

でトルクが減少して行く。ゼンマイのトルクの値として例えば \overline{OB} 又は 3 回捲戻した時のトルクの値をとることも出来る。又は日捲時計の規格では 30 時間時計が動いていなければならないので、30 時間以上、ここでは 36 時間までも充分なるトルクを持つように 1 回もどるのに 6 時間かかるので 6 回捲戻したとき即ち 36 時間後の \square BDEO の面積(エネルギー)を持つて、そのゼンマイのトルクの比較値とした。この面積と第 5 圖(a)の S なるスプリングの伸びとの関係を求めると第 5 圖(c)の如き比例関係を示す。上述の簡易トルク試験装置を用いて 3 種の熱処理方式によるトルク試験を行った。その結果を第 4 圖と第 2 表に示す。油焼入焼戻処理とマルテンパー処理とも焼戻し温度の上昇と共にトルク値が低下し 350°C 以上の温度に焼戻すると急に低下する。油焼入焼戻処理の方がマルテンパー処理に比して各温度にてトルクの値が高い。オーステンパー処理では他の処理に比して各反応温度に比して悪い。

IV. 結 論

硬度、抗張力試験に於てオーステンパー処理は他の処理に比し各反応温度で低い値を示す。又マルテンパー處

理は油焼入焼戻処理よりも高い値を示すが、硬度試験では著しい差異はみとめられない。延伸率は抗張力と反對の傾向を示す。簡易トルク試験では油焼入焼戻処理が他の処理に比し各種焼戻温度に於て高目の値を示す。疲労破断試験ではオーステンパー処理を施せばもつともよく次にマルテンパー処理で油焼入焼戻処理がもつとも低い値をとる。以上の実験結果を總括して時計ゼンマイに於いてトルクを必要とする時は油焼入焼戻処理がもつともよく、850°C から油焼入して 350°C で焼戻しをすることが好ましい。トルクは時計ゼンマイの寸法にて補つて疲労に強いゼンマイを必要とする時はマルテンパー処理を行い焼戻温度を 300°~350°C の間にすることが良い。オーステンパー処理は疲労には良いがトルクが充分出ない缺點がある。終りに本実験遂行にあたり終始熱心な助力を寄せられた太田正之氏、櫻井好正氏、矢口剛君に深く感謝の意を表する次第である。(昭和 25 年 10 月寄稿)

文 献

- 1) Arthur C. Forsyth & Roland P. Carreker, Metal Progress, 54 (1948) 683.
- 2) E. S. Darven Port, E. L. Reff & E. C. Bain Trans. A. S. M., 22 (1934) 287.

鋼の高温度に於ける諸變化に及ぼす超音波の影響

(昭和 25 年 4 月本會講演大會に於て講演)

田中 清治・吉田 高明・高木甲子雄

EFFECT OF SUPERSONIC WAVES ON VARIOUS CHANGES OF STEEL AT HIGH TEMPERATURE

Seiji Tanaka, Dr. Ing., Takaaki Yoshida and Kineo Takagi

Synopsis:

Effect of supersonic waves on the various changes of steel was studied at high temperatures. The specimens used in the experiments were 1.2% carbon steel strip and the supersonic waves of 100 K.C. were propagated by the magnetostriction vibrator from one end of the specimen to the other which was put into the electric furnace and heated to temperatures required.

The results obtained were as follows.

- (1) It was found in the thermal analysis that transformation was remarkably accelerated.
- (2) Some spots of troostite were found in martensite layer at almost fixed places, grain growth was not uniform, and the so called mixed grain structure was obtained. The phenomena were probably caused by interference of the supersonic waves.
- (3) The distribution of cementite was not uniform and coagurated in grain boundaries or other parts.
- (4) Oxydation and decarburization in air at high temperature was remarkably accelerated.

