

621.78.019.4: 621.783.222.062.5
 : 621.785.6

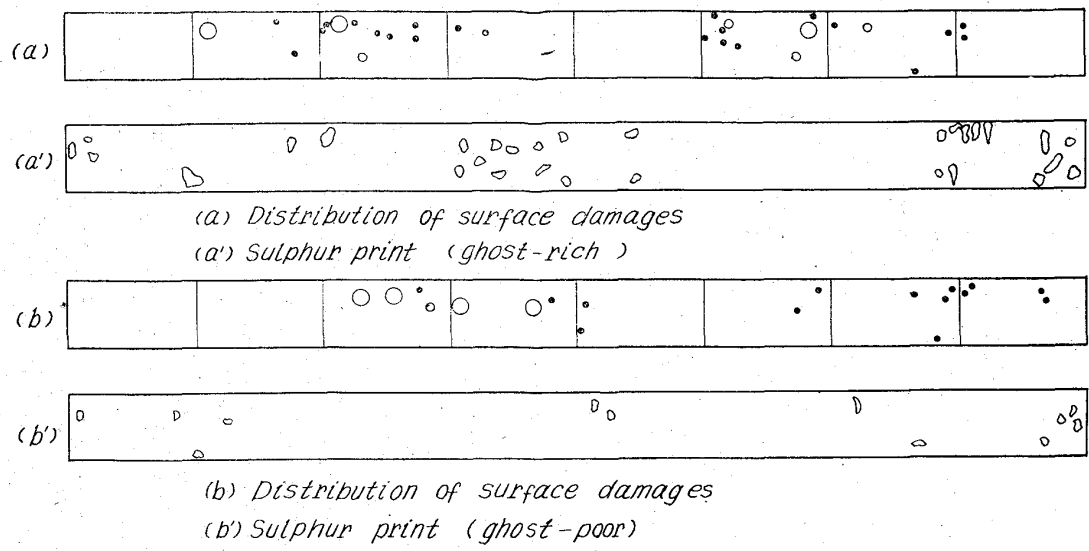


Fig. 3. Comparison of the positions where ghost spots are revealed and the positions where surface damages are caused.

Table 3. Relation between "Damage Index" and number of rolling contact : group A.

	R		2.0×10^5	2.4×10^5	2.8×10^5
	S				
Ghost-rich specimens	4		3.1	16.6	41.5
	5		2.4	11.8	33.3
	6		5.2	20.9	46.2
	9		2.2	9.0	19.4
	12		0.2	11.5	25.3
	15		6.1	18.0	16.8
	16		0	4.2	10.2
	17		23.6	21.7	40.2
	19		4.9	2.7	5.7
	20		0.2	3.4	15.7
	Mean		4.8	11.9	25.4
Ghost-poor specimens	1		0.5	9.0	13.1
	2		1.9	1.4	3.3
	3		0.9	2.2	6.8
	7		0.9	18.4	25.7
	10		4.5	4.6	7.9
	11		9.3	29.1	45.5
	13		23.3	43.6	79.5
	18		18.5	39.7	128.2
	Mean		7.5	18.5	38.8

R: Number of rolling contact.
 S: Number of specimen.

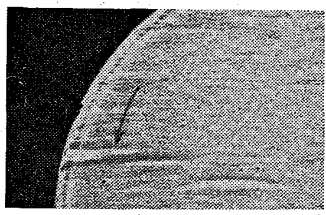


Photo. 1. Macro-etched pattern of cross-sectioned surface of tested specimen.

また鍛造によるフローが回転方向に流れていることが明りょうであり、この流動はマトリックスのみならずゴーストにもおよび、しかもゴーストが特に変形に強い抵抗を示すような痕跡は認められな

つた。この流動層は表面のクラックと関係があると考えられ、写真に示すようにクラックの進行方向と流動方向はよく一致している。これらについては、更に詳細な実験検討を要しよう。

