

合金工具鋼の靱性に及ぼす熱処理の影響 (第2報)

—耐摩不変形用鋼 SGT および YGT について—

The Effect of Heat Treatment on the Toughness of Alloy Tool Steel (Part 2)

—On the Abrasion Resisting and Non-Deformable Tool Steel SGT and YGT—

小 柴 定 雄* 稲 田 朝 雄**
Sadao Koshiba Asao Inata

内 容 梗 概

耐摩不変形用鋼 SGT および YGT につき靱性に及ぼす熱処理の影響を検討した。すなわち 775~900°C にて油焼入せる場合 SGT は 825°C, YGT は 800°C にて最高硬度を示し、温度の高いものほど残留オーステナイト量を増すが、組織を粗大化するため靱性は低下する。焼戻せる場合は 250°C 付近にて残留オーステナイトを分解し脆性を生ずる。また 150 あるいは 200°C にて長時間焼戻せる場合硬度と靱性は必ずしも関連しない。なお焼入前における繰返焼鈍あるいは恒温処理によって靱性を改善しうることを確めた。

1. 緒 言

靱性の大きなことは工具としての主要条件の一つである。よって主としてゲージ、タップおよびドリルなど焼入による変形を忌む工具に用いられる SGT および YGT につきその靱性に及ぼす熱処理の影響をしらべた。

2. 試料および実験方法

SGT および YGT とともに 5 t 弧光電気炉により熔製後 420 kg 鋼塊に鑄造した。つぎにこれらをそれぞれ 12 mm ϕ に圧延し 850°C にて焼準後 760°C にて 1 時間焼鈍し 5 ϕ $\times$ 70 mm の曲げ試験片に機械仕上した。第 1 表にこれらの化学成分を示す。

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熱処理による酸化、脱炭を防止した。また恒温処理は各焼入温度に加熱後 200 および 250°C の油浴中に急冷し、そのまま 20 分~6 時間恒温保持した。なお残留オーステナイトの測定は 8 ϕ $\times$ 20 mm の試料を用い弾動検流計法により飽和磁気の強さを測定し、焼鈍せるものの残留オーステナイトを 0 % と考えて、その比よりこれを求めた。

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 SGT の 775~900°C の各温度より油焼入せるものの硬度、残留オーステナイトおよび曲げ試験の結果を示す。

すなわち 825°C 付近にて最高硬度を示し、それ以上の温度にては硬度を低下する。残留オーステナイトは温度とともに漸増する。しかして靱性は焼入温度の高いものほど低い。

第 2 図は YGT における同様の実験結果を示す。800°C 付近にて最高硬度を示しその他はほぼ前者と同様であり温度の上昇とともに残留オーステナイト量を漸増するが、その靱性は低下する。

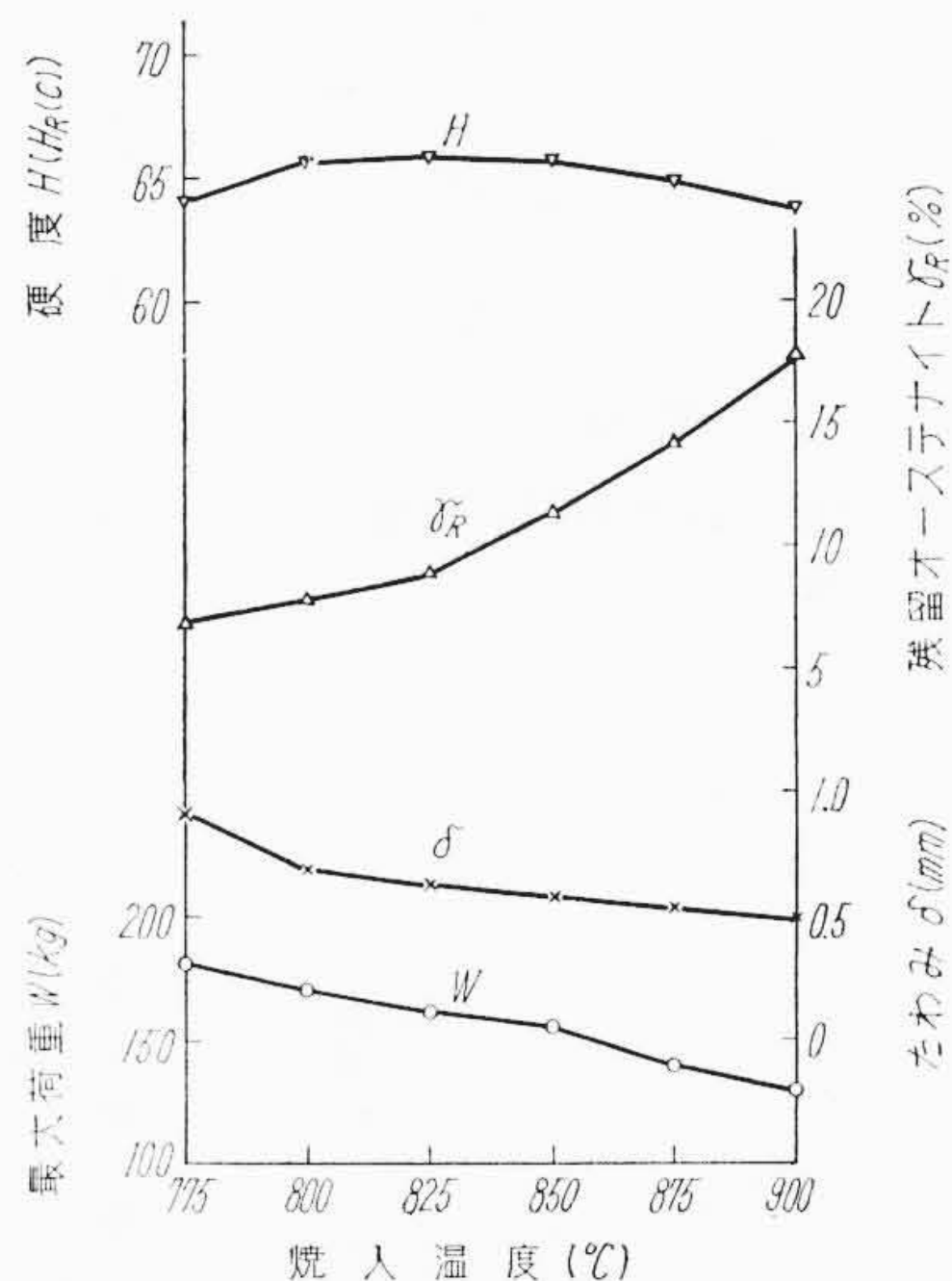
つぎにこれらにつきそれぞれの組織をしらべた。SGT は 825~850°C, YGT は 800~825°C にて焼入せるものは、いずれも微細なマルテンサイト組織を示す。焼入温度がそれより高いものにおいては、その組織を粗大化する。

