

何れも効果あるが *Ni* は其の程度比較的小にして *Cr* 及び *Mn* が特に有効で *Fe* は之に次で好影響を與へる。

5. *Si* 10% の場合には *Ni*, *Cr*, *Mn* は好影響を與へ *Fe* の場合は *Ti* は何等良好なる効果を示さない。而して *Cr* 含有の場合は特に其の効果著しく鑄物輕合金として未だ文獻に見ざる最高の抗張力を示した。

6. *Al-Cu* 4%-*Si-Mg* 1%-*Ti* 合金を主體とし之に *Ni*, *Cr*, *Mn*, *Fe* 等の種々の組合せを行ひたる多元系合金に就て高温度試験を行つた。

7. 多元系合金の抗張力増加の原因に關して考察を試み *Ti* が *Al* 又は *Al* 合金に對する影響は制限的のもので之等合金の抗張力に良好なる効果を及す爲には、時效硬化を生ずべき元素又は化合物の存在を必要とする事を見出した。

終りに臨み本研究の發表を許可せられたる株式會社神戸製鋼所に對して深厚なる謝意を表し、且つ本研究の實驗は研究室各員の手を煩したる所甚だ多きを附記し其の勞を多とするものである。

## 緩徐な冷却速度を與へる二三の焼入液に就いて

(日本鐵鋼協會 第 12 回講演大會講演)

大 日 方 一 司\*

中 島 孝 夫\*

### I. 緒 言

最近、松繩鈴木兩氏は、<sup>1)</sup> バネ鋼材の焼入に乳化油を應用して一段操作により直接ソルバイト組織を有する良好な材質を得られる事を報告して居られる。これは兩氏の發明にかゝる乳化油が普通の焼入液即ち水、油等に比して著しく小なる冷却速度を與ふる故に他ならない。

焼入の場合の冷却速度を支配する因子は複雑であつて、獨り焼入液の性能に依るばかりでなく焼入材料の性質、形狀、大きさ、表面の状態、焼入温度その他に依つても支配せられるわけであり之等の點に關しては、Pilling and Lynch,<sup>2)</sup> French and Klopsch,<sup>3)</sup> 石垣,<sup>4)</sup> 三上,<sup>5)</sup> 佐藤,<sup>6)</sup> 及び著者の一人<sup>7)</sup> 等の研究がある。

一段操作に依つて鋼材に常に一定のソルバイト組織を附與せんとするには従つて之等の因子に應じて適當な冷却速

度を與ふる様な各種焼入液を用意する必要がある。この意味に於て著者等は緩徐な冷却速度を與ふる二三の焼入液についてその冷却能力を比較して見たのである。勿論焼入液としては第一に安價である事が必要であり、取扱簡易にして危険性の少いものを選ぶ必要があるものでこれ等の點を顧慮して第 1 表に示した様な焼入液について實驗を行つた。

第 1 表 焼入液の種類

焼入液 番 號	焼 入 液	備 考
1	水	旅順市水道の水
2	30% トノコ水	水にトノコを粉末にして溶かしたもの
3	白 絞 油	
4	85% 粘 土 油	白絞油に粘土(顯微鏡實驗用)を溶かしたもの
5	50% トノコ水	
6	70% トノコ水	
7	1% 石 鹼 水	國産ヒノデ石鹼を水に溶かしたもの
8	2% 石 鹼 水	
9	乳 化 油	石灰の飽和溶液…73% 白 絞 油…25% 石 油…2%

### II. 實驗装置と實驗の結果

焼入冷却速度の測定には先に著者の一人の考案した冷却速度測定装置<sup>1)</sup>を使用した。即ち一定小時間毎に明滅する平行光線を周期小なる鏡電流計に依つて反射せしめ焼入に伴ふ熱電對の電流降下の状態を乾板上に印刻せしめるの

\* 旅順工科大学

<sup>1)</sup> 松繩、鈴木、機械學會誌 36, 1933, 503,

<sup>2)</sup> N. B. Pilling & T. D. Lynch; Bulletin Trans. Amer. Inst. Min. Eng., No. 153, Sept 1924, p. 251.

<sup>3)</sup> H. J. French & O. Z. Klopsch; Trans. Amer. Soc. Steel Treat., Sept. 1924, p. 251; Jan. 1926, p. 33

<sup>4)</sup> 石垣 金屬の研究 6, 1929, 424.

