

層のみが Ar'' 変態にあずかる。それゆえ、表面焼入の残留応力に対する変態の影響は、この層の厚さおよび変態量の異なる試料を用いれば明確になる。この意図で上記

すことが認められた。

(3) その他、浸炭した純鉄試料を用いて高周波焼入の残留応力に対する変態の影響を明らかにした。

文 献

- 1) 須藤, 本間: 日立評論, 40 (1959) 6 p. 73~83
- 2) 応力測定研究会編: 応力測定法

(118) 鋼破面の電子顕微鏡的研究(その 1)

(軟鋼の低温脆性に関する研究—Ⅳ)

富士製鉄, 広畑製鉄所研究所

○中西・昭一・武政 明雄

Fractographic Study of Plain Carbon Steel by an Electron Microscope—Part. 1
(Study of the cold brittleness of plain carbon steel—Ⅳ)

Shōichi Nakanishi and Akio Takemasa.

I. 結 言

鋼の V ノッチ引張試験片の低温脆性と、その方向性については、すでに報告したが、その場合の延性ならびに脆性破面を電子顕微鏡により観察し、鋼の低速度引張時における脆性亀裂の発生ならびに伝播について、ある程度の推定ができたので、その結果について報告する。

II. 試験方法ならびに結果

セミキルド鋼板より採取せる V ノッチ引張試験片を $-60^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$ の各温度において、引張試験を行なつて得られる破断面について、破断直後破断面を残して、厚さ 2~4mm に切断し、ポリスチレン・カーボン 2 段レプリカ法により、レプリカを作製した。この場合 1 段目レプリカから試料を剝離するのに通常の機械的剝離は絶対に不可能であるので、試料を酸溶解した。カーボン蒸着前にノッチに平行方向より蒸着角 45° で Cr shadowing を行なつた。従つて試料の方向は、写真中に見られる球形非金属介在物の欠痕によつて決定された。

高温度側においては、延性破断をするのは、当然であるが、その破面の代表例を Photo. 1 示す。

結晶粒は粒界において迂り、かつ迂り方向にかなり伸びた延伸粒となり、その後結晶粒界で破断している。

低温度側になると、破面は延性から脆性に移行するのは当然であるが、それにとまつて破断形式も粒界破断より、粒内破断に変つてくる。この場合、粒界迂りは、ほとんど見られなくなる。

普通炭素鋼では、フェライト中にパーライト層が存在

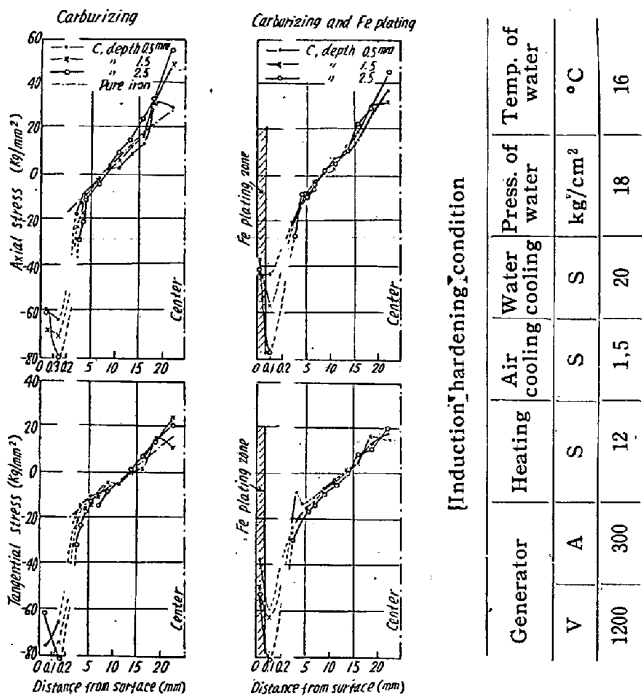


Fig. 4. Residual stress of carburizing iron and Fe plating same samples by induction hardening.

実験を行なつた。結果を Fig.4(左)に示す。応力分布の形状は、全浸炭条件とも浸炭境界付近より圧縮応力が急増し、浸炭深度大なる程大きい。また、表面付近には浸炭条件によつては応力分布の谷が認められた。これら圧縮応力の差は、明らかに浸炭層に生じた Ar'' 変態の影響であり、この膨脹が圧縮応力を増加させると考える。上記浸炭試料にさらに厚さ 0.06mm の純鉄メッキを施した試料、すなわち熱—変態—熱の 3 層をもつた場合は、同図(右)に示す如くメッキ層に引張応力は認められないが、圧縮応力は著しく減少した。またメッキ層の割れは認められなかつた。これらの結果は焼割れの機構、局部焼入の応力分布考察に示唆を与えるものと思われる。