4. 総括

鍛造フローおよびゴーストが転動による被害に与える影響について実験的に調べた結果次のことがわかった。

i) 試験片の表面疵の発生は鍛造フ

ローと関連があり、この材料については転動面が鍛造によるフローを直角に切る部分、すなわち赤道部分に多発する。

ii) この報告で注目されたようなゴーストは、その粗密の程度が試験片の表面疵の発生頻度に直接有意な影響をあたえるものではないこと、および個々の表面疵がゴースト部に選択的に生ずる傾向が認められないことが実験的に示された。

iii) 試験片転動面において塑性流動が認められ、表面疵の発生となんらかの関連があることが示唆された。

文 献

- 1) P. H. FRITH: J. Iron & Steel. Inst. (U. K.), 180 (1955), p. 26, 渡辺: 日本金属学会誌, 25 (1961), p. 506.
- 2) 例へば, 大内田: 機械学会誌, 58 (1955), p. 375.
- 3) 下田, 荒木田他: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 153
 下田, 荒木田, 工藤: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 155.

(139) 昇温時または冷却時の脱炭について

(バッチタイプ焼入炉における雰囲気調節—IV)
 大同製鋼, 中央研究試験所

保田 正文・○益本 茂

On Decarburization during Heating-up or Cooling-down.

(Atmosphere control in the batch type hardening furnace—IV)

Masabumi YASUDA and Shigeru MASUMOTO.

1. 緒言

エンドガス (endothermic gas) 雰囲気露点と炭素ポテンシャルとにおよぼすエンリッチの効果を扱った。この研究のシリーズの第2報において、所定の焼入

温度に達するまでの昇温中の浸炭は、雰囲気が相当に強力な浸炭性の場合でも比較的少なく、むしろ無視できるぐらいであるが、脱炭性の雰囲気の場合には予期し得なかつたほどの急速な脱炭が起つているのも認めて、後日報告することを付記しておいた。

一般にバッチ型の焼入炉においては、被熱物の装出入時に炉室内の雰囲気は、侵入した空気によつて容易に酸化され、もしパーキングが能率よく進行しないならば、被熱物の表面が所定の焼入温度に達した時期においても、雰囲気はなお所定の炭素ポテンシャルに恢復し得ないことが多い。このためとくに薄肉の部品には容易に脱炭が起るのではないかと考えられ、事実、若干の基礎試験や、実用炉における調査の結果、この現象が明らかに認められた。このための対策としては富化が一つの有効な方法ではあるが、その前にこの現象につき、少し詳しく調べておくことが望ましいと考えた。

浸炭、脱炭いずれにせよ反応の律速段階は鋼中の炭素の拡散と考えられているのであるから、上記のごとき差が生じたのは境界条件での何らかの差に主要原因があると考えられるはずである。この意味で本報では焼入とは直接に関係のない比較的徐冷した場合の現象や、無酸化焼入には一般に使用されていないエキソガス(exothermic gas)も使つて研究した。

なお、本研究において熱天秤を使用して各種の実験を行なつていながら、試片の著るしい脱炭減量後に再び重量増加の現象が認められ、試片は完全光輝状態であるのでこれは内部酸化現象が起つていのではないかと考えて、これについては別に報告することにして本報では付言する程度にしたい。

2. 実験方法と装置

第2報とほとんど同じ装置と方法とを用いた。熱天秤内に重量を精秤した清浄な試片を入れ、常温で真空パーキングの後、所定の雰囲気ガスを送つて完全にその雰囲気に置換させておく。ついで割型炉を使つて昇温させる。昇温時間は概して40~60minを主とし、ほかに2hrと5hrの場合もしらべた。処理後は送気のまま炉を開いて常温まで急速に冷却した。徐冷過程の実験では同じ雰囲気のまま約500°Cまで冷却し、以下は急冷した。

雰囲気ガスにはエンド、エキソ両ガスを使つた。いずれもプロパンを原料として、工業的な装置で条件を種々変化させて発生させたものである。

熱天秤による測定と平行して、小型の管状炉により、石英管内での実験も行ない、さらに工業的なバッチ型の焼入炉での実用試験も実施した。熱天秤による測定には、試料としてSPMD、S55CおよびSK5の肉厚0.1mmの炭素鋼帯から試片をとり、ほかに0.3mmφの極軟鋼線も使つた。管状炉および工業炉では上記試片のほかDSI(CSアーク溶接用鋼線)、SCM22、S50CおよびSK5などの丸棒状試片を使つた。試験の最高加熱温度は920、