<sup>5)</sup> 三上 同 8, 1931, 398,

<sup>6)</sup> 佐藤 同 9, 1932, 174; 同, 10, 1933, 63,

<sup>7)</sup> 大日方 同 7, 1930, 161, Mem. Ryojun Coll. Eng. II. 1930, 315,

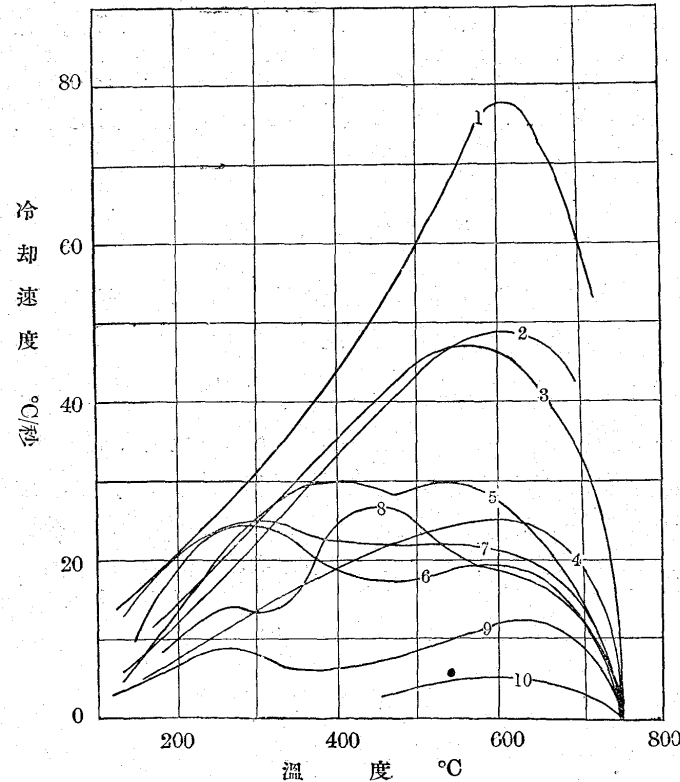
<sup>1)</sup> 大日方: 金屬の研究 7, 1930, 161.

である。先の報告<sup>1)</sup>の場合と相違する所は光線を振子に依つて明滅する代りにメトロノームに装置せる電流遮断装置を用ひて任意の一定小時間毎に光源を明滅し得る様に改良した點である。

焼入試片としては径 10mm 長さ 30mm の α 眞鍮を用ひ之に外径 5mm 長さ 200mm の同質の眞鍮管を挿入した。α 眞鍮を選んだ理由は變態點の無い材料を用ひたいために他ならない。熱電對としては、アルメル・クロメル線を用ひ細い磁製管で互によく絶縁してその先端は常に試料の内面に密着する様にした。實驗毎に試料の表面は 00 迄の鏡紙を用ひて研磨し熱電對の先端も亦一回毎に充分に磨いて常に新しい面で試料と接觸する様に注意した。焼入液は常に 1<sup>l</sup> で焼入前充分に攪拌し靜止した後焼入を行つた。焼入液の温度はいづれも 22°C で焼入温度は 750°C である。

