

合金工具鋼のじん性に及ぼす熱処理の影響 (第1報)

—切削工具 CWA および SA1 について—

The Effect of Heat Treatment on the Toughness of Alloy Tool Steel (Part 1).

—On the CWA and SA1 Used as the Cutting Tool—

小 柴 定 雄* 稲 田 朝 雄**

Sadao Koshiba

Asao Inada

内 容 梗 概

合金工具鋼のうち主として切削用工具として用いられる CWA および SA1 のじん性に及ぼす熱処理の影響について検討した。

CWA においては焼入温度および保持時間がある程度かえても大差ないが, SA1 においてはその影響がみられる。また両鋼種とも油焼入のものに比較してマルクエンチ処理のほうがじん性は大きい。また焼戻保持時間の長いものほどその硬度を低下するがじん性は必ずしもこれと比例しない。つぎに両鋼種とも繰返焼鈍回数の多いものほど焼入, 焼戻後のじん性を増大する。等硬度におけるじん性は焼入, 焼戻のものに比して恒温処理したものの方がおおむね良好であった。

1. 緒 言

工具として具備すべき条件はその用途により異なるが, じん性の大きなることはすべての工具に共通して重要である。よって合金工具鋼中のおもなるものについて, そのじん性に及ぼす熱処理の影響についてしらべた。

本報告はそのうちの CWA および SA1 につき行った結果である。

2. 試料および実験方法

CWA は 1 t 高周波電気炉により熔製後 250 kg 鋼塊に鑄造し, SA1 は 5 t 弧光電気炉により熔製後 100 kg 鋼塊に鑄造した。つぎにこれらをそれぞれ 12 mmφ に圧延後 850°C にて焼準し, 780°C にて 1 時間焼鈍後 5φ×70 mm の曲げ試験片に機械仕上した。第 1 表にこれら両鋼種の化学成分を示す。

つぎに試料の熱処理に際しては, すべて石英管あるいはケース中に同材の削粉とともに封入して加熱し酸化, 脱炭を防止した。またマルクエンチ処理は佐藤式熱膨脹自記装置および簡易熱膨脹計を用いて加熱温度 850°C の場合の Ms 点を求め(CWA は約 170°C, SA1 約 230°C である)その結果より両者とも 850°C に 10 分間加熱後 CWA は 180°C, SA1 は 240°C の油浴中に急冷し 1 分間保持後空冷した。なお恒温処理は 180°C および 240°C は油浴, 280°C は錫浴を用いて行った。

以上のようにして種々の熱処理を行った各試料につき 10 t アムスラー試験機を用い支持金具の径 20 mmφ, 支点間距離 50 mm, おさえ金具の半径 10 mm にて曲げ試験を行い試料破断の際の最大荷重を測定するとともに試験機に 1/100 mm のダイヤルゲージを装置し, たわみの測定をした。

3. 実 験 結 果

3.1 焼入温度および保持時間の影響

第 1 図は CWA の 830~880°C にそれぞれ 10 分間加熱後油焼入せるものの測定結果を示す。硬度, 最大荷重およびたわみともにいずれも大差なく, したがってかかる温度範囲内においては焼入温度の影響はほとんどない。

第 2 図は SA1 における同様の実験結果を示す。すなわち焼入温度の上昇とともに硬度を

わずかながら高めるが最大荷重およびたわみは 850°C 焼入のものもとも高く, 880°C においてはかえってこれを減少する結果を示す。

つぎに以上の各試料についてその組織をしらべた。CWA においては温度による組織的な差は少ない。SA1 においては温度の高いもののほうがわずかながらあらひ傾向を示す。

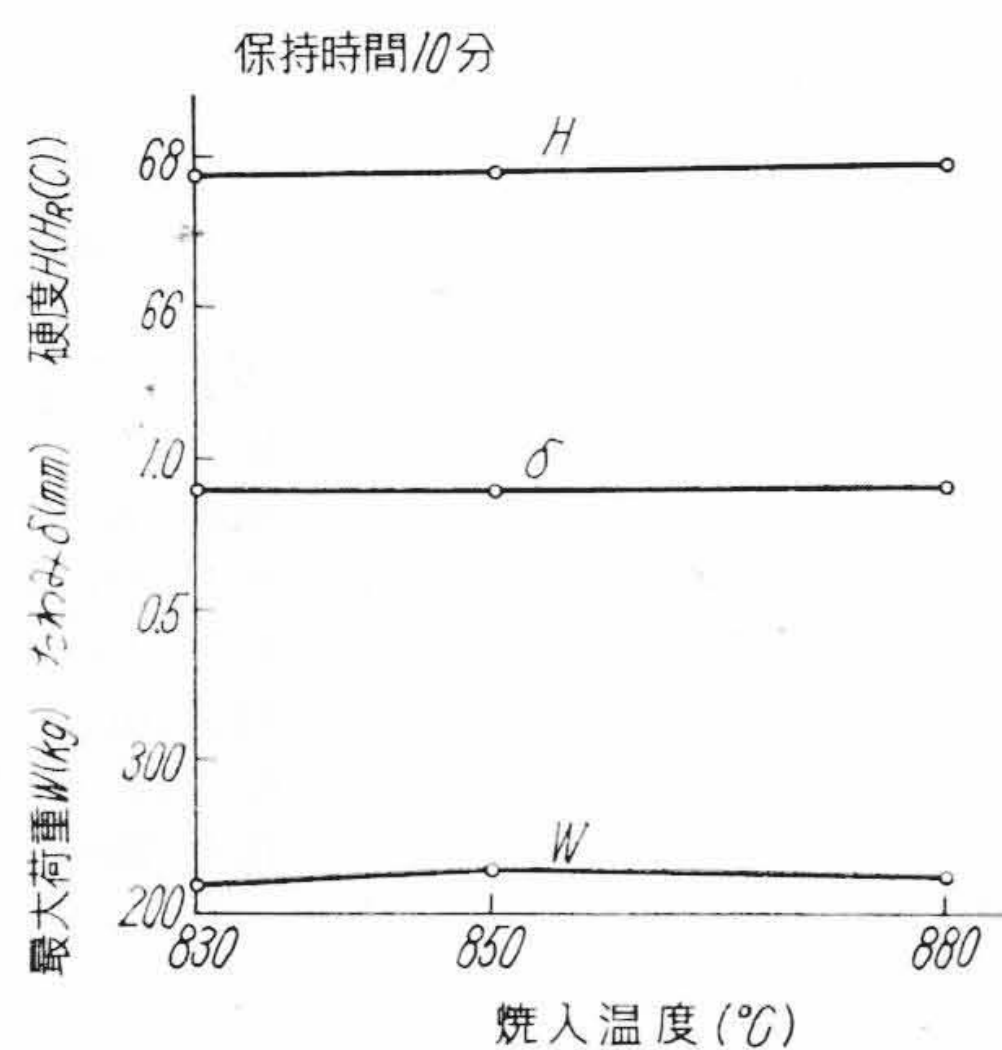
第 3, 4 図は両試料の 850°C に 10~30 分間保持後油焼入せるものの結果を示す。CWA は保持時間の影響をほとんどうけないが, SA1 においては時間を増すとともにその硬度をわずかながら高め, また最大荷重およびたわみをそれぞれ減少する。第 5 図および第 6 図に両鋼種の 850°C にて 10 分間加熱保持後油焼入せる試料の組織を示す。

