

- p. 349
- 3) 五弓, 鈴木(敬): 日本金属学会誌, 27 (1963) 2, p. 68
 - 4) 五弓, 鈴木(敬): 日本金属学会誌, 28 (1964) 8, p. 452
 - 5) P. H. FRITH: J. Iron and Steel Inst.(U.K.), 180 (1955) p. 26
 - 6) C. A. RDWARDS: The structure and properties of mild steel (1953) p. 63, 66
 - 7) R. L. WHITELEY, D. E. WISE and D. J. BLICKWEDE: "Drawability and anisotropy of metals" I. D. D. R. G. Colloquium, Paris, May, (1960)
 - 8) 五弓, 木原: 塑性と加工, 5 (1964) 8, p. 557
 - 9) J. J. GILMAN and W. G. JOHNSTON: J. Appl. Phys. 33 (1962) 9, p. 2716
 - 10) N. H. POLAKOWSKI: J. Iron and Steel Inst (U.K.), 172 (1952) p. 365
 - 11) B. B. HUNDY: J. Iron and Steel Inst(U.K.), 178 (1954) p. 127
 - 12) H. L. BURGHOFF and E. C. BOHLN: Trans. Amer. Inst. Min (Metall.) Engrs. 147(1942) p. 144
 - 13) M. COOK and T. Li. RICHARDS: J. Inst. Metals 69 (1943) p. 201
 - 14) F. H. WILSON and R. M. BRICK: Trans. Amer. Inst. Min (metall.) Engrs. 161(1945) p. 173
 - 15) G. E. G. TUCKER: Acta Met. 9 (1961) p.275
 - 16) R. L. WHITELEY: Blast Furnace and Steel Plant 48 (1960) p. 1245
 - 17) R. L. WHITELEY: Blast Rolled Products III p. 47~63 (1962)
 - 18) R. S. BURNS and R. H. HEYER: Sheet Metal Ind. 35 (1958) p. 261
 - 19) J. A. ELIAS, R. H. HEYER and J. H. SMITH: Trans. A.I.M.E. 224 (1962) p. 678
 - 20) 五弓, 鈴木(敬): 日本金属学会誌, (1964) 春季講演会にて発表
 - 21) C. CRUSSARD, D. LAJEBUNESSE et G. POMEY: "Influence de l'anisotrope des toles sur leur deformation plastique en sollicitation uni bixaxial" I.D.D.R.G. Colloquim, Paris, May, (1960)
 - 22) K. G. SIXTUS: Physics 6 (1935) p. 105
 - 23) C. G. DUNN: J. Appl. Phys. 29 (1958) p. 1609
 - 24) I. GOKYU and H. ABE: Proceedings of the First World Metallurgical Congress (1957) p. 580

焼入油の特性ならびに冷却作用について*

(油の鋼に対する焼入効果に関する研究—VI)

藤 村 全 戒**

On the Characteristic Properties and Cooling Actions of Quenching Oils.

(A study on the quenching effects of oil for steel—VI)

Yoshinori FUJIMURA

Synopsis:

In the present paper, the following points on the characteristic properties and cooling actions of quenching oil are revealed through analysis of the results reported in previous papers:

On the characteristic properties:

- (1) Simple or similar component oil does not show a remarkable quenching effect.
- (2) The mixture of low and high boiling point oils shows a remarkable quenching effect, and the maximum quenching effect appears toward the side of low boiling component.
- (3) The quenching effect of the mixture increases with a larger polarity of low boiling oil, and with a greater thermal instability of high boiling oil.

On the cooling actions of the mixture:

* 昭和28年4月本会講演大会にて発表 昭和39年7月23日受付
** 静岡大学工学部 工博

(4) In the cooling stage I (vapour film), the steel is cooled mainly by vapourization of the low boiling oil. In this stage, bubbles containing cracked hydrocarbons are generated violently.

(5) The bubbles separate immediately from the steel surface, and the duration of stage I is short.

(6) For the cooling stage II (vapourization), the high boiling oil adheres to the surface with thermal cracking, consequently the steel is cooled by low boiling oil rapidly.

(7) For the cooling stages III and IV (convection), cooling proceeds mainly by low boiling oil.

(8) Thus the mixture exhibits a remarkable cooling effect.

(Received 23 July 1964)

1. 緒 言

著者らはすでに性状の異なる多数の試料油について、それらの鋼に対する焼入効果ならびに焼入の際おこる諸現象を明らかにした^{1)~5)}。本報告はこれらの資料から鋼の焼入用油の具備すべき諸性質、すなわち焼入油の特性ならびに冷却作用について解明した結果である。さらに本報告では工業用油を用い焼入油を調製して実験、焼入油の特性に関する一般則の検討も行なつた。