I. 緒 言

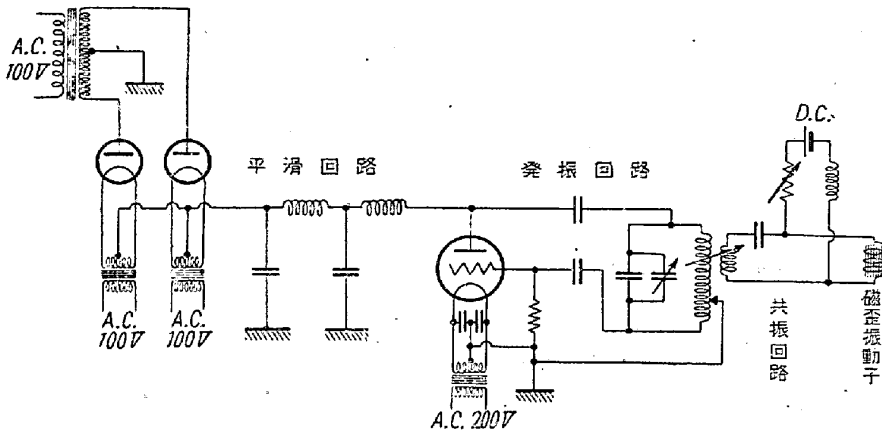
従来は超音波強度の小なる爲に主として音波の極限としての物理的特性を利用して一部の音響物理學者の注意を引く程度であつたが、真空管發振と水晶の壓電効果を利用するに及びその強度に於て桁違ひの強い 10W/cm² に達しその應用範圍も廣くなり、冶金工業にも利用される様になり力としての方面の利用も開かれた。

本研究は磁歪振動子によつて 50W/cm² 強度の超音波を用いて銅の變態點、焼入効果、粒子の成長、セメントタイトの粒狀化、脱炭酸化等の諸現象に及ぼす超音波の影響を實驗した結果である。

II. 實驗裝置

(1) 超音波發生裝置

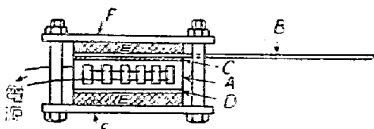
真空管に依る高周波電流發生裝置と磁歪振動子に依る共振及び超音波發生部とよりなり第1圖の如き回路である。



第 1 圖

(2) 超音波傳達裝置

試片に直接に超音波を傳達するために第2圖に示す如き方法を用いた、



第 2 圖

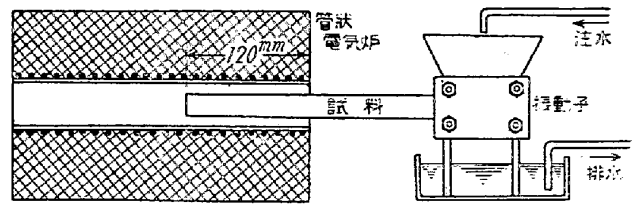
振動子 (A) の一面に錫箔 (C) を置き其の上に試料 (B) の一端をつけ、振動子の他の面は鐵板 (D) をつけて上下よりゴム (E) 及び鐵板 (F) を以ておさえボルトにてしめて固定させる。

以上の如くすることに依りて振動子の面と試料の表面

の仕上げ状態に依りて直接か或は錫箔を通して超音波が傳達される。然るときは

$$\text{境界反射率 } R = \frac{(\sigma_1 V_1 - \sigma_2 V_2)^2}{(\sigma_1 V_1 + \sigma_2 V_2)^2}$$

σ, V は夫々物質の密度及び音速を表わし、 $R=12\%$ となる。勿論これは理想の値でこれよりは悪くなる。然し乍ら油を媒介とした時の 88% よりは、はるかに良いと認めた。



第 3 圖

振動子の發熱に對しては第3圖の如く試料を固定した兩鐵板の間に、底の穴が丁度振動子の電線の穴に一致する様な漏斗を造り、上より水をし流し振動子を冷却し排水した。此の如くして最高 40°C 以下に保つた。

