

VI. 結 言

以上述べて来た所を纏めると、次の通りである。

- 1) Cr-Mo 鋼の Mo を節約する爲には、その Mo 量を約 2~3 倍の W で置換した Cr-W 鋼が考へられ、その性能は Cr-Mo 鋼と大差が無い。
- 2) 質量小なる時、抗張力が比較的 low 要求される場合は、従來の Cr-Mo 鋼を比較的高炭素の Cr 鋼で代用して十分である。
- 3) 質量大なる時、抗張力 100kg/mm² 程度以上の時、始めて Mo 又は W の効果が現れる。故に質量効果も加味した。新しい Cr 鋼及び Cr-W 鋼の規格の 1 案を提案した。鋼種は溶解技術者の便を計り、炭素量により分ける事にする。

規格としては複雑な様であるが、材料節約の點からも使用者側の便からもこの様なものが望ましい。

- 4) Cr-W 鋼は疲労限、匍匐限に於ても Cr-Mo 鋼に匹敵する。
- 5) 肌焼 Cr-M 鋼も、肌焼 Cr-Mo 鋼と同等の成績を示す。
- 6) 一般に肌焼鋼の降伏點は、測定方法により、従來共曖昧に取扱はれて来たから、この際全廢すべきである。
Cr-W 鋼は、上述の様に、Cr-Mo 鋼の代用として有望である。特に資源的に考へて、W の活用は我國の現状として大切である。溶解、熱處理共に大した困難は無く、特に W の低い合金鐵が出来る様になれば溶解點も低く溶解に便利とならう。

焼入用油の劣化防止法

(日本鐵鋼協會第 28 回講演大會講演 昭 17. 10. 於東京)

小林佐三郎*・下田秀夫*

VORSICHTSMASSREGELN DER ABNAHME DES ABKUEHLUNGSVERMOEGENS VON DEM VERALTEN RUEBOELE.

Sazaburô Kobayasi, Kôgakuhakusi und Hideo Simoda

ZUSAMMENFASSUNG:—Es kommt aus der Polymerisation aus der Oxydation durch Erhitzung des Rüböles, dass das Öle die Viskosität allmählich zunimmt und veraltet. Also ist es notwendig, das Öle zu kühlen und die Luft nicht berühren zu lassen. Die beste Schützmittel gegen der Verschlechterung ist die Verwendung des Öles, das 0.1~0.3% Wasser immer enthält.

I. 主 旨

鋼材の焼入冷却剤としては、多量の種油が使用されてゐるが、使用年月の経過と共に次第に粘稠化して、その冷却能力を減退するので、適當の時期に新油と取換へなければならぬ。従てこの種油の壽命を延長することは、資源並に經濟上の重要問題であるが、未だ適確なる對策が樹立されて居らない。然し各工廠方面では色々研究されて居つたと聞くし、報文としても古く大畑氏¹⁾の發表があり、近くは依信次博士²⁾の正確なる基礎研究が公表されてゐる。又原氏³⁾も有益なる資料を提出してゐるので、冷冷却剤として

の種油の知識は本邦の文献は甚だ進歩してゐるものがある。

筆者等はこれ等先入の研究に教へられ乍ら、目標を劣化防止の一點に集中して、現場的研究を行つたとし、至極簡單なる手段で劃期的な劣化防止法が得られたことにその概要を報告する次第である。

II. 劣化の原因

先づ便宜上焼入用の種油が使用年月の経過と共に粘度を増加する實例を示せば、第 1 圖の通りである。第 1 圖の油は大型タンクのもので、冷却用循環タンクや水冷筒に附屬させてゐるが、焼入、焼戻等の熱處理が激しいから油温は常に 50~70°C となつてゐる。油の粘度、水分、比重及び比重は毎月定期的に測定し、又使用期間中自然に油量が

