

Photo. 2. Nonmetallic slag inclusions in low-carbon steel.

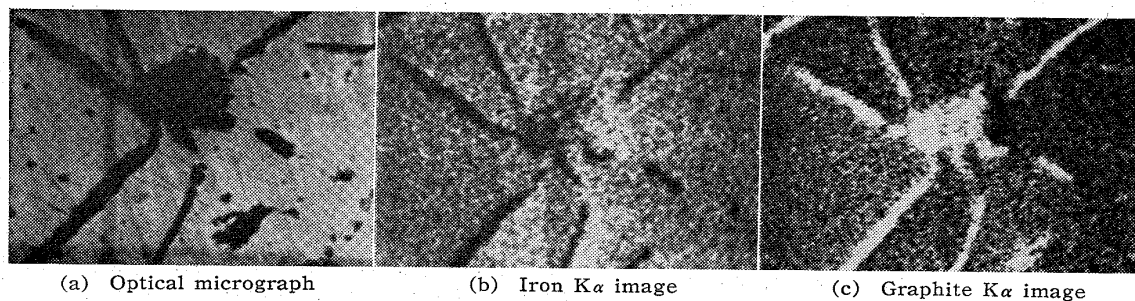


Photo. 3. Graphite in a cast iron sample.

従来X線マイクロアナライザーは軽元素の測定は非常に困難であり、分析可能な範囲は Mg~U までであったが、軟X線の検出に特別な配慮がなされ成功したものである。すなわちカウンターは PR ガスを用いたフローカウンターで、X線の窓は厚さ 0.5 $\mu$  のポリカーボネートを用い、カウンターの印加電圧を適当に撰んで炭素以外の入力パルス全部飽和させて測定した。なおこの場合ゴニオメーターは使用せず、パルスハイツアナライザーのみによつて分けられる。ここで問題にされることは純粋に近い炭素の検出は可能となつたが、冶金学で必要なカーバイトの検出にはいまだ成功してゐなく、今後の研究課題となるものとする。

IV. 結 言

数例でしか説明できなかつたが、しかしながらこの装置は冶金学での応用において非常に広い分野をもつてゐることは明らかである。分析能力は全然別にしても、とにかく試料 1 $\mu$ g の部分に対して新しい情報を与えてくれ、しかも光学的光相学と非常によく対応するものである。これだけでも冶金研究にたずさわるものにとつて有意義なことである。また炭素の検出の可能性が生じた現在、その利用範囲はさらに増大するものと期待される。

(123) 冷間圧造用線材の球状化焼なましについて

(球状化に必要な適正温度および時間)

東京工業大学 山本 晃  
 工博 横山 均次・工博 山本 晃  
 ○山本 襄

Annealing for Spheroidization of Wire Rods for Cold Forming.

(Adequate annealing-temperature and time for spheroidization)

Dr. Kinji YOKOYAMA, Dr. Akira YAMAMOTO and Jyo YAMAMOTO

I. 緒 言

冷間圧造用線材の球状化焼なましとその効果についてはすでに発表した<sup>1)2)</sup>。これらの研究においては球状化に必要な温度と時間について概ね適正と思われる値または線引工場で現場的に実施しうるものが選ばれている。

本報告は前報と同じく中強度冷間圧造ボルトに用いられる炭素鋼線材を用い、焼なましの温度および時間を球状化に不適と思われる範囲まで拡大した熱処理を行ない、それらの組織、機械的性質および圧縮試験における割れ疵の発生との関係をしらべ、工場において球状化焼なましを行なおうとするさい、無駄な加熱を避け、合理的な球状化焼なまし方法を確立する基礎資料をうることを目的として行なつたものである。

II. 試料および実験方法

実験に用いた試料線材は 8mm φ ワイヤロッド (K社製, コイル径 1.2 m, 重量 180 kg) で, その化学組成などは次のようである.

C	Si	Mn	P
0.36%	0.29%	0.64%	0.022%
S	Cu	Ni	Cr
0.028%	0.09%	0.05%	0.08%

加熱変態: 750°~810°C, 冷却変態: 765°~686°C.

