

# 高温工具鋼の研究(II)

(昭和23年10月本會講演大會にて講演)

(恒温變態の研究)

多賀谷正義\* 足立 彰\* 松本昭平\* 辻 克己\*

## STUDY OF THE HOT WORK TOOL STEELS (II)

(On the Investigation of the Isothermal Transformation)

Masayoshi Tagaya, Akira Adachi, Shohei Matsumoto & Katumi Tuji

### Synopsis:

The isothermal transformation curve (T-T-T Curve) of a standard hot work tool steel was determined by dilatometric, hardness and metallographic tests in the range 810 to 400°C. The curve discloses that the austenite of this steel transforms very slowly between 600 and 460°C when quenched from the austenizing temperature of 1200°C. The rate of transformation is fastest at about 775°C. The supercooled austenite of this steel is transformed to martensite and converted to an acicular product when cooled just below 400°C.

### I. 緒 言

高温工具鋼の熱處理に於て近年一般に採用せられてゐる恒温變態(速度曲線)圖を利用する事は非常に有益であるが未だこの種工具鋼に就いての研究結果の發表せられたるものを見ない。依而本圖を利用した所謂マルテンパー處理即ち熱浴焼入法と普通の焼入焼戻による熱處理法との間の機械的並に物理的性質及び變形、残留應力等に關する相違を明にする必要上この種工具鋼の標準組成のものに就きてその恒温變態速度を測定し恒温變態圖を決定した。

### II. 實 驗 試 料

本實驗に用ひたる試料としては第1表に示すが如き成分を有する直徑 15mm の鋼材より切り取り顯微鏡組織並に硬度試驗用としては直徑 10mm 厚さ 3mm に又全熱膨脹計用としては直徑 5mm 長さ 80mm に仕上げたるものにして何れも 900°C にて真空加熱し 20 分間保持したる後徐冷し充分焼鈍せる状態のものを實驗に供した。

第1表 試料の化學成分(%)

C	Si	Mn	P	S	W	Cr	V
0.35	0.36	0.22	0.022	0.018	8.60	2.87	0.20

### III. 實 驗 方 法

本研究に於ては 1200°C に於てオーステナイト化せる試料を 600°C 以上の恒温變態速度決定には硬度及び顯微鏡組織の變化により變態の開始及び終了時間を判定した。更に補助的に本多式全熱膨脹計に依り測定した。次に 600°C 以下の恒温變態には本多式全熱膨脹計により變態の開始點を決定した。

#### (1) 顯微鏡組織並に硬度に依る方法

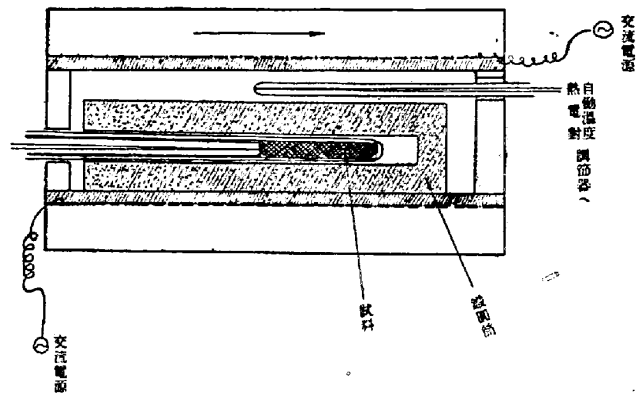
前述の試料をエレマ爐にて石英管中に入れ真空加熱し 1200°C に於て 10 分間保持した。次に迅速に試料を引出し豫め所定温度に保持せる恒温鉛浴槽中に挿入し種々の時間保持したるものを次々と水中に急冷した。恒温保持温度は 600 乃至 800°C 間は 25°C 間隔にして各温度毎に試料を 10 乃至 15 個用ひ豫備實驗結果に従ひ保持時間を適當に變えて恒温變態速度を測定した。尙ほ恒温鉛浴槽は試料挿入の際の温度上昇を避ける爲に内徑 70 mm 高さ 120mm なる比較的大容量のものを用ひた又浴槽内の温度の不均等の影響を避ける爲に試料浸漬位置を略々一定とし所定温度調制御の熱電對の先端は試料に接近する様に設置した。熱處理を終了したる試料は酸化脱炭の影響を除去する爲に檢鏡面を約 2mm 削り落し 400 倍にて檢鏡した。顯微鏡組織變化により變態の開始並に

