

高速度鋼の切削耐久力および抗折力に及ぼすサブゼロ処理の影響

Effect of Subzero Treatment on Cutting Durability and Deflective Strength of High Speed Steel

小柴定雄* 田中和夫**
Sadao Koshiba Kazuo Tanaka

内容梗概

低W高速度鋼X1, 低W~Co高速度鋼X00, Mo~W高速度鋼XM1および18~4~1型HX2の4種類について, 抗折力および切削耐久力に及ぼすサブゼロ処理の影響を調べた。その結果サブゼロ処理およびこれにマルクエンチ処理を組合せたものは, 油焼入後焼戻2回行ったものと比較し, 切削耐久力はあまり大差がなく, 抗折力は同程度ないしは小さい傾向にある。したがってこれらの結果から旋削用高速度鋼バイトのサブゼロ処理はあまり効果的でないことが認められる。

〔I〕 緒言

高速度鋼のサブゼロ処理に関しては広く研究⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾されているが, 切削性能に及ぼす影響については比較的少ない。K.J.B. Wolfe氏⁽⁴⁾は2種類の高速度鋼について, サブゼロ処理し切削試験を行つているが, それによるとサブゼロ処理したものは, 繰返し焼戻したものに比してやや劣るようであり, またS.M. Depoy氏⁽⁵⁾は高速度鋼にサブゼロ処理し, 切削量の増大したことを述べている。本報告はこれらの点をあきらかにするため, 切削耐久力および抗折力に及ぼすサブゼロ処理の影響を4種類の高速度鋼について実験した結果である。

〔II〕 試料および実験方法

実験に使用した試料の化学組成を第1表に示す。硬度測定には15φ×12mm, 抗折測定には5φ×70mmおよび切削試験には12φ×65mmのバイトを用いた。また焼入にはエレバス炉を用い, X1, X00およびHX2は1,280°C (HX2のバイトは1,300°C), XM1は1,260°Cとし, 900°Cに10分予熱後抗折力測定試料は70秒, 硬度測定試料は1.5分および切削用バイトは2分浸漬した。熱処理方法は①油焼入→焼戻(O.Q→T), ②油焼入→焼戻→焼戻(O.Q→T→T), ③油焼入→焼戻→サブゼロ処理(O.Q→T→S), ④油焼入→サブゼロ処理→焼戻(O.Q→S→T), ⑤油焼入→焼戻→サブゼロ処理→焼戻(O.Q→T→S→T), ⑥200°Cマルクエンチ→焼戻→サブゼロ処理(M→T→S), ⑦200°Cマルクエンチ→サブゼロ処理→焼戻(M→S→T)の7種類とし, サブゼロ処理は-75°Cに20分, マルクエンチは30分および焼戻は575°Cに1時間保持した。抗折試験はアムスラー試験機を用い, 支点50mmの中央に圧縮荷重を加え破断したときの荷重を測定した。また切削試験は6フィート米式精密旋盤によりNi~Cr鋼(CO, 3%, Ni4, 13%, Cr1, 56%)

* 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1表 試料の化学成分(%)

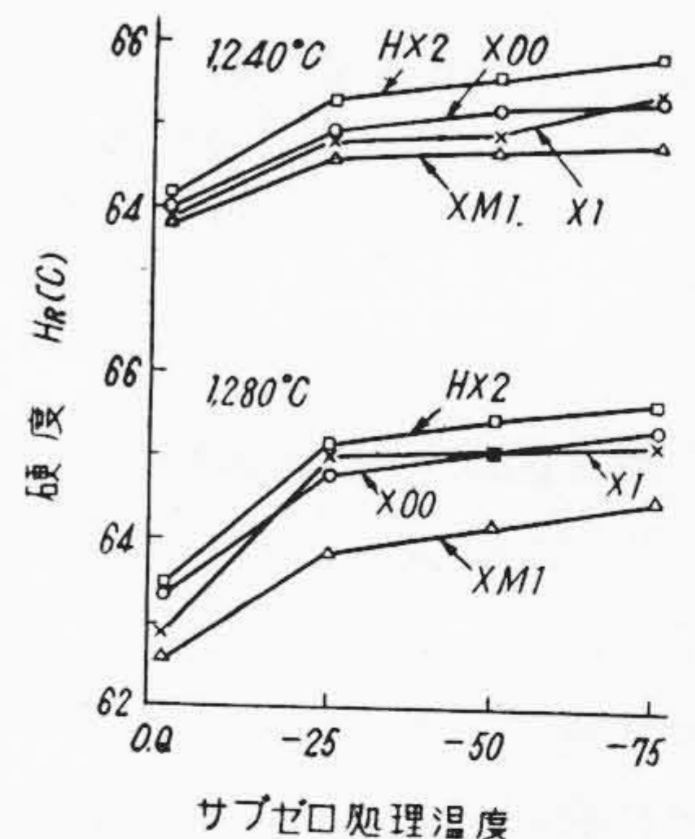
鋼種	C	Si	Mn	P	S	Cr	W	Mo	V	Co
X1	0.77	0.29	0.45	0.018	0.003	4.28	11.71	—	1.99	—
X00	0.82	0.21	0.34	0.021	0.002	3.99	12.63	—	1.68	3.67
XM1	0.76	0.15	0.36	0.015	0.007	4.15	6.39	4.71	2.04	—
HX2	0.80	0.22	0.37	0.028	0.002	3.95	18.06	—	0.82	—