3.2 マルクエンチ処理の影響

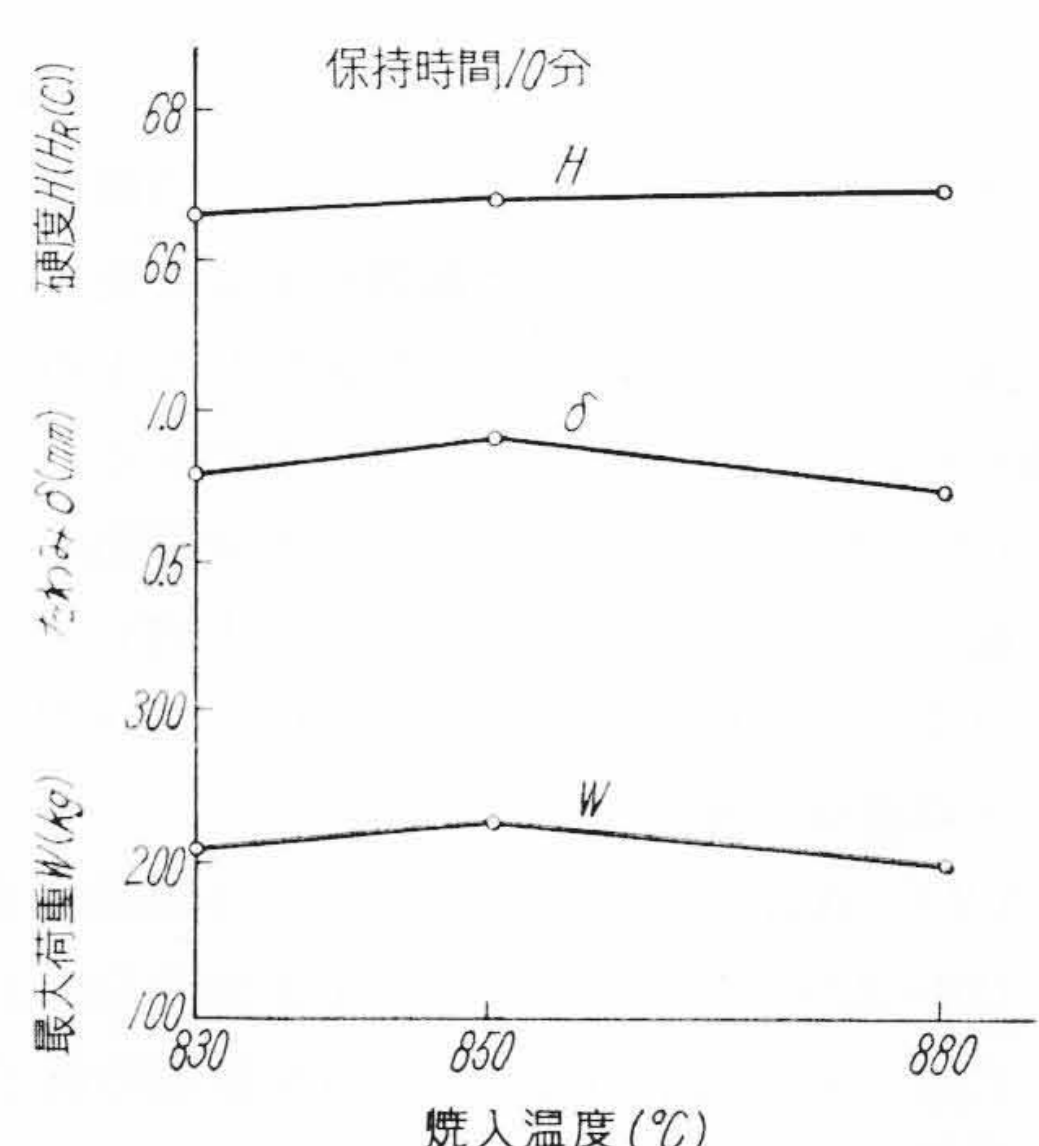
第 7 図は CWA の 850°C より油焼入およびマルクエンチ処理せるものおよびこれらをさらに 100~400°C の各温度にてそれぞれ 1 時間焼戻せるものの測定結果を示す。油焼入またはマルクエンチ処理のままのものにおいてはその硬度は大差ないが, 最大荷重およびたわみはマルクエンチ処理せるものが大きい結果を示す。この点マルクエンチ処理せるものは油焼入のものに比して熱処理による内部応力が少ないためと思考する。

第 1 表 試 料 の 化 学 成 分

試 料	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	Mo	V	Cu
CWA	1.29	0.46	0.36	0.018	0.013	0.09	0.65	4.35	Ni1	0.03	0.14
SA1	1.05	0.28	0.65	0.020	0.006	0.07	0.77	1.29	0.08	0.15	0.16