第 3~5 図は SGT の 850°C, 900°C および YGT の 825°C 油焼入組織を示す。

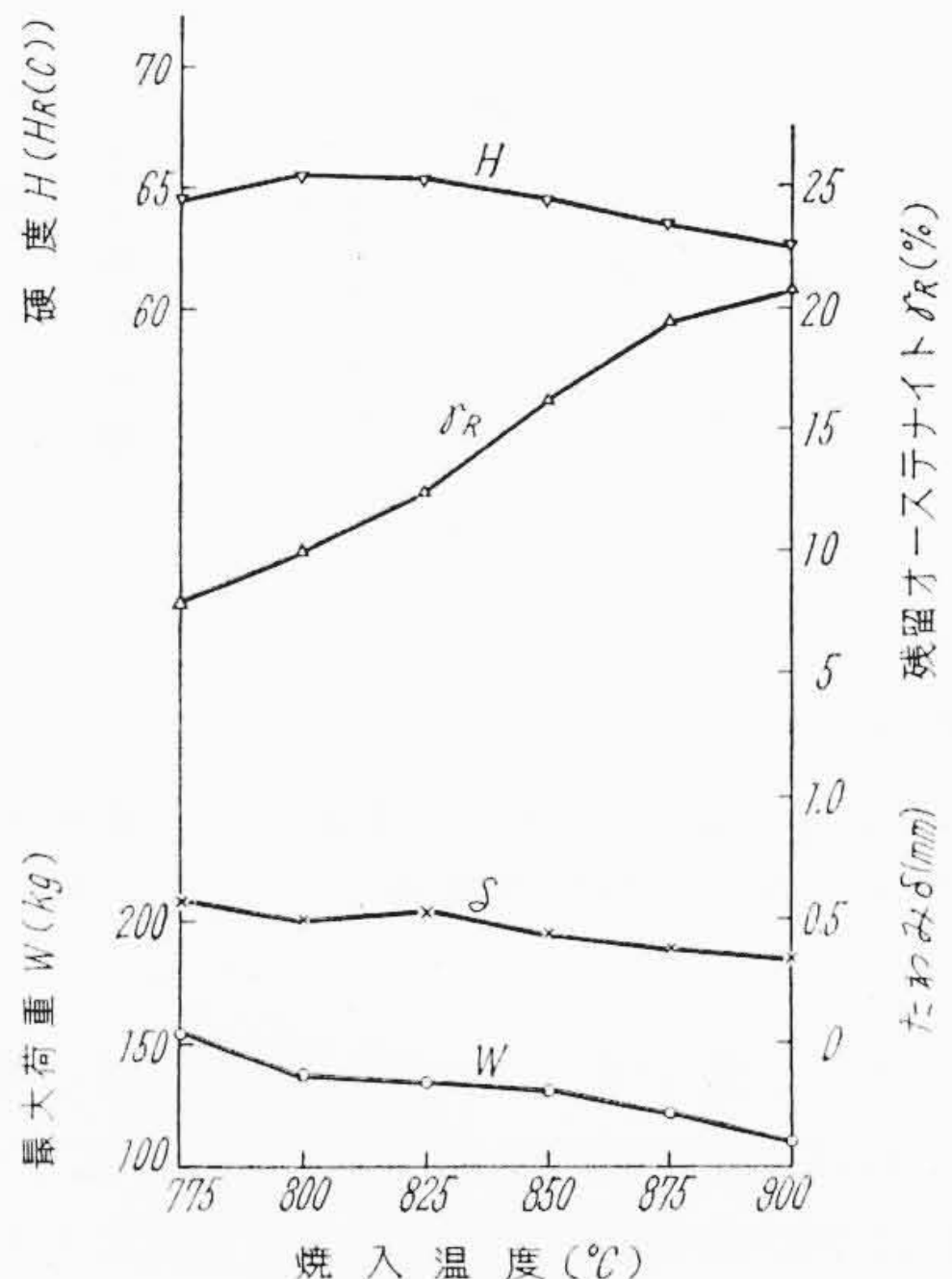
以上の結果より焼入温度としては SGT は 825~850°C, YGT は 800~825°C 付近の温度が最も適当であり、それ以上の温度において

第 1 表 試 料 の 化 学 成 分

試 料	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	Mo	Cu
SGT	0.99	0.31	1.00	0.013	0.008	0.06	0.64	0.66	0.03	0.13
YGT	0.91	0.33	1.11	0.024	0.009	0.05	0.30	Nil	0.25	0.07



