

Cr-Mo-V 熱間ダイス鋼 (DSC) の熱処理および機械的性質について

On the Heat Treatment and Mechanical Properties of the Cr-Mo-V Hot Die Steel (DSC)

小 柴 定 雄* 田 中 和 夫** 稲 田 朝 雄**
Sadao Koshiba Kazuo Tanaka Asao Inata

内 容 梗 概

主としてコンテナスリーブに使用される Cr-Mo-V 熱間ダイス鋼について確性試験を行つた。その結果 950~1,000°C より油焼入後 600~650°C 焼戻が適当であり、熱間における機械的性質は温度の上昇とともに抗張力を低下し伸び、絞りを増大するが、衝撃試験においては 500°C 付近にやや脆性を示す。

1. 緒 言

最近日立金属工業株式会社安来工場では某社の依頼により先方と協議の結果 Cr-Mo-V 熱間ダイス鋼（主としてコンテナスリーブに使用）の製造を行つている。本研究はこれにつき確性試験を行い使用上の参考に資した。

2. 試料および実験方法

試料は 6 t 弧光電気炉で熔製し、3 t 鋼塊に铸造後 16 および 32mmφ に圧延したものを 850°C にて焼鈍後各種試験片に機械仕上した。第 1 表にこれが化学成分を示す。

2.1 変態点の測定

7mmφ×70mm の試料を用い本多式熱膨脹計により測定した。加熱および炉冷の場合の冷却速度はそれぞれ 5°C/min とし最高加熱温度は 900°C とした。

2.2 焼入、焼戻硬度と組織

15mmφ×12mm 試料を用い、850~1,100°C より水、油および空冷せるものと前述の油焼入せるものを 100~700°C にて焼戻せるものにつきそれぞれの硬度および組織を調べた。

2.3 焼入性試験

Jominy 式一端水冷法により 950°C より一端水冷後水冷端よりの硬度変化を測定した。

2.4 機械的性質

各試験片は脱炭防止のためケースを用い同材の削粉を充填し、950°C にて 30分保持後油焼入、650°C にて 1 時

間焼戻し常温および熱間 (300~700°C) において各試験を行つた。ただし抗張試験片 (平行部径 7.0mm) シャルピー衝撃試験片とも 0.2mm の削代を付し、前述の熱処理終了後所定の寸法に仕上げた。

2.5 変形率

8mmφ×80mm の試料を前述の機械試験片と同様の脱炭防止を行い 950°C 油焼入およびそれを 300~700°C にて焼戻せるものにつきマイクロメータによりそれぞれの長さおよび直径を測定し、焼鈍状態のものを基準として変形率を求めた。

2.6 熱膨脹係数

7mmφ×70mm の試料を前述の機械試験片と同様の脱炭防止を行い 950°C にて油焼入後 650°C にて焼戻処理したものを簡易熱膨脹計に 1/1,000mm のダイヤルゲージを装着したものをを用いて温度の変化による膨脹量を測定し平均熱膨脹係数を求めた。

3. 実 験 結 果

3.1 変態点の測定

第 2 表に測定結果を示すが、空冷により約 200°C 付近に Ar'' 変態を生起する。

3.2 焼入、焼戻硬度組織試験

第 1 図は 850~1,100°C より水、油および空冷せるものの硬度測定結果を示すが、いずれも 1,000°C 付近までは温度の上昇とともに硬度を増大し、それ以上の温度にては低下する。ことに空冷せるものは残留オーステナイトが多くほかのものに比して著しい。第 3 表に加熱温度および冷却方法の差による飽和磁気の強さの変化を示す。

次に前述の油焼入せるものにつきそれぞれの組織を検討したが、焼入温度の上昇とともに組織を粗大化する。第 2, 3 図は 950°C および 1,000°C より油焼入せるものの組織を示す。

第 1 表 試 料 の 化 学 成 分 (%)