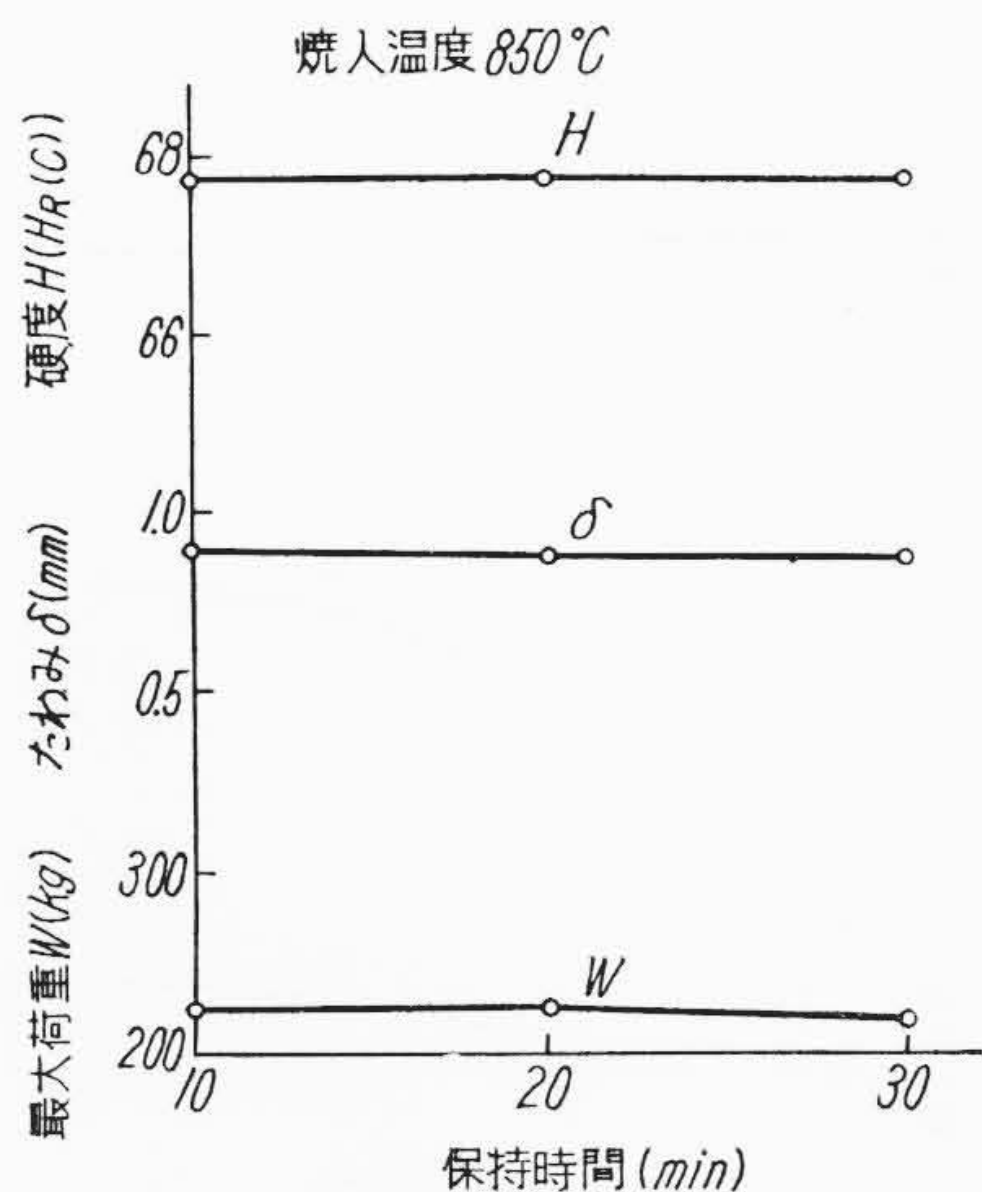
第 1 図 CWA の硬度およびじん性に及ぼす焼入温度の影響



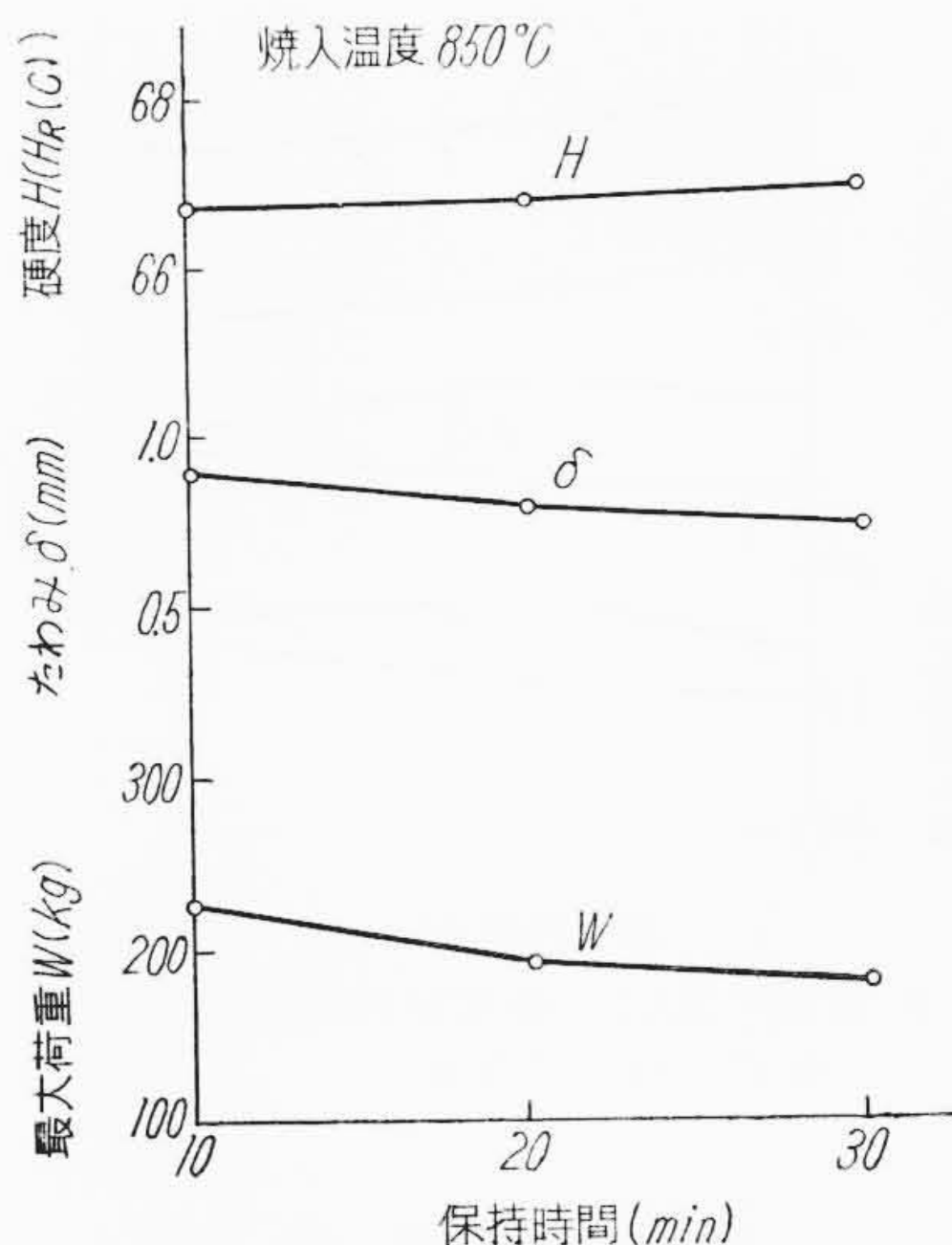
第 2 図 SA1 の硬度およびじん性に及ぼす焼入温度の影響

* 日立金属工業株式会社安来工場 工博

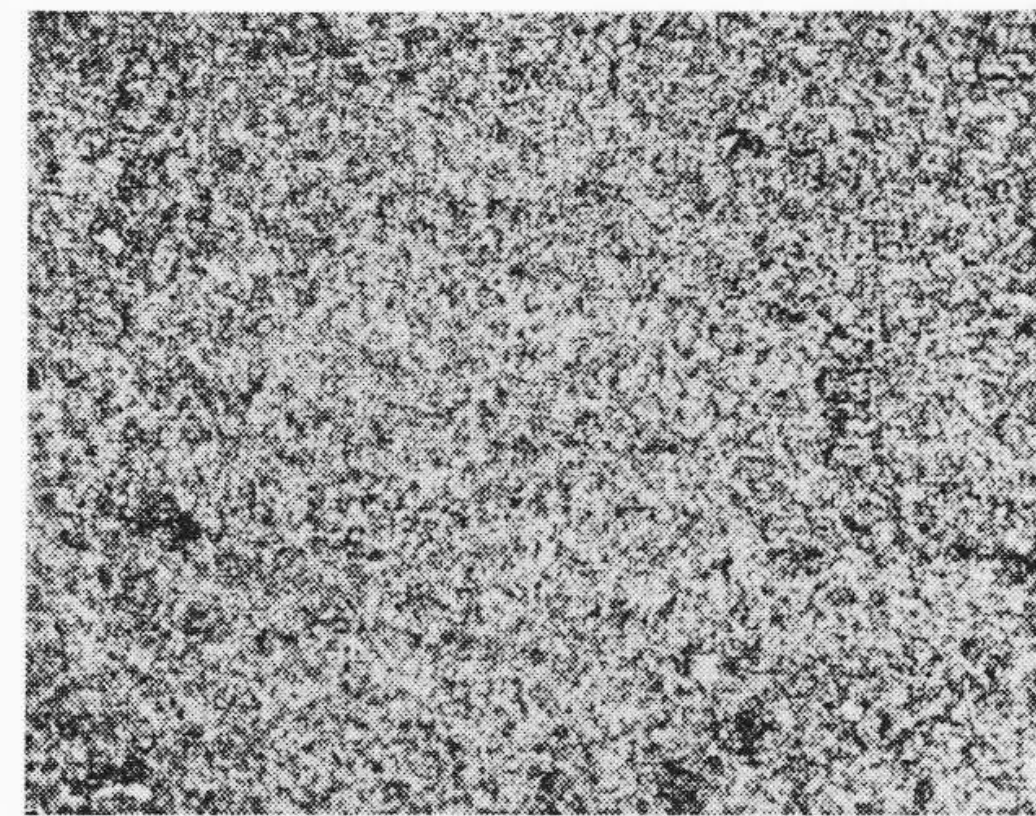
** 日立金属工業株式会社安来工場



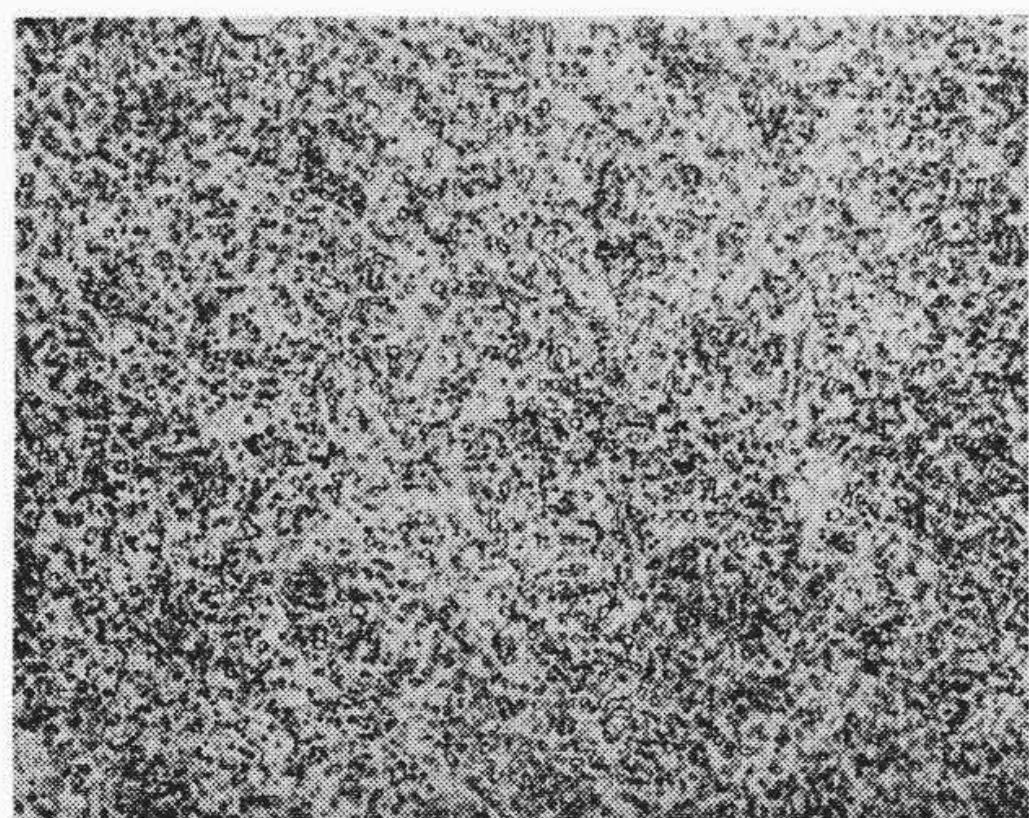
第3図 CWA の硬度およびじん性に及ぼす焼入保持時間の影響



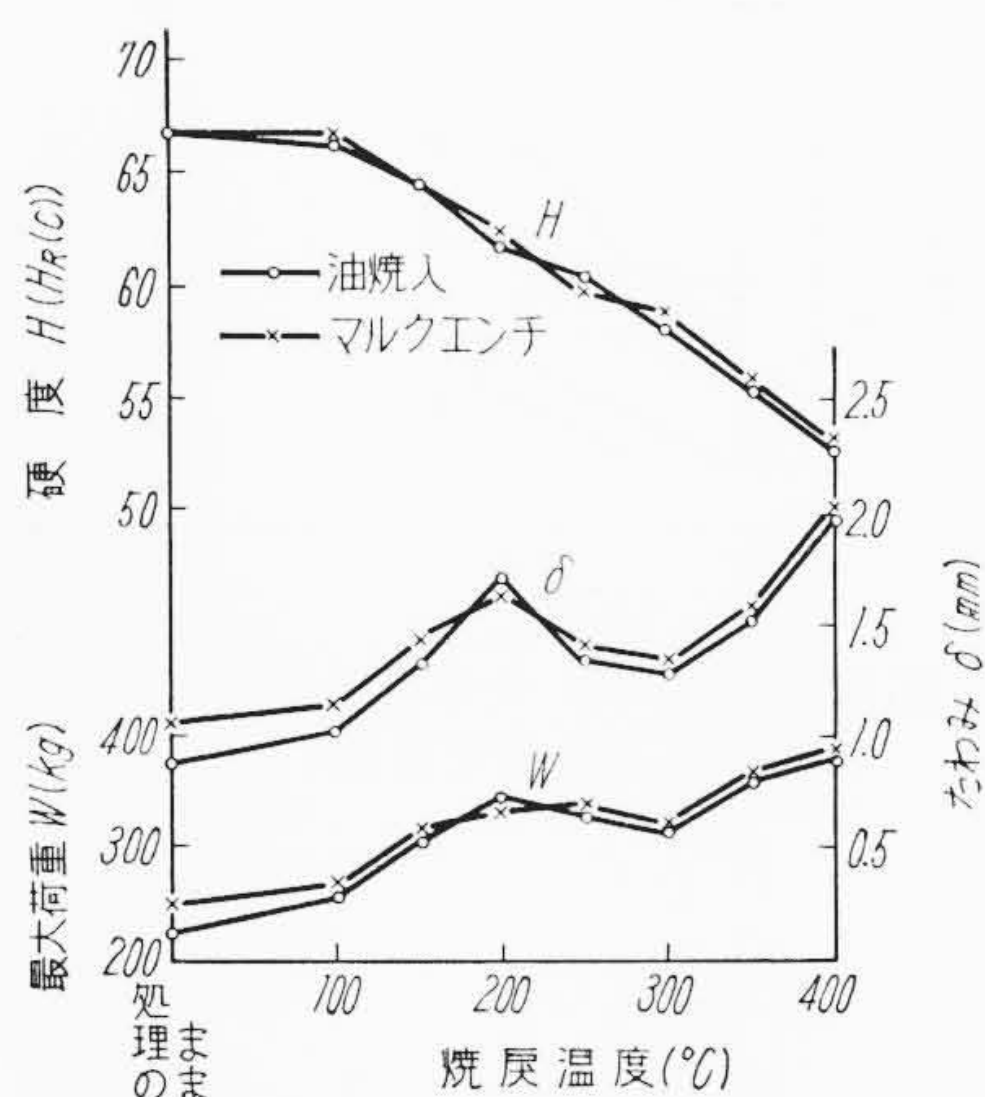
