

高C～高Crダイス鋼CRDの窒化について

On the Nitriding of High C～High Cr Die Steel (CRD)

小柴 定雄*
Sadao Koshiba

田中 和夫**
Kazuo Tanaka

鷲見 暁夫**
Akeo Sumi

内 容 梗 概

高C～高Crダイス鋼CRDの窒化について、窒化剤NS-350を用い、三の基礎的実験を行った。その結果窒化温度450～550℃では温度を高めるほど窒化深さを増すが、表面硬度は500℃の場合が最も高くHv 1,100以上となる。また焼入温度950～1,100℃では表面硬度は大差ないが、窒化深さは焼入温度が高いほど浅くなり、窒化温度500℃、窒化時間1～3時間では950℃の場合約0.04～0.06、1,000℃の場合約0.03～0.05および1,100℃では約0.02～0.03mmの窒化深さである。

1. 緒 言

筆者らはさきに高速度鋼の窒化処理を行った⁽¹⁾、冷間ダイス鋼についても窒化処理によりその表面硬度を高め、耐摩耗性を増大することが考えられる。しかしこの種のダイス鋼の窒化に関する研究は従来ほとんど発表されていない。

本研究では高C～高Crダイス鋼CRDのシアン化塩浴による窒化について二、三基礎的実験を行ってみた。

2. 試料および実験方法

試料の化学成分を第1表に示す。実験試料は12mmφ×20mmとし、各温度に焼入したものおよび焼入焼戻したものを全面平行に機械研磨し、さらにペーパーおよび羽布で仕上研磨後エーテルで洗浄して用いた。

窒化処理はドイツデグサ化学会社製窒化剤(商品名NS-350)を用い、内径105φ、深さ205mmの鉄製ポットに溶解し、試料を細いクロム線でするし、浴槽の中央部に浸漬して行った。なお窒化剤は含有シアン化合物の分解に基づく老化作用がありその影響を少なくするため一連の実験ごとに新しい窒化剤を使用し、かつ初めに550℃に6時間時効して用いた。

つぎに硬度の測定方法は第1図のように窒化した試料の表面に0.01～0.02mmのCrメッキを施し、その表面をこう配が3/100になるように傾斜をつけて研削後ペーパーおよび羽布で仕上研磨し、まずクロムメッキ部と窒化部分の境界を起点とし0.2mm間隔に1/1,000mmダイヤルゲージで深さを測定し、つぎにマイクロビッカース硬度計でその位置の硬度を測定した。すなわち窒化した試料にゆるやかな傾斜面を作ることにより薄い窒化層の幅を拡大し、かつクロムメッキで最外層の位置を明確にした。したがって表面硬度は起点の硬度で示し、窒化層の厚さは求めた硬度分布曲線により非窒化部分の硬度までの深さで示した。なおこの種ダイス鋼の窒化層は非常に薄いので硬度計の荷重は小さいほうがよい。本実験ではすべて荷重200gで測定した。