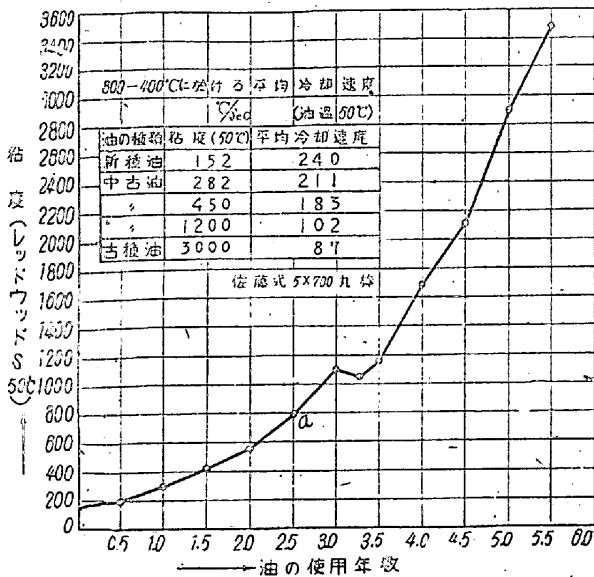
* 日本製鋼所室蘭技術研究所

¹⁾ 大畑宇治郎：鐵と鋼 17 (昭 6) 4 號, 273.

²⁾ 依 信次：鐵と鋼 27 (昭 16) 8 號, 583.

³⁾ 原 於菟雄：鐵と鋼 20 (昭 10) 10 號, 802.

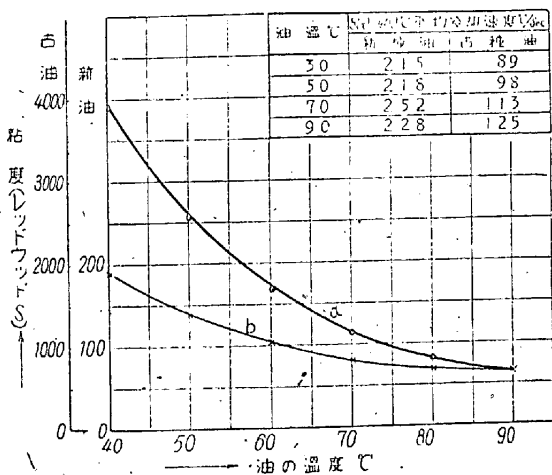
減少するので、その補給は時々行つた。



a 粘度増加曲線

第1圖 種油の粘度増加と冷却速度

第1圖に依り粘度の増加と、それに伴ふ冷却能力劣化の傾向が判るが、実際には使用後期に於ては油温を上昇させて粘度の降下を計つてゐる。温度を上昇させた爲に、油の流動性が増す一例は、第2圖の通りで、冷却能力も幾分良好



a. 古油 b. 新油

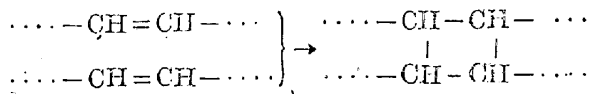
第2圖 粘度と冷却速度に及ぼす油温の影響

なるが、油の劣化傾向は、それだけ促進されるものである。

初て第1圖の様次第に粘度が増加し、冷却能力が劣化して行く原因に關しては、従来から色々推論されてゐたが、未だ纏つた結論は導かれてゐない。筆者等は種々の試験結果を綜合して、油の劣化する内容を次の如く判断したので、その結論を説明しよう。

- イ) 重合に依る粘度の増加
- ロ) 酸化に依る粘度の増加

重合とは、油の中に含まれてゐる不飽和脂肪酸の二重結合の部分、次の如く他分子の二重結合の部分と結合して、分子量の大きな飽和分子になることで、普通は油を空氣と斷ち乍ら、200°C 以上に加熱したときに良く見られる。



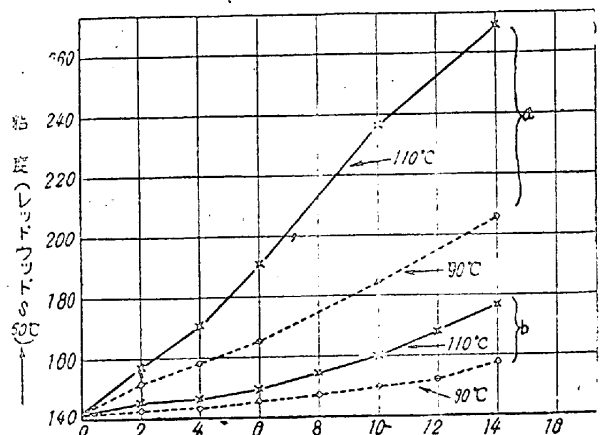
焼入タンク内の油は、50~70°C の低温であるから、餘り重合は起らぬものと考へられるが、何分にも長期に亘つて加温されてゐるので、その間に徐々に重合が行はれてゐる。重合が起れば、沃素價が減少するから、直ぐ判定される譯で、僅に3ヶ月使用したものを新油と比較した測定値は、次の通りで明かに重合が粘度増加の一因をなしてゐる。十分に使ひ古した油は黒色となつてゐるから、沃素價の測定を行ひ得ないが、大畑氏¹⁾も中古油に就て同様の成績を報告してゐる。

