

研究速報

 α 鉄の降伏応力におよぼす酸素および炭素の影響*

谷岡 慎一**・雑賀 喜規***・栗山 良員***

The Effects of Oxygen and Carbon on Yield Point of α -Iron

Shinichi TANIOKA, Yoshinori SAIGA and Yoshikazu KURIYAMA

Synopsis:

In order to study the effects of oxygen and carbon on mechanical properties in α -iron, tensile test were done on the specimens with various oxygen contents and on the carburized specimens with various oxygen contents.

The results obtained here are as follows: (1) Yield point is lowered with the increase of oxygen content. (2) K_y value that is the coefficient of the grain size dependent term in PETCH relation $\sigma_y = \sigma_i + K_y d^{-1/2}$, is affected by oxygen, but σ_i is not. (3) In carburized specimens with various oxygen contents, the yield point is increased by carburizing and lowered with the increase of oxygen content.

(Received May 30, 1968)

1. 緒 言

Oを多量に含有する鉄にある程度窒化すると降伏点が低下することが報告されている¹⁾。この興味ある現象の解明の一助としてO含有量の異なる鉄を溶製し、湿水素焼鈍状態およびそれらにC添加の状態で行張り試験を行ない降伏点および流れ応力におよぼすOおよびO、Cの相互作用の効果について実験した。

2. 実験方法

3 ko 高周波誘導真空溶解炉で Table 1 に示す電解鉄を使用して 20 kg 鋼塊を溶製した。炭素脱酸を行ない、脱酸時間および炭素添加量を変えることによつてO含有量の異なる鋼塊を 8 種類溶製した。この鋼塊を鍛伸、

圧延して板厚 1 mmとした。基準処理として脱炭性で非酸化性雰囲気中の湿水素中 ($H_2 + 10\%H_2O$) で 710°C 24 hr 処理を行なった。基準処理後の各試片の化学成分を Table 1 に示す。この試料のA~Dの試片のうちO含有量を変えるために強脱酸を行なった試料A、Bについてルツボ中の SiO_2 が還元されて Si 量が多くなったと考えられたので、E~Hはこの点を十分考慮して高純度マルネシャルツボを使用して溶解したもので、Siの安定したものが得られた。O含有量の異なつた試料E~Hについて第三元素との相互作用効果を調べるために、第三元素として C を選び浸炭処理を行なった。浸炭は $CH_4 + H_2$ 混合気中²⁾で行なった。浸炭量を変えるためには CH_4 の分解温度を変えることによつて行なった。雰囲気生成炉は 840°C で一定とし、浸炭炉の CH_4 分解温

Table 1. Chemical compositions of specimens after wet-hydrogen treatment and electrolytic iron (wt%).

Mark	C	Si	S	Al	O	N	Grain size
Electrolytic iron	0.005	0.007	0.004		0.06	0.002	6.3
A	0.002	0.021	0.005	0.004	0.0036	0.001	6.6
B	0.003	0.030	0.008	0.004	0.0050	0.002	6.7
C	0.003	0.004	0.004	0.004	0.0100	0.002	5.8
D	0.002	0.008	0.008	0.004	0.0467		
E	0.004	0.008	0.005	0.007	0.0017		
F	0.002	0.004	0.005	0.005	0.0226		
G	0.002	0.004	0.005	0.007	0.0460		
H	0.003	0.004	0.003	0.004	0.0831		

* 昭和42年10月本会講演大会で発表 昭和43年 5月30日受付

** 石川島播磨重工業(株)技術研究所 *** 石川島播磨重工業(株)技術研究所 工博

度を 640°C, 720°C, 790°C として各 16hr 処理を行なった。

引張り試験は Instron 引張り試験機を使用し、室温において引張り速度 0.01cm/cm/min で行なった。

3. 実験結果および考察

湿水素処理を施した基準材のうち試料A~Dの応力-ひずみ曲線を Fig. 1 に示す。Si の変動を極力おさえた試料E~Hもまったく同様の結果を得た。この結果の特徴は (1) 降伏点はO含有量の増加とともに減少し、(2) 降伏した後の流れ応力はほとんど変化していない。(3) 引張り強さは 2 kg/mm² 程度の範囲内でよく一致しておりO含有量に影響を受けない。引張り強さについては HERTY²⁾の研究と一致するが、降伏点については逆の結果となった。多結晶体の降伏点 σ_y は PETCH の関係式 $\sigma_y = \sigma_i + K_y d^{-1/2}$ に従うことはよく知られている。COTTREL³⁾ は応力ひずみ曲線の加工硬化部分を外挿して弾性線と接した点をまさつ項 σ_i としている。この方法