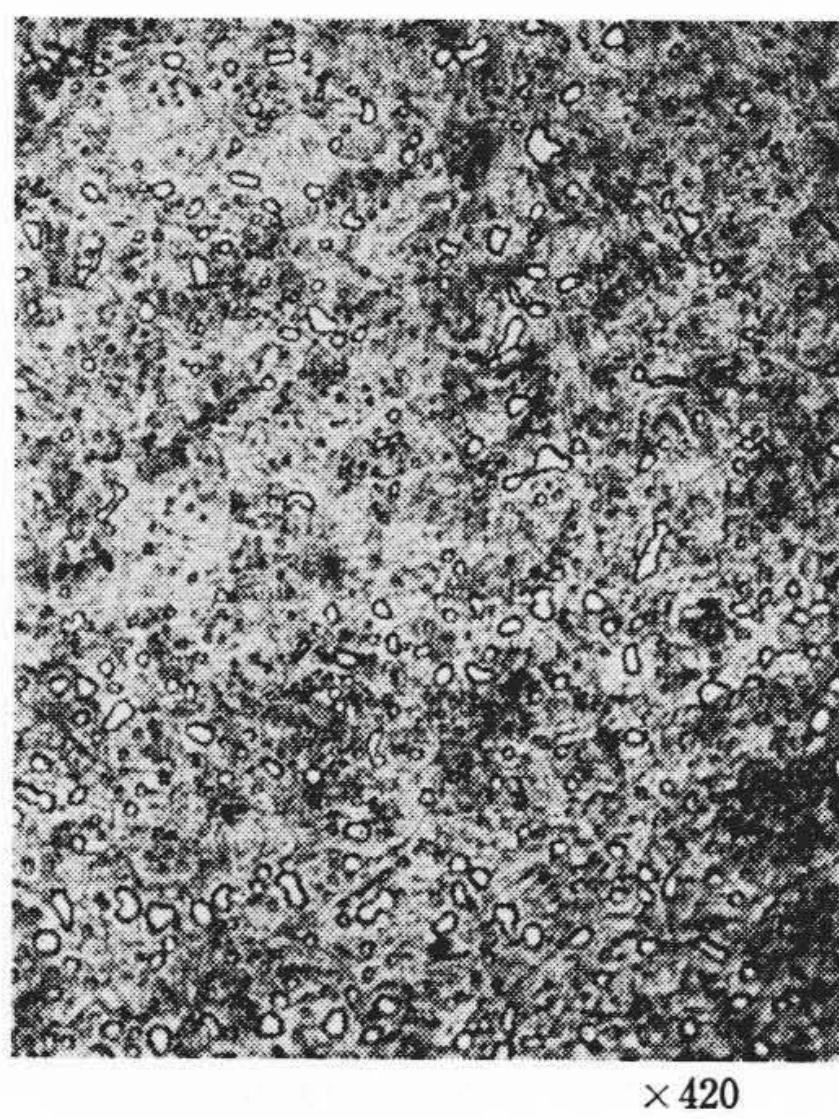
第 1 図 SGT の焼入温度と硬度、残留オーステナイトおよび靱性の関係



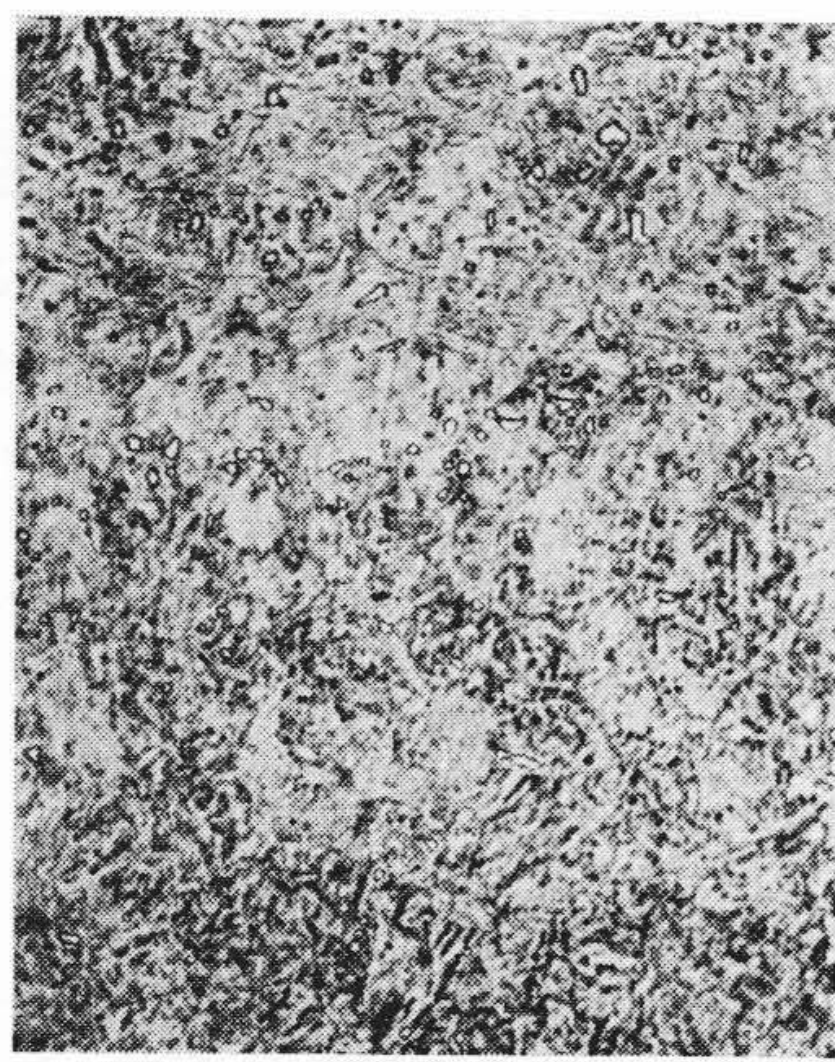
第 2 図 YGT の焼入温度と硬度、残留オーステナイトおよび靱性の関係

* 日立金属工業株式会社安来工場 工博

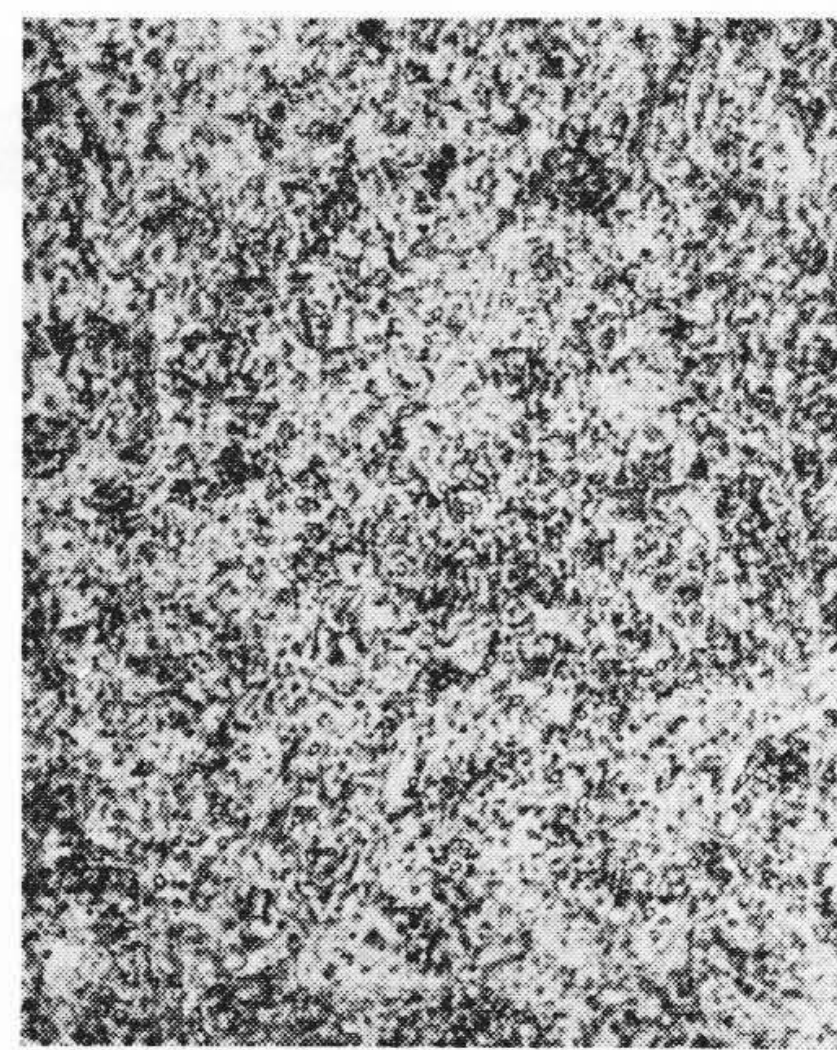
** 日立金属工業株式会社安来工場



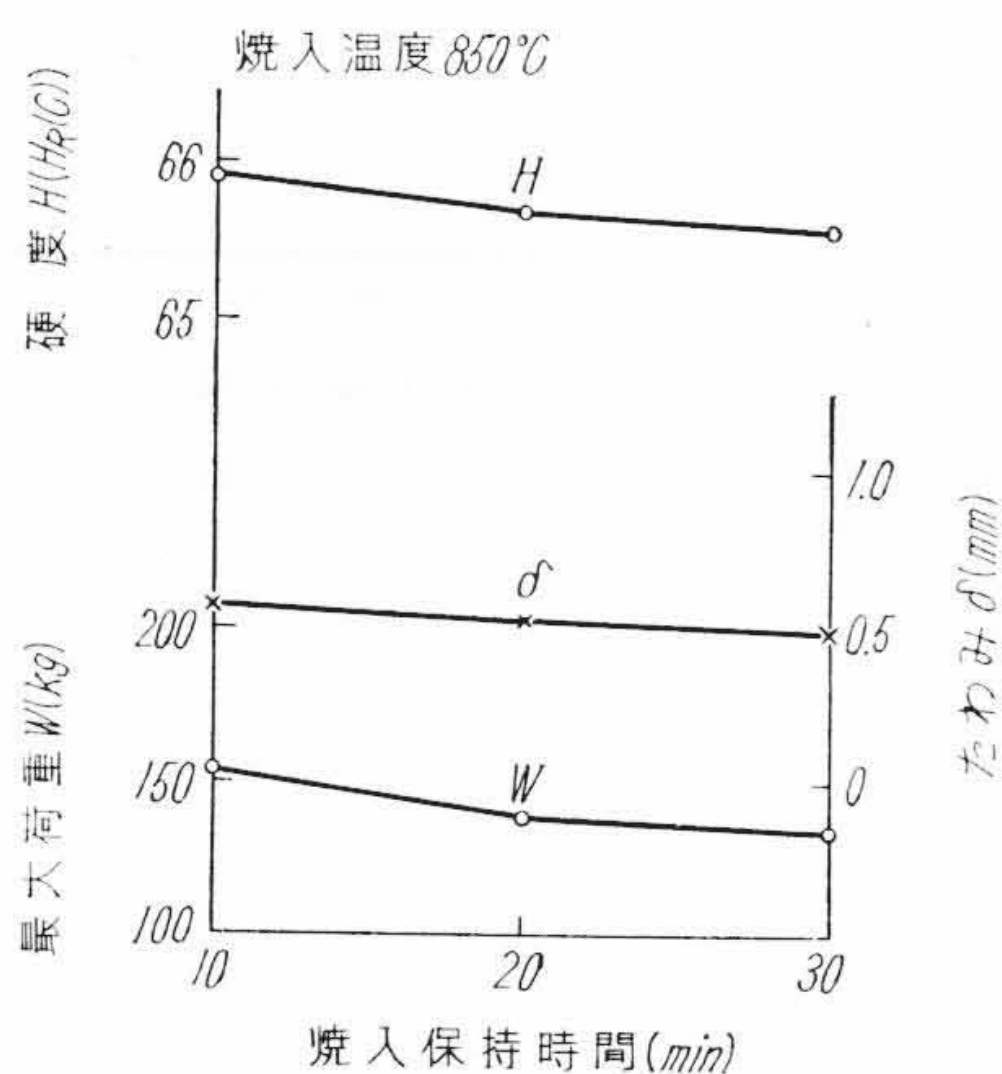
第 3 図 SGT の 850°C 油焼入組織



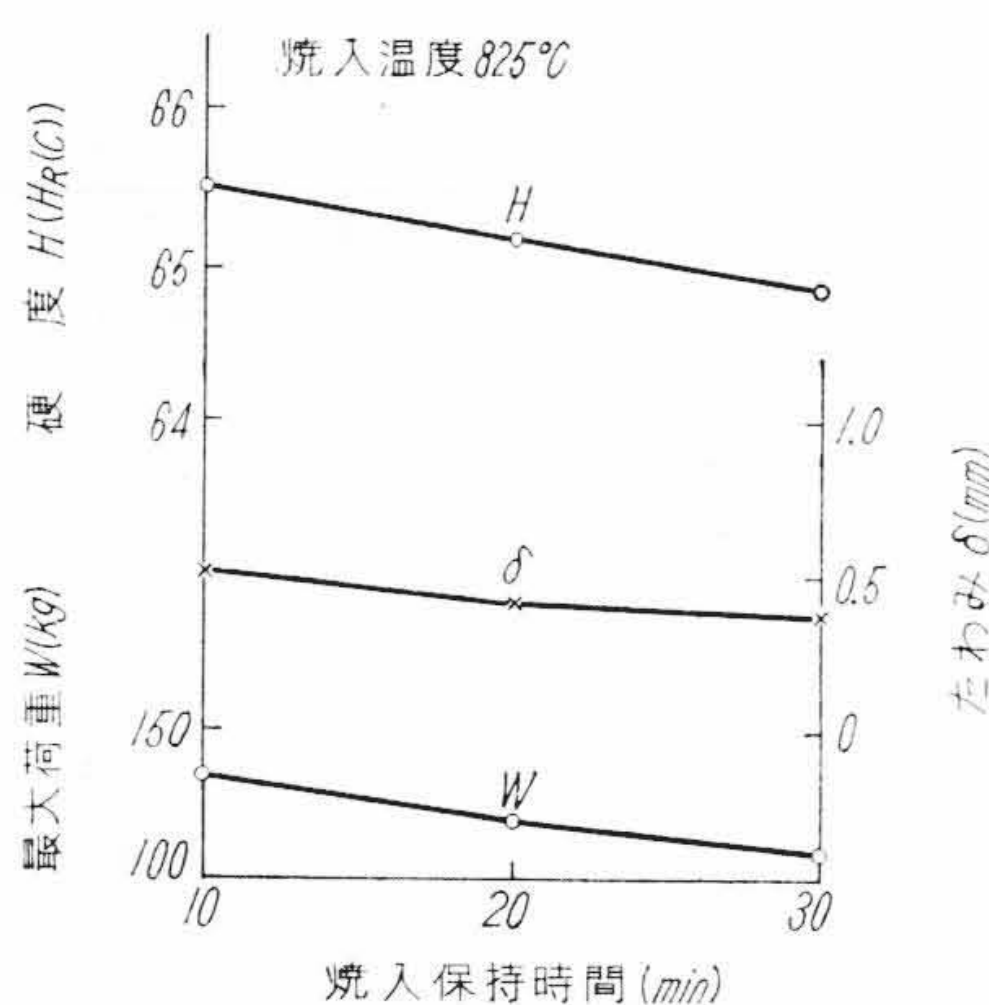
第 4 図 SGT の 900°C 油焼入組織



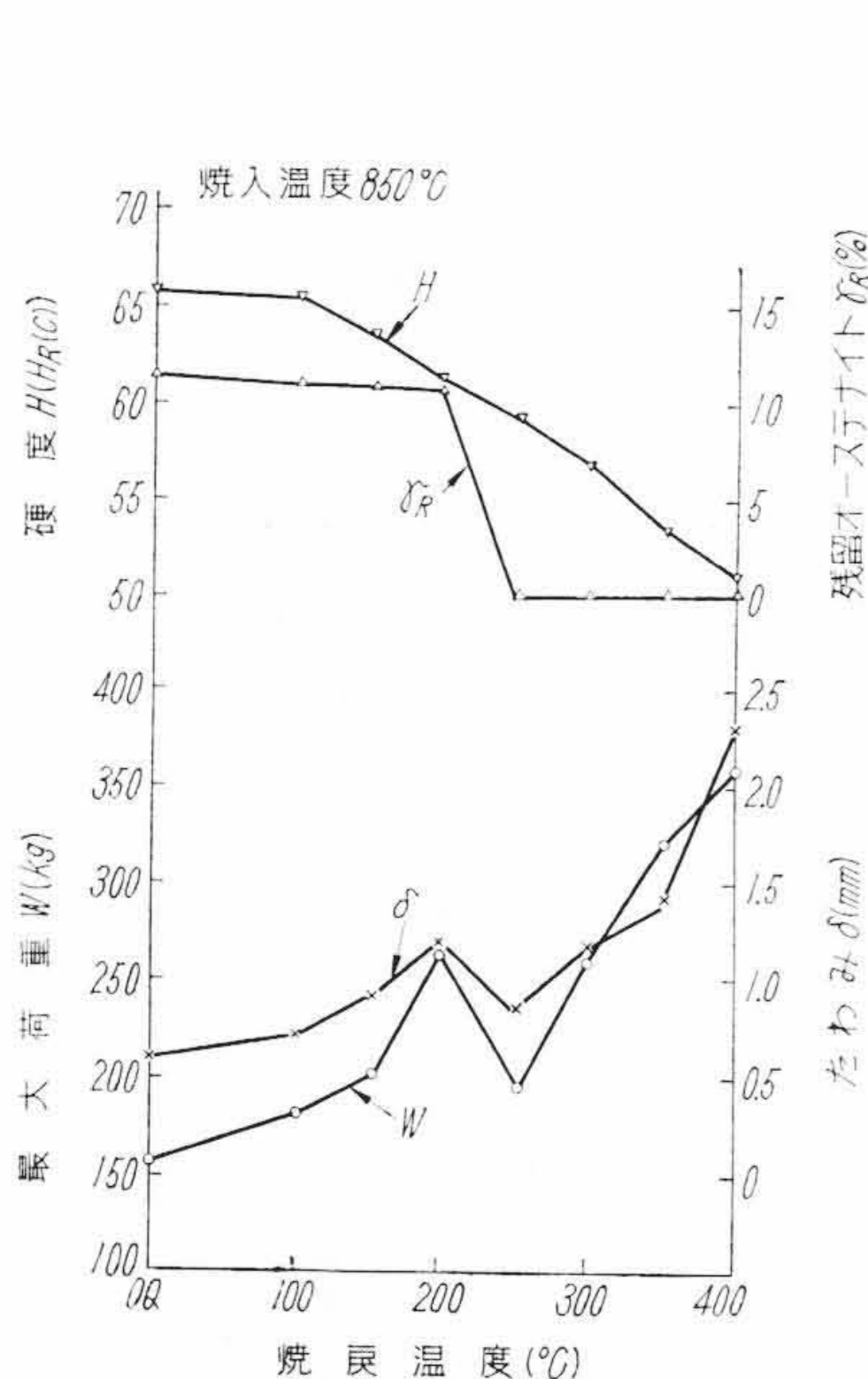
第 5 図 YGT の 825°C 油焼入組織



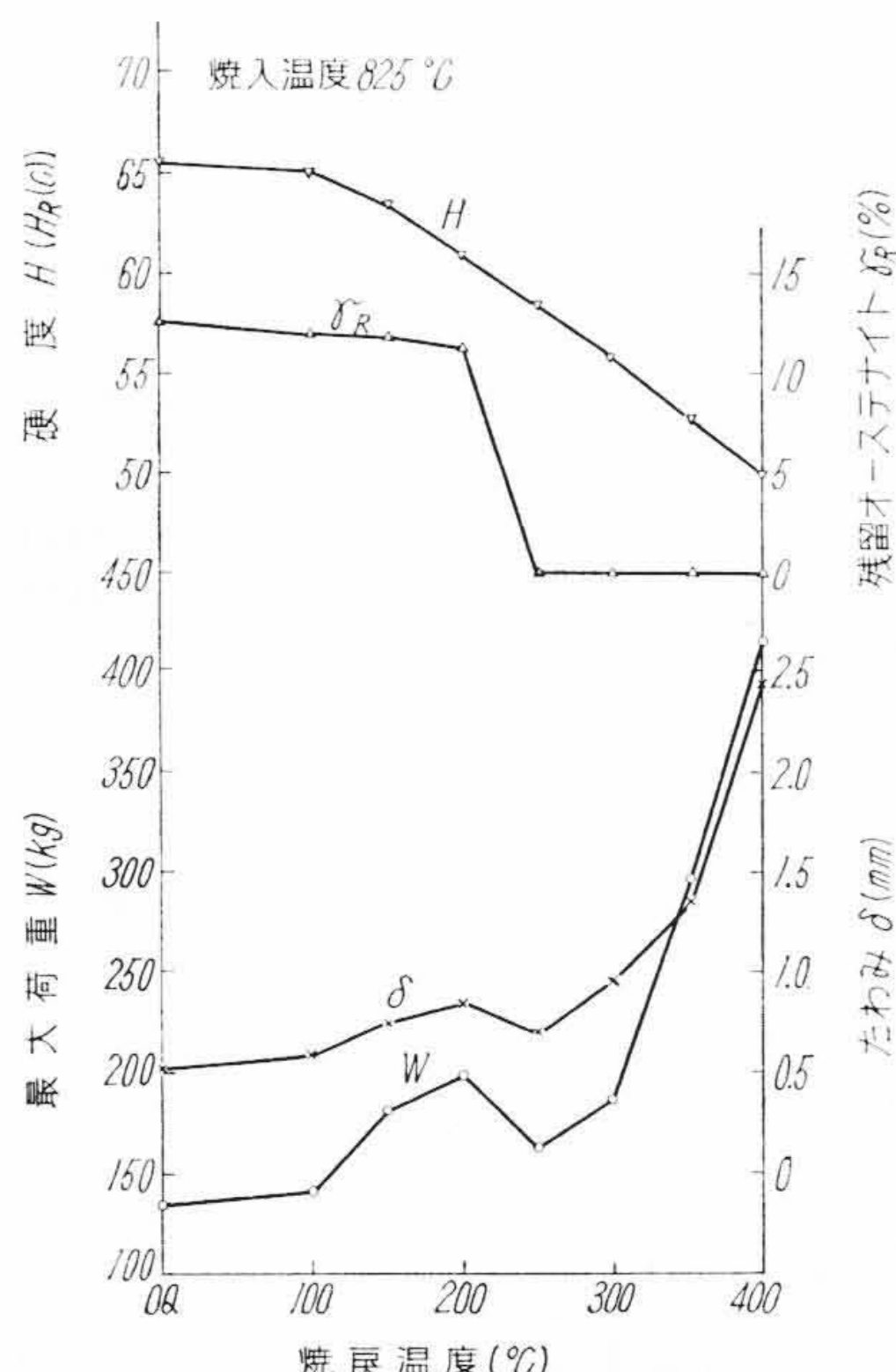