2. 焼入油の特性ならびに冷却作用

2.1 焼入油の特性について

焼入油の特性に関しては次のような一般性が認められる。

i) 化学的形態が単一あるいは同種の成分からなる焼入油は良好なる焼入効果を示さない。この種の焼入油のうち、一般に分子量が大きく高沸点のものは低沸点のものより焼入効果が大である。また一方極性の大きいものは焼入効果がすぐれている。

ii) 異種成分の混合油は、一般にその構成単独成分より焼入効果が大で、さらに極性を有するものは焼入効果が大である。低沸点成分と高沸点成分との混合油は、焼入効果に関し特に顕著な相乗性を示し、その極大点は低沸点成分側に極端に偏している。

iii) 低沸点成分と高沸点成分との混合油は、低沸点成分がより大きい極性を示すものほど焼入効果が大である。さらに高沸点成分がより熱安定性に欠けるものほど焼入効果が大である。

2.2 気泡の状態について

焼入油の冷却作用を解明するにはまずガス膜について究明しなければならない。ガス膜は従来一般に被膜としてとりあつかわれてきたが、気泡の集合体であるとするのが妥当である。Fig. 1に油焼入の際における試験片表面部についての冷却曲線を示す⁶⁾⁷⁾。同図中で区分した各冷却過程あるいは焼入効果の大小と気泡の状態との関

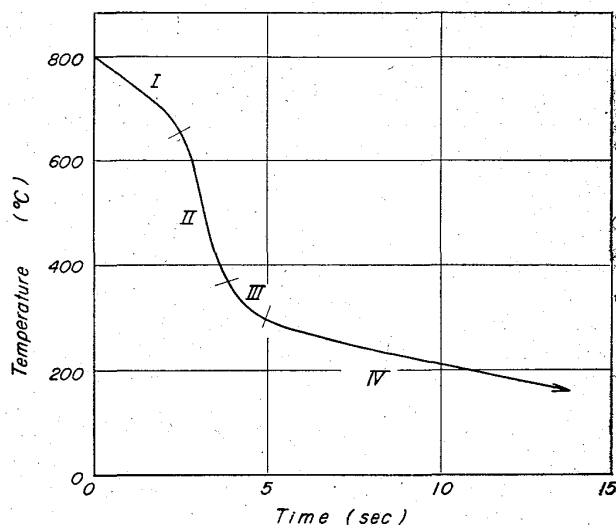


Fig. 1. Typical cooling curve of surface part of test piece during oil quenching. I, II, III and IV are different cooling stages.

係を要約すると次のようである。

i) ガス膜は気泡の集合体であるから、ガス膜発生中に試験片の表面へは液体が供給されやすい。一方蒸気あるいは熱分解の生成物であるガスは焼入油によつて凝縮されている。気泡は成長が盛んな場合その浮力によつて液面へ浮かび上がる。この期間が冷却過程 I である。

ii) 試験片の表面温度が降下すると気泡が試験片の表面に付着し、試験片はいわゆる沸騰冷却によつて急冷される。これが冷却過程 II である。

iii) なおこの場合試験片表面部の温度降下の状況が各部で異なっているから、気泡は温度降下の最も速い部分におけるものが最初に消滅する。試験片表面の一部で気泡が消滅すると、液体の供給が容易となるから沸騰冷却が盛んになり、隣接の高温試験片の表面部は順次温度が降下する。

iv) 気泡の消滅完了時における試験片の表面温度は、分子量の大きい場合を除けば焼入油の沸点より当然高い。このため試験片の表面に接触した液体は強い熱攪乱

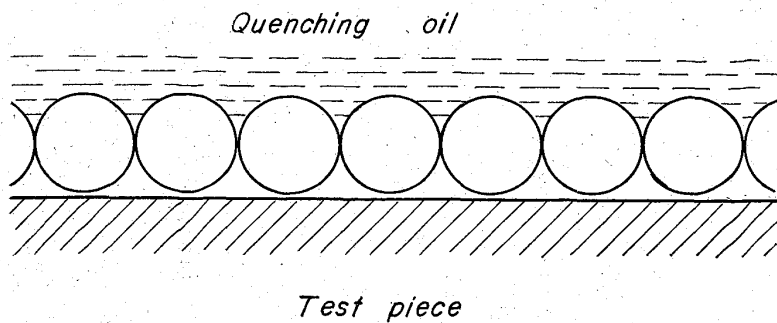


Fig. 2. Gas film at cooling stage I.

をうけ、焼入油ははげしい対流をおこす。この冷却過程をⅢとする。

v) 試験片内部の温度が焼入油の沸点近くまで降下すると、試験片の表面温度が焼入油の沸点以下となり、熱攪乱が弱まるため焼入油の対流はゆるやかとなる⁹⁾。その後試験片は徐冷される。この冷却過程をⅣとする。

vi) 試料油は気泡発生状況が下記のような場合焼入効果が大である。すなわち液中に突入した高温の試験片表面から気泡の発生が盛んで、液面に白煙気泡がはげしく浮かび出るもの。および白煙気泡の発生が盛んであると同時にその発生が短時間で停止し、その後は透明気泡のみが液面に浮かび出るもの。