試料線材の焼なまし処理を行なうに先立ち, つぎの3種類の前処理を行なった. すなわち

I) 900°C×2h, 油冷してほぼ均一なマルテンサイト組織とする.

II) 900°C×2h, 空冷してフェライト+ソルビタイト+パーライト組織とする.

III) 900°C×2h, 炉冷してフェライト+縞状パーライト組織とする.

以上いずれも 35kW マツフル形電気炉により, 350×350×150mm の鉄箱中に, 線材表皮の酸化脱炭を防止するためのドライ粉および砂とともに充填して加熱を行なった.

このように前処理を行なった試料のおのこのについて, 内径 100mm φ×長さ 800mm の管状電気炉を用いて, 次のA, B 2通りの焼なまし処理を行なった. す

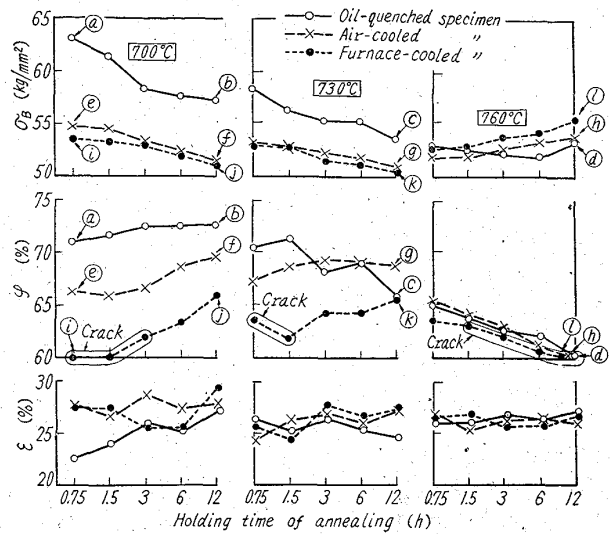


Fig. 1. Mechanical properties of wire rods heat-treated at various temperatures and during different hours of holding and the appearance of crack flaw in compression test.