第 6 図 SGT の焼入保持時間と硬度および靱性の関係



第 7 図 YGT の焼入保持時間と硬度および靱性の関係



第 8 図 SGT の焼戻温度と硬度、残留オーステナイトおよび靱性の関係



第 9 図 YGT の焼戻温度と硬度、残留オーステナイトおよび靱性の関係

は残留オーステナイト量を増し、硬度を低下するが、靱性はかえって減少する。これはその組織が粗大化するためと思考する。

つぎに SGT は 850°C、YGT は 825°C の各温度にそれぞれ 10～30 分間保持後油焼入せるものにつき実験を行った。第 6, 7 図にその結果を示す。

すなわち両者ともに保持時間をまずにしたがい硬度および靱性を低下する。しかし SGT に比して YGT のほうがその低下の傾向は著しい。

3.2 焼戻温度および保持時間の影響

第 8 図は SGT を 850°C にて油焼入後 100～400°C の各温度にて焼戻した場合の硬度、残留オーステナイトおよび曲げ試験の結果を示す。

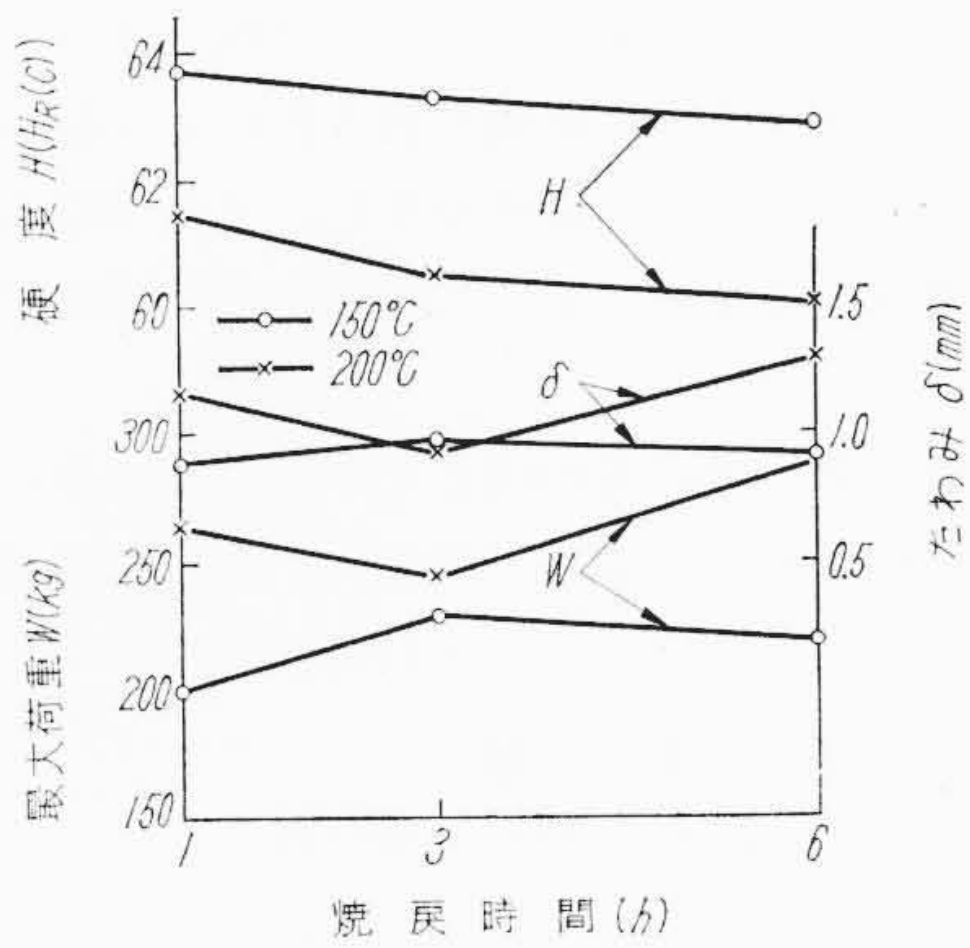
