によることがわかる。結晶粒の微細化はこのような延性破断部を多く発生せしめ、鋼のじん性を増大せしめると考えられる。

文 献

- 1) C. F. TIPPER: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), 185 (1957), p. 4.
- 2) 中西昭一: 鉄と鋼, 46 (1960), p. 147.
- 3) J. J. GILMAN, J. Appl. Phys., 27 (1956), p. 1262.

620.178.722-5118539.4.011.2
 : 669.111.3 No. 62/43

(143) 鋼の低温衝撃引張性質におよぼす炭化物分布の影響

(高速衝撃引張試験機による鉄鋼材料の引張特性の測定—V)

東京工業大学

工博 作井 誠太・中村 正久

○大森 正信

Influence of Carbide Distribution on Impact Tensile Properties of a Carbon Steel at Low Temperature.

(Measurement of tensile properties of steels with a high speed impact testing machine—V)

Dr. Seita SAKUI, Tadahisa NAKAMURA and Masanobu OHMORI.

I. 緒 言

鋼の引張諸性質、すなわち降伏点、抗張力、伸び率、断面収縮率などの諸量は鋼中の炭化物の分布状態によつて大巾に変化することが知られている。炭化物が層状セメントタイト、種々なる程度の球状化セメントタイトの形で鋼中に分布する場合、引張諸性質の変形速度依存性ならびに温度依存性(温度を低下させた場合)を調べることが本実験のおもなる目的である。

II. 実験方法

試料は 0.4% C の炭素鋼で 850°C に 1 h 保持したのち水焼入さらにそれを 600°C, 700°C の温度におおの 30mn, 2 h, 10 h 焼戻したのち水冷したものである。これから Fig. 1 に示すとき形状の試験片を作

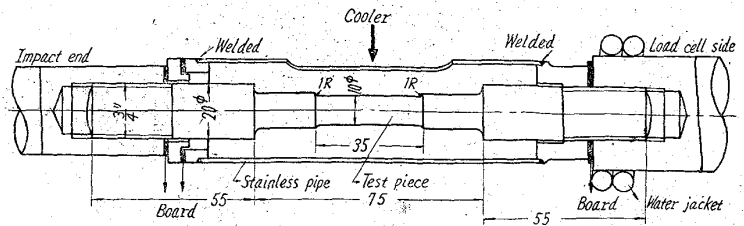


Fig. 1. Cooling of the test piece.

Table 1. Heat treatment of specimens.

No. of specimens	Quenched temp.	Tempered temp.	Tempering time.
1	800°C	600°C	30mn
2			2 h
3			10 h
4	800°C	700°C	30mn
5			2 h
6			10 h

成した: Table 1 には各試験片の各種熱処理条件を示す。

試験温度は常温(約 20°C)から液体窒素温度(-195°C)の範囲内の数点を選び試験片の冷却は Fig. 1 に示すときステンレス鋼パイプで試験片を包みパイプの上方の孔から冷却剤を入れて試験片全体をそれで浸るようにした。所定の温度に 10 mn 間保持したのち試験を行なった。予備試験によれば試験片標点間の軸方向および半径方向の温度分布はきわめて良好であつた。