2.3 焼入油の冷却作用について

焼入の際おこる諸現象の観察結果と試料油の諸性質とから焼入油の冷却作用の解明が可能である。前項で区分した各冷却過程における焼入油の冷却作用は次のようである。

2.3.1 冷却過程Ⅰ

i) 焼入油中に突入した試験片の表面からは、その温度がきわめて高温(約800°C)であるため急激に気泡が発生する。すなわち焼入油が物理的に蒸発し、この際気泡は Fig. 2 に示す状態をとる。試験片は気体の熱伝導がきわめて悪いため徐冷される。

ii) 焼入油が単一成分でかつ沸点が低い(以下低沸点油と記す、高沸点油も同様)場合、液体が蒸発しやすく上記の状態が時間的に長く続く。

iii) 分子量が大きい高沸点油の場合にも、低沸点油の場合と同様な気泡が発生する。この際高沸点油は、その粘度が高いため気体を十分に排除して液態冷却するにいたらないが、化学的に一部熱分解するため吸熱作用を伴う。このため試験片の表面温度の降下が速く、また液体が比較的高温度の試験片表面に付着することが可能で液態冷却が併発する。

iv) 低沸点成分と高沸点成分との混合油の場合、低沸点成分のために液体の蒸発が速く、試験片は焼入初期

物理的にすみやかに冷却される。この場合高沸点成分の一部が試験片の表面に付着熱分解し、気泡は分解物を含むきわめて比重の低い白煙となり容易に液面へ浮かび上がる。その結果冷却過程は次の過程に移りやすい。

v) なお極性を有する低沸点成分と高沸点成分との混合油の場合には、共沸現象をも考慮するときその沸点が低沸点成分よりも低くなることが期待される。冷却に対し

てこれが一つの役割をなすと考えられる。

2.3.2 冷却過程Ⅱ

i) 低沸点油の場合、冷却過程Ⅰの状態が残っている。すなわちこの過程の初期に液態冷却が行なわれていない。

ii) 高沸点油の場合、試験片の表面温度が降下すると、とくに熱分解に時間を要するため試験片は急冷されにくい。

iii) 低沸点成分と高沸点成分との混合油の場合、焼入開始からの時間の経過とともに気態冷却よりも液態冷却が主体となり、試験片の表面温度が急速に降下する。すなわち高沸点成分が試験片の表面に付着流動、熱分解するとともに一部液態冷却を行ない、これが原因となつてさらに低沸点成分による液態冷却が逐次誘導され、冷却効果は急激に大となる。

iv) 極性を有する焼入油の場合、液体が試験片表面をぬらしやすいため、特にこの過程での冷却効果が大きい。

2.3.3 冷却過程Ⅲ

i) ガス膜の消滅完了時における試験片の表面温度は油の熱分解には時間を要するから、沸点の低い焼入油を用いた場合ほど低い。

ii) 低沸点成分が大きい極性を示す混合油の場合には、ガス膜の消滅完了時における試験片の表面温度は、低沸点成分が試験片の表面を優先的にぬらすため、その沸点に依存する割合が大である。これも冷却効果が大きな一要因である。

iii) 試験片はこの過程Ⅲにおいて主として単に液態冷却によつて冷却される。したがつてこの過程での油の冷却効果に関しては次のことがいえる。

iv) 焼入油はその温度が低い場合冷却効果が大きく、一方粘度の低いすなわち低沸点のものが冷却能力が大である。

v) また焼入油は比熱および比重の大きいものが冷却能力が大である。鉱物油を構成する炭化水素のうち芳香

族系炭化水素は、他の炭化水素と比較して比熱および比重が大である。

vi) 極性を有する焼入油は試験片の表面に吸着しやすく熱吸収がすみかたで、かつ試験片の表面温度がその沸点より高いため容易に離脱して冷却効果が大である。

2.3.4 冷却過程Ⅳ

i) 試験片はこの過程において単に液態冷却によつて冷却される。したがつて次のことがいえる。

ii) 焼入油はその温度が低い場合冷却効果が大であり、一方低沸点のものならびに比熱および比重の大きいものが冷却能力が大である。

iii) この冷却過程の初期においても、試料油によつては試験片の表面から透明気泡が発生する。一部液体の沸騰などがおきていると考えられる。

3. 焼入油の特性に関する一般則の検討

鋼の焼入用油は従来ほとんど科学的の根拠なくして選定使用されてきた。前節で示した焼入油の特性に関する一般則によれば、任意の冷却能をもつ油の調製が可能である。本節は軽および中溜分の鉱物油に各種の高沸点炭化水素を添加して焼入油を調製し、それらの鋼に対する焼入効果を明らかにするとともに、焼入油の特性に関する一般則の妥当性について検討した結果である。

3.1 試料油および試験片

3.1.1 試料油

試料油は次のものを用いて調製し、その組成は 20°C における基油鉱物油百容に対する高沸点炭化水素の添加容量によつた。

i) 高沸点炭化水素の含有量を可及的に低下し、かつ沸点がそれぞれ異なる再蒸溜処理精製油 60S, 90T, 140T および 180T, ならびにこれらの油のうちの 60S, 140T と沸点がそれぞれほぼ等しい再蒸溜処理精製油 RIS, 140TR³⁾

ii) ブライトストックBS, 再蒸溜処理残渣油RB, フルフルル 溶剤処理抽出油 P5SE³⁾, および菜種油RSO

Table 1 に一部の調製試料油についてその性状を基油と比較して示した。なお菜種油RSOの性状は次報で示す。

3.1.2 試験片

試験片としては、炭素工具鋼Ⅳ(SK5)よりG, 同Ⅵ(SK5)よりL, 同ⅤよりJおよびK, 構造用Cr鋼(SCr1)よりM, 同Ni-Cr鋼(SNC1)よりNを製作して用いた。