すなわち 200°C 付近までの焼戻においては焼入時の内部応力の除去およびマルテンサイトの焼戻により硬度を低下し靱性を増す。つぎに 250°C 付近において脆性を示すが、これは残留オーステナイトがこの温度にて 0% となることよりして、この分解に基因するものとする。またそれ以上の温度においては焼戻の進行にしたがい硬度を低下し靱性を増す。

第 9 図は YGT の 825°C にて油焼入せるものにつき前者と同様の実験を行った結果を示すが、その傾向はほぼ同様である。

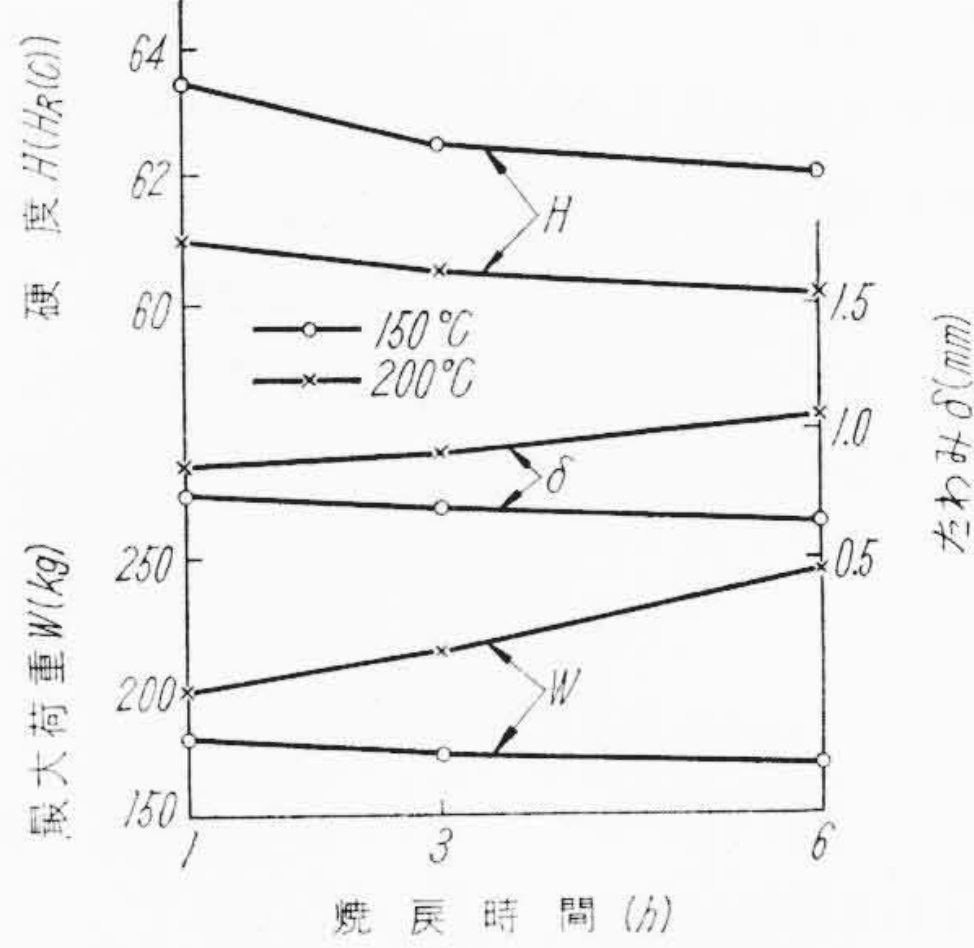
つぎに第 10 図は SGT の 850°C にて油焼入後 150 および 200°C にて 1～6 時間焼戻せるものの結果を示す。すなわち焼戻時間を増すにしたがい、その硬度は低下する。靱性においては 150°C の場合は 3 時間戻しのもの最も大きく、6 時間においては、かえってその値を低下する。200°C の場合においては 3 時間戻しのもの最も靱性低く 6 時間戻しにより靱性を増す。