第4図 SA1 の硬度およびじん性に及ぼす焼入保持時間の影響



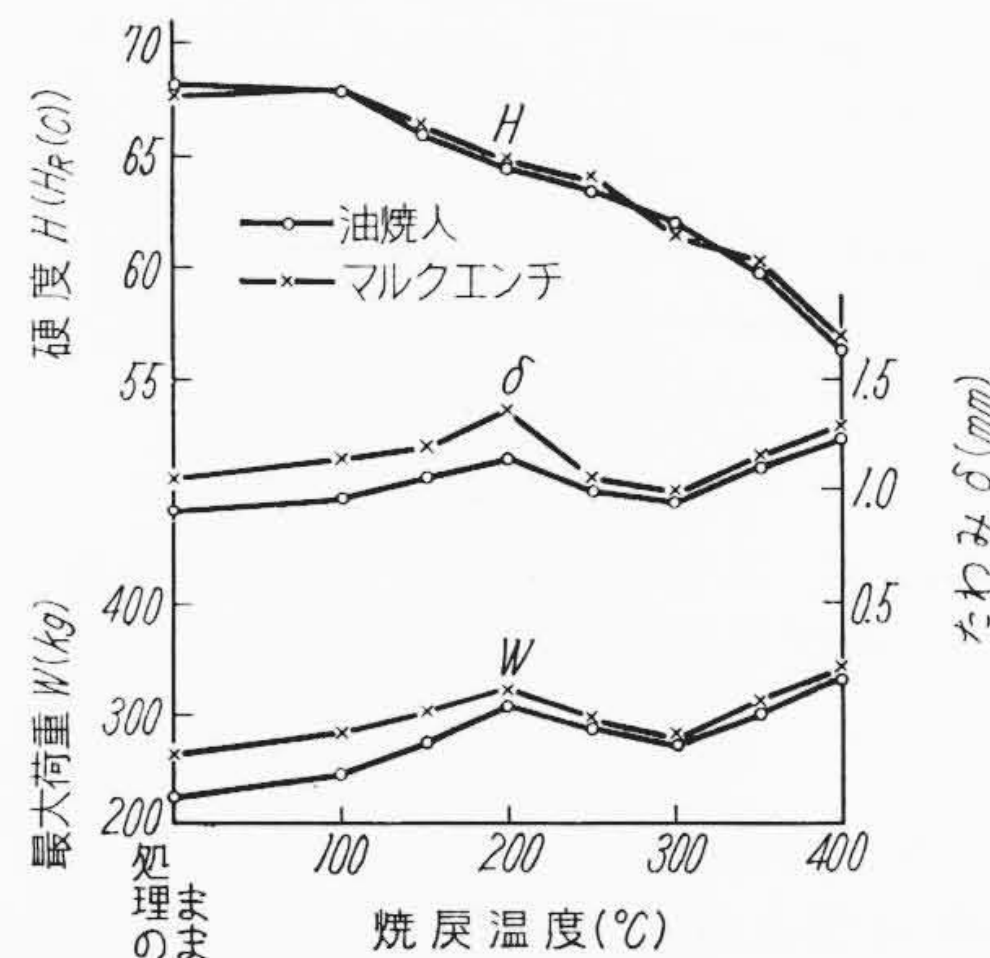
第5図 CWA の 850°C 油焼入組織 ×420



第6図 SA1 の 850°C 油焼入組織 ×420



第7図 CWA の油焼入およびマルクエンチ処理せるものの焼戻温度と硬度、じん性との関係



第8図 SA1 の油焼入およびマルクエンチ処理せるものの焼戻温度と硬度、じん性の関係

つぎに両者とも焼戻温度の上昇とともに硬度を低下し最大荷重およびたわみを増大するが250~300°C付近でもろさを生ずる。また焼戻温度の上昇とともに両処理せるものにおけるじん性の差が少なくなる。これは焼戻温度が高いため熱処理による内部応力の除去が行われ両者間の差がわずかとなったためと思考する。