900、850および700°Cとした。雰囲気ガスの分析や露点測定には、既報と同じようにオルザット、ヘンペル、ガスクロマトグラフ、ガス検知管、各種露点計などを用い、今回は一部に赤外の分光光度計も併用して正確を期した。

自記熱天秤における重量変化記録、処理前後の重量変化からの計算、炭素量分析、外観目視および顕微鏡などによつて結果を判定した。各重量変化測定、計算結果および炭素量分析結果間の精度は第2報に報告したように、試片表面にテンパカラーを生じたもの以外は満足すべき一致を示した。

3. 結 果

Fig. 1はSPMDの浸炭およびS55Cの脱炭の重量変化の熱天秤による測定結果例を示すが、S55Cの試片は比較的早く脱炭が進行しているが、SPMDの浸炭にはきわめて長時間を要し、このガスの850°Cでの平衡炭素量は約0.33%と推定されるが、この0.33% C線を軸とする、脱炭減量浸炭、増量両曲線は互いに対称形とはなっていないことが注目される。両試片の始めの炭素量とこの0.33%との差はいずれも約0.25%であり、また試片の形状寸法とも同じなのである。逆に同一の鋼を選び、雰囲気を変えて同じく測定した結果はFig. 2のごとくで、両曲線の形態には明らかに差が認められる。

さて、Fig. 3に示す各種雰囲気中での、高炭素鋼の脱炭あるいは極軟鋼の浸炭結果に見られるように、重量変化は約720~750°CすなわちほぼA₁点附近まではきわめて少なく、この温度から急に増加または減少している。昇温時間が長い場合もFig. 4に見られるように同じである。

このようにA₁変態点附近以上の温度範囲の昇温中に上記のような浸炭との進行に差が生ずるのはどのように説明すべきであろうか。これまでの実験の範囲ではまだ明確な説明を十分にできるまでに達しておらないが、境界条件になんらかの差があるとの考えで説明するならば、最終加熱温度における雰囲気炭素ポテンシャルは、

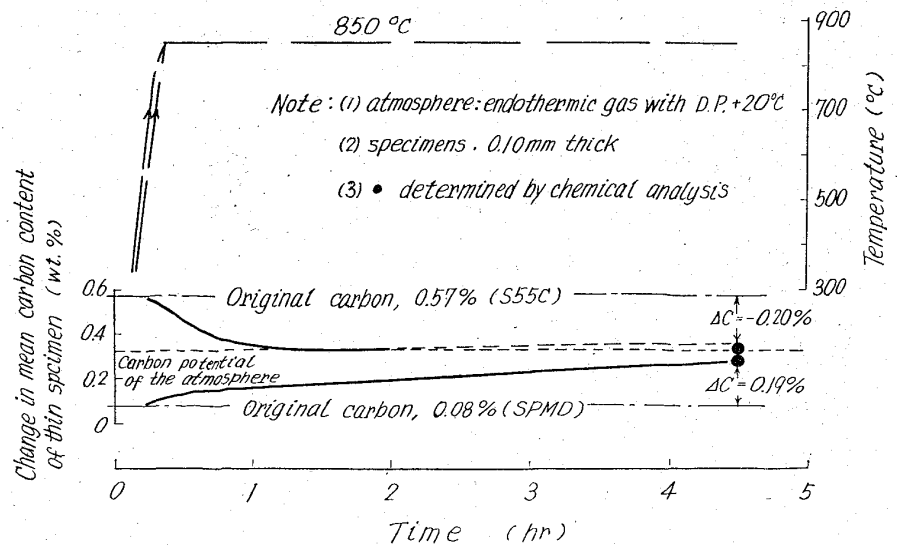


Fig. 1. An example showing the difference between the rate of carburization and decarburization.