試験は上記の温度で静的引張試験、ならびに衝撃速度

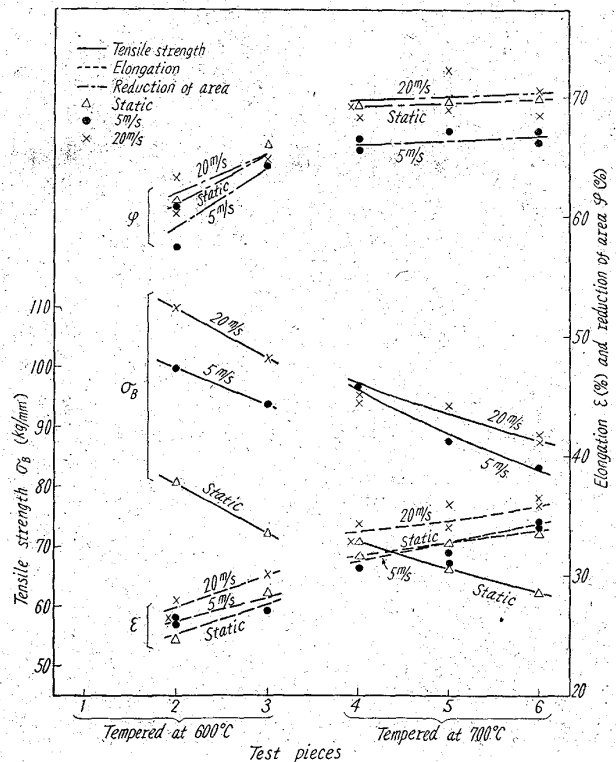


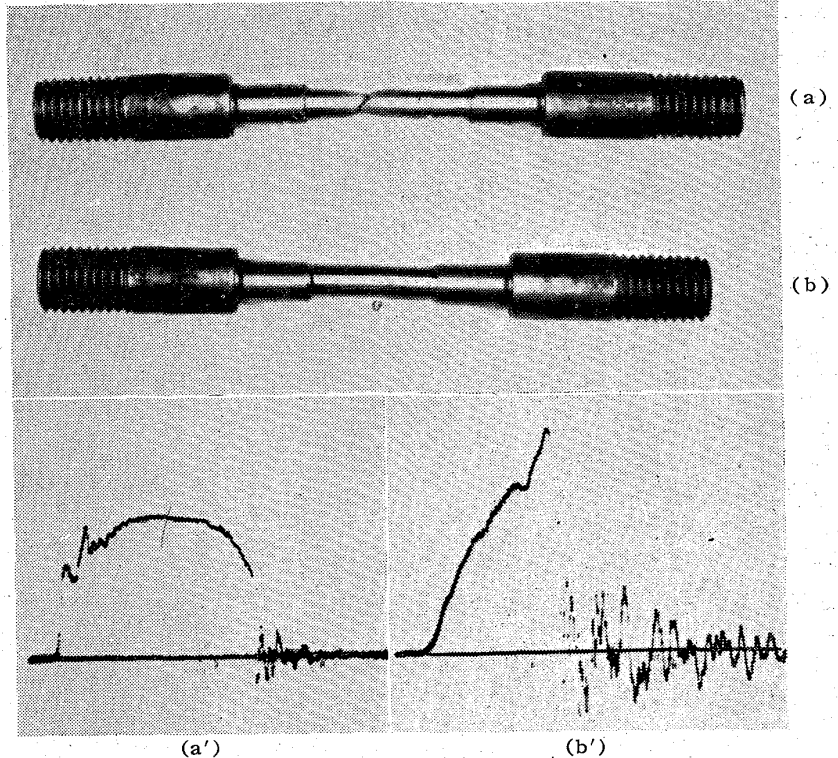
Fig. 2. Effect of impact velocity on the tensile properties at room temperature.

5 m/s, 20 m/s の衝撃引張試験を行なった。上記の変形速度を歪速度に換算すると、ほぼ $1.5 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, $1.4 \times 10^2 \text{ s}^{-1}$ および $5.7 \times 10^2 \text{ s}^{-1}$ に相当する。使用する衝撃試験機は前報に述べたものと同じで最大荷重 10 t, 衝撃速度 2.5~140 m/s の能力を有している。静的試験には容量 35 t の油圧式アムスラー万能試験機が用いられた。

III. 実験結果

試験片 1~6 の常温における諸性質におよぼす衝撃速度の影響について Fig. 2 にその結果を示す。横軸は Table 1 に示した番号の試験片を、縦軸は抗張力、伸び率、および断面収縮率を示す。抗張力は 600°C, 700°C のいずれの温度で焼戻した試験片についても衝撃速度の増加とともにいちじるしく上昇している。静的から 5 m/s の衝撃速度になると抗張力は両群 (600°C, 700°C 焼戻試験片) の試験片とも急激に増加するが衝撃速度がさらに 5 m/s から 20 m/s になると 600°C 焼戻試験片では約 10 kg/mm² の応力増加がみられるのに反し、700°C 焼戻試験片では 2~5 kg/mm² 応力が増すにすぎない。700°C 焼戻せる試験片は 600°C 焼戻のそれより炭化物の球状化が進んでいることを考えると球状化セメントタイト鋼の破壊強度の変形速度依存性は小さいのであろう。伸び率は衝撃速度が大になるにつれて増しており静的、5 m/s, 20 m/s の衝撃速度の順に大きくなる。このことから臨界衝撃速度は 20 m/s 以上の所にあることが推定される。断面収縮率の衝撃速度による変化は伸びの変化と一致していない。すべての試験片の断面収縮率は衝撃速度 5 m/s の場合が最も小さくそれについて静的、衝撃速度 20 m/s の順に大きくなっている。このことから衝撃速度 5 m/s で破断した試験片に比べて静的で破断したそれは標点距離全体にわたつての伸びが少なく局部的伸びが大であることが知られる。