第8図はSA1における同様の実験結果を示すが前述のCWAの場合とほぼ同様の傾向を示す。また以上の各実験せる試料についてその組織をしらべたが両処理せるものにおいて組織的な差はほとんど認めにくい。

3.3 焼戻保持時間の影響

第9図はCWAの850°C油焼入後150°Cおよび200°Cの各温度にて1~6時間焼戻せるものの測定結果を示す。いずれも焼戻時間を増すにしたがいその硬度を低下する。最大荷重およびたわみは3時間焼戻のものがもっとも大きく、6時間のものにおいてはかえってこれを低下する。つぎに第10図はSA1の同一実験結果を示す。硬度はCWAと同様に焼戻時間を増すにしたがい低下するが、最大荷重およびたわみにおいては150°C焼戻のものは時間とともにその値を増し、200°C焼戻のものにおいては3時間のものがもっとも大きく6時間においては低下する結果を示す。

すなわち以上の諸結果にみられるように、かかる長時間の焼戻を行った場合硬度とじん性は必ずしも一致しない結果を示す。これについて最近油焼入せるものにおいて残留オーステナイト→ベイナイ

ト変態が200°C付近の長時間焼戻によって恒温的に進行すると報告されており⁽¹⁾これがその原因とも考えられるが本実験の範囲内においては確かなる推定はできない。

3.4 繰返焼鈍の影響

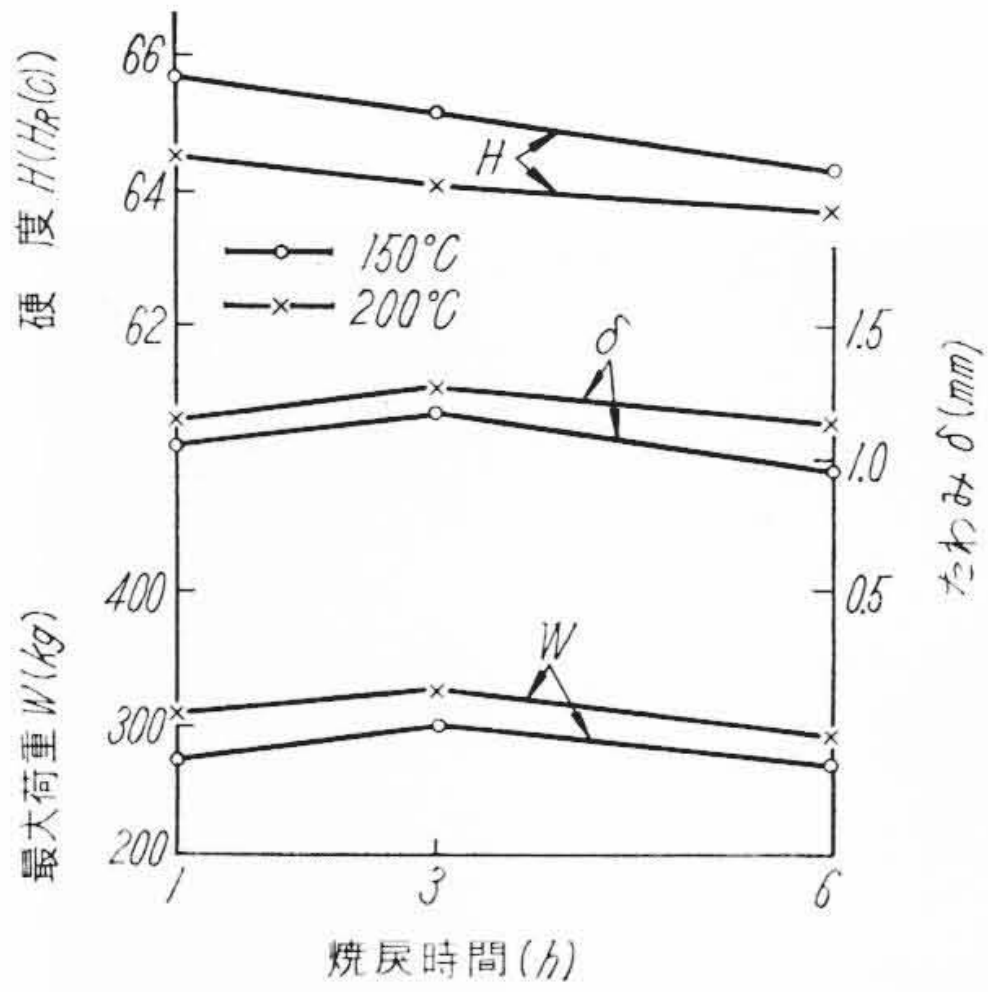
第11図はCWAの850°Cにて焼準し780°Cに各1時間ずつ1~4回繰返焼鈍せるものを、さらに850°Cにて10分間加熱後油焼入し200°Cにて1時間焼戻して測定した結果である。すなわち焼鈍回数の多いものほどその最大荷重およびたわみは大きい。とくに繰返し回数2回までのものに比較して3回以上のものが著しい結果を示す。これは繰返焼鈍により炭化物の球状化状態が良好となるためであると思われ。