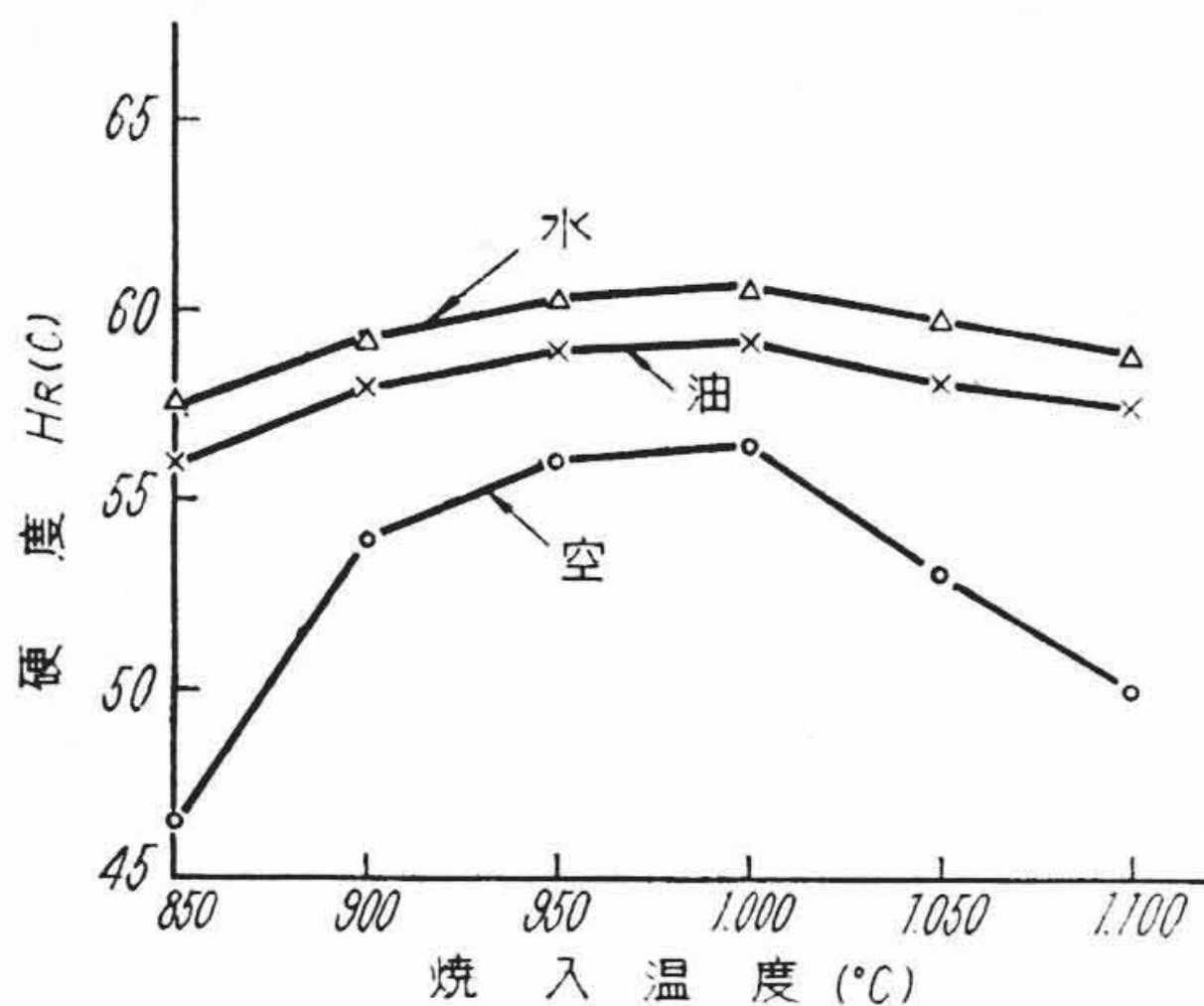
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	結晶粒度 G
0.42	0.21	0.67	0.011	0.007	0.01	1.55	0.50	0.40	6.2