低炭素鋼の炭素量と高炭素鋼のそれとの中間にあるとしても、それよりも低い昇温時の温度での試片の顕微鏡組織と雰囲気との相対的な炭素ポテンシャル関係の差が原因の一つとしてまず考えられる。

以上の実験は肉厚のきわめて薄い試片を用いた、いわば透過浸炭あるいは脱炭を扱かっているのであるが、肉厚の大きい、たとえば丸棒ではこのような顕著な現象はほとんどなく、かつ実用的な焼入炉では昇温時間も比較的短いので、少なくとも一般的にはさほど問題とはならないと思われる。また問題になるとすれば、第2報に示したように、わずかな富化操作で一応の解決はできる。

最後に内部酸化(仮称)の現象が認められたのでこれについて少し触れておきたい。Fig. 3にも示され、また典型的な例としては、Fig. 5のように光輝状態であるにもかかわらず、曲線から重量増加が認められ、この傾

向はエキソガスはもちろんエンドガスにでも、リーン組成のものほど顕著であつた。処理後の検鏡においても表層のとくに粒界に明らかに異常が認められ、雰囲気熱処理における一つの問題点となるのではないかと思われる。

4. 結 言

- 1) 焼入炉において、昇温中に雰囲気炭素が脱炭性の場合、きわめて薄い試片は容易に透過脱炭され、その速度は雰囲気炭素が浸炭性の場合よりも一般に大であった。
- 2) 浸炭の場合と同じく、脱炭反応は A₁ 変態点付近まではほとんど無視できるほど少なく、それ以後の温度範囲で急速となる。
- 3) 上記の現象は炭素ポテンシャルの低いガス雰囲気ほど顕著に起る。
- 4) 浸炭と脱炭とのこの速度差の原因は、まだ明確に説明できるに至っていないが、境界条件の差にあるのではないかと考えてその理由を考察した。
- 5) 冷却でも徐冷においては類似の現象が認められた。
- 6) 肉厚のある実用部品を実用焼入炉で熱処理するときには、薄試片による上記の試験にみられる結果ほどその現象は著しくはなく、少なくとも、一般的には重要問題とはならないと考えられる。
- 7) またかりに問題となるときでも、富化操作が一つの対策となり得る。
- 8) 以上により少なくとも中炭素鋼以上の焼入において、昇温中も雰囲気を強浸炭性にするほうが実用上望ましいと考える。
- 9) この研究において、内部酸化(仮称)ではないかと思われる現象を認め、これについて付言した。

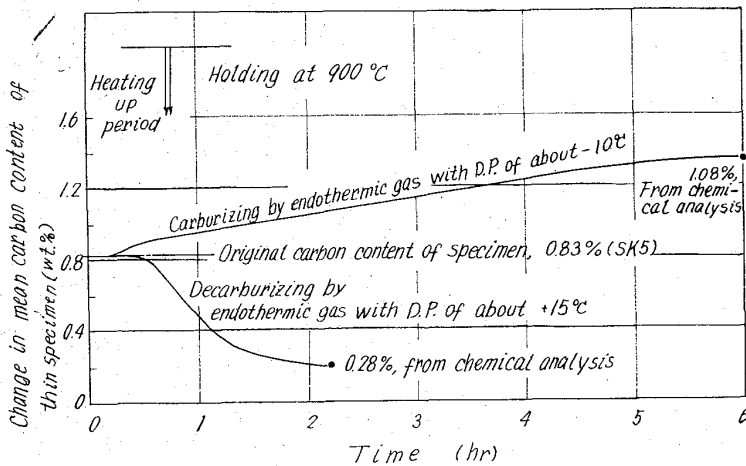


Fig. 2. An example showing the difference between the rate of carburization and decarburization.

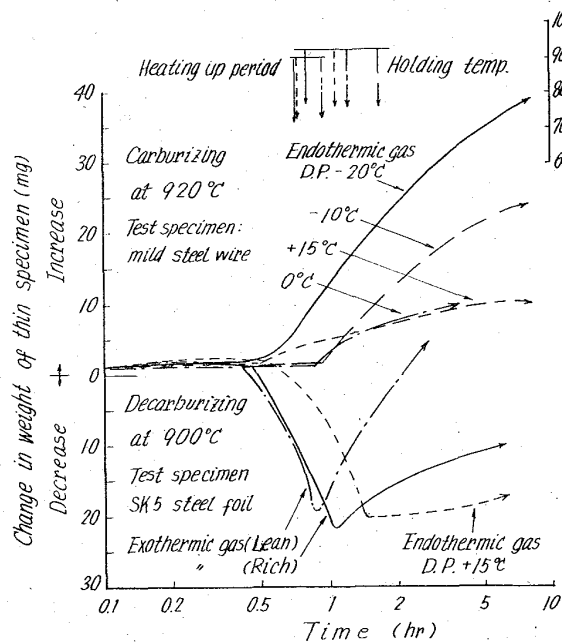


Fig. 3. Weight-change curves recorded by thermobalance when carburizing or decarburizing thin specimens.