試験片の大きさおよび実験方法の詳細は第1報¹⁾で述べたとおりである。

3.2 試験結果

3.2.1 一定の高沸点炭化水素を用いた場合

i) 鉱物油を一定とし添加量を変えた場合

試験片Gを用い、基油90Tにブライトストックを3, 5, 7 および9容添加した調製油について得られた試験結果を、基油90Tについての結果³⁾とともにFig. 3に示す。調製油はいずれも基油と比較して焼入効果がいちじるしく大である。次に調製油は添加量が3よりも5容の場合焼入効果が大である。しかし添加量が5, 7, 9容の順序に焼入効果がやや乏しくなる。

Fig. 3には菜種油²⁾および菜種油と大豆油エチルエステルとの等容混合油⁴⁾について、試験片Gによつて得られた結果をも付記した。調製油はいずれも焼入油として一般的な菜種油より焼入効果が大である。しかし添加量が5容の場合でも、菜種油と大豆油エチルエステルとの混合油よりは焼入効果が乏しい。

ii) 鉱物油および添加量を変えた場合

試験片Gを用い、基油60S, 90T, 140Tおよび180T, ならびにこれらの各油にブライトストックをそれぞれ3, 5, 7 および9容添加した調製油について得られ

Table 1. Properties of sample oils.

Oil		Specific gravity (15°/4°C)	Viscosity			Colour number (Union)	Flash Point (°C)	Acid Value
Mark	Bending ratio in volume		@100° F (c.s.)	@210° F (c.s.)	V.I.			
90T	(Base oil)	0.941	36.43	4.54	-22	2	168	0.05
90T+3BS	100:3	0.940	35.72	4.53	-17.1	3	168	0.07
90T+5BS	100:5	0.938	35.96	4.61	-4.7	3 1/2	168	0.14
90T+7BS	100:7	0.936	35.84	4.67	7.5	<4	168	0.06
90T+9BS	100:9	0.933	36.86	4.76	11.5	>4	168	0.09
140T	(Base oil)	0.939	64.16	5.99	-8.8	2 1/2	176	0.01
140T+9BS	100:9	0.932	65.68	6.29	9.7	>4	178	0.05
180T	(Base oil)	0.938	91.46	7.17	-9.7	5	186	0.05
180T+9BS	100:9	0.928	86.42	7.36	17.9	>8	182	0.09

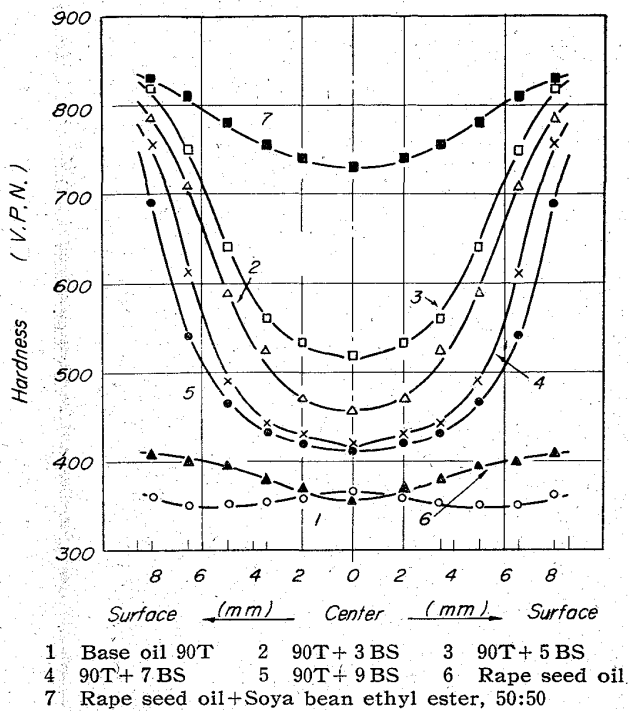


Fig. 3. Hardness curves of test piece G quenched in several media. Test piece G: Carbon steel W (SK5), 17φ×40mm. Quenching and bath temp.: 800°, 60°C.