第 11 図は YGT の 825°C より油焼入せるものについて同様の実験を行った結果を示す。前者同様に焼戻時間を増すにしたがいその硬度を低下する。しかし靱性においては 150°C の場合は焼戻時間を増すにしたがい低下するが、200°C の場合においては増加する。

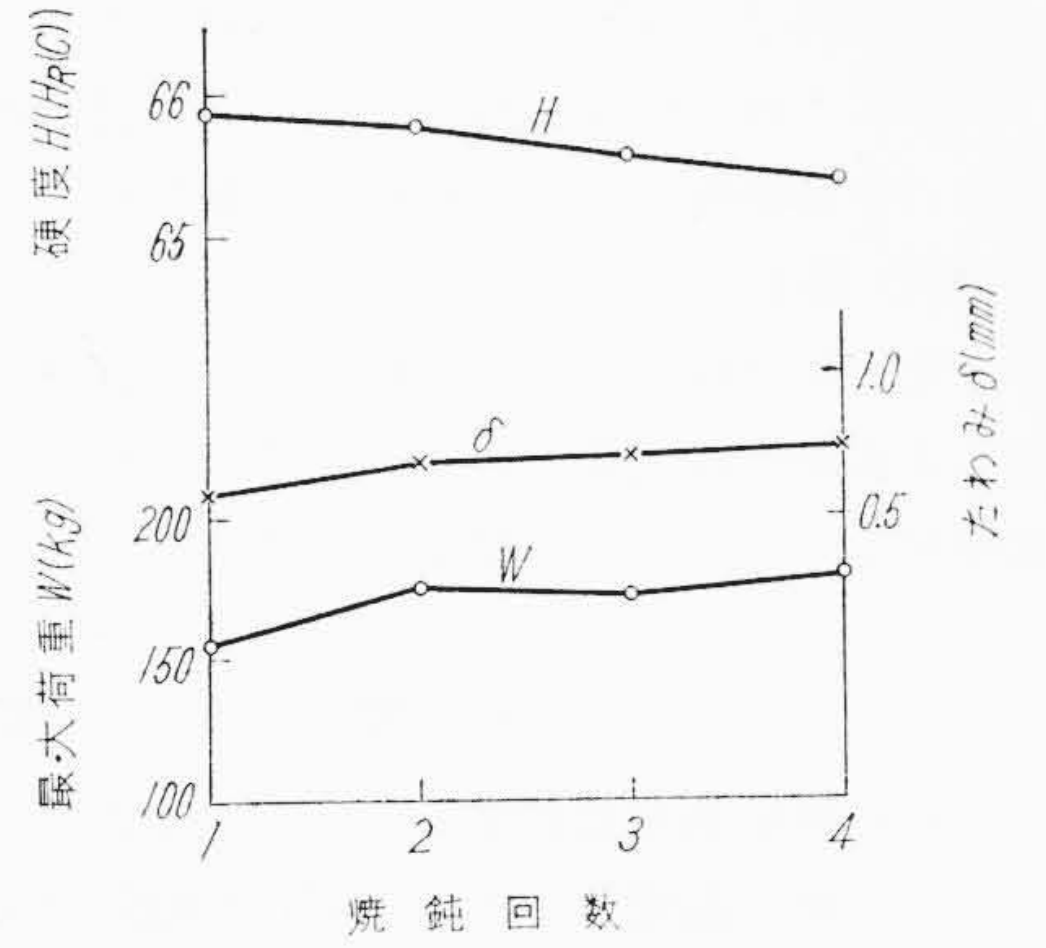
以上の結果よりして明らかなように、焼戻時間をかえた場合硬度と靱性の関係は必ずしも一致しない。この点、大和久氏の研究によれば常温まで冷却した焼入鋼の残留オーステナイトは 200°C 以下の温度で長時間焼戻した場合オーステナイト→ベイナイト変態が恒溫的に行なわれることを指摘しており⁽¹⁾、これが前述の結果の原因とも思考されるが、本実験の範囲内において