	沃素價	粘度 50°C
新種油	95	140
中古油(3ヶ月使用)	84	270

次に酸化であるが、従来はこの酸化の影響に就て餘りに目されてゐなかつた様である。油が空氣と接觸して、酸化を起せば、油中の酸素はそれだけ増加する筈である。そこで鐵鋼の酸素分析に使用する水素還元法の装置を利用して、温度を調節しつつ油の酸素含有量を測定したところ、第1表の如く、廢油の酸素含量は新油に比して約 20% も

第1表 油中の酸素含量

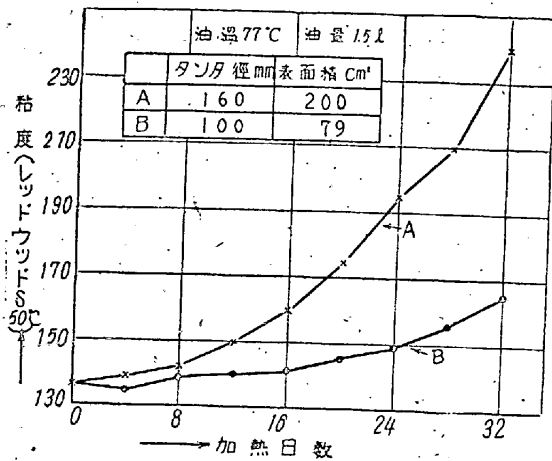
試験油	粘度 50°C	酸素量%	酸素増加率%
新種油	135	8.22	-
廢油(5ヶ月使用)	3500	9.63	17
新油を空氣と遮斷し加熱 90°C x 500h.	180	8.31	1
同上(空氣接觸)	315	8.92	8.5



a. 空氣接觸(酸化重合) b. 空氣遮斷(重合)

第3圖 種油の加熱に依る粘度増加

大であり、又實驗室的に試験した油も、酸素吸収により著しく粘度の増すことを示してゐる。



A. 表面積大 B. 表面積小

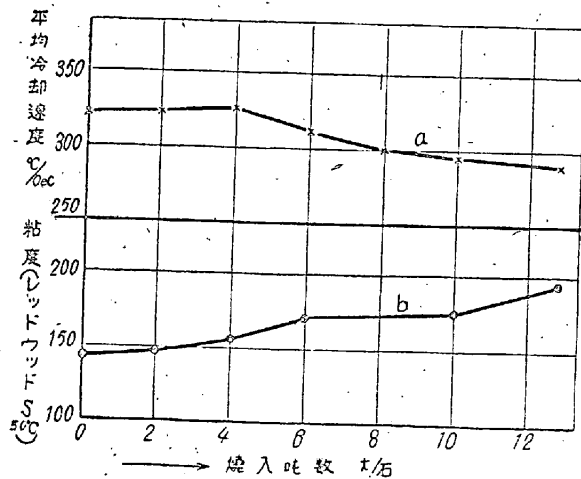
第4圖 空氣接觸面積の影響

以上に依り、焼入油の粘稠化には、重合と酸化が重要な原因を爲してゐることが判るが、かかる變化を起させる根本原因は、油の温度上昇である。第3圖はその實驗例であつて次のことを示してゐる。

イ) 油の温度が高い程酸化も重合も進み易い。

ロ) 而して酸化の方が重合よりも油の粘稠化を促進する。従て同一量の油を入れたタンクでも、その表面積の大小が油の壽命に著しく影響するもので、第4圖はそれをモデル試験で明示したのである。