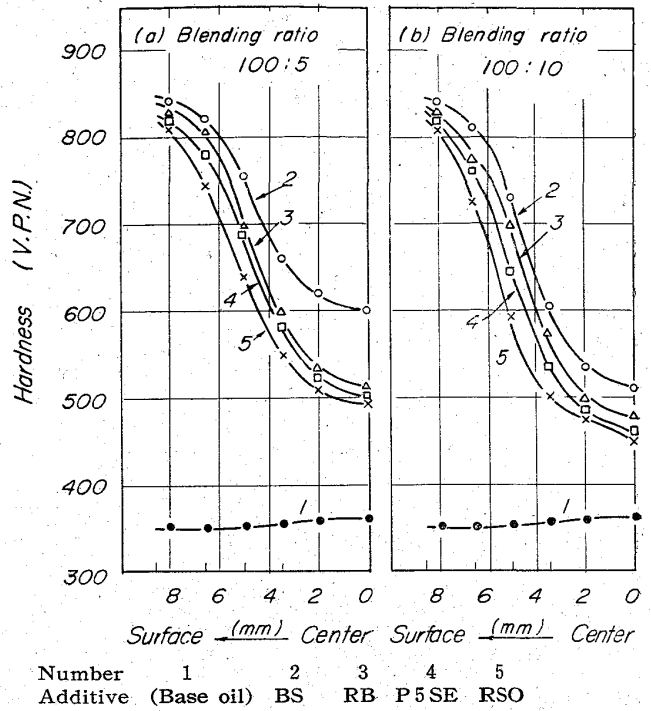


Fig. 5. Hardness curves of test piece L quenched in several mixtures of base oil RIS and various high boiling point additives. Test piece L: Carbon steel W (SK5), 17φ×40mm. Quenching and bath temp.: Same as in Fig. 3.

た試験結果を、鋼試片の硬化層の深さによつて Fig. 4 に示す。なお各基油に焼入した場合の試験片 G の硬度分布は第3報⁹⁾で示した。

各基油ともブライトストックの添加によつて焼入効果が大きくなる。焼入効果はいずれの基油の場合についても添加量が5容のとき最大で、さらに添加量が多くなると乏しくなる。調製油は混合比を一定とすると、添加量が3容の場合を除き基油の沸点が低いほど焼入効果が大き

ある。

3.2.2 各種の高沸点炭化水素を用いた場合

i) 鉱物油を一定とし添加量を変えた場合

試験片 L を用い、基油 RIS, ならびに同油に各高沸点炭化水素をそれぞれ5および10容添加した調製油について得られた試験結果を Fig. 5 に示す。さらに同図には菜種油を5および10容添加した場合についての結果をも示した。

焼入効果は添加量が5および10容のいずれの場合にも、フルフルル溶剤処理抽出油、再蒸溜処理残渣油、ブライトストックを用いた順、すなわち熱的に不安定なパラフィン側鎖を多く有する高沸点炭化水素を添加した調製油ほど大である。次にこれらの高沸点炭化水素よりも熱的に安定であると考えられる菜種油を添加した調製は焼入効果が最も乏しい。

ii) 鉱物油および添加量を変えた場合
試験片 L を用い、菜種油を添加した調製油について実験した。各基油ならびにこれらにそれぞれ菜種油を3, 5, 7および9容添加した調製油について得られ

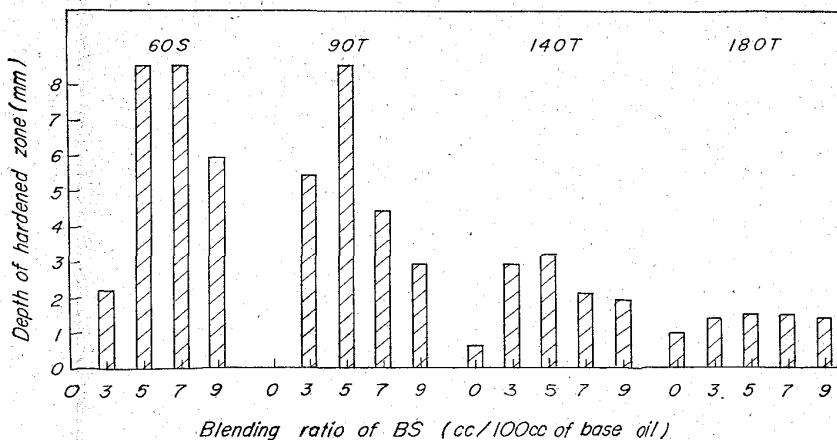


Fig. 4. Depths of hardened zones of test piece G quenched in various base oils and in mixtures of each base oil and bright stock. Quenching and bath temp.: Same as in Fig. 3.