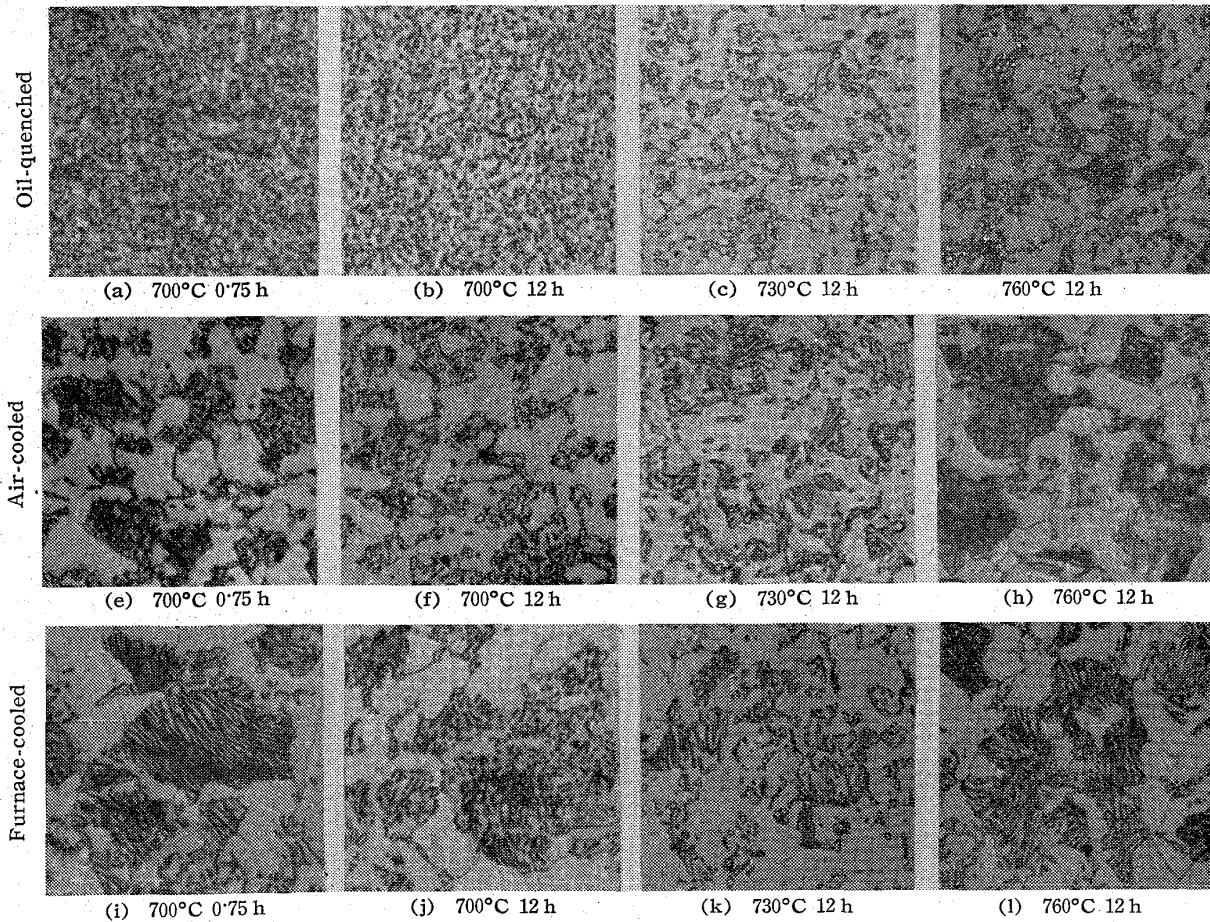


Photo. 1. Structure of heat-treated wire rods.

×500 (1/1)

なわち

A) 700°C, 730°C, 760°C の温度で 0.75, 1.5, 3, 6, 12h 保持した後, 650°C までを 1°C/mn で冷却しその後を炉冷する。

B) 720°C ± 30°C の温度に 0.75h ずつ 1 回, 2 回, 3 回の加熱冷却を繰返した後, 650°C までを 1°C/mn で冷却しその後を炉冷する。

以上のようないろいろの条件で焼なまし処理を行なった試料線材について組織,  $H_{RB}$  硬さをしらべ, また 6 mm φ に旋削仕上げを行なった後引張試験 (試験片 L=8D) および圧縮試験 (35 t アムスラー万能試験機, 試験片 H=2.4D, 圧縮率 80~85% で割れ疵発生の有無をしらべる) を行なった。

### III. 実験結果および考察

前記 A) の焼なまし処理を行なった試料線材の機械的性質 (引張強さ  $\sigma_B$ , 絞り  $\psi$  および伸び  $\epsilon$ ) および圧縮試験の結果を Fig. 1 に示す。図中 Crack と書いて実線で囲んだ試料は圧縮試験の結果圧縮の方向に対して 45° の角度に走る明瞭な割れ疵が発生したことを示す。また図中 (a), (b), (c)……(l) と記して試料の組織を Photo. 1 に示す。

いま前処理 I の油冷した試料について焼なましの温度と時間との効果を説明すると, 700°C で 0.75h 加熱したものは Photo. 1(a) のように微細な球状セメンタイトの組織になっているが, 油冷による効果が残っていて Fig. 1 に示すように引張強さはかなり高い。焼なまし時間が長くなるとともにこの油冷のときの効果が消失して引張強さ (および硬さ) が下がってくる。しかし (a) の状態ではほぼ一様に分布した炭化物の球状化がさらに進行するため絞りと伸びは次第に大となる。(b) の状態に至って球状化が一応完成する。温度を 730°C に上げて焼なましを行なうと時間とともに軟化はいよいよ進行するが, 今度は (c) のようにセメンタイト粒の凝集が行なわれている。伸びの値には大きな変化はないが絞りの値がこれに対応して低下しているのは上述のセメンタイト粒の凝集によるものと思われる。さらに温度を 760°C に上げて焼なましを行なうと, 軟化による引張強さの低下, 絞りの低下は依然つづけられるが 12h 程度の焼なましを行なったものでは長時間の保持によつてフェライトが分離しパーライトを生成するに至る。この状態が (d) であつて, 引張強さがやや上昇している。