次に焼入作業は赤熱の鋼材を、いきなり油の中へ没漬するのであるから、鋼材接觸部の油は高温に熱せられて、熱分解などを起し、その爲に變質することも豫想される。事實焼入油は短時日の間に黒褐色に變化して行くのを見てもこの變化のあることは確かであらう。そこで小型タンクを使用し、焼入後の油の冷却を迅速、確實に施して、焼入時



a. 冷却速度 b. 粘度
油温は 35°C 以下に保持

第5圖 焼入に依る種油の劣化程度

以外は温度が 35°C 以上に上昇しない様に注意しつつ、幾回となく焼入操作を繰り返して、試験したところ、その成績は第5圖の通りで、1石當り 10t 以上の鋼材焼入を行つても、油の粘度増加は豫想に反して僅少であり、又冷却能力の低下も輕微であつた。従て焼入後の油温の上昇さへ防止すれば、焼入そのものに因る劣化は案外少いものである。

III. 劣化防止法

1. 一般的防止法

前節の試験により、油の劣化原因は酸化と重合であつて、その外的主因は油温の上昇と、空氣の接觸であることが判明した。故に一般的の劣化防止法も、この2點が對象であつて、各現場に則した對策を實行すべきである。筆者等の工場に於ける對策例は、次の通りで、部分的には從來から實行されてゐたが、最近本研究に基き一層強化した。

○油の冷却

イ) 油タンクの外部を水冷却する。

ロ) 循環用タンク内に水冷却用の蛇管を設置して冷却を促進する。

○空氣の遮断

イ) 使用せざる時はタンク面に蓋をする。

ロ) 循環用タンク面に適當なるカバー。

ハ) 油の流出管の先端を油中迄延して空氣の捲込みを防ぐ。

2. 特殊防止法

前記の一般對策が完全に施行されれば、油の壽命は極めて長い筈であるが、實際問題としては理想的に行ふことは出來難い。特に今迄も相當に注意されてゐた事柄であるからこの上その壽命を數倍も延長することは、當工場の實情に於ては不可能である。然るに現下の狀勢は、格段的に壽命を延長させる對策の出現が待望されてゐるので、上記の一般的防止法とは別箇に積極的な特殊對策を探究したのである。

元來油脂工業に於ては、種々の添加劑を加へて油の膠化又は重合を促進したり、阻止したりする方法が研究されてゐる。丁度日立の日月氏⁴⁾の桐油の膠化に関する多數の研究報告を惠贈されたので、それを参考にして無機添加劑に就て多くの實驗を行つたが、焼入油に對しては豫期に反す