* 日立金属工業株式会社安来工場 工博

** 日立金属工業株式会社安来工場

第2表 変態生起状況(°C)

加熱変態		炉冷変態		空冷変態	
開始	終了	開始	終了	開始	終了
780	810	701	630	204	152



第1図 焼入温度と硬度の関係

第3表 飽和磁気測定結果(ガウス)

最高 加熱温度(°C)	冷却方法		
	水冷	油冷	空冷
950	—	—	1,368
1,000	1,493	1,448	1,354
1,050	—	—	1,340

第4図は前述の各温度より油焼入せる試料の焼戻硬度試験結果であるが、いずれも焼戻温度500°C付近までは温度の上昇とともにその硬度を低下し、575°C付近に二次硬化現象を示し、600°C付近より急激にその硬度を低下する。しかして焼入温度の高いものほど二次硬度も高い。

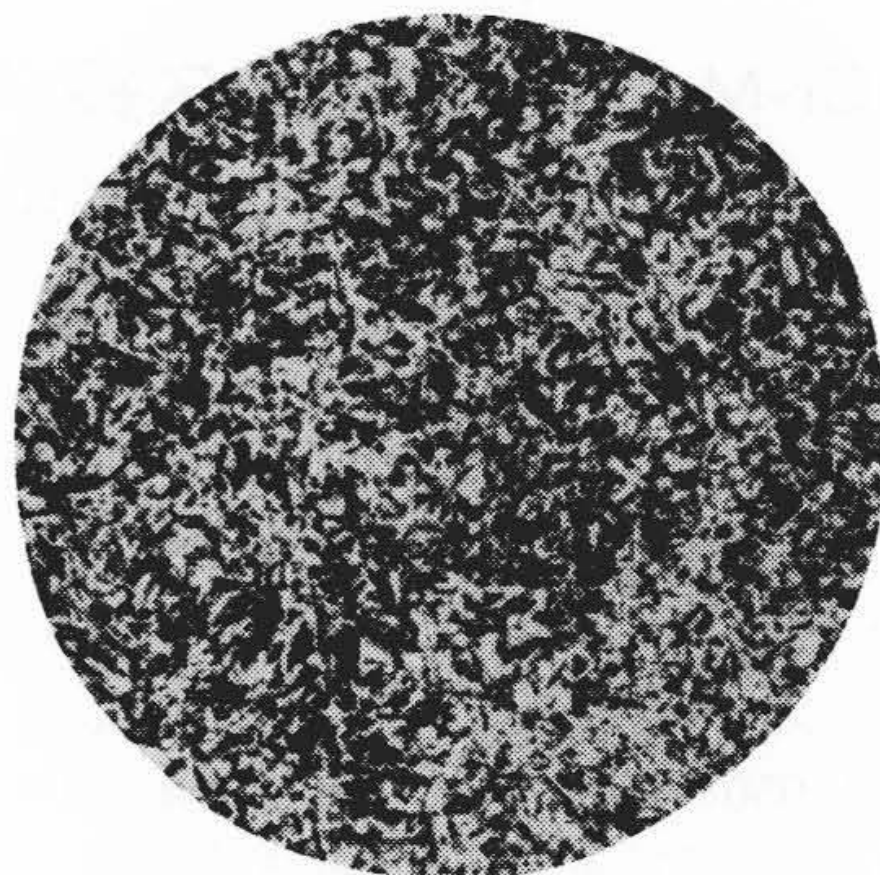
本鋼は主としてコンテナスリーブとして用いられその使用硬度は $H_s > 55.0$ (H_{RC} 約 40.8) とされている。よつて前述の諸結果よりして熱処理方法は 950~1,000°C より油焼入後 600~650°C 焼戻が適当であると思われる。