焼入れの如き短い時間には冷却せず用了。

III. 實驗試料及び實驗方法

成分	C	Si	Mn	P
%	1.21	0.41	0.44	0.023
	S	Cr	Ni	
	0.005	0.14	0.005	

の如きばね鋼材で熱間壓延により

厚さ 2.0mm 迄壓延し、これを焼鈍し冷間にて 1.8mm 迄壓延後 680°C にて鈍したものである。

組織はフェライト地に球狀セメントタイトが一様に分布せるもので、之を燒準化する爲に各實驗の度に 1000°C に 15 分間保持した後 650°C 迄約 30 分にて爐冷し、パーライト地に粒界にセメントタイトのある組織として各實驗に供した。

試料の大きさは巾 20mm、厚さ 1.8mm、長さ 270mm の薄板とした。

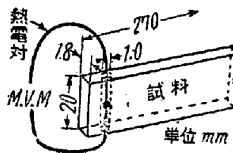
實驗は一端を振動子に固定せしめ、他端を管状電気爐中に入れて、加熱、保温、冷却を行い、又焼入の場合には振動子を取りつけた儘一端を急冷した。

試験片は細長い板にて一端は爐中にあるも他端は爐外

にある爲に試片の温度は常に或る勾配を持つ故、超音波を傳達し乍ら行つた場合と然らざる場合は全く同一條件にて實驗して比較した。

温度測定はアルメル-クロメル熱電對を試料の先端より5mmの處に固着せしめて計つた。

熱分析の時は特に第4圖の如くに白金-白金ロヂウム熱電對を試片中に通して中心部の温度を測定した。

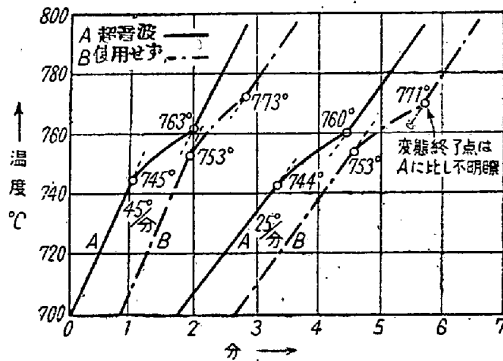


第4圖

以下の記述に於ては超音波を傳へて行つた場合をAとし、使用せざる場合をBの如く略して記す。

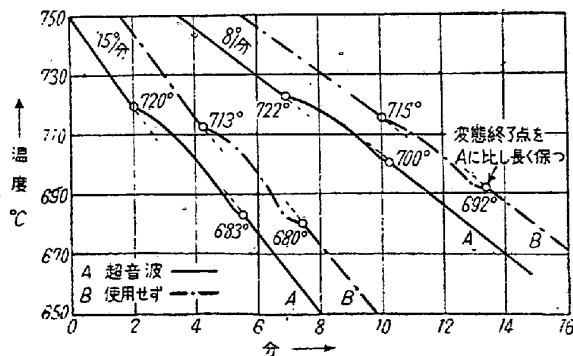
IV. 熱分析實驗

熱分析を行い次の如き曲線を得た。



第5圖 加熱曲線

第5圖は加熱曲線、第6圖は冷却曲線である。



第6圖 冷却曲線

曲線より變態温度を求めれば、第1表及第2表の如く

である。

第1表 加熱の場合

	加熱速度	變態開始	變態終了	變態温度範圍
A	45°/min	745°	763°	17°
B	"	753°	773°	20°
A	25°/min	744°	760°	16°
B	"	753°	771°	18°

第2表 冷却の場合

	冷却速度	變態開始	變態終了	變態温度範圍
A	15°/min	720°	683°	37°
B	"	713°	680°	33°
A	8°/min	722°	795°	27°
B	"	715°	792°	23°