のブリネル硬度352のものを切削し, 切削不能になるまでの時間を測定した。なおこの場合の切削条件として切込み1mm, 送り0.5mm/Rとした。

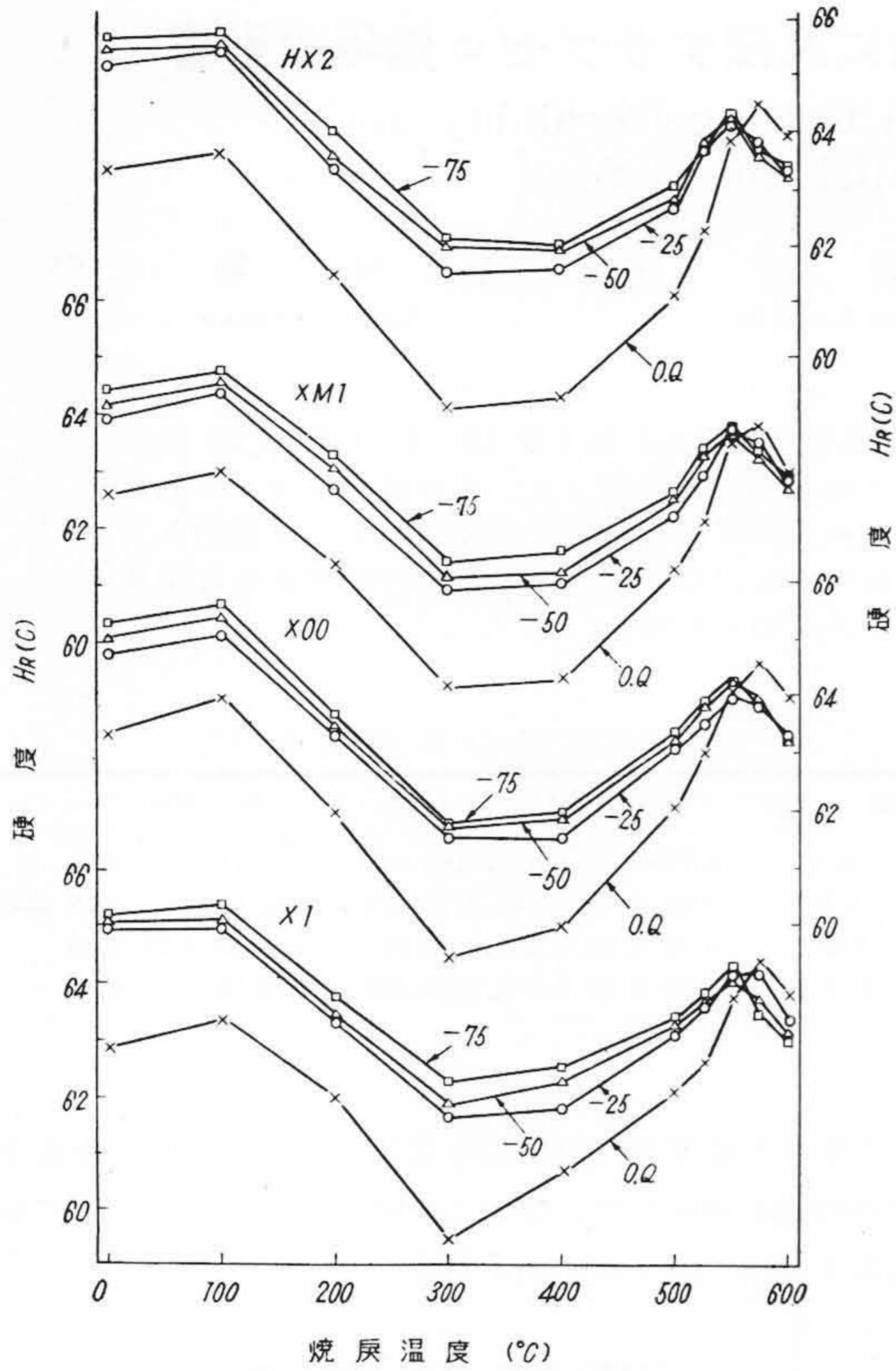
〔III〕 実験結果

(1) サブゼロ処理温度と硬度との関係

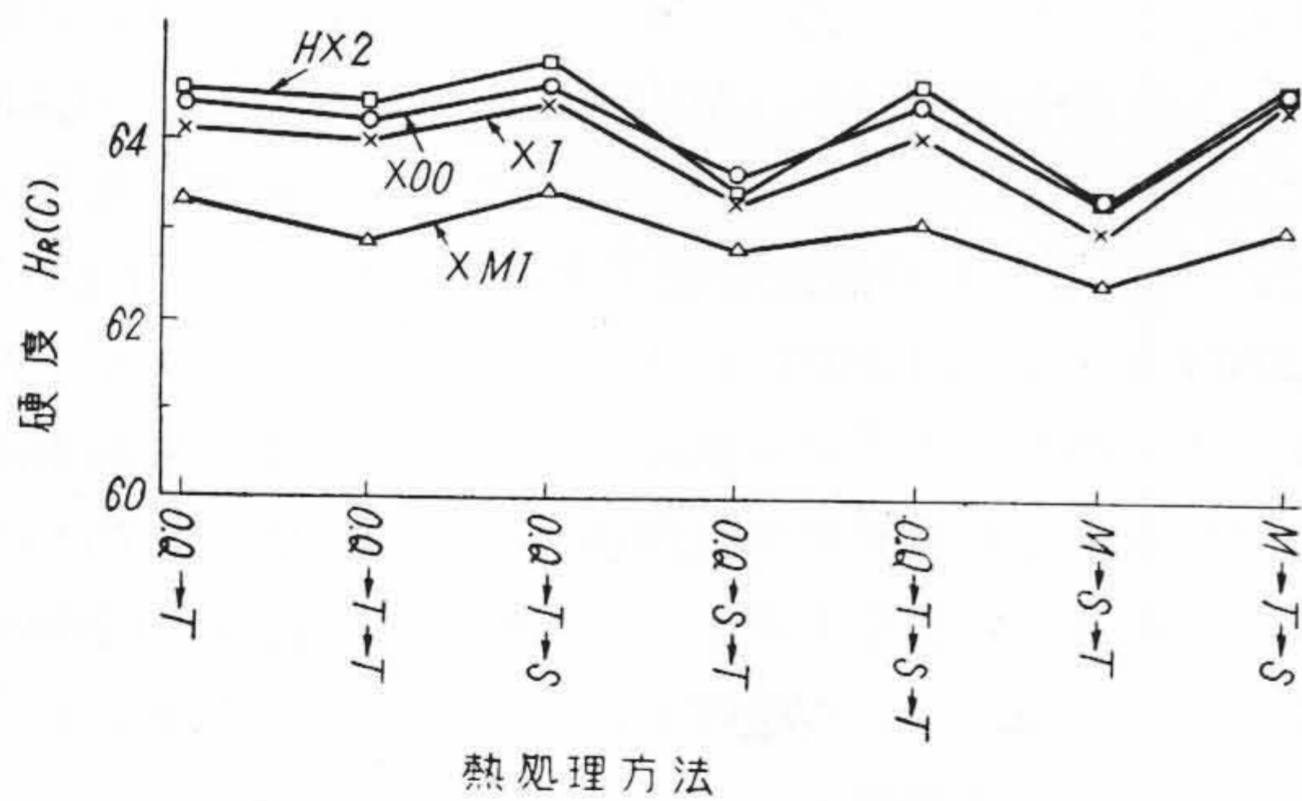
各鋼種について1,240および1,280°Cに1.5分保持後油焼入し, ただちに-25, -50および-75°Cにサブゼロ処理して硬度を測定した。第1図はその結果を示す。1,240および1,280°C焼入のものともにサブゼロ処理することによつて, またその温度を低下する程硬度を増加するが, 1,280°Cのものは1,240°Cに比して残留オーステナイトが多く, -25°Cにサブゼロ処理した場合の硬度の増加率は大きい。