3.3 焼入性試験

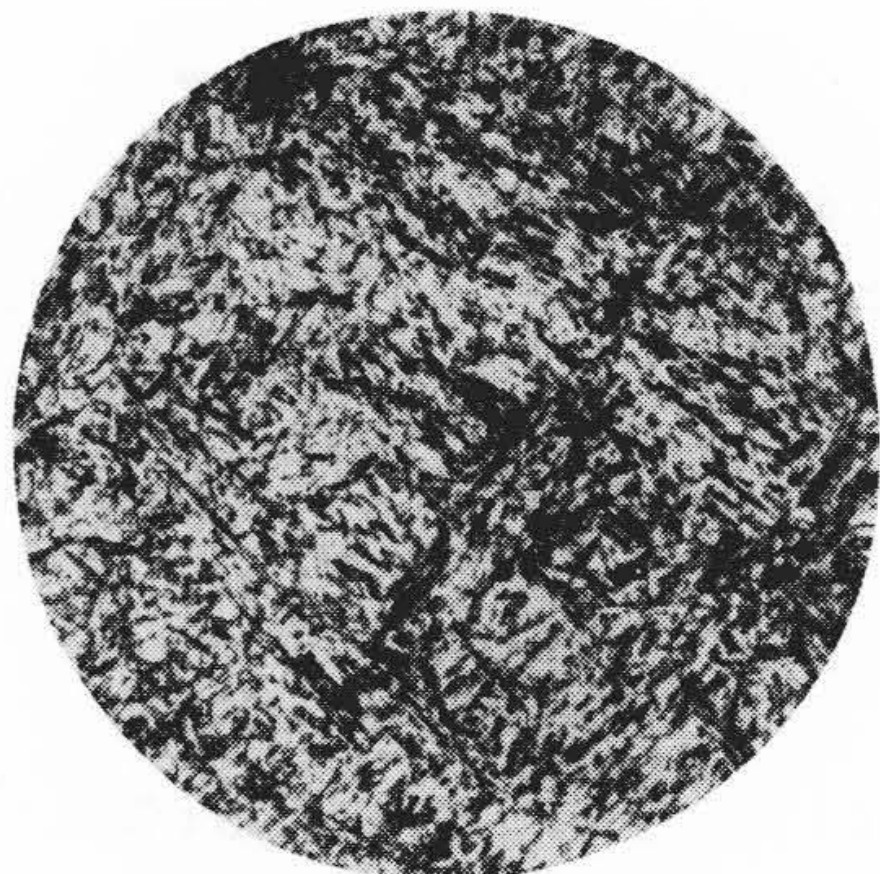
第5図に試験結果を示すが、水冷端よりの距離約50~90mm間において硬度を著しく低下する。また第1表に学振法による結晶粒度の測定結果を示す。