以上より超音波を傳達して加熱、冷却すると變態開始及び終了は何れも早く始まることわかる。

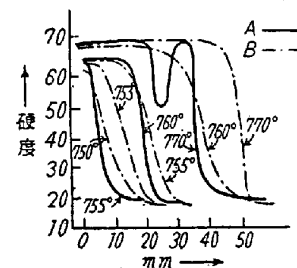
V. 焼入實驗

前記の如き方法で試料を750~770°Cに一定速度にて加熱し、夫々の實驗温度に40分間保持し焼入を行つた。超音波を傳達せしめる場合には實驗温度に達してより焼入終了迄用いた。焼入液は油を用いた。

(1) 焼きが入つた長さの比較

試料の長さの方向に折斷してその破面により焼きの入つた部分が明瞭に認められ、又硬度の急變化及び組織により測定される。

各温度から焼入れた場合の試料端から長さの方向の硬度(Rc)の變化は第7圖の如くである。



第7圖

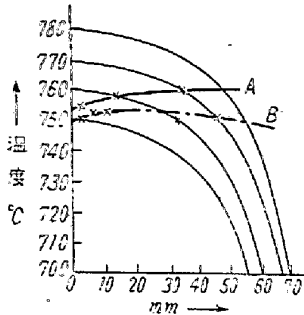
各焼入温度に於ける焼きの入つた部分の長さを比較すると第3表の如くである。

第3表

焼入温度	770°	760°	755°	754°	753°	750°
A (超音波)	35mm	14mm	2mm	1mm	0	0
B (普通)	46mm	34mm	14mm	11mm	7mm	2mm

上表から超音波を使用して焼入れた場合は、焼きが入りにくくなつて居る。

試料の長さの方向に於ける温度分布と臨界温度との關係を求めれば第8圖の如くなる。



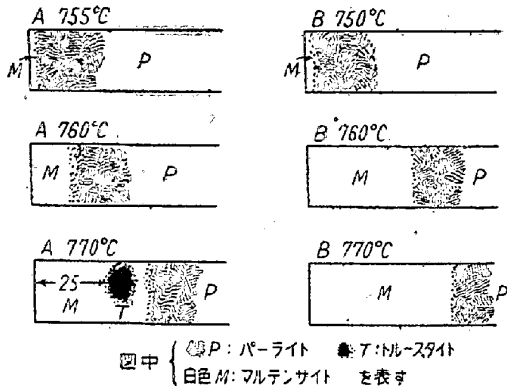
第8圖

〔圖中細線は各温度に保つた場合の試料の温度分布、太線はその上部ではマルテンサイト、その下部ではパーライトになる温度を示す。

〔寫眞第1はマルテンサイトとパーライトの境界の組織でトルースタイトは僅かに存在するのみである。

(2) 焼入部の組織の比較

焼入組織の分布は第9圖の如くである。



第9圖組織分布

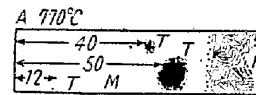
圖中B即ち普通の焼入れでは焼入温度に關せず組織の變化は同じであつて、焼入温度が高くなるとマルテンサイトの部分が長くなる。

超音波を傳へたるAの場合には各焼入温度に於て異つて居る。

755°C ではBと同じであるが、760°C になるとマルテンサイトとパーライトの間にトルースタイトの量が少し増して居る。770°C に於てはBと大部異なり、マルテンサイト中にトルースタイトの部分が出現した。これは腐蝕後に於て充分肉眼で觀察された。このトルースタイトの部分は常に第9圖に示した様な位置に現れ、完全にトルースタイトのみであり、その前後はマルテンサイト

中に僅か混在して急激に無くなつて居る。この變化は770°C 附近に於てのみ現れ温度が夫より高くなつても低くなつても不明瞭となる。

電氣爐中にある試料の長さを120mmより150mmとして均一温度を示す先端の長さを30mm増した場合に於て、760°C では前と殆んど變りないが、770°C の場合は第10圖の如くにトルースタイトは現れた。又大