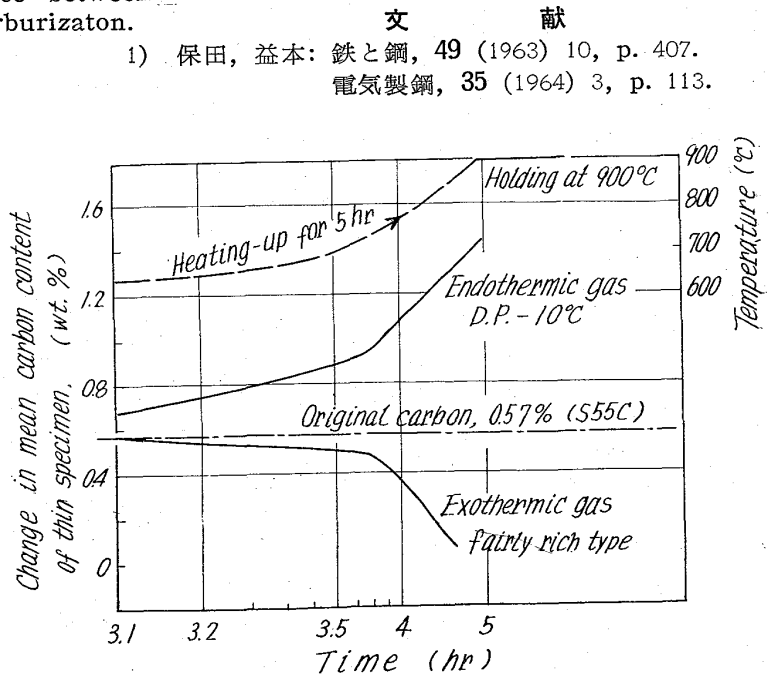


Fig. 4. An example showing the weight-change during slow-heating to the holding temperature.

文 献

- 1) 保田, 益本: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 407.
電気製鋼, 35 (1964) 3, p. 113.

620.189:669.14: 548.4:620.172.2)

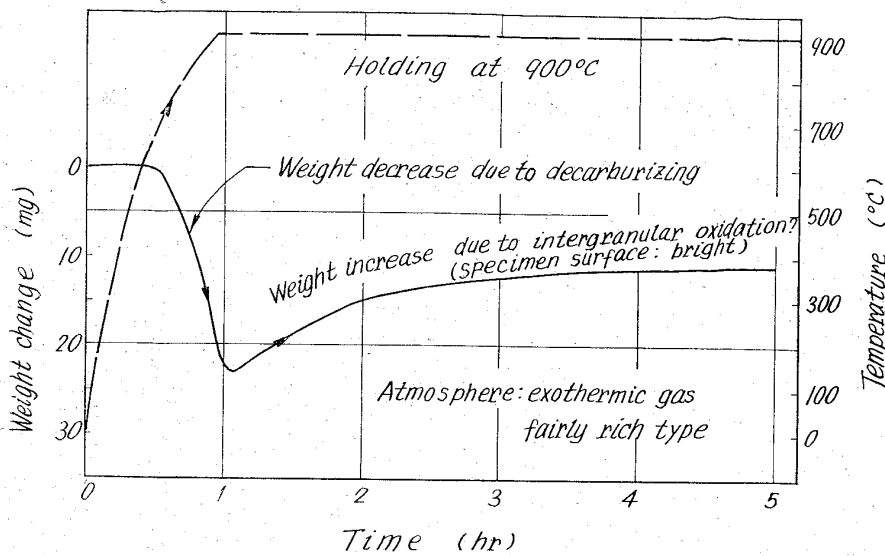


Fig. 5. Typical curve showing the weight-increase observed after decarburization.