つぎに第12図はSA1につき前者と同一の実験を行った結果を示すが、その傾向は同図より明らかになるようにほぼ同様であり繰返焼鈍によりじん性は向上する。

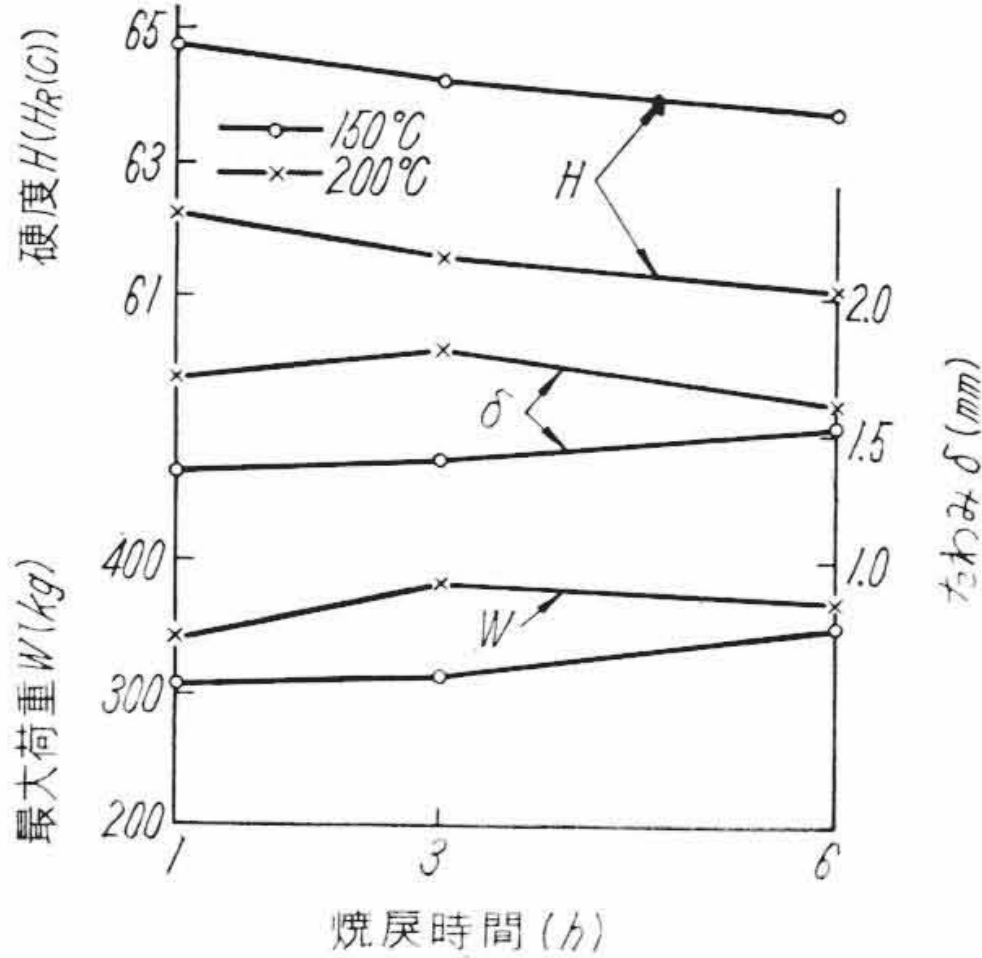
3.5 恒温処理の影響

第13図はCWAを850°Cに10分間加熱後180°Cおよび240°Cにて恒温処理せるものの結果を示す。

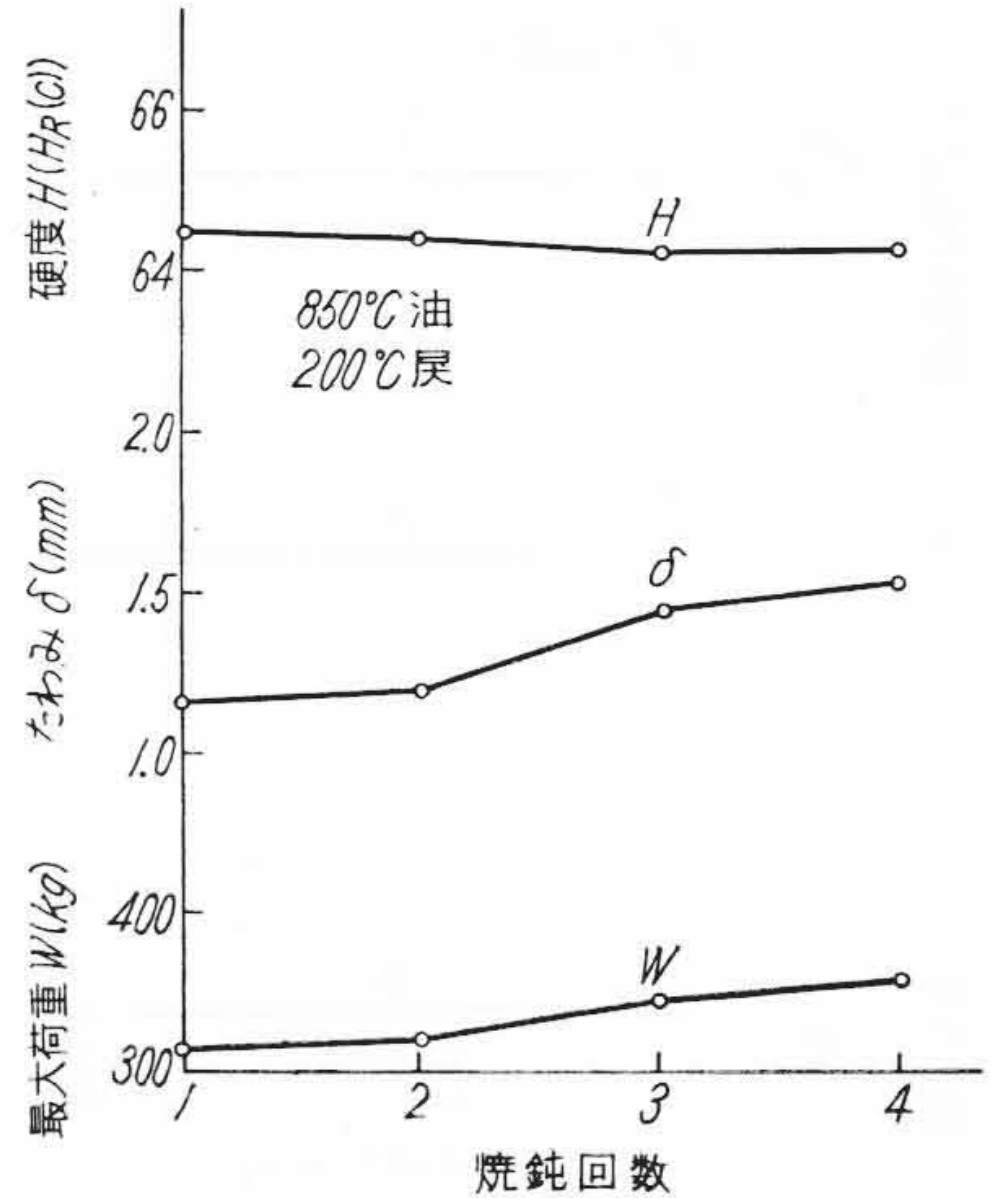
いずれも恒温処理時間90分までは硬度を低下するが、90分のもの3時間のものにおいては硬度の変化はない。したがってこの時間において変態の終了していることが推定される。つぎに最大荷重およびたわみにおいても両者とも90分まではその値を著しく増加するが、それ以上においては、著しくなく180°Cにて恒温処理せるもの