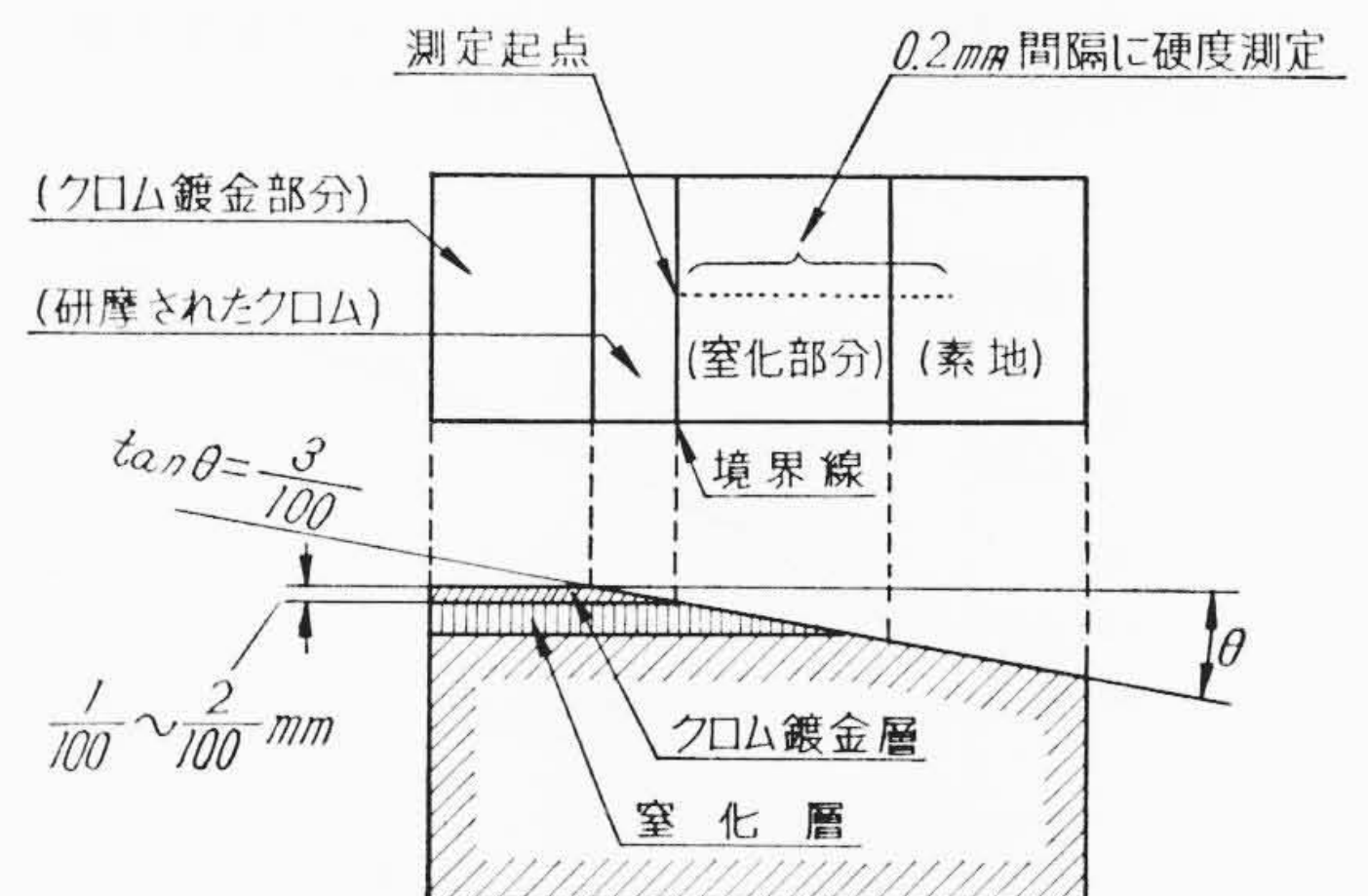
3. 実 験 結 果

3.1 窒化温度と表面硬度および窒化深さとの関係

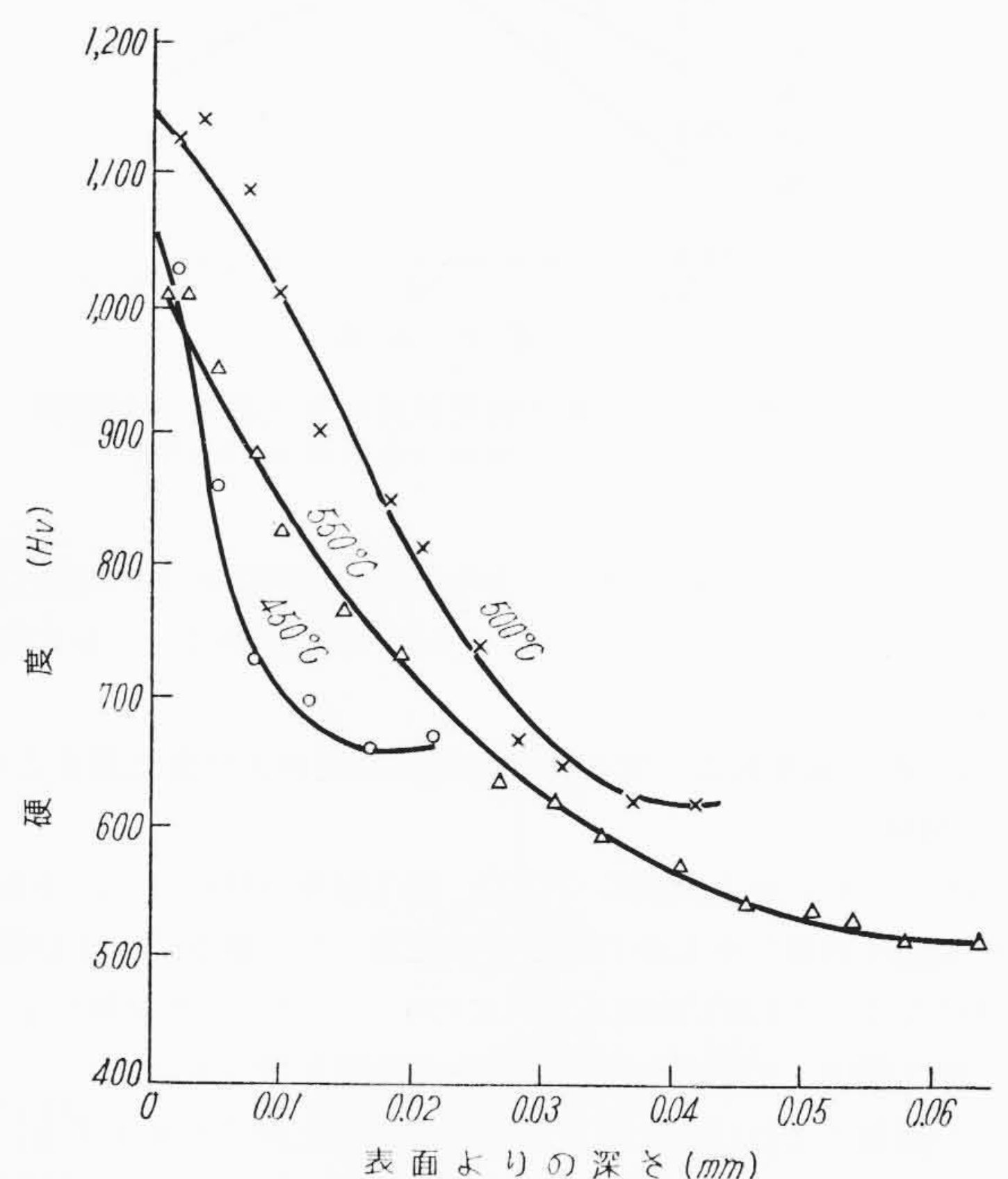
第2図および第3図は1,000℃油焼入試料および1,000℃油入、500℃焼戻試料について、450、500および550℃にそれぞれ2時間窒化処理したものの硬度分布を示し、また第4図はこの場合の表面硬度および窒化深さを示す。これによると窒化深さは窒化温度を上昇するほど増加するが、表面の硬度は500℃付近に窒化処理した場

第1表 試料の化学成分(%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu
2.10	0.17	0.36	0.020	0.006	0.16	13.26	0.10