\* 大阪大學工學部

終了の時間の決定と同時にロックウェル硬度を測定して  
 変態の開始及び終了時の硬度変化を参考として求めた。

(2) 熱膨脹計による方法

試料を本多式全熱膨脹計に設置して 1200°C 迄真空  
 加熱し 10 分間保持したる後豫め別に所定温度に保持し  
 準備せられた恒温爐と加熱爐とを取り替へた。この場合  
 試料が所定の恒温爐の温度に達する迄に時間を要する  
 (約 1 分間以内)然し乍ら本鋼は變態速度は小さくて最も  
 早い温度即ち過冷オーステナイトの最も不安定な恒温度  
 變態曲線の所謂鼻の部分に於ても 5 分間を要している。  
 従つて本實驗に於ても餘り誤差なく測定出来るものと考  
 へられる。恒温保持温度としては 810° 乃至 400°C 間  
 を 10°C 間隔に取つた。尚ほ試料は恒温保持中僅少なる  
 温度變化にも著しく膨脹收縮を起す故試料温度の微少な  
 る變動をも防止する爲恒温爐は第 1 圖に示す如く爐内に  
 外径 550mm, 内径 15mm なる肉厚鋼製円筒を取り付け  
 円筒外部の温度を自動温度調節器にて調製して試料の温  
 度は別の熱電對で直接試料表面に當てゝ測定した。斯く  
 して試料の温度變化は 0.5°C 以内に保つ事が出来た。



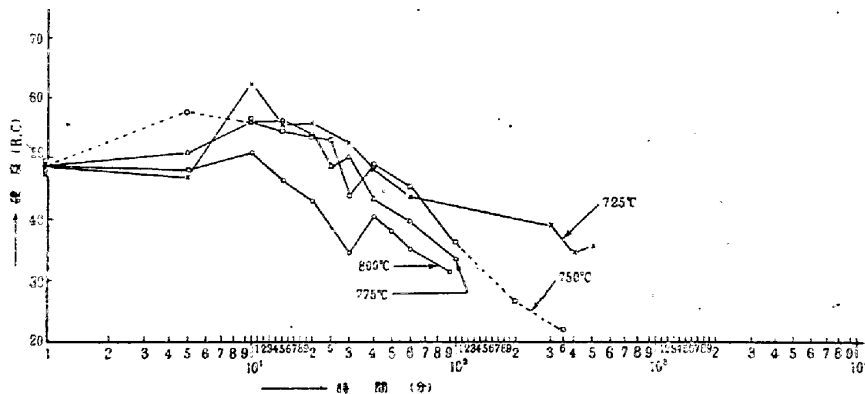
第 1 圖

變態處理中種々の時間經過後水中に急冷せる場合の硬度  
 を示す。本實驗結果に示される硬度變化には稍々不規則  
 なる點もあるが一般に顯微鏡組織の變化によつて認めら  
 れる變態開始の少し前には若干硬度が上昇し變態開始が  
 認められると硬度は減少し變態の進行に伴ひ漸次減少す  
 る。この場合恒温處理温度の高い程硬度減少の傾向は大  
 である。尚ほ本試料の硬度は (i) 燒鈍狀態 (900°C 30  
 分加熱保持後徐冷せるもの) に於てはロックウェル C 硬  
 度が (Rc) が 25.5 (ii) 燒入狀態 (1200°C 30 分保持後  
 水冷せるもの) に於ては Rc 48.4 (iii) 燒戻狀態 (12  
 00°C 30 分 保持後水冷し次に 100°, 200°, 300°, 400°  
 500°, 600°, 700°C に於て夫々燒戻せるもの) に於ては