なおサブゼロ処理後の硬度は-25~-75°Cにおいて両者にあまり大差がない。第2図は前述の1,280°C焼入したものについて段階的に焼戻して硬度を測定した結果である。各鋼種とも曲線の傾向は同様であり, 一般にサブゼロ処理温度が低い程硬度は高く, また二次硬化のおこる温度は油焼入のままのものに比して, サブゼロ処理したものは低温側にずれるが, -25~-75°Cではその温度および硬度がほとんど変りない。ま



第1図 サブゼロ処理温度と硬度との関係

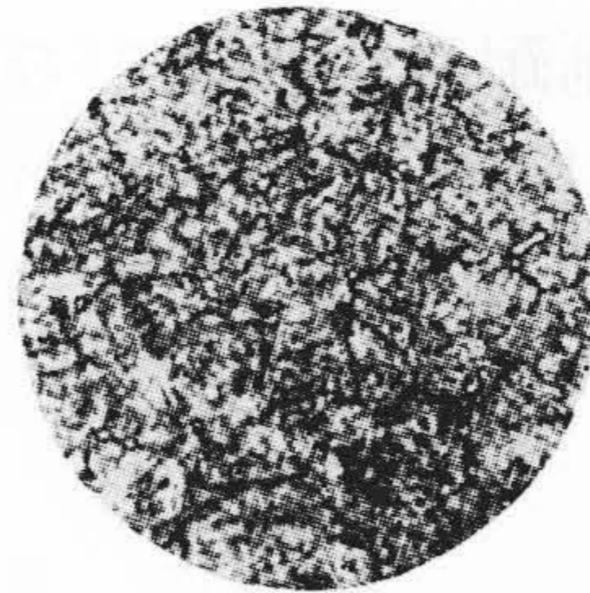


第2図 サブゼロ処理温度と焼戻硬度との関係 (1,280°C 油焼入試料)