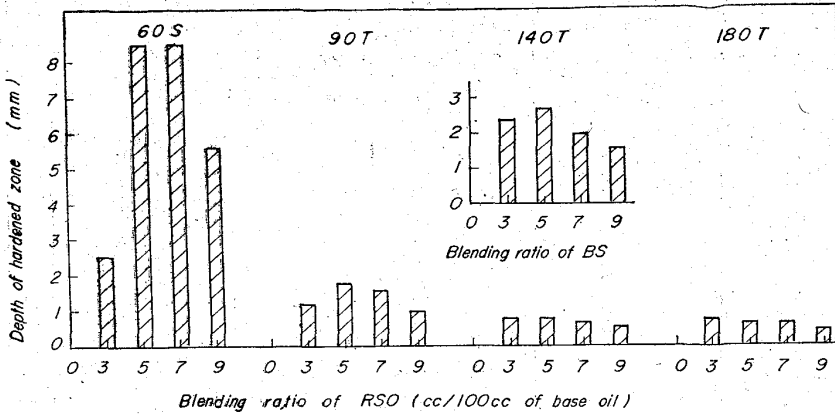
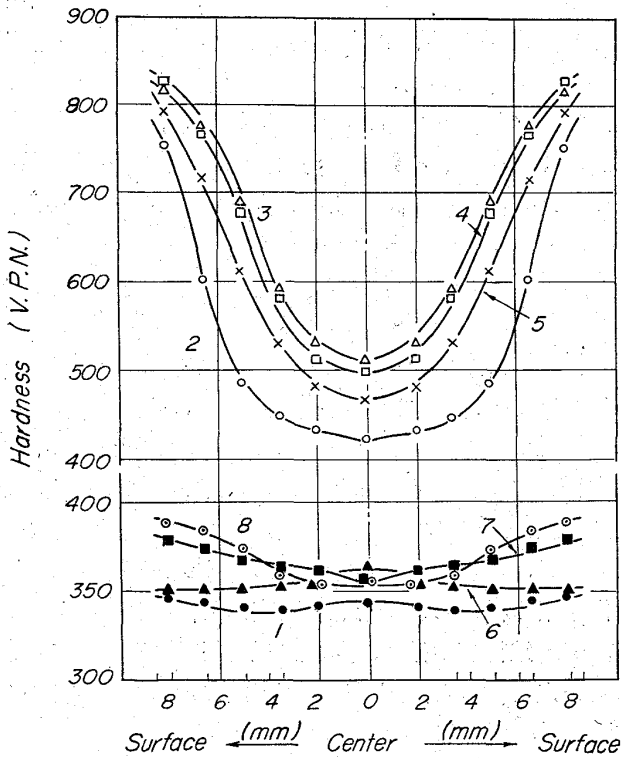


Fig. 6. Depths of hardened zones of test piece L quenched in various base oils and in mixtures of each base oil and rape seed oil (addition of the results on mixtures of base oil 140T and bright stock).
Quenching and bath temp.: Same as in Fig. 3.

た試験結果を硬化層の深さによつて Fig. 6 に示す。なお Fig. 7 は各基油および一部の調製油についての結果を硬度分布曲線によつて示したものである。基油 140T あるいは 180T についての結果からも明らかなように、試験片 L は G と比較して焼入硬化度が低い。



1 60S 2 60S+3RSO 3 60S+5RSO 4 60S+7RSO
5 60S+9RSO 6 90T 7 140T 8 180T

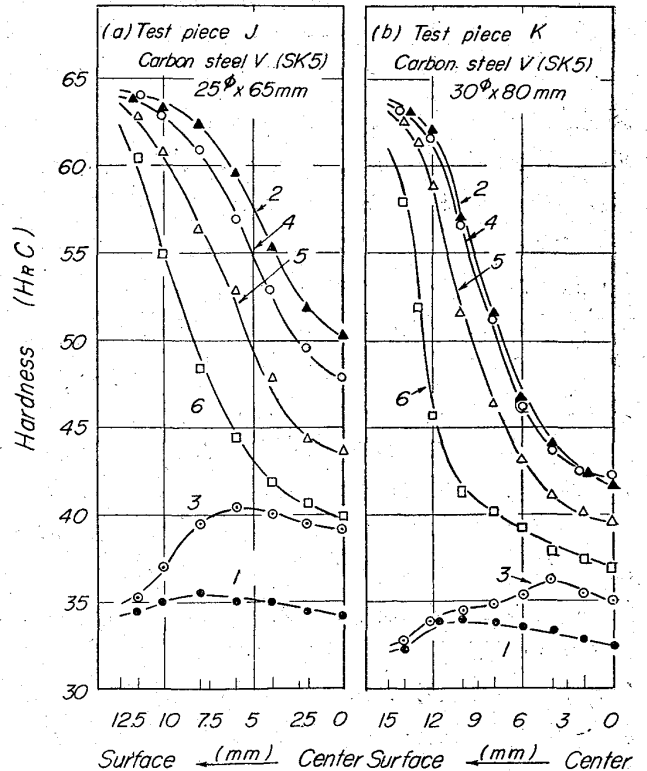
Fig. 7. Hardness curves of test piece L quenched in various base oils and in several mixtures of base oil and rape seed oil. Quenching and bath temp.: Same as in Fig. 3.

ブライトストックと化学構造が非常に異なる菜種油を用いたこの場合も、調製油はそれぞれの基油と比較すると焼入効果がいちじるしく大である。さらに焼入効果の大小と基油の沸点および菜種油の添加量との関係は、既述のブライトストックの場合とよく一致する。Fig. 6 には基油 140T にブライトストックを 3, 5, 7 および 9 容添加した場合についての結果をも付記したが、混合比を一定とすると基油 140T の場合、焼入効果は菜種油よりもブライトストックを添加したときのほうが大である。これは前述の基油 R I S を用いた場合の結果と一致する。

3.2.3 各種の試験片を用いた場合

i) 炭素鋼試験片の大きさを変えた場合

試験片 J および K を用い、基油 60S、同油にブライトストックを 10 容添加した調製油、ならびに基油 140TR、同油にブライトストックを 5, 10 および 20 容添加した



1 60S 2 60S+10BS 3 140TR
4 140TR+5BS 5 140TR+10BS 6 140TR+20BS

Fig. 8. Hardness curves of test piece J and K quenched in base oils and in mixtures of base oil and bright stock. Quenching and bath temp.: Same as in Fig. 3.