第10圖

きなトルースタイトとパーライトの間が接近し、このトルースタイトの中心に僅か乍らパーライトの存在を認めた。

寫眞2, 3は之の部分の組織を示し、寫眞2は粒子による違ひ、寫眞3は同一粒子内の相違を示す。

VI. 粒度に對する影響

Acm 線と A₁ 線との間の温度に40分間保持し焼入して粒度の變化に就ての影響を調べて見た。

判定には粒の大きさの測定は學振法の附圖に依り、粒の境界は遊離セメントの存在によりて求めた。

次に粒度とその占める面積の百分率(%)の關係を示す。

第4表

試料温度 粒度番號	A (超音波)			B (普通)		
	760°	770°	850°	760°	770°	850°
3	40%	30%				
4	10	30	50%			
5	40	10	20	50%	60%	60%
6		20	20	30	20	20
7	10			20	20	10
8			5			10
9		10	5			
平均粒度	4.3	4.7	5.0	5.7	5.6	5.7

第4表は完全にマルテンサイト組織の部分の粒度である。

B試料に就ては大略皆同じ傾向であるが、A試料に於ては種々異つた粒度のものが混在して居る所謂混晶となつた。又粒度に於てもB試料と異つて居る。

第5表は焼きの入りぬパーライト組織の部分の粒度を示す。之の場合B試料に於ては第4表の結果と大差はないがA試料にては異つて居る。

次に第10圖に示したA試料の焼入部に於ける組織の變

化に就て見れば第6表の如くである。

第5表

平均 粒度	試料 A (超音波)			試料 B (普通)		
	760°	770°	850°	760°	770°	850°
3	20%	20%				
4	40	40	40%			
5	20	10	20	10%	50%	60%
6	10		20	50	40	20
7		10	10	30	10	20
8	10	10	10	10		
9		10				
平均粒度	4.6	5.1	5.3	5.4	5.6	5.6

第6表

組織 粒度	組織				
	M	M+T	T	T+P	P
3	30%	50%	70%		30%
4	30			40%	30
5	10	20		30	10
6	20		20	20	20
7		20			
8					
9	10	10	10	10	10
平均粒度	4.7	4.8	4.2	5.2	4.7

表中Mはマルテンサイト組織部、Tはトルースタイト組織部、Pはパーライト組織部。

之より完全にトルースタイト組織に變つた處はその粒度に於ても變化が見られる。

寫眞4はこの組織の一例を示す。

VII. セメントタイトの分布に就て

定性的に次の事が觀察された。

- (1) 或る大きさの塊状になつて處々に存在して居る。
- (2) 針状セメントタイトはない。
- (3) 粒界のセメントタイトも球状化して居る。

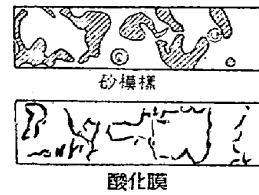
寫眞1~5により以上の事がよく認められる。

VIII. 表面酸化の状態

普通の熱処理の方法に依る時は大體一樣な酸化膜にて覆はれて居るけれども、超音波を傳達して行つた場合には振動子と接觸せる面にては變化なきも他の側の面では種々の複雑なるしわの模様を呈する。

その一例を上げれば第11圖の如くである。

上圖は實驗前に常溫で砂をのせて砂模様を取つたもので、圖の斜線の部分に砂が集る。此處に於ては僅かしか動かないが、白色部にては寸時にして移動してなくなる。



第11圖。

又矢印の處は活潑な圓運動を常に行つて居る。

下圖は770°Cにて實驗した酸化膜にて黒い部は山の様に突き出て居り白色部は一樣な面をなす。

この兩者は試料の温度が非常に異なる爲に模様を比較することは出来ないが、酸化膜が出来る時或は出来た被膜が超音波の影響を受けたことが肯れる。

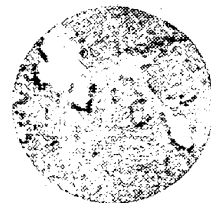
IX. 脱炭狀況

組織より脱炭層をしらべて見た。主としてフェライトの存在する巾及び形を比較した。

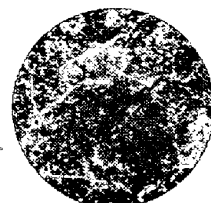
B試料の場合には表面にフェライトの粒子があり内部に向うに従つて順次に少くなり消失して居る。然しA試料に於ては表面でも處々全然フェライトを認められない處があり、又脱炭されて居る部分は表面に大きなフェライトの塊があり次に急に細かいフェライトになつて居る。