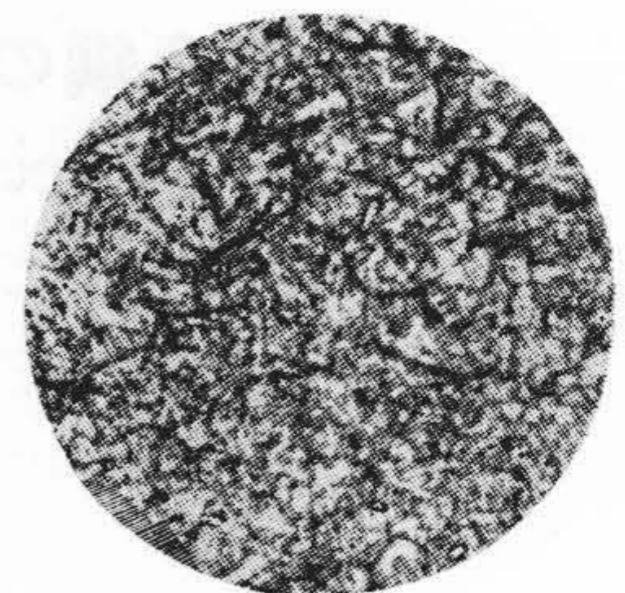


第3図 熱処理方法と硬度との関係 (T: 575°C 焼戻, S: -75°C サブゼロ処理, M: 200°C マルクエンチ)

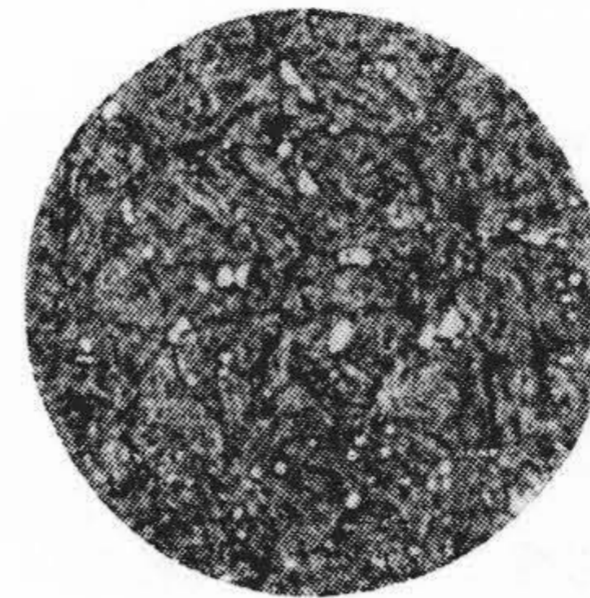
た第3図は各種の処理したものの硬度を示す。焼戻1回と2回ではあまり変りないが、焼戻後サブゼロ処理したものはこれよりやや高目になり、また油焼入直後にサブゼロ処理およびマルクエンチ後にサブゼロ処理し、それぞれ焼戻したものはやや低くなっている。これらの傾向は各鋼種とも同様であるが XM1 は全般的に硬度が低い。なおこれらについて組織を調べたが各処理を比較し