第1図 窒化層の硬度測定方法

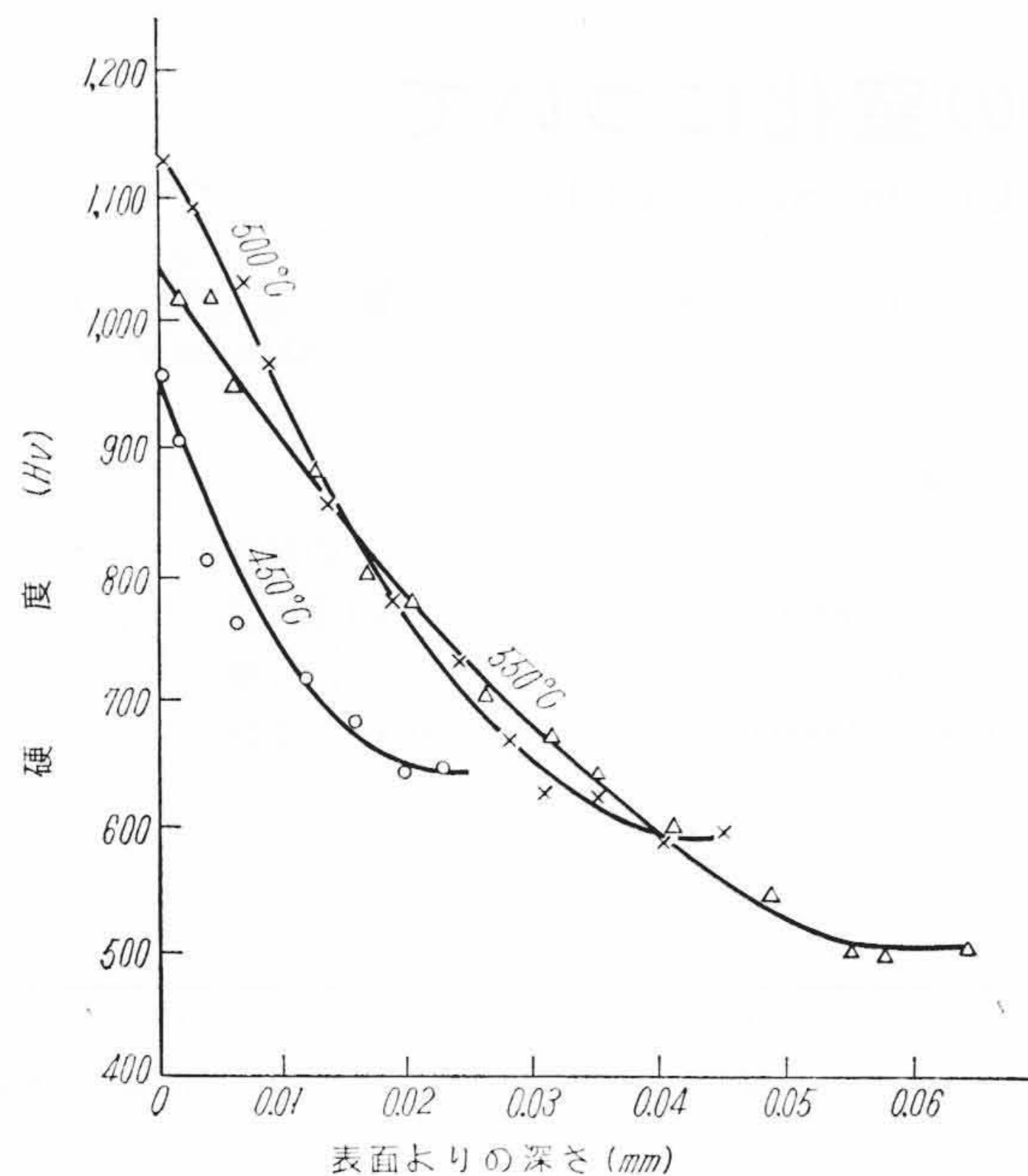


第2図 1,000℃焼入試料の窒化温度と窒化層の硬度分布との関係(窒化時間2時間)