つぎに前処理 II, III により空冷または炉冷した試料についてみるに, 油冷試料に比べて引張強さ, 絞りはともに低い。700°C の長時間加熱によつてパーライト部分のセメンタイトの球状化が (e), (i)→(f), (j) と進むにつれて軟化による引張強さの低下と絞りの上昇はやはり起る。これは 730°C の加熱においても同様に続行され, (g), (k) のような組織になる。しかし 760°C における焼なましでは短時間の保持においてすでにセメンタイト粒の凝集が行なわれ, これがパーライトの生成へと移行するにつれて引張強さの上昇と絞り値の低下が進み, 12h の保持によりついに (h), (l) のようなパーライトが生成される。以上のように組織と対応して引張強さと絞りの値が明らかな変化を示しているが, 伸びの値は油冷, 700°C 焼なましの場合以外はほとんど目立つた変

化は示さない。

つぎに, 圧縮試験による割れ疵の発生は Fig. 1 に見られるように, 明らかにフェライト+パーライトに分離し, かつその炭化物の球状化が十分でない組織をもつ試料において起り, いづれにしても引張強さにかかわらず絞りの値の低いものが割れている。しかし, 絞りの値だけが割れ疵の発生限界を定めるとはいい難く, 油冷材は 61%, 空冷材は 62%, 炉冷材は 64% となつており, 炉冷材が割れやすい。

最後に B) の焼なまし処理のものについては 720°C ± 30°C の加熱冷却を 1 回, 2 回, 3 回と繰返すにしたがつて, 油冷, 空冷, 炉冷材とも引張強さ, 硬さはセメンタイト粒の球状化と凝集によつて低下し, 絞りと伸びは上昇するがその変化は小さく, いづれにしても引張強さ 50~54 kg/mm<sup>2</sup>, 絞り 66~69%, 伸び 26~30% 程度で, 圧縮試験における割れ疵は全試料にわたつて発生しない。

### IV. 結 言

以上の実験結果から冷間圧縮用炭素鋼線機の球状化焼なましにさいしては, 前処理および焼なましの温度および時間が相関連して影響し, 高温に長時間保持するとかえつて有害であり適正な範囲があること, 冷間圧縮加工における割れ疵の発生は伸びよりも絞りの値とよく対応すること, 油冷の前処理を行なうことによつて比較的低温短時間の焼なましにもかかわらず冷間圧縮に対して割れ疵の発生に極めて安全な, しかも高強度のボルト材料をうる事が可能であることなどが明らかになつた。

### 文 献

- 1) 横山, 山本(晃): 日本機械学会誌 (創立 60 周年記念特集号, 技術論文) 60 (1957), No. 465, 1080~1085.
- 2) 横山, 山本(晃), 杉田: 鉄と鋼, 47 (1961), No. 3, 432~435.

621.785.6/9:669.131.7  
No. 62/24

### (124) ダクタイル鑄鉄の熱処理

神戸鑄鉄所 1.553~556

堀田正之・○藤井保明・菅田 宏

### Heat Treatment of Ductile Iron.

Masayuki Hotta, Yasuaki Hujii and Hiroshi Honda.

### I. 結 言

鋼においては長年の経験と数多くの研究から系統立つて熱処理が実用化されている。しかるに鑄鉄においては, その材質本来の性質のため一部に限られ余り利用されて来なかつた。しかし数年来, 鑄鉄の材質の改良と共に熱処理の応用範囲が拡まり, 特に DCI においてはその効果の大きいことが多数報告されている。

当社においても, インゴットケース, ロールを初め機械部品を DCI 材質で数多く製造して来たが, さらにこれに熱処理を加えることにより, 機械部品, ロールの耐磨性強靱性を向上することが研究室的に確認されている。

今回はダクタイルの強靱性の向上を目的として, 化学