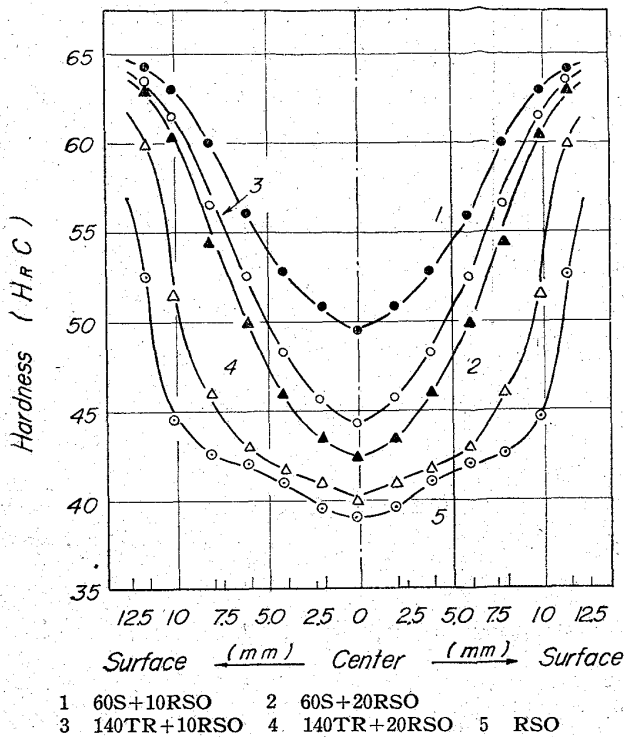


Fig. 9. Hardness curves of test piece J quenched in rape seed oil and in several mixtures of base oil and rape seed oil. Quenching and bath temp.: Same as in Fig. 3.

調製油について得られた試験結果を Fig. 8 に示す。

Fig. 9 は試験片 J を用い、基油 60S および 140TR に菜種油をそれぞれ 10 および 20 容添加した調製油、ならびに菜種油について得られた結果である。

既述の試験片 G あるいは L よりも寸法が大きい J を用いた場合にも、調製油はいずれもそれぞれの基油と比較すると焼入効果がいちじるしく大である。また試験片 J よりさらに寸法が大きい K の場合にも、ブライトストックの場合についてのみであるが、調製油はいずれも基油より焼入効果が非常に大である。

次に基油 140TR にブライトストックを添加した調製油は、試験片 J および K のいずれを用いた場合も、添加量が 5 容のとき焼入効果が最大である。さらにブライトストックの添加量が 10 容の場合、焼入効果は基油 140TR よりも沸点が低い 60S を用いたとき大である。菜種油を添加した調製油に関しても試験片 J を用いた場合についてのみであるが、焼入効果は添加量が多いほど乏しい。また混合比を一定とすると焼入効果は沸点が低い基油 60S の場合大である。これらの諸結果は、試験片 G あるいは L によつて得られた既述の諸結果とよく一致する。

ii) 構造用低合金鋼試験片を用いた場合

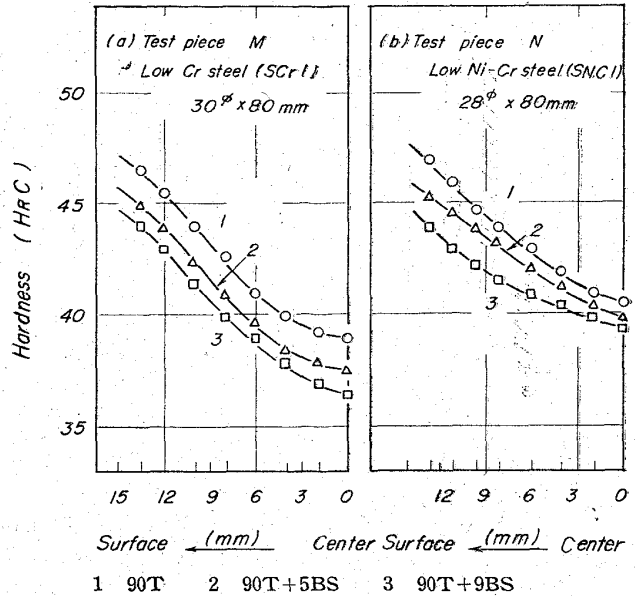


Fig. 10. Hardness curves of test pieces M and N quenched in base oil and in mixtures of base oil and bright stock. Quenching temp.: 830°C for M, 850°C for N. Bath temp.: Same as in Fig. 3.