次に実験に用いた試料の硬度測定面につき50%マルテンサイト+50%トランスタイト点の水冷端よりの距離を測定したが約50mmであつた。

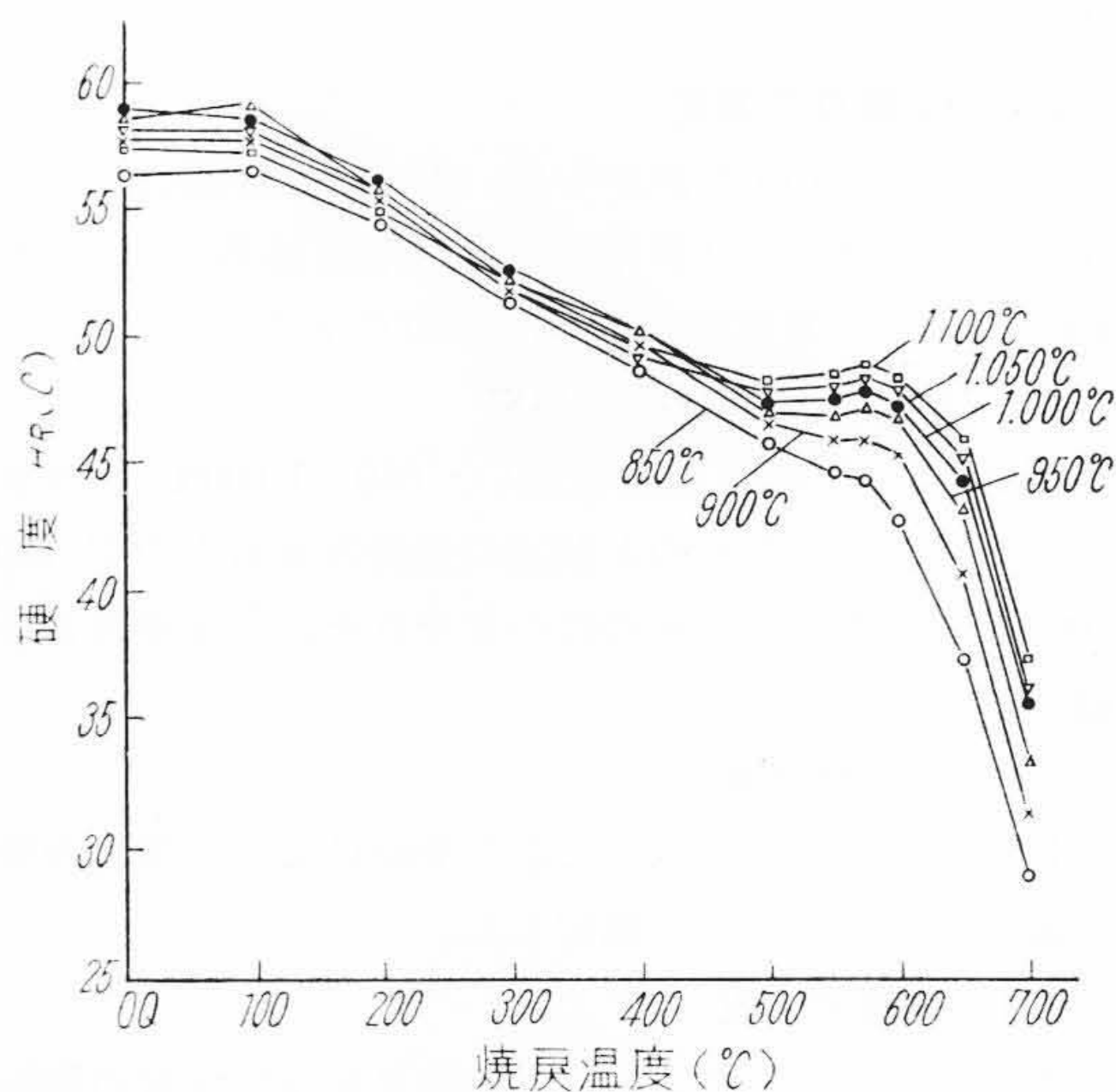
よつて本鋼の油焼入($H 0.5$)により中心が50%マルテンサイト+50%トランスタイト組織となる最大丸棒の径