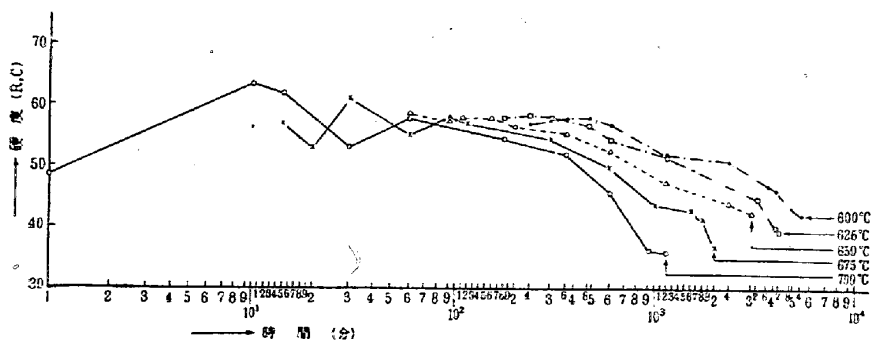
IV. 實驗結果

(1) 硬度變化による方法

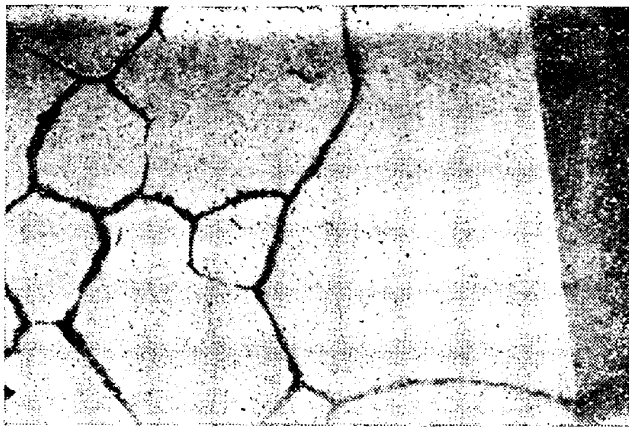
第 2 圖及び第 3 圖は 800° 乃至 600°C に亘つて恒温



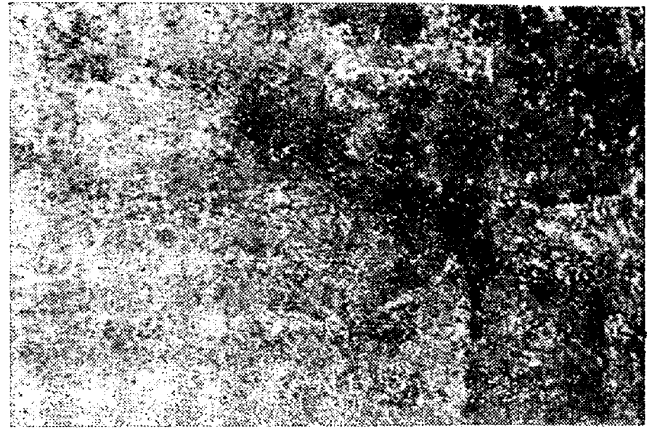
第 2 圖



第 3 圖



写真第1.  $\times 300$   
700°C 30min



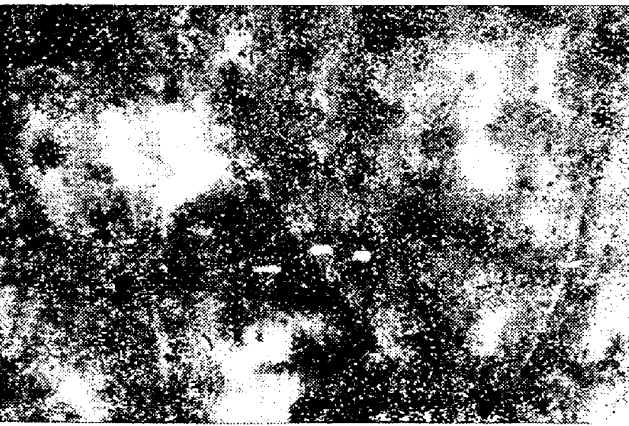
写真第4  $\times 300$   
700°C 1000min



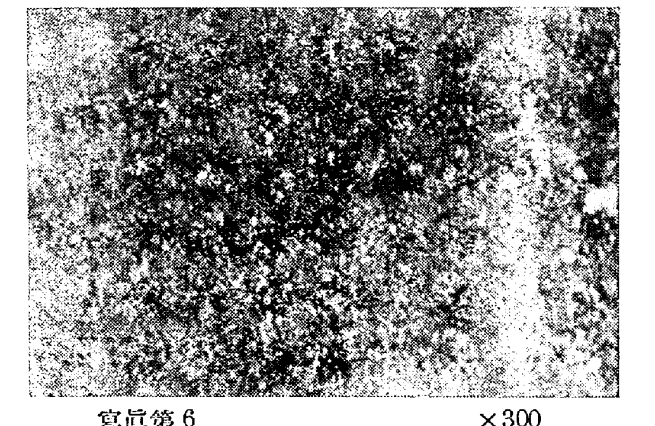
写真第2  $\times 300$   
700°C 60min



写真第5  $\times 300$   