構造用 Cr 鋼の試験片 M、同じく Ni-Cr 鋼の試験片 N を用い、基油 90T、ならびに同油にブライトストックを 5 および 9 容添加した調製油について得られた試験結果を Fig. 10 に示す。

試験片 M および N のいずれを用いた場合も既述の炭素鋼試験片の場合とは異なり、調製油は基油より焼入効果がやや乏しい。なお調製油はブライトストックの添加量が 5 よりも 9 容の場合焼入効果が乏しい。

3.3 焼入油の特性についての検討

基油 140TR の調製油は R I S あるいは 60S の場合と同様に、混合比を一定とすると菜種油よりもブライトストックを用いたとき炭素鋼に対し焼入効果が大きい。この結果からブライトストックと菜種油の調製油では、相当組成の場合基油鉱物油の種類に関係なく、一定の炭素鋼試験片に対して前者のほうが大なる焼入効果を示すといえる。さらにこの結果と基油 R I S について高沸点炭化水素の種類および添加量を変えて得られた結果とから、基油鉱物油の種類ならびに混合組成に関係なくそれらを一定とすると、調製油は炭素鋼に対して高沸点炭化水素が熱安定性に欠けるほど焼入効果が大きいといえる。前項で示した諸結果およびこれらの結果は、混合油の低沸点成分の極性に関する事項を除けば、前節の焼入油の特性についての一般則とよく一致する。

次に Fig. 3 にて菜種油と大豆油エチルエステルとの等容混合油は、基油 90T にブライトストックを 5 容添加した調製油と比較するに、炭素鋼の試験片 G を用いた

場合焼入効果が大きいことを示した。前者の等容混合油と後者の調製油とでは、沸点に関しては後者の方が低く、低沸点成分の極性に関しては前者の方が大である。したがって上記の結果から、混合油の構成低沸点成分の極性についての一般則も妥当なものであるといえる。

構造用低合金鋼の試験片MあるいはNを用いた場合、ブライトストックを添加した調製油は基油 90T と比較して、焼入効果が乏しい。これは前者におけるほうが沸点が高くかつ極性の大きなブライトストックを含むため、ガス膜の消滅完了時における試験片の表面温度が高く、試験片がベイナイト変態の温度区間を徐冷されることによると考えられる。ベイナイト変態しやすい構造用の低合金鋼も、その寸法が大きい場合には焼入の際フェライトの析出あるいはパーライト変態をおこしやすい。したがって調製油はこの種の鋼に対しても一般的には基油より焼入効果が大きく、前節で示した焼入油の特性に関する一般則は適切なものであるといえる。

本節では工業用油についてのみ実験を行なったが、数編にわたって報告した本研究の諸結果は、焼入油の合成に対し、若干の指針を与えるものと信ずる。

4. 結 言

焼入油の特性ならびに冷却作用について次の諸点を明らかにした。

焼入油の特性に関しては、

(1) 化学的形態が単一あるいは同種の成分からなる焼入油は、良好なる焼入効果を示さない。

(2) 低沸点成分と高沸点成分との混合油は、焼入効果に関し特に顕著な相乗性を示し、その極大点は低沸点成分側に極端に偏している。

(3) 低沸点成分と高沸点成分との混合油は、低沸点

成分がより大きい極性を示すものほど焼入効果が大きく、さらに高沸点成分がより熱安定性に欠けるものほど焼入効果が大きい。

低沸点成分と高沸点成分との混合油の冷却作用に関しては、

(4) 冷却過程 I (蒸気膜段階) においては、低沸点成分による物理的蒸発冷却と鋼の表面に接近した高沸点成分の一部の熱分解による化学的冷却とが併起し、その結果白煙気泡がはげしく発生する。

(5) この発生気泡は鋼の表面から急激に離脱するため、冷却過程は I の蒸気膜段階を短時間で経過し次の過程に移行する。

(6) 冷却過程 II (沸騰段階) において、高沸点成分は熱分解を伴いながら低沸点成分の気体を排除して鋼表面に付着流動する。このため液体低沸点成分による冷却が逐次誘導され、冷却効果が急激に大となると考える。

(7) 冷却過程 III および IV (対流段階) においては、冷却効果の大なる液体低沸点成分による冷却が主としておこる。

(8) 混合油は、両成分が冷却に対してそれぞれ特有の機能を発揮し、冷却効果が大きくなる。

文 献

- 1) 佐藤, 藤村: 鉄と鋼, 49 (1963) 6, p. 900~907
- 2) 藤村, 佐藤: 鉄と鋼, 49 (1963) 7, p. 1008~1015
- 3) 藤村, 佐藤: 鉄と鋼, 49 (1963) 8, p. 1102~1109
- 4) 藤村, 佐藤: 鉄と鋼, 49 (1963) 12, p. 1810~1817
- 5) 藤村, 佐藤: 鉄と鋼, 50 (1964) 8, p. 1188~1195
- 6) 多賀谷, 田村: 日本金属学会誌, 17 (1953) 5, p. 217~220
- 7) 中川, 吉田: 化学機械, 16 (1952) 3, p. 74~82
- 8) 中川, 吉田, 神谷: 化学機械, 16 (1952) 12, p. 405~418