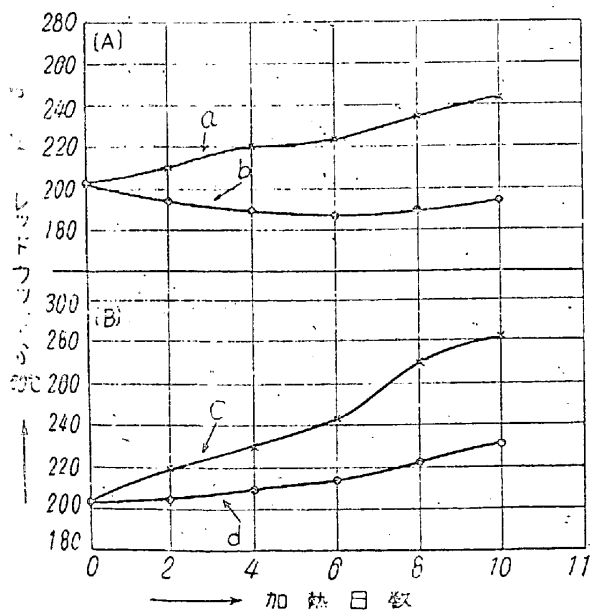
⁴⁾ 日月綏次：工業化學會誌，昭. 14~16 年。

る結果になり、行き悩んでゐたところ、寧ろ偶然的の動機から進展して、次の如き極めて簡単な方法で驚くべき卓效を奏することが發見された。

「焼入用の油に容積で 1% 以下 (0.1~0.3% が適當) の水又は稀薄食鹽水 (0.1% 以下) を添加含有させて使用すること。」

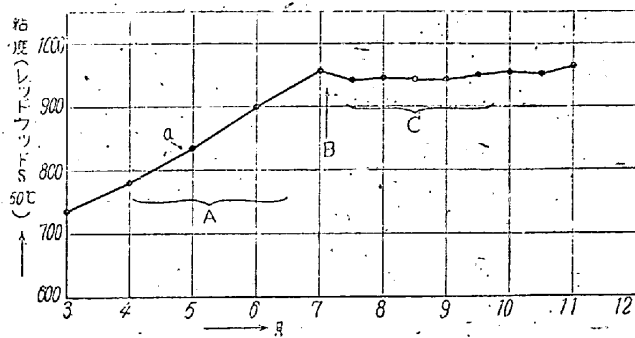
茲で注意すべきことは、若し油が新しいときは、水の添加量を減ずることである。即ち新油の場合、水が小滴になつて懸濁するから、水分添加量も 0.2% 以下にしないと焼入の場合に水としての影響を示し易い。少し使用した油は、水を均一に混合する傾向が強いから、水分添加量を幾分増して、0.5% 位迄は差支へ無いが、これ等の水分含量は初めのうち毎日分析して管理しなければならぬ。水分の測定は、105°C に乾燥して、重量の減少で計算する簡単な方法を用いたので、この方法に依れば、大抵の油が元々 0.1~0.2% の見掛上の水分を含有してゐるから、これを加算すれば、油中に含有せしむべき水分は 0.3~0.5% である。現場的には鋼材焼入の際に、油と水蒸氣との混合噴出が僅に起る程度に管理すれば良い。

扱てこの微量水分の添加が、どれ程効果あるかを實驗室の小型タンクで試験した成績は第 6 圖の如くで、空氣と接觸しつつ加熱しても、粘度の増加は極めて僅少であるし、空氣と遮斷すれば、少しも劣化の傾向が見えない。次に實際に使用してゐる焼入タンクの油に實施した成績は、第 7 圖の通りで、水分添加前の 5 ヶ月間にレッドアウト粘度數



[A] 空氣と遮斷して加熱 [B] 空氣と接觸して加熱
 a. その儘 b. 水分含有(0.5% 以内) c. その儘
 d. 水分添加(0.5% 以内) 油温 105°C 油量 1l
 第 6 圖 微量水分の効果 (加熱試験)

で約 250 も増してゐたものが、水分添加實施後は殆ど粘度を増加してゐない事實は驚歎すべきものである。この調子



a. 粘度曲線
 A. 水分を添加せず(分析上は 0.16~0.24% 水分を含む)
 B. 水分添加開始
 c. 水分 0.1~0.3% を添加す(全水分 0.25~0.50%)

第 7 圖 微量水分に依る焼入油の劣化防止例 (試験用タンク油に實施せる成績)

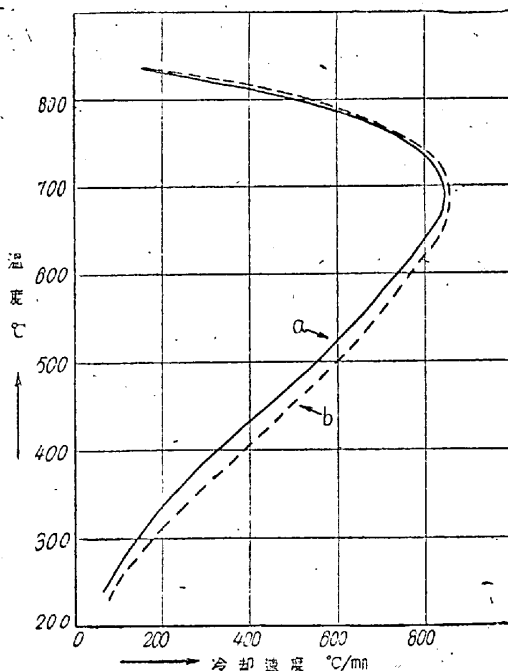
では、焼入油の全面的取換えは殆ど不要となつて、單に自然減少の量だけ時々補充すれば良いと觀られる。

油の劣化防止に對する微量水分の効果は、以上の如く、

第 2 表 中古油の冷却速度變化

水分添 加量%	平均冷却速度 °C/mn		
	800~600°C	600~400°C	800~400°C
—	775	536	646
0.1	784	525	654
0.2	780	509	675
0.3	786	586	687
0.5	771	604	688

中古油の粘度 900(50°C)



a. 中古油 b. 0.3% の水分添加
 焼入金屬は「ニュートラル」40×68mm
 第 8 圖 微量の水分を含む中古油の冷却速度