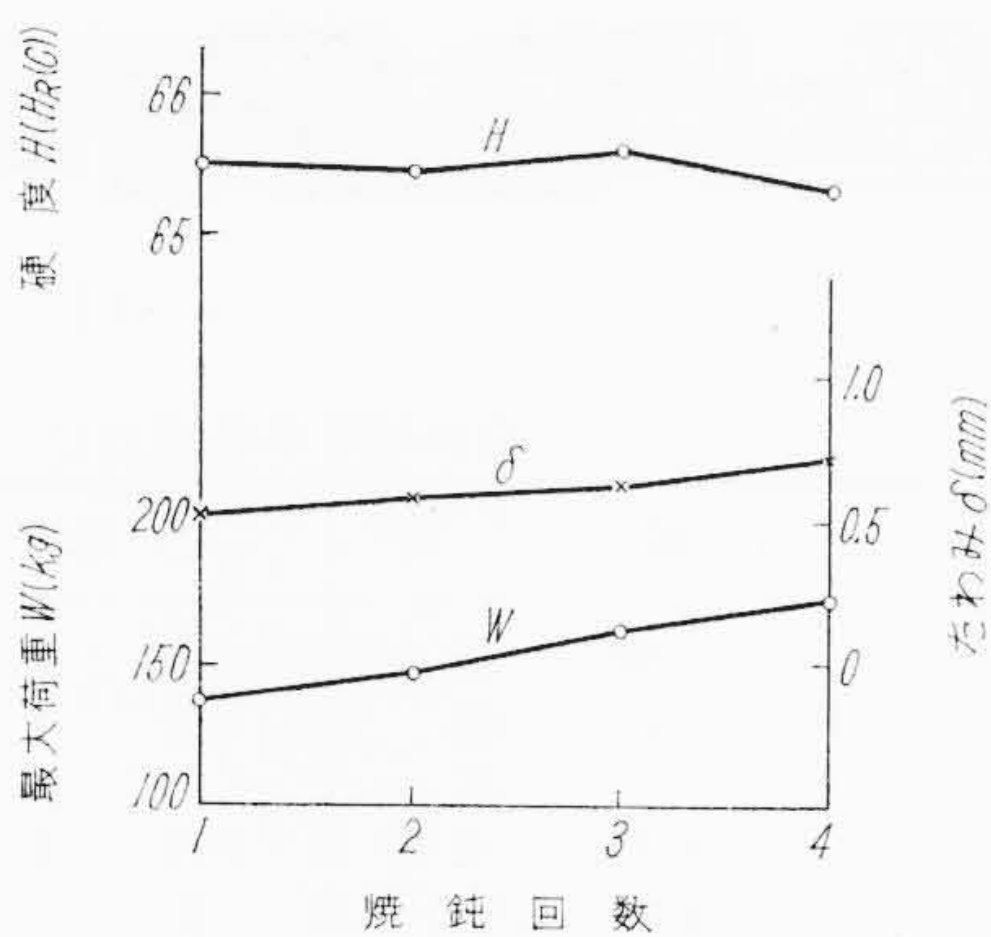
第10図 SGTの焼戻保持時間と硬度および靱性の関係



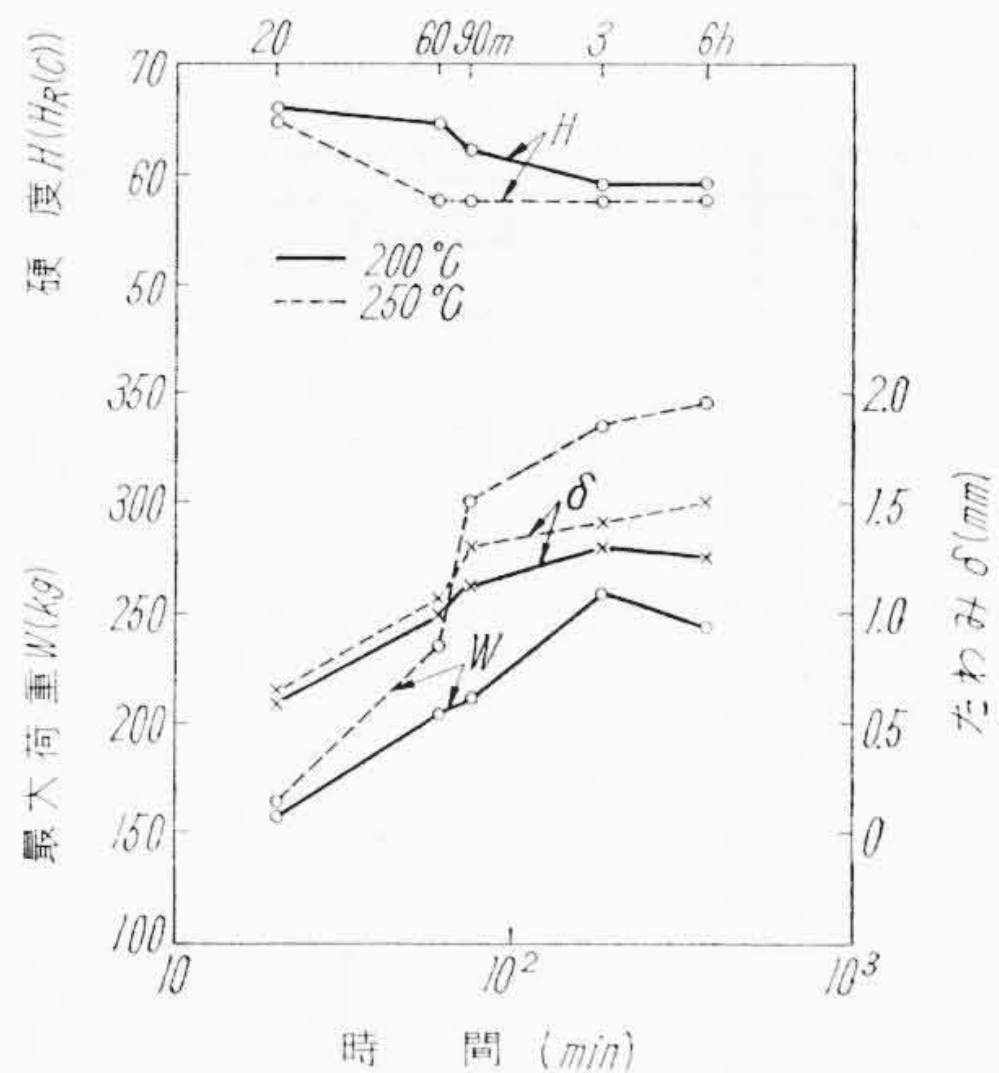
第11図 YGTの焼戻保持時間と硬度および靱性の関係



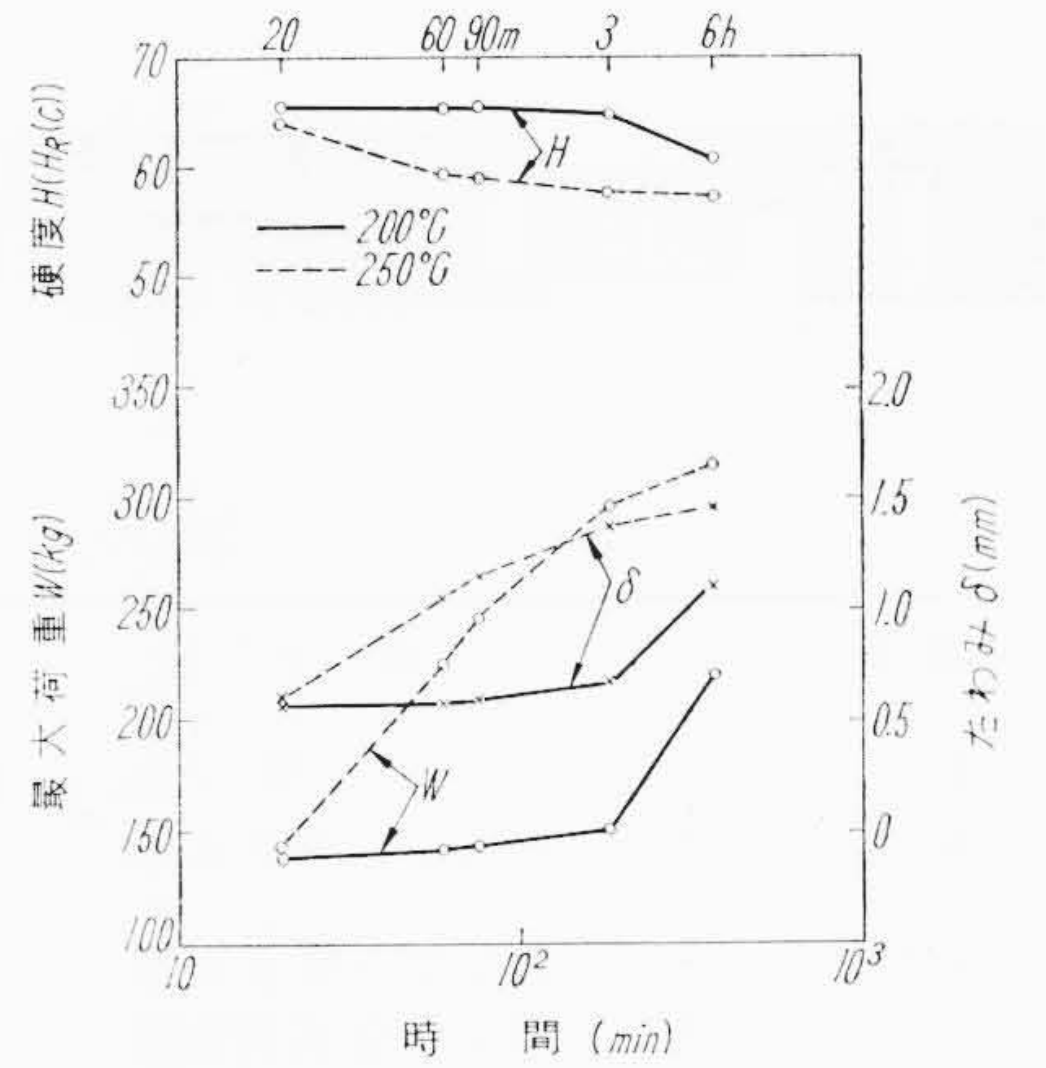
第12図 SGTの硬度および靱性におよぼす焼鈍回数の影響



第13図 YGTの硬度および靱性におよぼす焼鈍回数の影響



第14図 SGTの恒温処理せるものの硬度および靱性測定結果



第15図 YGTの恒温処理せるものの硬度および靱性測定結果

は確かなる推定はできない。

3.3 繰返焼鈍の影響

第12図はSGTの850°Cにて焼準後760°Cにて各1時間ずつ1～4回繰返し焼鈍せるものを850°Cにて油焼入後測定せる結果を示すが、焼鈍回数の多いものほどその焼入硬度低く、靱性を増す結果を示す。すなわち繰返焼鈍により炭化物の球状化状態が良好となるためと思考する。