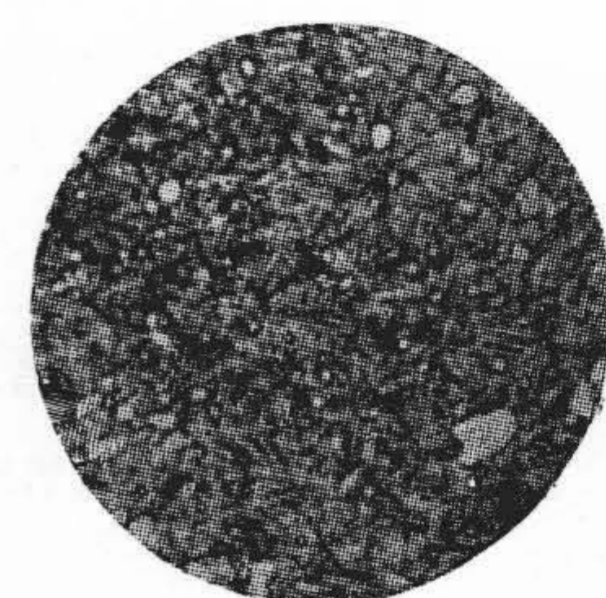
第4図 X1 ×420 O.Q→S→T



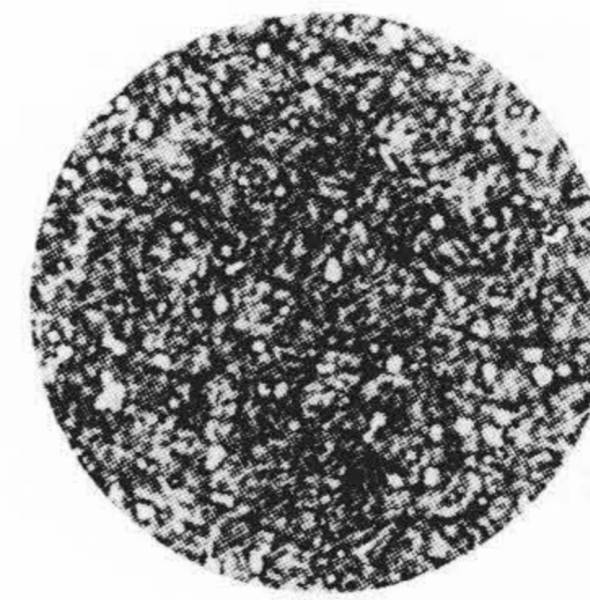
第5図 X1 ×420 O.Q→T→T



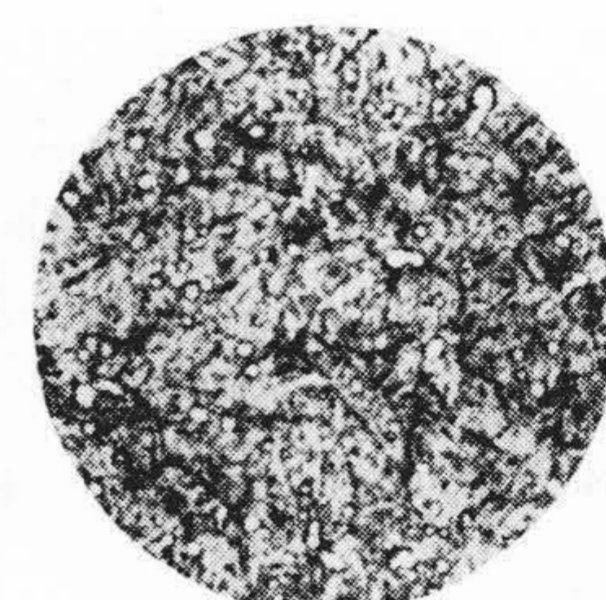
第6図 X00 ×420 O.Q→S→T



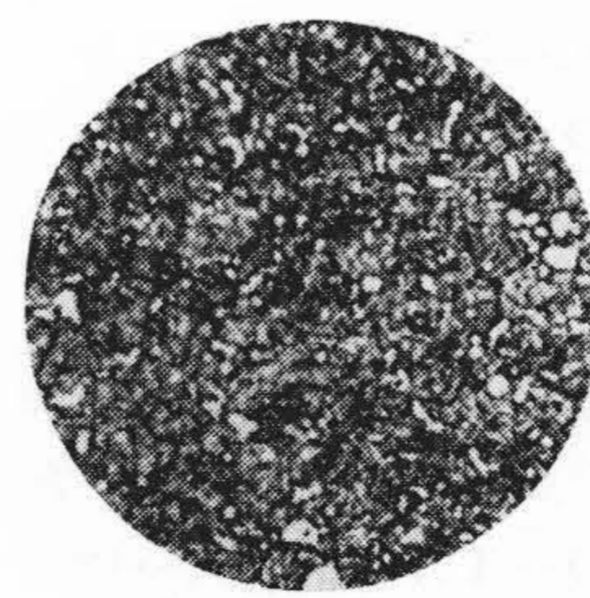
第7図 X00 ×420 O.Q→T→T



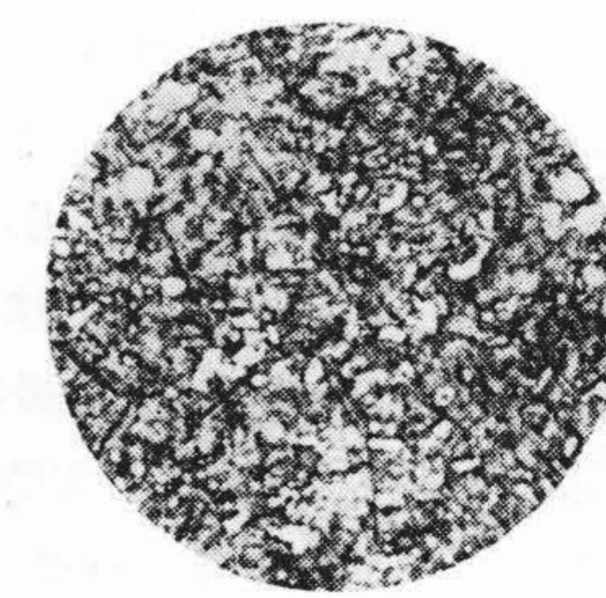
第8図 XM1 ×420 Q.O→S→T



第9図 XM1 ×420 O.Q→T→T