775°C 15min



写真第3  $\times 300$   
700°C 800min



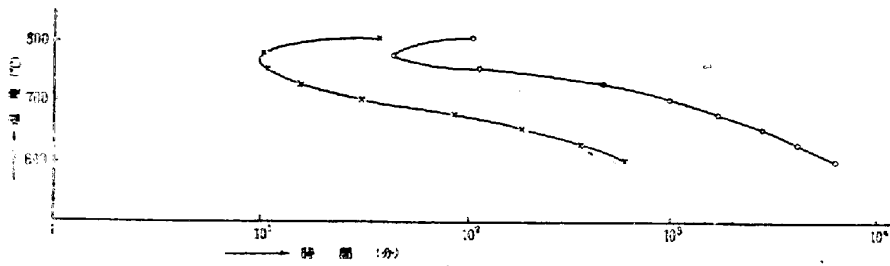
写真第6  $\times 300$   
775°C 45min

夫々 Rc 48.0, 46.4, 45.9, 45.6, 46.6, 52.3, 40.1  
であつた。

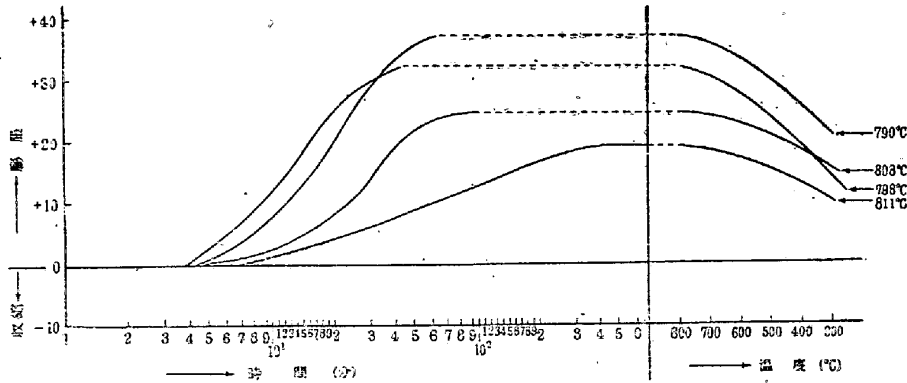
## (2) 顕微鏡組織の変化による方法

写真第1乃至第6は恒温変態進行に伴ふ顕微鏡組織の  
変化を示す代表的のものである。写真第1乃至第4は恒  
温処理温度 700°C 保持時間 30分, 60分, 800分, 1000  
分後水冷せるものゝ組織変化を示す。この場合変態は  
オーステナイトの結晶粒界より始まりその変態生成物は  
フェライトと複炭化物とが混合した微細な組織となつて