Mo, P. R. SWANN³⁾はCuはついて等、非鉄金属の引張変形について透過電子顕微鏡を用いていろいろな実験がなされている。鉄では種田等⁴⁾、その他わずかの研究者によつてなされているだけである。しかしそれらの研究はすべて大きい塑性変後の観察で、いわゆる弾性挙動を示す場合の研究は少ないようである。疲労強度を問題にする時は弾性挙動を示す応力の場合が多いので、著者らは降伏点以下の荷重附加の場合の転位挙動についても観密を行なつたのでここに報告する。

2. 試料および実験方法

2.1 試料

本実験に用いた試料は冷間圧延を施した0.32mmの低炭素鋼板で、その化学成分およびその機械的性質は、Table 1に示す通りである。

この鋼板は焼なまし後1%程度の調質圧延が施されているので、実験室において750°Cで2hr真空焼なましを行なつて試料とした。このまま透過電子顕微鏡観察すると、散在するわずかな転位ループが観察されるだけであつた。

2.2 引張荷重附与

試料の鋼板よりJIS5号引張試験片を取り出し5tアムスラー式引張試験機でいろいろの荷重を与えた。荷重-伸び曲線はX-Yレコーダーにより記録せしめた。伸びは図より読み取つたが、降伏点以下の応力を与えた場合の伸びは読み取るのが困難なため、鋼板の弾性率を内部摩擦測定装置により測定し、応力と弾性率より計算で求めた。

2.3 透過電子顕微鏡観察

引張荷重を与えた試験片の平行部より、25mm×35mmの板を切り出して、両面中央部20mm×20mmの面積を除く他の部分にポリスチレン樹脂を塗布した。この試片を液組成、フッ化水素：過酸化水素：水が1:16:2の溶液中で約150秒間腐蝕研磨を行なつた。ポリスチレンの溶液樹脂を塗布した部分はほとんどおかさねず、塗布していない部分は均一な厚さに腐蝕を受け、50~100μ程度の厚さとなつた。なお試料表面は光沢を有した面で、腐蝕されていない周囲の厚い部分は、水洗の場

Table 1. Chemical contents and mechanical properties of specimen.

Chemical content (wt.%)				
C	Si	Mn	P	S
0.08	0.01	0.32	0.008	0.013
Yield point			17.4 kg/mm ²	
Tensile strength			28.2 kg/mm ²	
Elongation			7.4%	
Young's modulus			20500 kg/mm ²	

(140) 低炭素鋼における引張荷重下の転位挙動に関する電子顕微鏡観察 (鋼材の疲労に関する研究—I)

富士製鉄, 広畑製鉄所研究所

工博 中西 昭一・武政 明雄
○土師 利昭

Some Electronmicroscopic Observations of Dislocations in Low Carbon Mild Steels under Tension.

(A study of fatigue properties in steels—I)

Dr. Syōichi NAKANISHI, Akio TAKEMASA and Toshiaki HAZE.

1. 緒言

最近鋼材の強度の上昇はめざましいもので、とくに構造用鋼では200kg/mm²の引張強さを有する超高張力鋼が出現してきた。これらはすべて合金元素の検討ならびに熱処理技術の高度な発展によつて達成されたものである。しかし今後、増々強度を上昇させるためには根本的な強度の解明が必要である。鉄鋼材料の強度に関する研究はいままでにかなり多数行なわれている。とくに巨視的な立場での研究は多いが、微視的な立場での研究は少ないようである。微視的な研究の手段として透過電子顕微鏡観察が多く使用され始めた。

現在一般に使用されている高張力鋼は引張強さおよび降伏点は高くなるが、疲労強度は前者ほど高くならない欠点を有している。そこで著者らは疲労強度に関する微視的研究手段として透過電子顕微鏡観察を行なつた。

まず最初に予備実験として、合金元素が無く、焼入焼戻しのような熱処理を行なっていない低炭素鋼板に引張荷重を与えた時、転位がどのようになるか電子顕微鏡で観察した。

今までに H. G. F. WILSDORF¹⁾はAl, 辛島ら²⁾は