第2図 950°C油焼入組織 ×420



第3図 1,000°C油焼入組織 ×420

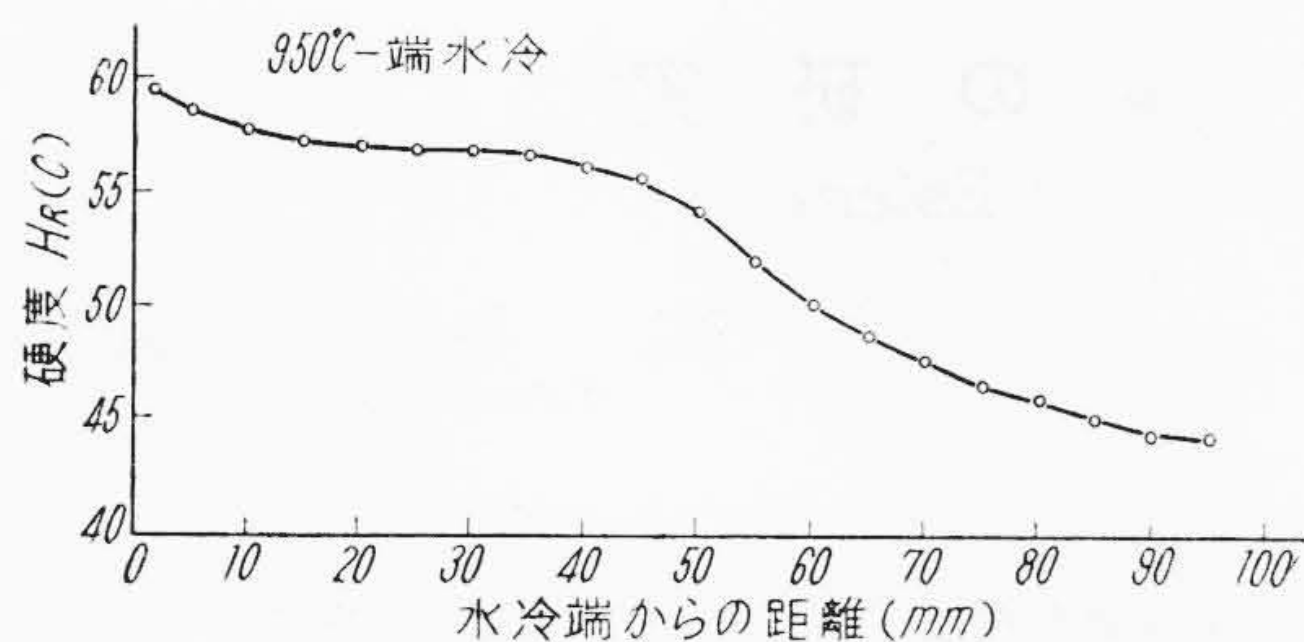


第4図 焼戻温度と硬度の関係

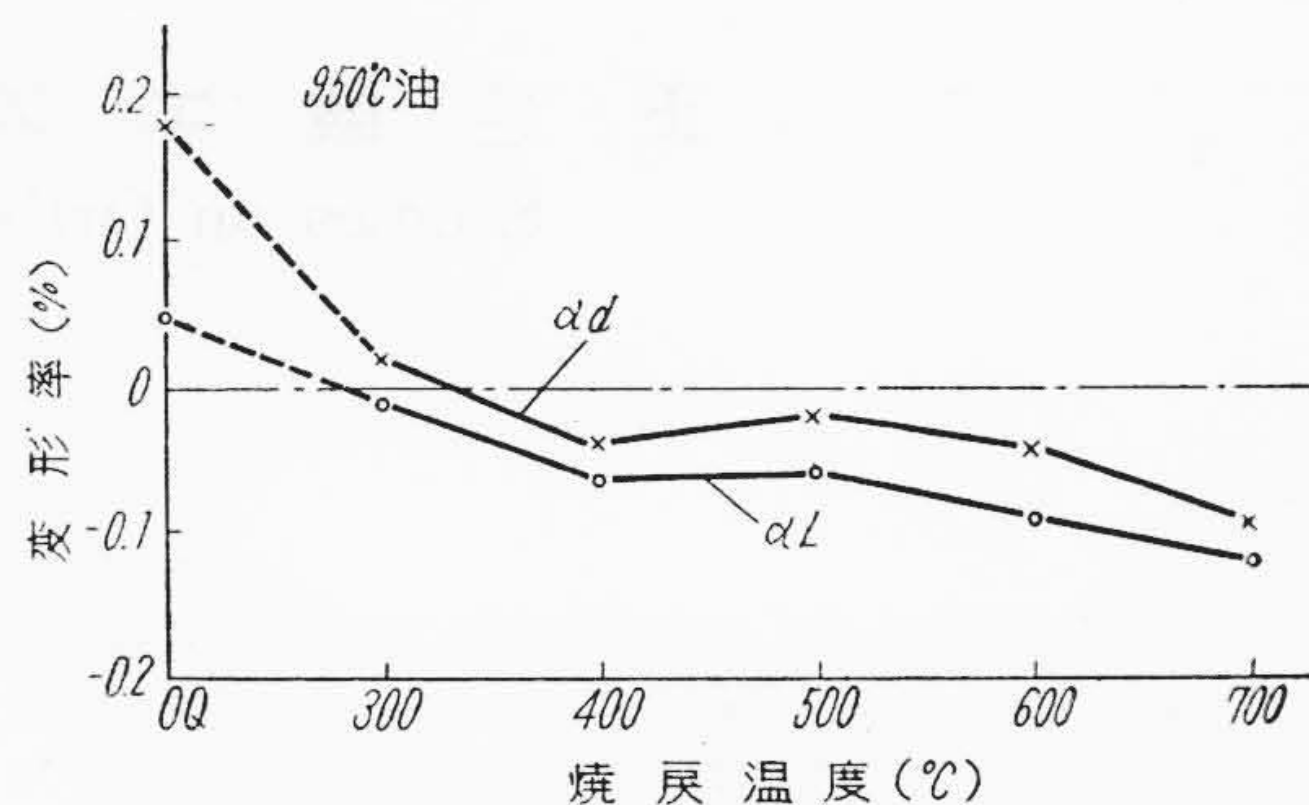
は約120mmφ、水焼入の場合は約149mmφである⁽¹⁾。

3.4 機械的性質

第6図に常温および熱間における抗張試験結果を示す。すなわち試験温度の上昇とともに抗張力を低下し、伸びおよび絞りを増大する。また衝撃試験においては500°C付近の温度にて脆性を示し600°C付近以上におい