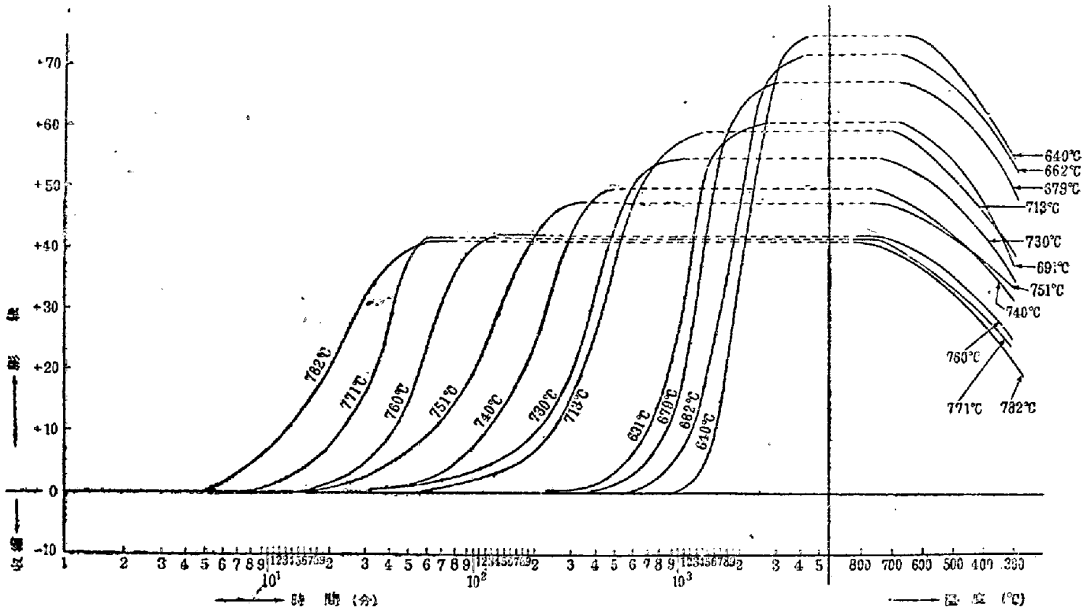
漸次全面に發達し最後に写真第4に示す如く一様に微細  
な組織となつている。扨て第4圖は斯くして顕微鏡組織  
の変化により決定せる恒温變態圖である。本圖に於て  
775°C附近が最も變態速度が早くて約9分で始まり40  
分で終了している。更に温度降下するに従ひ變態開始前  
後の進行速度は緩慢となり約600°Cに於ては變態開始  
に約10時間、終了に約84時間を要している。更に温  
度降下すると460°C附近迄は變態開始點を見出し得な  
かつた。