抗張力曲線の勾配は 600°C 焼戻, 700°C 焼戻の両者で余りちがわれないが、伸びおよび断面収縮率を示す曲線の勾配は 600°C 焼戻で大きく 700°C 焼戻では小さい。特に 700°C 焼戻で焼戻時間に関係なく断面収縮率はほぼ一定である。おそらく 600°C 焼戻による場合の方が単位焼戻時間で機械的性質の変化に大きく影響すること、すなわち内部組織の変化 (炭化物の球状化も含め



(a), (b): Test pieces (No. 5) fractured at room temperature and -195°C. (a'), (b'): Load-time curves with test pieces (a) and (b) respectively.

Photo. 1. Effect of low temperature on the deformations of test pieces and load-time curve. Impact velocity: 5 m/s.

て) いちじるしくなることを示しているのであろう。衝撃速度 5 m/s で試験温度を常温 (約 20°C), 液体窒素温度 -195°C に変えて試験した結果を Table 2 に示す。-195°C で破断した試験片の伸び, 断面収縮率はともにきわめて小さく破壊応力のみがいちじるしく増加する。Table 2 には抗張力の温度による変化のみを示した。

-195°C における抗張力は常温のそれより約 51 kg/mm² 増加しており 1.6 倍の値に達している。抗張力が温度低下によつて直線的に上昇すると仮定すると温度 1°C 低下による抗張力の増加は約 0.24 kg/mm² になる。

Photo. 1 には 1 例として衝撃速度 5 m/s で常温ならびに -195°C で破断せしめた試験片の外観写真とそれらの破断の際得られた荷重-時間曲線を示した。-195°C で破断した試験片の破断面は完全な脆性破面を呈している。Photo. 1 の (b') は -195°C の試験の際得られた荷重-時間曲線でわずかに変形したのちクラック発生、伝播によつて破断したことを特徴づけるものである。すなわ

Table 2. Effect of temperature on dynamic tensile strength. (Impact velocity : 5m/s)

Specimens	Temperature of testing		Increase of strength $\sigma_{B-195} - \sigma_{B20}$	Ratio of strength $\sigma_{B-195} / \sigma_{B20}$	Increase of strength per unit temp.
	Room temp. (20°C)	-195°C			
3	$\sigma_{B20} = 93.8 \text{ kg/mm}^2$	$\sigma_{B-195} = 145.2 \text{ kg/mm}^2$	51.4 kg/mm ²	1.55	0.239 kg/mm ² /°C
4	86.8	138.6	51.8	1.57	0.241
5	87.3	140.0	52.7	1.60	0.244
6	83.2	132.5	49.3	1.59	0.229

ち荷重はしゅん間的に降下してその途中クラック伝播が阻止されることはない。

IV. 総 括

0.4% C 炭素鋼を 850°C より焼入し 600°, 700°C にそれぞれ焼戻したのち衝撃引張試験を低温で行ないつぎのごとき結論を得た。

1) 同一の焼戻時間では 700°C 焼戻しの方が 600°C 焼戻の場合より引張諸性質の変化が小さい。特に伸び、断面収縮率の変化が小さい。

2) いずれの処理をせる鋼においても常温では変形速度を増すと諸性質は同様の傾向にしたがつて変化する。

3) 温度低下による抗張力の増加はいちじるしく -195°C においては常温における抗張力の約 1.6 倍の値に達する。1°C の温度低下は約 0.24 kg/mm² の抗張力増加をもたらす。

620.192.43:669.14-139
P.588~590 No.62139
(144) 鍛造品の白点状内部欠陥に関する一考察
No.62144

日本特殊鋼

工博○沢 繁樹・小野 清雄

A Consideration on Flaky Internal Flaw of Forgings.

Dr. Shigeki SAWA and Kiyoo ONO.