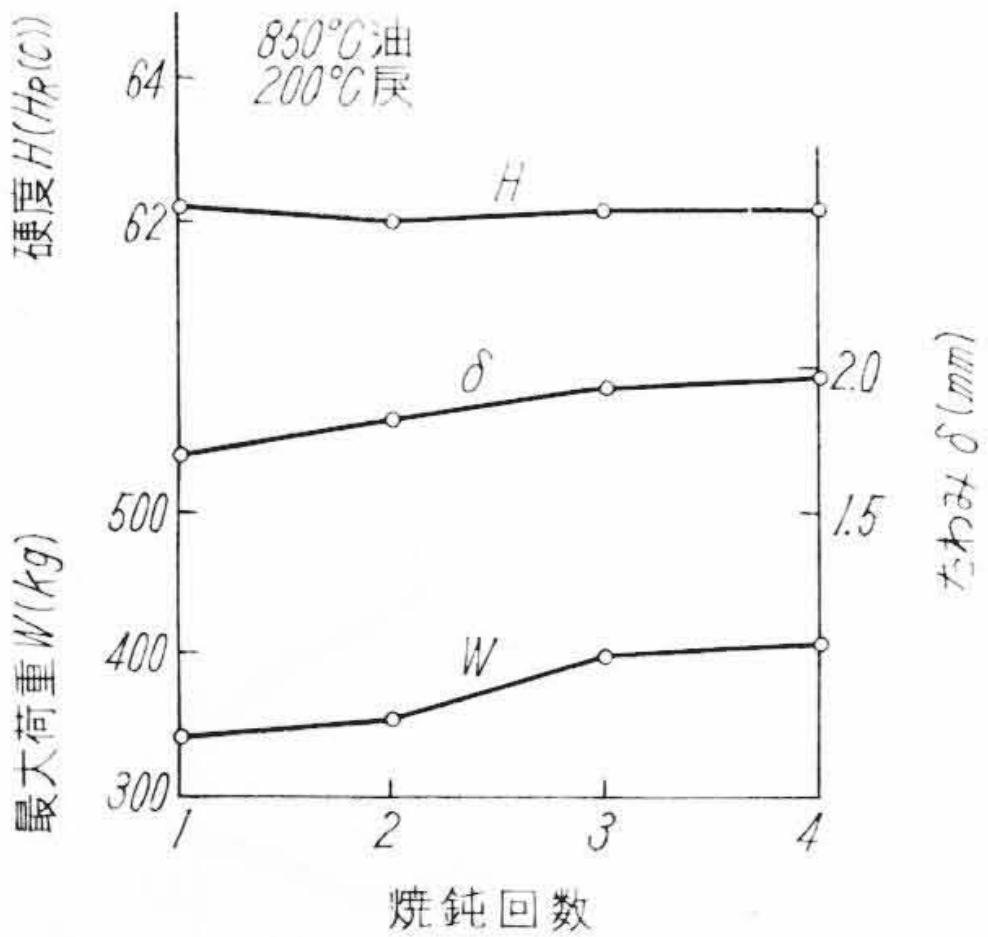
第 9 図 CWA の焼戻保持時間と硬度およびじん性との関係



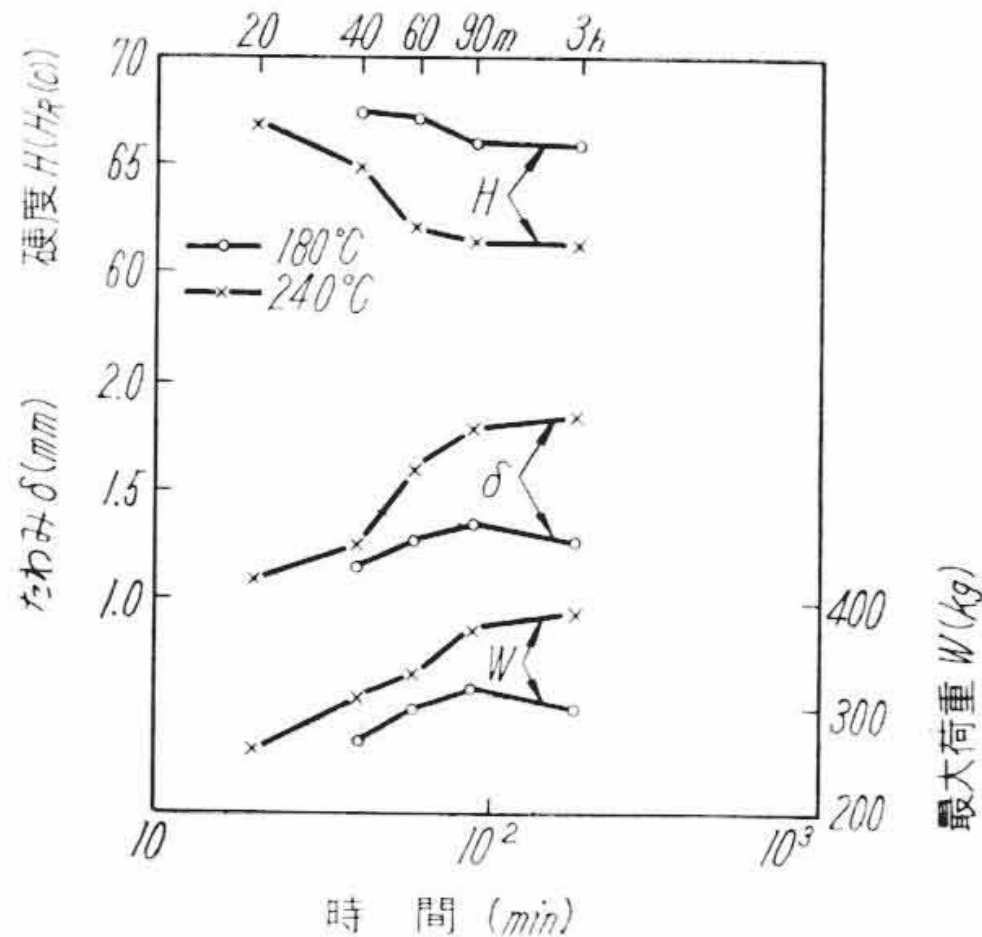
第 10 図 SA1 の焼戻保持時間と硬度およびじん性との関係



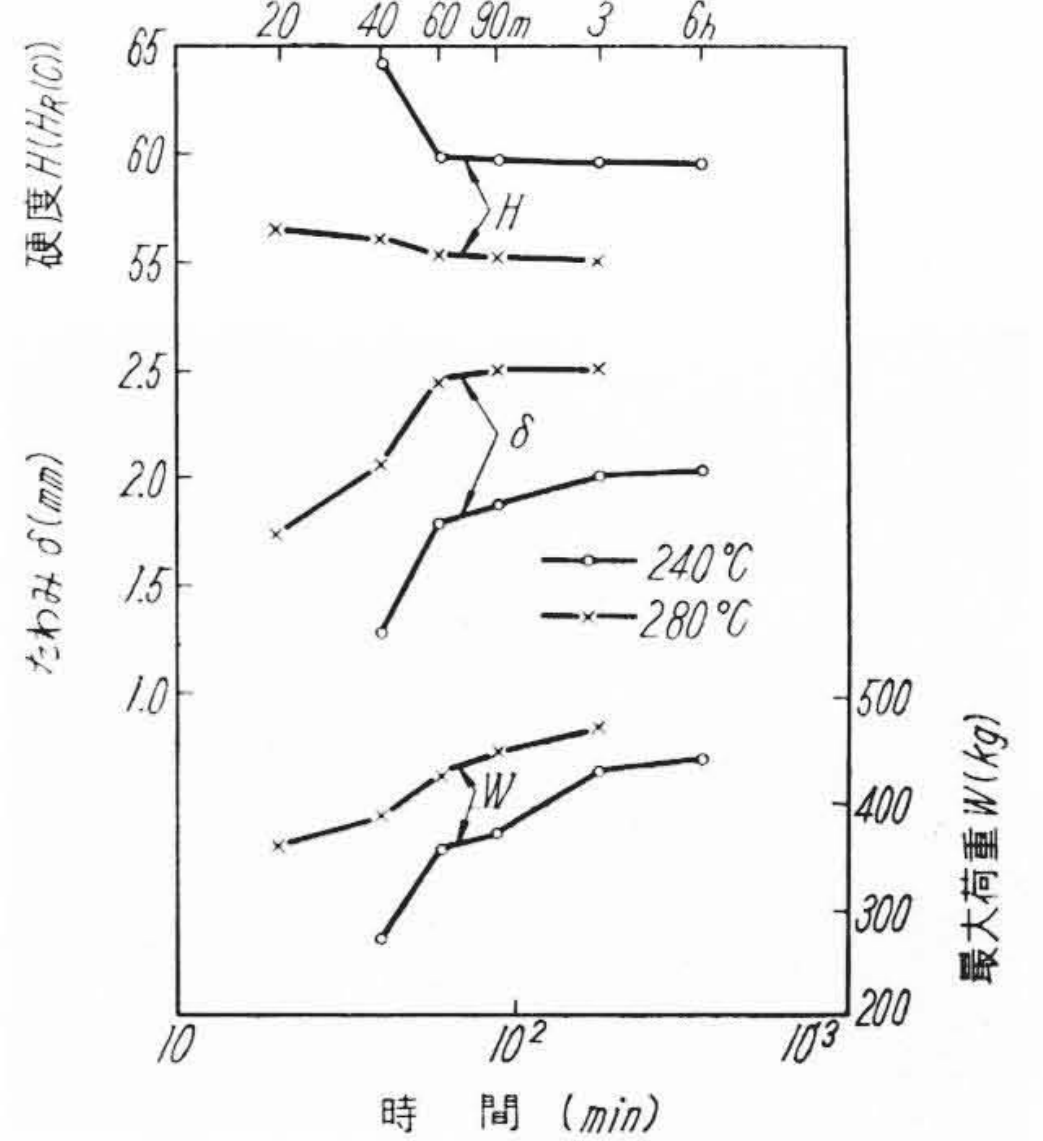
第 11 図 CWA の硬度およびじん性に及ぼす焼鈍回数の影響



第 12 図 SA1 の硬度およびじん性に及ぼす焼鈍回数の影響



第 13 図 CWA の恒温処理せるものの硬度、じん性測定結果



第 14 図 SA1 の恒温処理せるものの硬度、じん性測定結果

はかえてこれを低下する。

第 14 図は SA1 を 850°C より 240°C および 280°C の各温度にて恒温処理せるものの測定結果を示す。すなわち前述の CWA と同様ほぼ変態終了近くまではそのじん性を急激に増加するがその後においては大差ない。

つぎにこれらの恒温処理せるものと前述の 850°C より油焼入後各温度にて熱戻せるものについて等硬度に対する最大荷重およびたわみを比較した。その結果を第 15 図および第 16 図に示す。すなわち CWA においては恒温処理せるもののほうが等硬度に対するじん性は焼入、熱戻処理したものよりも良好なる結果を示す。