第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖

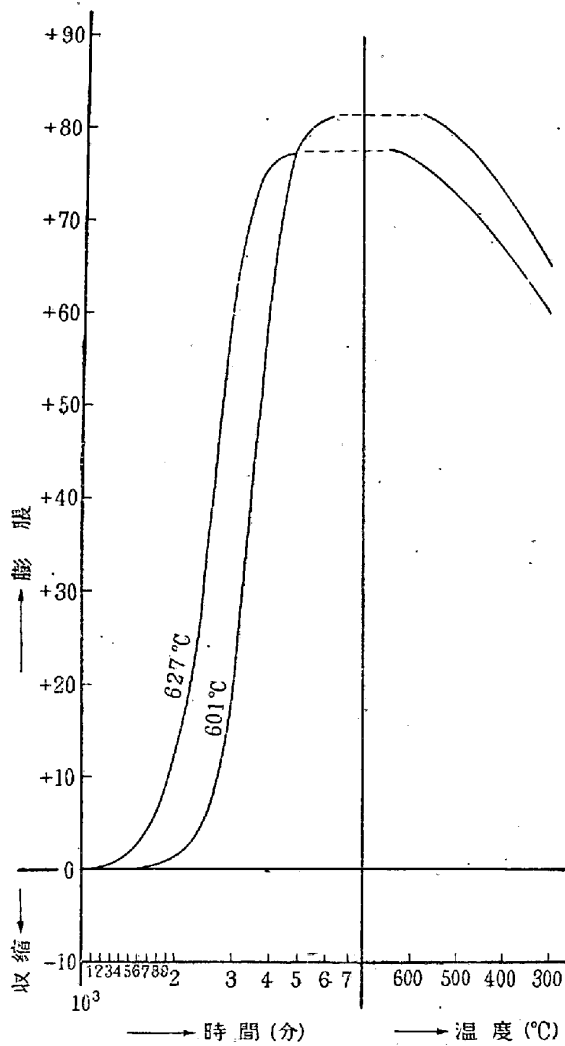
(3) 全熱膨脹計による方法

第 5 圖乃至第 8 圖は全熱膨脹により種々の温度に恒温保持中の伸びの変化を測定し次に恒温変態終了後更に冷却過程中的変化をも測定して未変態の残留オーステナイトの有無を確かめんとした結果を示すものである。次に 1200°C より放冷せるものは第 9 圖に示す如く 400°C 附近でマルテンサイト変態を起して膨脹している。457°C で恒温変態処理を行ふと約 10 分で変態開始は認められるが 461°C では 72 時間保持したが変態開始は認め

られない。尙この温度以下で恒温変態処理したものは見掛け上変態完了しているが更に冷却すると再び膨脹して変態の進行を示し尙オーステナイトの残留せる事が認められる。第 10 圖は斯くして決定せる恒温変態圖である。

(4) 實驗結果の總括—恒温変態圖の決定

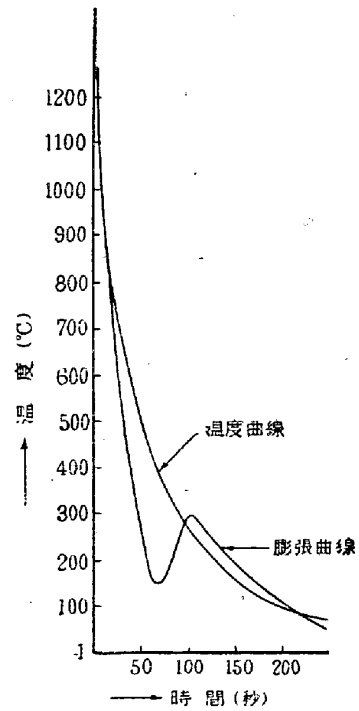
顯微鏡組織及び熱膨脹計により決定したる恒温変態曲線を比較するに第 4 圖及び第 10 圖を見れば明らかなる如く所謂鼻 (775°C) 附近では可なり変態開始點が相違



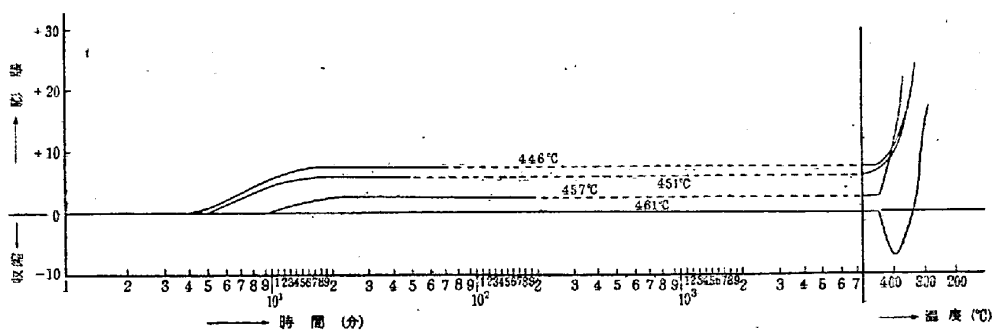
第 7 圖

V. 結 論

1200°C にてオーステナイト化する標準組成の高温工具鋼 (0.3% C, 9% W, 2.5% Cr, 0.4% V) の 810° 乃至 400°C 間に於ける過冷オーステナイトの恒温変態速度を熱膨脹計硬度及び顯微鏡組織の變化より決定した。本研究の結果次の點を確める事が出来た。