I. 緒 言

近年真空鑄造法の採用によつて、大型鍛造品の白点状内部欠陥に接する機会は稀になつたが、大気中鑄造時代に経験された白点状欠陥の中には、白点類似の性状を呈するにかかわらず、詳細に観察すると、水素析出圧説で説明される白点とは、その発生機構が異なると考えられるものが多いので、両者の代表的例につき相互に比較考察した。

II. SKT 5 型材に表われた内部亀裂

SKT 5 鍛造型材 400mm 粗角材に検出された内部亀裂は、典型的な白点と見做される。供試材は塩基性電弧炉製 8t 鋼塊より 400mm 粗角に鍛造、1/2 切断され、670°C、16h 保持、350°C まで放冷、350°C、24h 保持して放冷された。白点は鋼塊頭部相当位置に検出された。その特徴はつぎの通りである。

1) 供試材は全断面一様の硬度分布 (H_B 262~269) を示す。

2) 亀裂は入ないし輪帯ゴーストに随伴するものが多いが、鋼材中心域に集中分布し、亀裂の方向は多様である。

3) 亀裂を含む偏析部は Table 1 のごとく S の濃厚

偏析が認められ、その他の成分の偏析は僅少である。この目的のために製作した微小熱膨張計による測定では、変態点の相違も認められない。

4) ミクロ組織は局部的に少量の初析フェライトを含むほぼ共析組成の粒状および層状パーライト組織を示し、亀裂は硫化物を点綴し、部分的には Photo. 1 のごとく層状パーライトを突切っている。亀裂面は密接し、間隙は広い個所でも数 μ 以内である。

かかる白点は、鋼塊頭部に富化偏析した水素を主因とし、焼鈍以後常温において、水素の析出圧により破断したものと認められる。

III. SNCM 8 に表われた内部亀裂

供試材は塩基性電弧炉製 12t 鋼塊より鍛造された SNCM 8 ピニオン素材で最大径 530mm φ × 3,500mm ml の両端面より約 300mm を残してほぼ全長にわたつて内部亀裂が検出された。鍛造以降の熱履歴は、1,150°C 30mn 保持 850°C まで炉冷、350°C まで放冷、350°C 19h 保持、680°C 24h 保持、350°C まで放冷、350°C 19h 保持、放冷された。

亀裂の特徴はつぎの通りである。

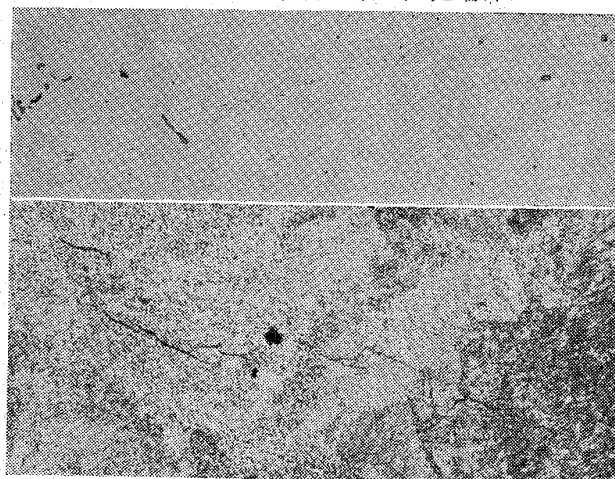
1) 亀裂は輪帯ゴースト部に点在する 2~5mm φ、長さ 15~30mm の濃厚偏析部に発生している。中心部および周辺部には亀裂がない (Photo. 2)。

2) 亀裂の方向は同心円方向に近く、半径方向のものは認められない。

3) 亀裂の破面は灰白色を呈する。

4) 亀裂は硫化物に沿い、間隙が広く 30 μ にも達する。

5) 亀裂はベイナイト粒界に沿い、先端部はベイナイ



Above = Unetched × 100(4/5)
Below = Nital-etched × 400(4/5)

Photo. 1. Microstructure of cracks in forging die steel SKT 5.

Table 1. Chemical composition (%) and transformation temperature (°C) of forging die steel.

Specimens	C	P	S	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	Ac*	Ar*
Sound part n=20	0.53	0.015	0.016	0.26	0.80	1.20	0.077	0.35	0.17	752~778	684~657
Segregation part n=20	0.53	0.015	0.021	0.26	0.79	1.19	0.065	0.35	0.18	754~779	679~654

* Rate of cooling and heating.....0.7°C/mn.