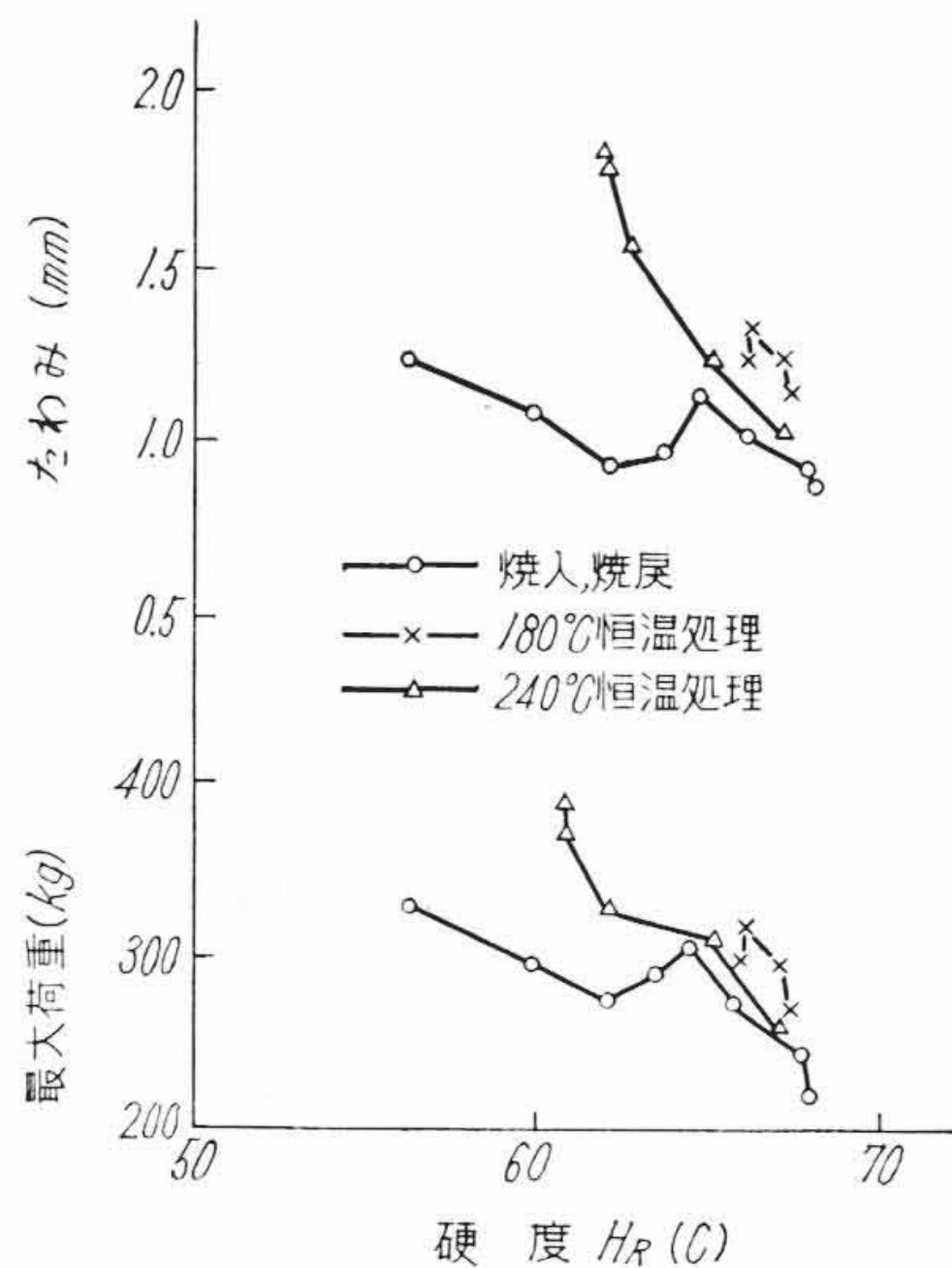
SA1 においては硬度約 $H_R(C)$ 61 以上の場合は焼入、熱戻処理のほうがすぐれた結果を示し、それ以下の硬度においては恒温処理したもののほうがすぐれた結果を示す。

4. 結 言

前述の諸結果を要約するとつぎのとおりである。

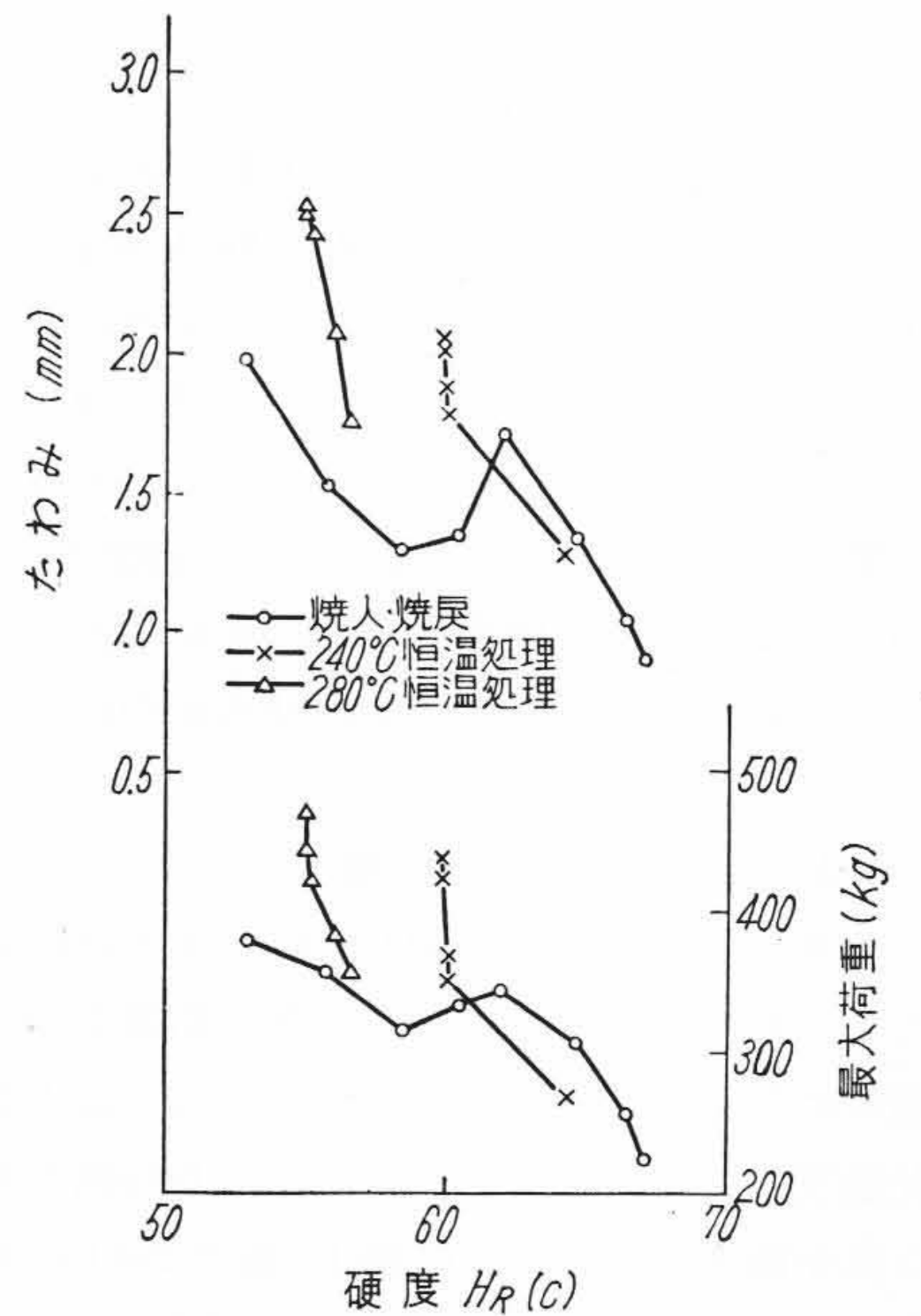
(1) CWA は焼入温度および保持時間によりそのじん性はほとんど影響されない。SA1 においては焼入温度の高いもの、または保持時間の長いものはそれぞれじん性を低下する。また両鋼種とも油焼入のものに比してマルクエンチ処理せるもののほうがじん性は大きい。つぎに焼戻保持時間の長いものほど硬度は低下するが、じん性は必ずしもこれと比例しない。

(2) 繰返焼鈍により両鋼種ともそのじん性を増す。とくに繰返



第 15 図 CWA の各種の熱処理せるものにおける硬度と靱性との関係

回数 3 回以上のものにおいて著しい。また焼入、焼戻処理のものに比して恒温処理せるもののほうが等硬度に対するじん性はおおむね良好である。



第 16 図 SA1 の各種の熱処理せるものにおける硬度とじん性との関係

参 考 文 献

- (1) 大和久, 飯島: 金属学会誌 21, 531 (1957-9)