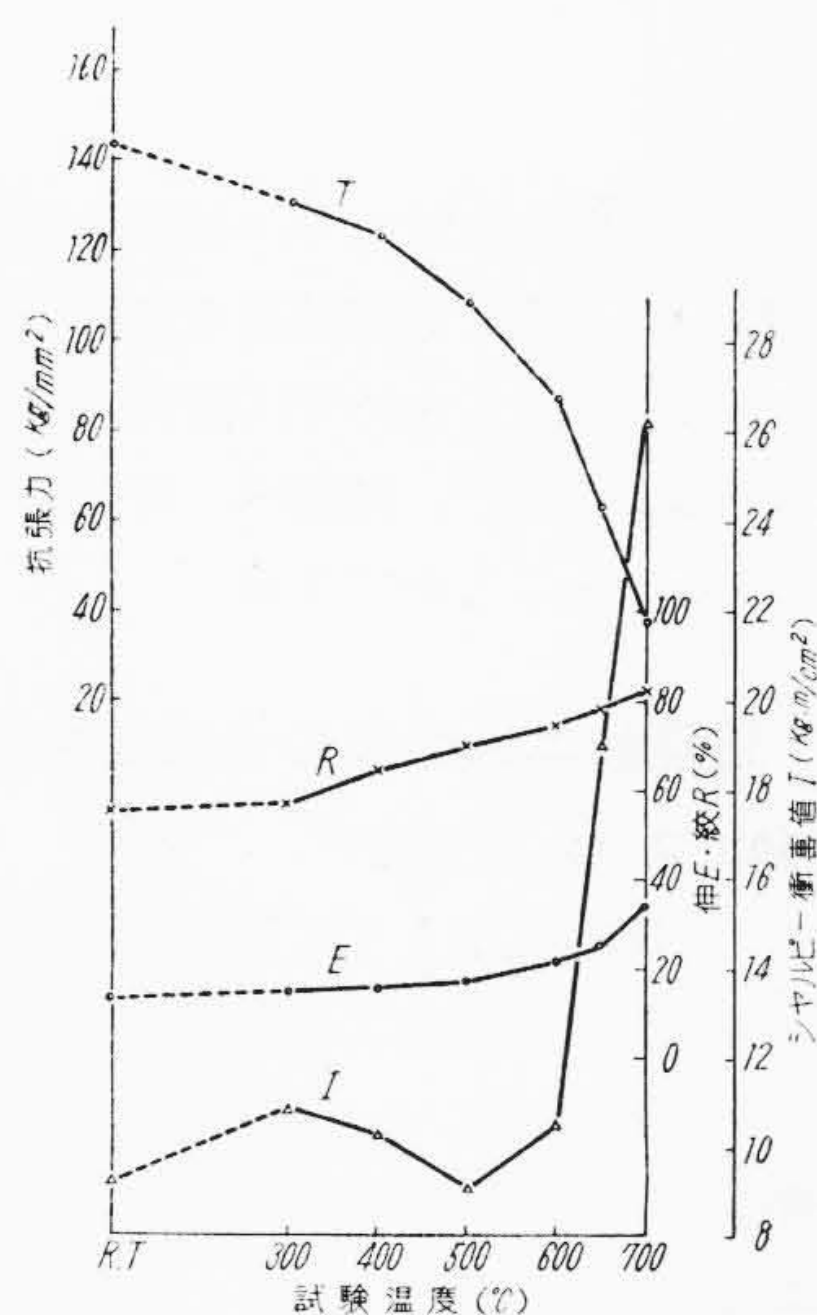


第5図 焼入性試験結果



(αd----直径方向, αL----長さ方向)

第7図 変形率測定結果



第6図 常温および熱間における抗張, 衝撃試験結果 (950°C 油焼入 650°C 焼戻)

てはその値を著しく増大する。

3.5 変形率および熱膨張係数

第7図に変形率測定結果を示すが同図より明らかなように 950°C 油焼入により直径および長さ方向ともに膨脹を示す。しかして焼戻により収縮する傾向を示すが 500°C 付近においてわずかながら膨脹する。また第4表に 950°C 油焼入後 650°C にて焼戻せる試料の 400~700°C の各温度区間における平均熱膨張係数を示す。

4. 結果に対する考察

前述のように本鋼はその主たる使用目的をコンテナスリーブ材として試作したものであるが、コンテナスリーブの形状は各社により異なるも外径約 300~400mm φ, 内径約 170~220mm φ, 長さ約 700~900mm である。

しかして前述の焼入性試験において本鋼の焼入深度は

第4表 平均熱膨張係数測定結果

温 度 (°C)	平均熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$)
400 ~ 500	12.45 ₁
500 ~ 600	12.98 ₈
600 ~ 700	13.26 ₄

950°C 油焼入の場合最大直径約 120mmφ まで可能である。この結果は上述のコンテナスリーブとは形状が異なるため比較は困難であるが、一応 950°C 付近の温度より油焼入しても内外部において大差のない熱処理を行い得るものと思える。

5. 結 言

前述の緒結果を要約すると次のとおりである。

- (1) 850~1,100°C より水、油および空冷せる場合いずれも加熱温度 1,000°C 付近までは硬度を増大するが、それ以上においてはかえって低下する。また前述の各温度より油焼入せるものの焼戻試験において、いずれも 575°C 付近に二次硬化現象を示すが、焼入温度の高いものほど硬度も高い。また 950°C 油焼入の場合中心が 50% マルテンサイト + 50% トルースタイト組織となる最大直径は約 120mmφ である。熱処理方法は 950~1,000°C より油焼入後 600~650°C 焼戻が適当である。
- (2) 熱間における機械的性質は試験温度の上昇とともに抗張力を低下し伸び、絞りを増大する。しかして衝撃試験においては 500°C 付近に脆性を示す。また変形率は 950°C 油焼入により膨脹を示し、焼戻により収縮する傾向を示すが、焼戻温度 500°C 付近にてはわずかに膨脹する。

参 考 文 献

- (1) JIS: 工具鋼, p. 74 (昭 31)