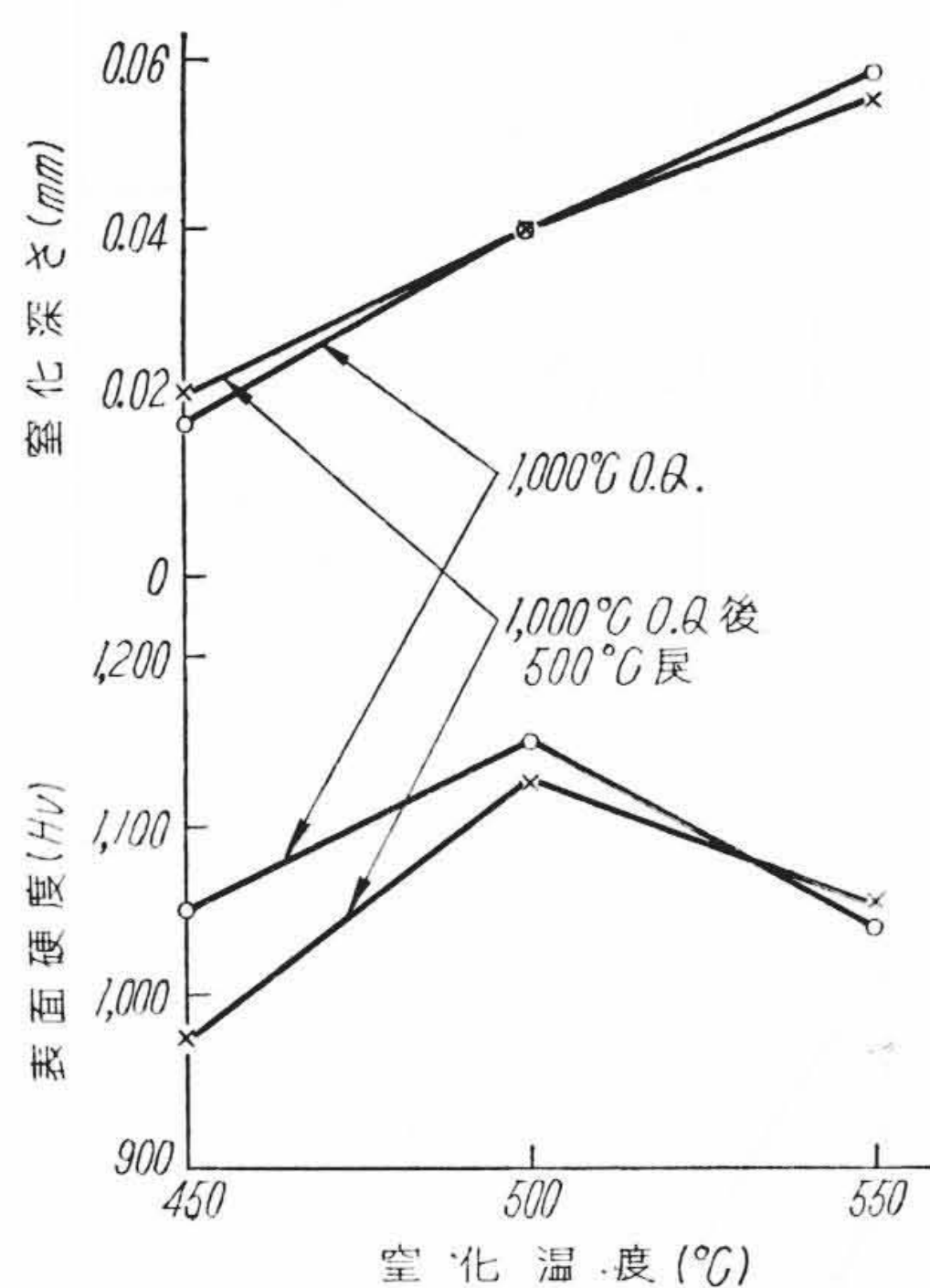
合が最も高くHv 1,100以上となり、550℃ではやや低下する。また焼入試料と焼戻試料を比較するに、窒化深さはほとんど変わらない。硬度も大差ないが窒化温度450℃の場合は焼戻処理のものがや

* 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 1,000°C 焼入, 500°C 焼戻試料の窒化温度と窒化層の硬度分布との関係 (窒化時間 2 時間)



第 4 図 焼入および焼入焼戻試料の窒化温度と表面硬度および窒化深さとの関係 (窒化時間 2 時間)