フェライトの存在する巾は超音波を傳達したAの方が少い。又フェライトの形もB試料にくらべて單純化して居り、大きさも大體一樣で急に消失して居る。

以上の事から超音波に依り炭素の擴散が著しく促進された部分は見掛上脱炭が見られないが、比較的促進されない部分は脱炭されてフェライトが現れたものと考えられる。全體として炭素の擴散が促進される結果フェライトの層が狭い。



寫眞1. ×1500 (1/3縮少) A=1.25



寫眞2. ×1000 (1/3縮少) A=1.25



写真 3. $\times 1000$ (1/3縮少) $A=1.25$

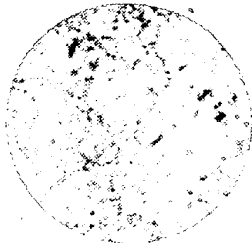


写真 4. $\times 200$ (1/3縮少) $A=0.4$

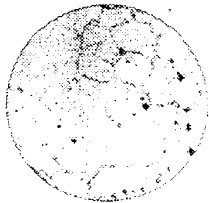


写真 5. $\times 200$ (1/3縮少) $A=0.4$

結 言

以上の結果を要約すれば次の如くである。

(1) 熱分析に於ける變態は促進され加熱の變態温度範圍は狭くなる。

(2) 焼入實驗に於ては超音波を傳達して焼入れた場合にはマルテンサイトの部分に明瞭な塊状のトルースタイトが部分的に定つた位置に現われる。マルテンサイトとトルースタイトの混在組織はほとんど存在しない。

(3) 超音波は粒子成長を促進する、又部分的による粒度の相違が甚だしく粒子も大小が極端なものが混在して混粒を作る。

(4) セメントタイトは粒界に移動し易く且粒狀化する。

(5) 高温に於ける酸化は促進されて居り、且部分的の差が著しく現れる。

(6) 脱炭は炭素の擴散が促進されて、表面に於て特に炭素濃度が低くなつて居る。而して見掛上脱炭の差が部分的に著しく現れる。

以上の如くであるが何れの場合も超音波によつて促進され且部分的の差異が現れて居り、超音波の干渉等の影響も現れて居ると考えられる。

以上の結果は周波數 100 K.C. で行つたものであるが 30 K.C. では明瞭なる影響は今迄の處認められなかつた。(昭和 26 年 1 月寄稿)

高クロム系高速度鋼に於ける各種元素の影響 (II)

(昭和 25 年 9 月本會講演大會にて講演)

小 柴 定 雄*

EFFECT OF DIFFERENT ELEMENTS ON THE HIGH CHROMIUM HIGH SPEED STEEL (II)

Sadao Koshiba, Dr. Ing.

Synopsis:

In the first report in the same title, the author made clear the effect of C, Cr and W on high speed steels containing high chromium. In the present investigation, the author studied the effect of 0~4% V and 0~10% Co on high speed steels containing high chromium.

As results of this investigation, it was ascertained that the steels containing 1.3~1.4% C, 10% Cr, 4% W, 5% Co becomes most efficient at the content of 1.8~2.0% V, and that the cutting durability is enhanced as the cobalt content is increased in the range of 0~10%

I. 緒 言

ロム高速度鋼(標準成分として C 1.4%, Cr 10%, W 4%, V 1%, Co 5% を選ぶ)に對する V 0.4% 及び

前報¹⁾に於て高クロム高速度鋼に及ぼす C, Cr 及び W の影響を報告したが、本報に於ては更に同様の高ク

* 日立製作所安來工場。工博。