第 9 圖

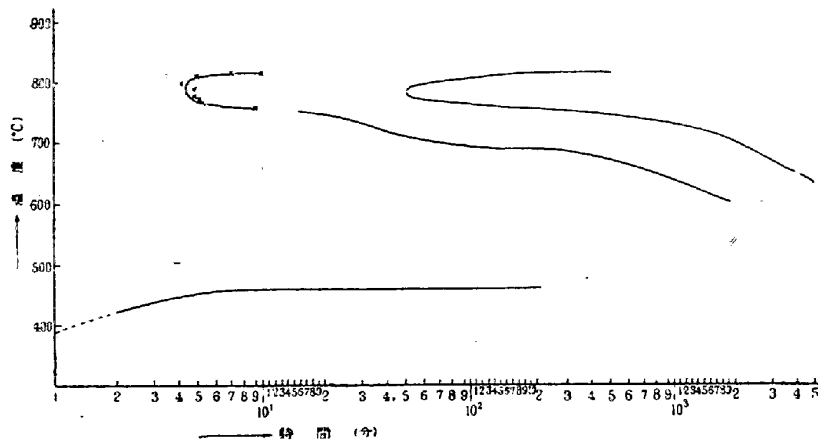


第 8 圖

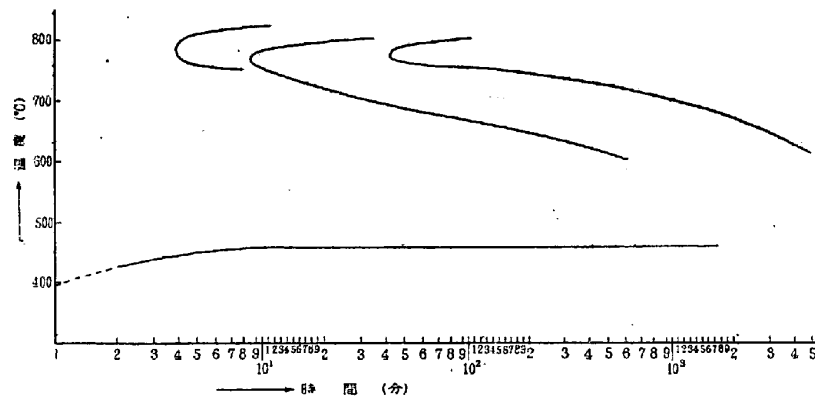
している、これはこの温度附近に於けるフェライトの析出が熱膨脹計による測定では認められるが顯微鏡組織の變化では認められず後刻析出したと思はれる炭化物の析出開始點のみが認められる爲と考へられる。更にこの温度より低い範囲では兩者略々一致した結果を示しているが顯微鏡組織によるものの方が熱膨脹計によるよりも鋭敏に開始點が認められ後者は少し時間的にずれている。第 11 圖は兩者を總括して決定せる恒温變態圖である。

(1) 決定せる恒温變態圖に於て過冷オーステナイトは 600°C 以下 460°C 迄は安定である。その變態速度は極めて緩慢にして本實驗に於ては變態開始點をも見出し得なかつた。(2) 過冷オーステナイトの最も不安定なる温度は 775°C 附近である。(3) 過冷オーステナイトは如何に急冷するも 400°C にてマルテンサイト變態を起し針狀組織を呈して来る。

(昭和 25 年 2 月寄稿)



第 10 圖



第 11 圖

## 鑄鐵中の水素分析に就て

(昭和 24 年 10 月本會講演大會にて講演)

木下 禾大\* 原 寅吉\*

## ANALYSIS OF HYDROGEN IN THE CAST IRON

*Toshihiro Kinoshita, & Torakichi Hara*

## Synopsis:

For the determination of hydrogen in the cast iron, vacuum extraction method of the steel is studied, and gained the following results.

1. The test piece of 15 mm $\phi$  are in cast in the copper mould and quenched rapidly in the Hg bath. By this method, the test piece are white pig iron, and no quenching crack are seen.

2. Extraction temperature of hydrogen should be 900°C.

3. Hydrogen in the cast iron do not escape from the piece at room temperature. So that analysis is not necessary to carry out as soon as the test piece is cast.

4. The results of the analysis are reliable, and will be useful for the determination of hydrogen in the cast iron. By the procedure above described, analysis were carried out in the some cast iron, and we gained the following results.