第13図はYGTにつき前者と同様850°Cにて焼準し760°Cにて繰返焼鈍後825°Cにて油焼入せるものの結果を示すが、前者とほぼ同様の傾向を示す。

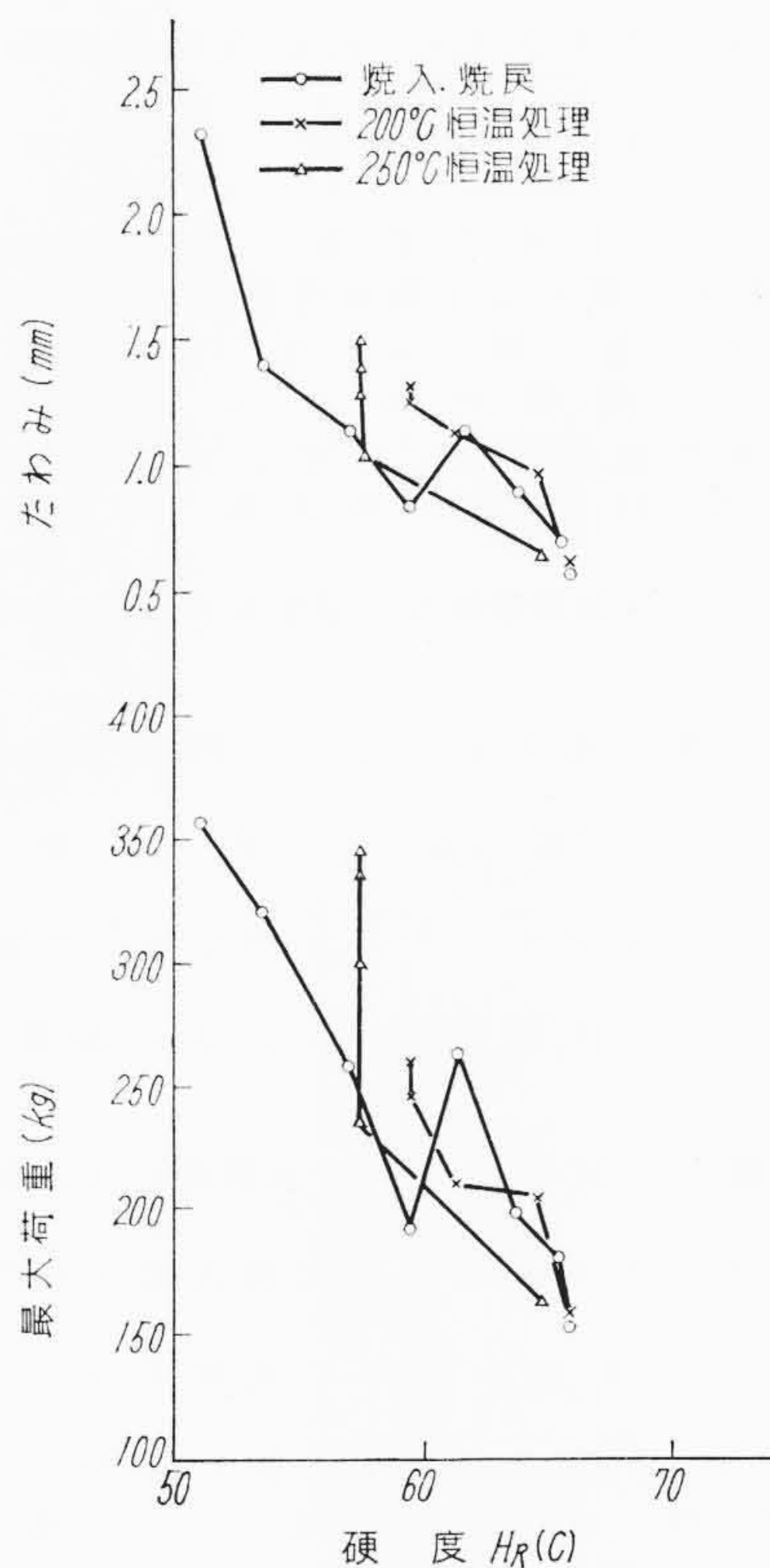
3.4 恒温処理の影響

第14図はSGTの850°Cに加熱後200および250°Cの熱浴中にて20分～6時間恒温処理せるものの硬度および曲げ試験の結果を示す。

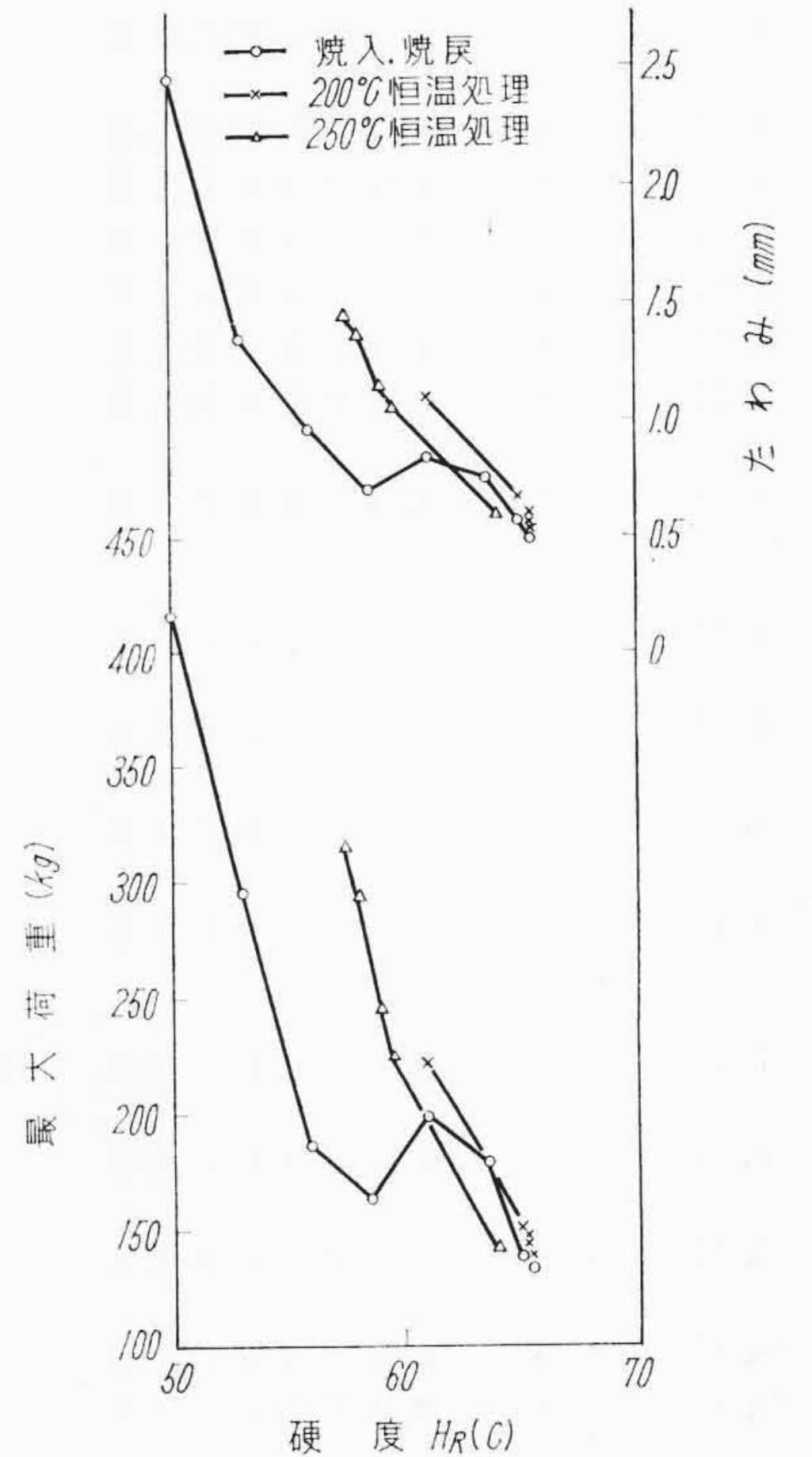
すなわち硬度測定結果よりして恒温処理時間20分のものにおいては、いずれも変態を開始していないが200°Cの場合には3時間付近、250°Cの場合においては90分付近にてそれぞれ変態を終了しているものと推定される。つぎに靱性においては各温度とも変態終了まではその靱性を急増するが、終了後においては、あまり著しくない。

第15図はYGTを825°Cに加熱後前者同様の恒温処理せるものの結果を示す。

すなわち200°Cの場合においては変態開始おそく6時間のものに



第16図 SGTの各種の熱処理せるものにおける硬度と靱性の関係



第17図 YGTの各種の熱処理せるものにおける硬度と靱性の関係

において変態進行による硬度の低下と靱性の増加を示す。250°Cの場合には60分付近より変態が進行し靱性は急増するが3時間において