第 1 圖には本装置によつて直接求められる冷却速度—温度曲線を示し、第 2 圖には温度—時間曲線を示した。

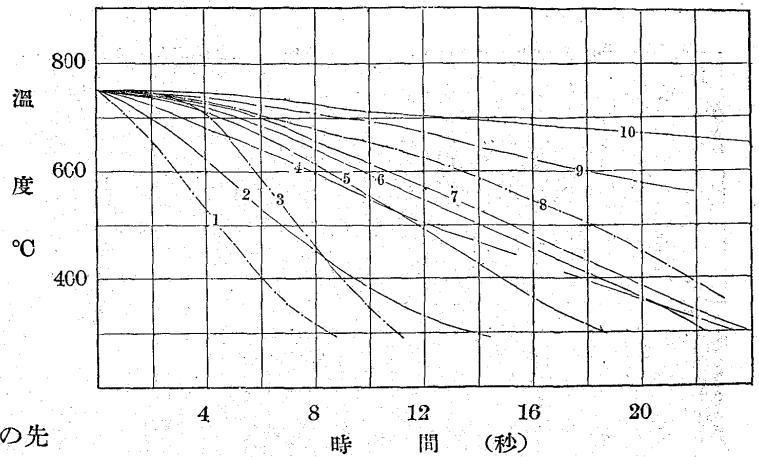
第 1 圖 冷却速度—温度曲線



圖中の數字は焼入液の種類を示す  
(第 1 表参照)  
(10) は靜止空氣中

之等の結果を見るに實驗に供した焼入液中最大の冷却能力を有する焼入液は勿論常溫の水であつ(松繩、鈴木兩氏の乳化油は氣中冷却に亞いで最も緩徐な冷却速度を示して

第 2 圖 温度—時間曲線



圖中の數字は焼入液の種類を示す。  
(第 1 表参照)  
(10) は靜止空氣中

る。著者等の使用した焼入液中乳化油に亞ぐものは石鹼水でありトノコ水、粘土油等も亦比較的緩徐な冷却速度を興へる事が知られる。トノコ水(曲線 5 及び 6)、石鹼水(7 及 8) 並に乳化油 (9) の冷却速度—温度曲線は水、油等の場合と異り最大冷却速度は比較的低温度に於て現はれるのが特徴であるが、鋼の焼入の場合にはこの點がトルースタイト或はソルバイト組織を興ふるに役立つ理である。之等の焼入液の焼入能力は凡そ沸騰せる水の焼入能力に近似であるが、2% 石鹼水及び 70% トノコ水は更に之よりも幾分緩徐である。

次に之等の焼入液が鋼の焼入に際して實際に如何なる影響を及ぼすかを研究する爲に径 10mm 長さ 30mm の共析鋼(C=0.93%)を採り之を 770°C より之等の焼入液に投入してその顯微鏡組織並にロックウェル硬度を測定した。寫眞版第 3 圖には之等の顯微鏡組織を示し第 2 表には硬度測定の結果を示した。

試料の腐蝕には普通の硝酸アルコール液或はピクリン酸

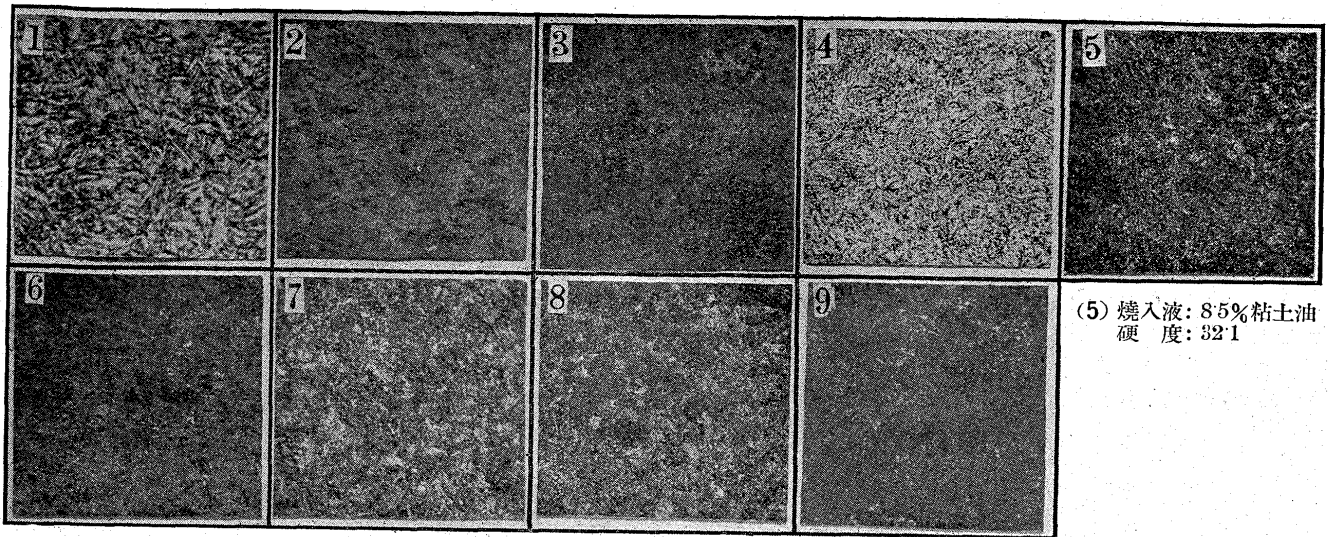
第 2 表 共析鋼のロックウェル硬度測定結果  
(C スケール)