や低い。この点は 500°C 焼戻で素地の硬度が焼入のものに比していくぶん低く、かつ窒化深さが浅いためその影響ではないかと考えられる。

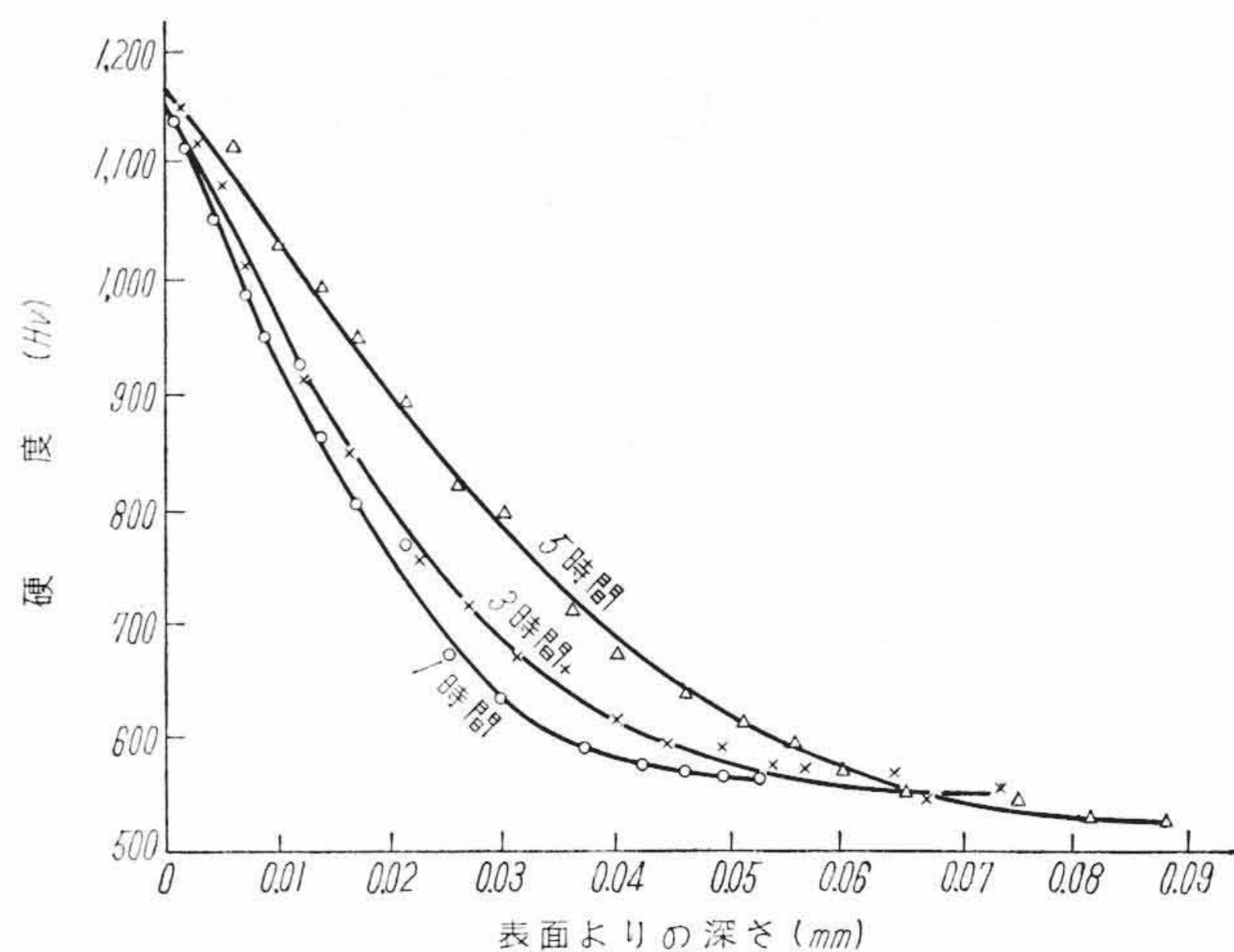
3.2 焼入温度および窒化時間と表面硬度および窒化深さとの関係

950~1,100°C 焼入試料について、窒化温度 500°C で 1, 3 および 5 時間窒化処理したものの硬度分布を調べた。第 5 図および第 6 図は 950 および 1,100°C 油焼入試料についての硬度分布曲線を示し、また第 7 図はこの場合の表面硬度および窒化深さを示す。