第10図 HX2 ×420 Q.O→S→T

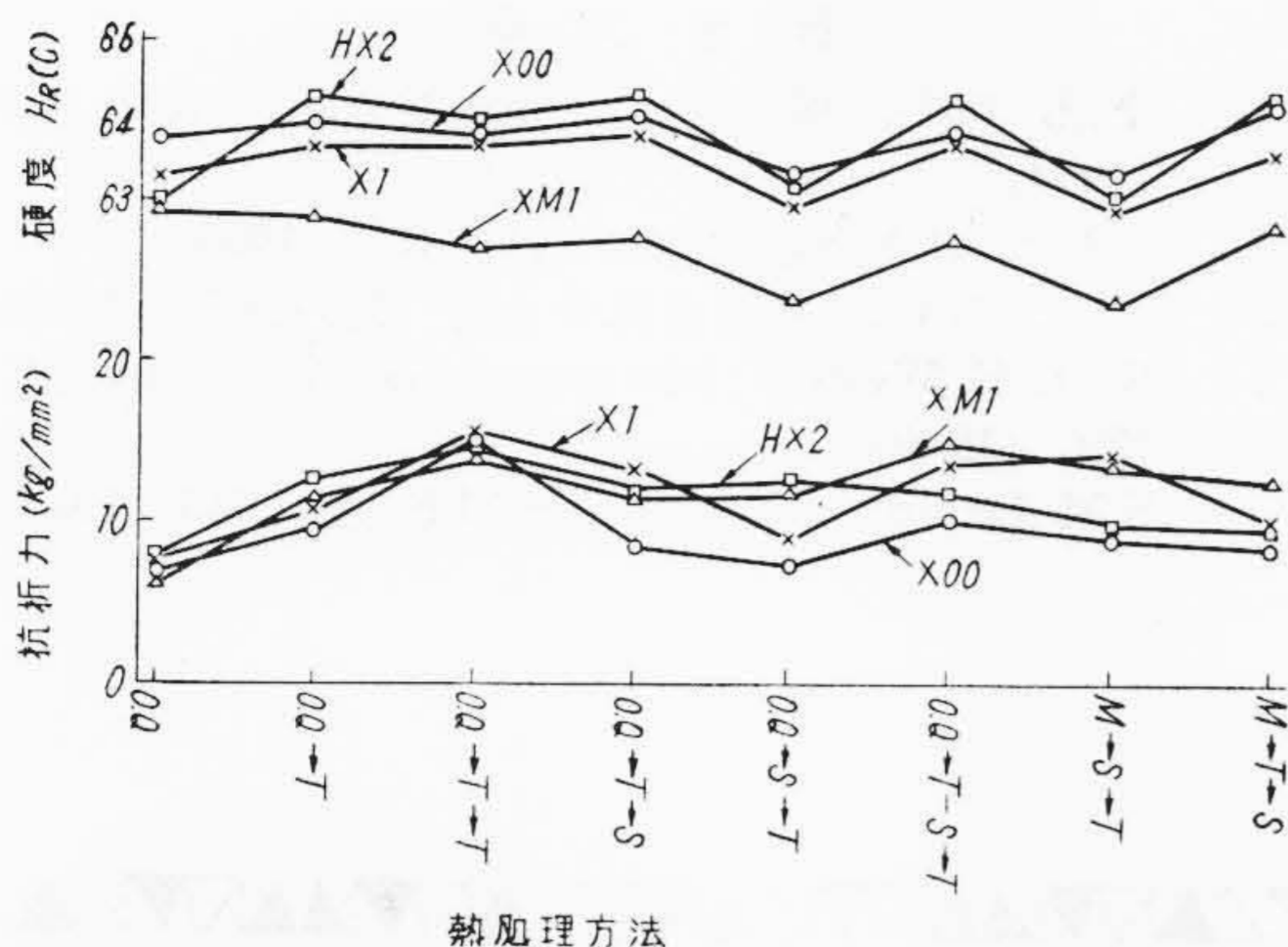


第11図 HX2 ×420 Q.O→T→T

てあまり差がない。第4～11図はその一例として各鋼種の油焼入→サブゼロ処理→焼戻と油焼入→焼戻→焼戻の組織を示す。

(2) サブゼロ処理と抗折力との関係

第12図は各種の熱処理を行つて抗折力を測定した結果である。まずX1ではO.Q→T→T処理のものが抗折力もつとも高く、M→S→TおよびO.Q→T→S→T処理のものがこれについて高い。O.Q→S→Tのものはこれらに比してかなり低い。X00もO.Q→T→T処理のものがほかに比して高い。またXM1はO.Q→T→S→T処理のものがもつとも高くM→S→TおよびO.Q→T→