ロックウェル硬度	焼入液の種類								
	水	30% トノコ水	白絞油	85% 粘土油	50% トノコ水	70% トノコ水	1% 石鹼水	2% 石鹼水	乳化油
a	60.5	54.2	30.5	27.0	26.5	27.0	27.0	25.0	19.0
b	63.0	62.4	36.0	33.6	32.0	31.0	31.3	26.0	23.0
c	63.0	61.0	34.2	33.5	34.3	32.6	31.0	26.0	27.8
d	64.0	58.6	36.2	33.8	33.0	35.5	32.6	29.3	28.2
e	64.1	60.8	33.6	32.5	36.4	35.5	34.0	27.5	31.5
f	62.0	60.3	37.5	30.5	34.8	33.0	34.0	32.5	29.2
g	62.9	59.0	34.0	32.8	32.1	35.4	33.0	30.5	24.0
平均	62.9	59.0	34.5	32.1	32.7	32.0	31.8	28.1	26.1

1) 大日方 金屬の研究 7,1930, 163 頁第 3 圖参照

第3圖 共析鋼の顯微鏡組織

(縮寫%)

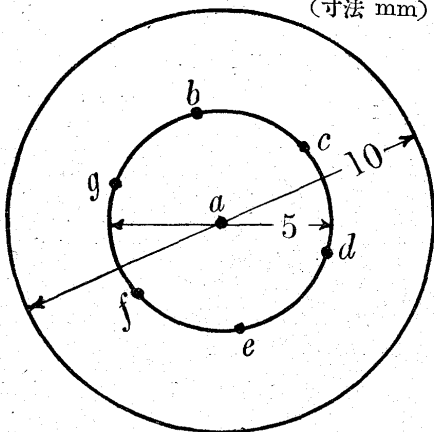


(5) 焼入液: 85%粘土油  
硬度: 32.1

- (1) 焼入液: 水 硬度: 62.9
- (2) 焼入液: 50%トノコ水 硬度: 32.7
- (3) 焼入液: 1%石鹼水 硬度: 31.8
- (4) 焼入液: 30%トノコ水 硬度: 59.5
- (6) 焼入液: 2%石鹼水 硬度: 28.1
- (7) 焼入液: 白絞油 硬度: 34.5
- (8) 焼入液: 70%トノコ水 硬度: 32.0
- (9) 焼入液: 乳化油 硬度: 28.1

液を使用し、倍率はいづれの場合にも400倍とした。寫眞撮影の位置はいづれの場合にも試料の表面の凡中心部分である。ロックウェル硬度は2個の試料に就いて夫々7ヶ所より之を測定し其の平均値を求めた。試料の硬度測定位置は第4圖に圖示した通りである。

第4圖 試料の硬度測定位置 (寸法 mm)



各試料とも中心部(a)の硬度は、外周(b~g)のそれに比して常に小でありその傾向は冷却速度の小なる場合程概して著しい様である。

水並に30%トノコ水の場合には硬度最も大きくその組織は大部分マルテンサイトであるが白絞油の場合には明瞭にトルースタイト

の存在を見る。

50%トノコ水以下1%石鹼水に至る迄冷却速度の減少と共に硬度は次第に減少し組織は次第にソルバイト的となる。石鹼水並に乳化油の場合には硬度は最低であり組織は全くソルバイトであつて顯微鏡的には兩者を區別する事困難である。

III. 總括

緩徐な冷却速度を與へる二三の焼入液について焼入の場合の冷却速度を比較した。その結果、松繩、鈴木兩氏の發明にかゝる乳化油は最も緩徐な冷却速度を示し鋼材にソルバイト組織を與ふるものであるが2%石鹼水或は70%トノコ水も亦冷却速度小さく良好なソルバイト焼入液である事を知つた。焼入鋼材の形狀大きさの相違に應じて之等の焼入液を適當に選擇使用する時は一段操作によつて常に一定のソルバイト組織を得らるゝ理である。