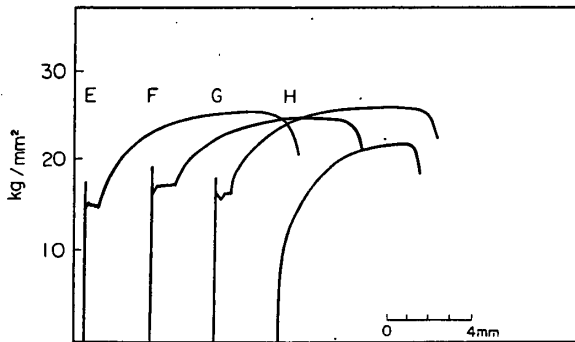


Fig. 1. Stress-strain curve various oxygen content specimens after wet-hydrogen treatment. thickness : 1 mm, width : 12.5 mm, gage length : 50 mm

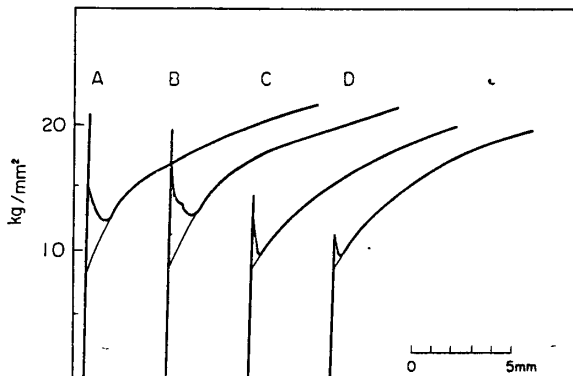


Fig. 2. Stress-strain curve for various oxygen content specimens after carburizing treatment (790°C), thickness : 1 mm, width : 4 mm, and gage length : 20 mm

Table 2. Carbon content of specimens after carburizing treatment (wt%).

Mark	640°C × 16hr	720°C × 16hr	790°C × 16hr
E	0.008	0.015	0.017
F	0.011	0.016	0.026
G	0.011	0.015	0.020
H	0.008	0.012	0.027

についてはいろいろ議論されているが^{4),5)} 近似的には正しいと思われるのでこの考え方に従って本実験の結果を整理すると、試料A~Dいずれも σ_i は約 8 kg/mm² とほぼ同一である。E~Hについても同様であつた。 σ_i の値はO含有量によつて変わらず、結晶粒度も Table 1 に示すごとくほとんど同一であり、 d は変化していない。この結果を PETCH の関係式により、O含有量による σ_y の変化は K_y 項に変化をおよぼしていると考えられる。O含有量の増加によつて介在物濃度が増えミクロ降伏において介在物のまわりに転位の発生が多く上下降伏点を下げ、この場合 K_y が小さくなると考えられる⁶⁾。

基準材の浸炭後のC含有量を Table 2 に示す。

640°C, 720°C で浸炭した場合の特徴は (1) O含有量の増加とともに降伏点は徐々に降下し基準材と同様な傾向を示し (2) Oの影響は少々浸炭によつて消されない。(3) 浸炭処理によつて Lüder's 帯が大きく現われるようになり、(4) 基準材に比して降伏点、引張り強さともに著しく上昇した。これは粒界、あるいは粒内に炭化物が析出したものと考えられる。基準材を790°C で浸炭した試料の応力-ひずみ曲線を Fig. 2 に示す。この場合の特徴は (1) O含有量の少ない試料Eは結晶粒は粗大化し、ほかのF, G, Hは変化がなかつた。したがつて試料Eの降伏点の低下の原因は結晶粒の粗大化によるものである。(2) O含有量の多い試料は降伏点が現われず、引張り強さも減少する。(3) 試料G, Fの降伏点は 640°C, 720°C で浸炭した場合より若干低下している。これはある程度Oの存在状態が変化したものと思われる。

文 献

- 1) 小西: 学振 129-4-104
- 2) C. H. HERTY: Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., to C. H. HERTY, JR (1957), p. 29~44
- 3) A. H. COTTREL: Trans. Met. Soc. AIME, 212 (1958), p. 192~203
- 4) A. R. ROSENFELD: J. Inst. of Metals, 91 (1962), p. 104
- 5) I. L. MOGFORD and D. HULL: J. Iron Steel Inst., (1963) 1, p. 55~60
- 6) M. YAJIMA and M. ISHII: Trans. ISI, 7 (1967) 1, p. 45~52