IV. 結 言

(1) C 0~1% の炭素鋼を心部まで急冷完全焼入した場合、同一焼入条件では炭素量の増すほど、また同一炭素量では焼入温度が高いほど (1000°C まで) 表層の圧縮残留応力は大きくなる。

(2) C 0.2~0.55% の炭素鋼の高周波表面焼入では、同一焼入条件の表面の圧縮応力 (表面より 1 mm) は、C 0.3~0.4% が最大となつた。しかし硬化深度を考慮に入れた硬化量との関係は、硬化量増大とともに増

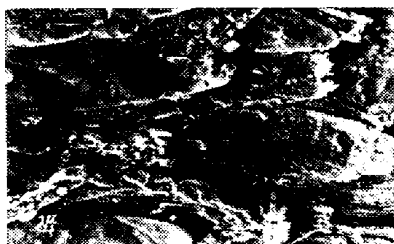


Photo. 1. Grain boundary migration in ductility fracture surface of sample tested at 0°C.



Photo. 2. Crack initiation at lamellar pearlite in sample tested at -60°C.

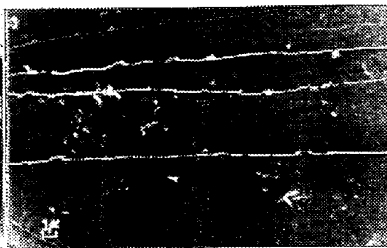


Photo. 3. Behaviour of elongated non-metallic inclusions in sample tested at -30°C.



Photo. 4. Absorption of cracks at grain boundary of sample tested at -10°C.

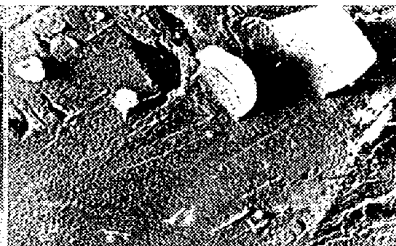


Photo. 5. Strip marking of sample tested at -40°C.

するので、引張応力がかかった場合、この点に応力集中が起り、亀裂発生点になることが考えられる点は、すでに指摘したが、Photo. 2 に見られるように、パーライト層から亀裂が層方向に発生し、フェライト中に伝播してゆくと言った進行方向が[100]に変っていることが観察された。

亀裂進行中の様相を見ると、

1) 球形非金属介在物 ($10\mu \sim 0.1\mu$) については、亀裂伝播にほとんど影響がないようである。中には、亀裂発生を阻止する場合もある。

延伸状非金属介在物 ($<0.5\mu$) については、亀裂が介在物に当たると、その一方から亀裂が発生し、進行してゆく。また Photo. 3 に見られるように介在物の周辺を亀裂が通過する場合は、亀裂進行路が、介在物側に曲げられる点が観察された。

2) 結晶粒界において、亀裂伝播のエネルギーは、かなり吸収されることが、Photo. 4 でも明らかである。すなわち一般に結晶粒が小さいほど、破断抵抗が大きいといわれるのは、粒界における亀裂伝播阻止効果が大きいと思われる。

3) 双晶面が破面を横切る交線を端辺とする。蒲鉾型剝離面が温度がずっと低下すると、Photo. 5 に見られるように観察された。これは、Werner²⁾、Crussard³⁾ からも衝撃破面で認めている点であるが Pateau⁴⁾ らはラセン状転位の蓄積によるものでないかと述べている。引張試験の破断面にも、これと同等の mark が見られ

る点は興味深い。

III. 結 言

V ノッチ引張試験片の破断面を観察することにより、つぎの点が明らかになった。

- 1) 亀裂発生点としてはパーライトの層の部分に起ることがある。
- 2) 結晶粒界は亀裂吸収の役目をしている。
- 3) 球形非金属介在物は亀裂伝播に影響が

ない。

4) 延伸状非金属介在物は亀裂伝播に対する抵抗とはならない。

5) 蒲鉾型剝離面の発生によつても、エネルギー吸収が行なわれる。

文 献

- 1) 中西: 鉄と鋼, 45 (1959) 3 p. 319
- 2) Ott Werner, et alii: Archiv. für Eisenhüttenw. Okt. (1956)
- 3) C. Crussard, et alii: Journal of The Iron & Steel Inst., June (1956) p. 157
- 4) J. Pateau, et alii: Communication to the congress on electron microscopy, May. (1956)

(119) 3.5% Ni 鋼の低温性質について

(低温用鋼材の研究—I)

神戸製鋼所, 神戸研究部

平野 坦・○金田次雄・小久保一郎

Low Temperature Properties of 3.5% Ni Steel.

(Studies on the steels for low temperature uses—I)

Hiroshi Hirano, Tsugio Kaneda, Ichiro Kokubo.

I. 緒 言

最近石油化学工業のいちじるしい発達に伴い低温用鋼