第12図 各種熱処理による抗折力の比較
(T: 575°C焼戻, S: -75°Cサブゼロ処理, M: 200°Cマルクエンチ)

Tがこれについて高い値を示している。HX2はO.Q→T→T処理のものがやはり高い。この結果によれば各鋼種の傾向はかならずしも一定でないが、サブゼロ処理およびマルクエンチ処理を種々組合せても、焼戻2回行ったものに比して特に効果があるとは思われない。

(3) サブゼロ処理と切削耐久力との関係

前述と同様に各種の熱処理したものについて、切削試験を行った。第2~5表はその結果を示す。X1ではO.Q→T→T処理のものが切削耐久力もつとも大でありO.Q→T→S→Tのものがこれについて良好であるが、そのほかのものは大体同程度である。X00ではO.Q→S→TおよびO.Q→T→T処理のものが比較的良好である。またXM1はO.Q→T→TおよびM→S→T処理のものがやや劣っているが、そのほかはあまり大差がない。HX2もほとんど変りないが、O.Q→T→TおよびM→T→S処理のものが幾分よい傾向を示している。

[IV] 結果に対する考察

上述の結果についてみるに各鋼種とも油焼入後焼戻すことにより抗折力を増し、かつ焼戻処理1回より2回行ったものが高いのはマルテンサイトを安定化し、かつ靱性を増大するためである。一方サブゼロ処理およびマルクエンチ処理を組合せたものは焼戻処理を2回行ったものと同程度ないしはそれ以下の抗折力を示し、その効果はあまり認められない。これは焼入後サブゼロ処理を行うと残留オーステナイトの大部分はマルテンサイト化し、その後の焼戻によつてマルテンサイトの焼戻軟化抵抗を減少するためと考えられる。また切削耐久力においては各処理のものを比較するにあまり大差がないが、X1ではむしろ前述の理由でO.Q→T→T処理したものの方がサブゼロ処理したものよりもすぐれた傾向を示している。したがってこれらの結果から、この種高速度鋼パイ

第2表 X1の切削試験結果

熱処理	硬度 HR(C)	被切削材		切削速度 (m/min)	耐久切削時間 (min-s)
		直径 (mm)	硬度 HB		
1,280°C O.Q→T	64.2	128.7	352	26.8	2-23
1,280°C O.Q→T→T	64.1	128.7	352	26.8	3-12
1,280°C O.Q→T→S	64.2	128.7	352	26.8	2-30
1,280°C O.Q→S→T	63.4	128.7	352	26.8	2-22
1,230°C O.Q→T→S→T	64.2	128.7	352	26.8	2-59
1,280°C→M→S→T	63.5	128.7	352	26.8	2-34
1,280°C→M→T→S	64.4	128.7	352	26.8	2-10

第3表 X00の切削試験結果

熱処理	硬度 HR(C)	被切削材		切削速度 (m/min)	耐久切削時間 (min-s)
		直径 (mm)	硬度 HB		
1,280°C O.Q→T	64.5	113.0	352	29.0	1-34
1,280°C O.Q→T→T	64.4	113.0	352	29.0	1-46
1,280°C O.Q→T→S	64.6	113.0	352	29.0	1-30
1,280°C O.Q→S→T	63.7	113.0	352	29.0	1-49
1,280°C O.Q→T→S→T	64.3	113.0	353	29.0	1-43
1,280°C→M→S→T	63.7	113.0	352	29.0	1-21
1,280°C→M→T→S	64.5	113.0	352	29.0	1-25

第4表 XM1の切削試験結果

熱処理	硬度 HR(C)	被切削材		切削速度 (m/min)	耐久切削時間 (min-s)
		直径 (mm)	硬度 HB		
1,260°C O.Q→T	63.5	116.0	352	26.6	2-23
1,260°C O.Q→T→T	63.2	116.0	352	26.6	1-55
1,260°C O.Q→T→S	63.5	116.0	352	26.6	2-24
1,260°C O.Q→S→T	62.7	116.0	352	26.6	2-20
1,260°C O.Q→T→S→T	63.4	116.0	352	26.6	2-25
1,260°C→M→S→T	62.8	116.0	352	26.6	1-56
1,260°C→M→T→S	63.5	116.0	352	26.6	2-10

第5表 HX2の切削試験結果

熱処理	硬度 HR(C)	被切削材		切削速度 (m/min)	耐久切削時間 (min-s)
		直径 (mm)	硬度 HB		
1,300°C O.Q→T	64.5	110.5	352	25.6	1-51
1,300°C O.Q→T→T	64.6	110.5	352	25.6	2-03
1,300°C O.Q→T→S	64.7	110.5	352	25.6	1-56
1,300°C O.Q→S→T	63.7	110.5	352	25.6	1-58
1,300°C O.Q→T→S→T	64.6	110.5	352	25.6	1-52
1,300°C→M→S→T	63.6	110.5	352	25.6	1-54
1,300°C→M→T→S	64.6	110.5	352	25.6	2-00

トのサブゼロ処理はあまり有効でないことが認められ、むしろ焼戻処理を2回繰返し行った方がよいと思われる。

[V] 結 言

上述の結果を要約すればつぎのごとくである。

- (1) 各鋼種とも油焼入後-25~-75°Cにサブゼロ処理した場合はサブゼロ処理温度が低い程硬度は高くなる。またこれを焼戻した場合は油焼入のままのものに比して、二次硬化のおこる温度が低温側にずれるが、-25~-75°Cではその温度および硬度がほとんど変りない。
- (2) 抗折力はサブゼロ処理およびこれにマルクエンチを組合せた処理を行つても、本実験範囲では油焼入後

焼戻処理2回行つたものと同程度、ないしはそれ以下でありこの種サブゼロ処理はあまり効果的でない。また切削耐久力についてもサブゼロ処理したものは、焼戻2回行つたものと大差なく、期待した結果が得られなかつた。したがつてこの種旋削用バイトは焼戻処理を十分行つた方が適当と思われる。

終りに本研究に協力された日立金属株式会社安来工場永島祐雄、稲田朝雄両氏に対し、深謝の意を表す

参考文献

- (1) 小柴, 田中, 稲田: 日本金属学会誌 18, 521 (1954)
- (2) 近藤: 日本金属学会誌 19, 62 (1955)
- (3) 岡本, 田中: 日本金属学会誌 20, 285 (1956)
- (4) K. J. B Wolfe: Materilas and Methods 25, 129 (1949)
- (5) S.M Depoy: Trans A.S.M.E 66, 645 (1944)

日立製作所社員社外講演一覽

(昭和32年4月受付分)

講演月日	主催	演題	所属	講演者
3. 21	東北電力株式会社	発電機の保安について	日立工場	川崎 広
5. 9	日本材料試験協会	欠陥のある材料の疲労強度	日立研究所	大内田 久
6. 1~2	高分子学会	ジメチルポリシロキサンの各種溶媒中における	日立研究所	中牟田 昌治 鈴木 宏
6. 1~2	高分子学会	ポリエステル樹脂の構造に関する一考察	日立研究所	古賀 弥
4. 20	全国炭磁技術会	ディーゼル機関車の選定と特性について	笠戸工場	浜原 一
4. 20	全国炭磁技術会	ウイリソン自動連結器ならびにスキップカーについて	笠戸工場	高森 恒男
5. 11	自動車技術会	自動車用ステアリングホイールについて	多賀工場	佐藤 忠吉
5. 14~15	電子顕微鏡学会	新しい非点収差の補償法	中央研究所 多賀工場	片桐 信二郎 大沼 嘉郎
3. 23	山梨県X線技師会	日立X線装置について	亀戸工場	山田 正臣
3. 30	神奈川県X線技師会	日立DC-M型間接撮影装置について	亀戸工場	石橋 正男
3. 30	日本医学放射線学会	可変絞りによる運動照射法について	亀戸工場	草谷 晴之
4. 26	神奈川県研究連絡会	最近の交換機の動向について	戸塚工場	中野 富士雄
4. 10	日本学術振興会	ニッケルの分析化学的研究 (第7報)	中央研究所	栗田 常雄
5. 15	電子顕微鏡学会	電子顕微鏡の分解能測定について	中央研究所	渡辺 宏 孤田 孜
5. 15	電子顕微鏡学会	超高圧電子顕微鏡とその応用	中央研究所	只野 文哉
4. 10	日本学術振興会	化学実験室に便利な新しい器具と操作 (第2報)	中央研究所	栗田 常雄
4. 10	日本学術振興会	鋼種簡易鑑別法の研究 (第19報)	中央研究所	栗田 常雄
5. 30	日本物理学会	超音波伝播に対する加硫および充填の影響	中央研究所	前田 庸登
5. 10~13	日本地球電気磁気学会	空間電荷波と相互作用している電子ビームからの転射	中央研究所	法 橋
6 月	高分子学会	浸透圧法による鎖状高分子の分子量についての研究 (第1報)	中央研究所	上川 守治 原松 俊 田松 豊
6. 1~2	高分子学会	高分子の初期の加熱劣化について	中央研究所	原川 俊達 川松 夫
4. 19	電気通信学会	サンプル値制御	中央研究所	三卷 達夫
4. 24	質量分析研究会	電子(イオン)幾何光学の基礎(第2回)	中央研究所	森戸 望
4. 25	コンサルタント	空気調和について	本社	栗本 正雄
4. 26	日科技連	設備計算のあらまし	本社	村川 武雄
3. 15	中国電力株式会社	空気調和について	本社	高橋 秀彦