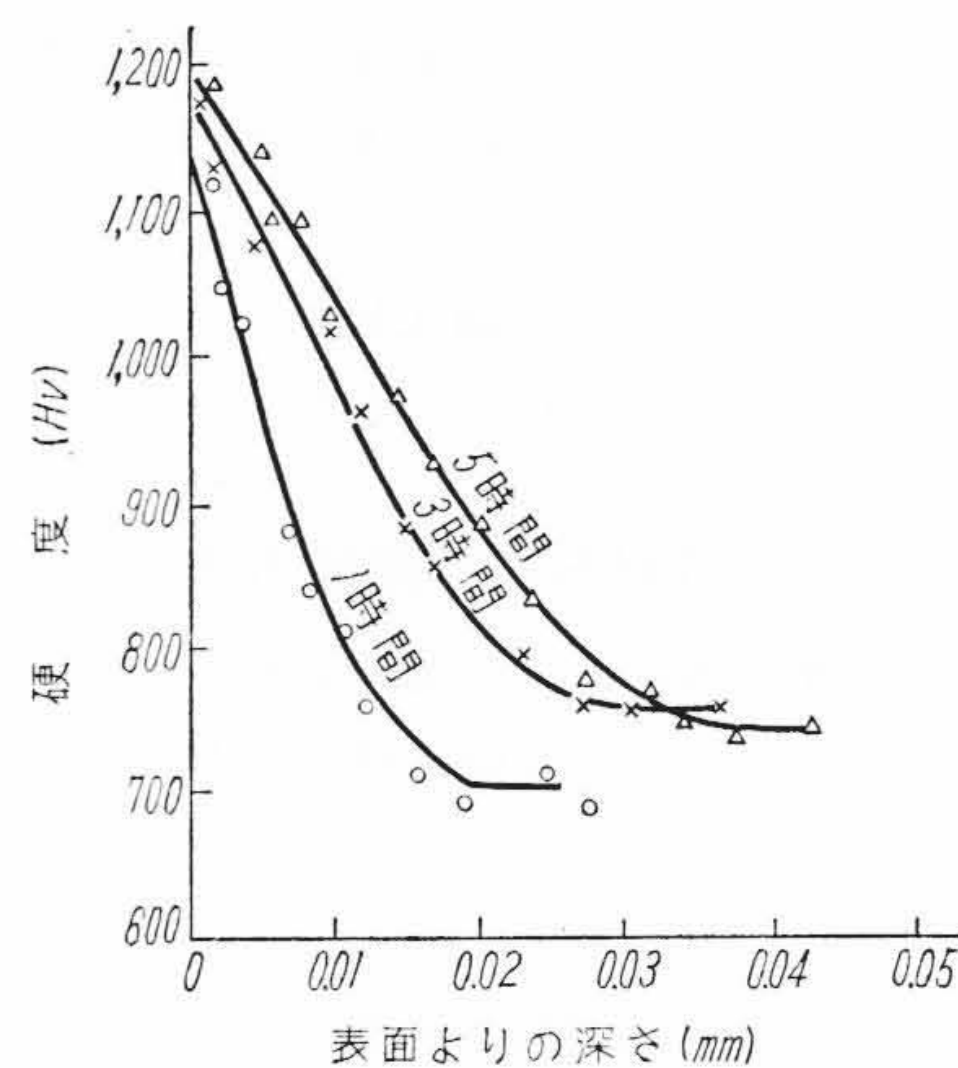
この結果によれば焼入温度が高いほど窒化深さを減少する、表面硬度は焼入温度の高いほうがいくぶん高目の傾向にあるが大差はない。また窒化時間を増すほど窒化深さを増加し、表面硬度もわずかに高くなる傾向を示す。

3.3 繰返窒化処理と表面硬度および窒化深さとの関係

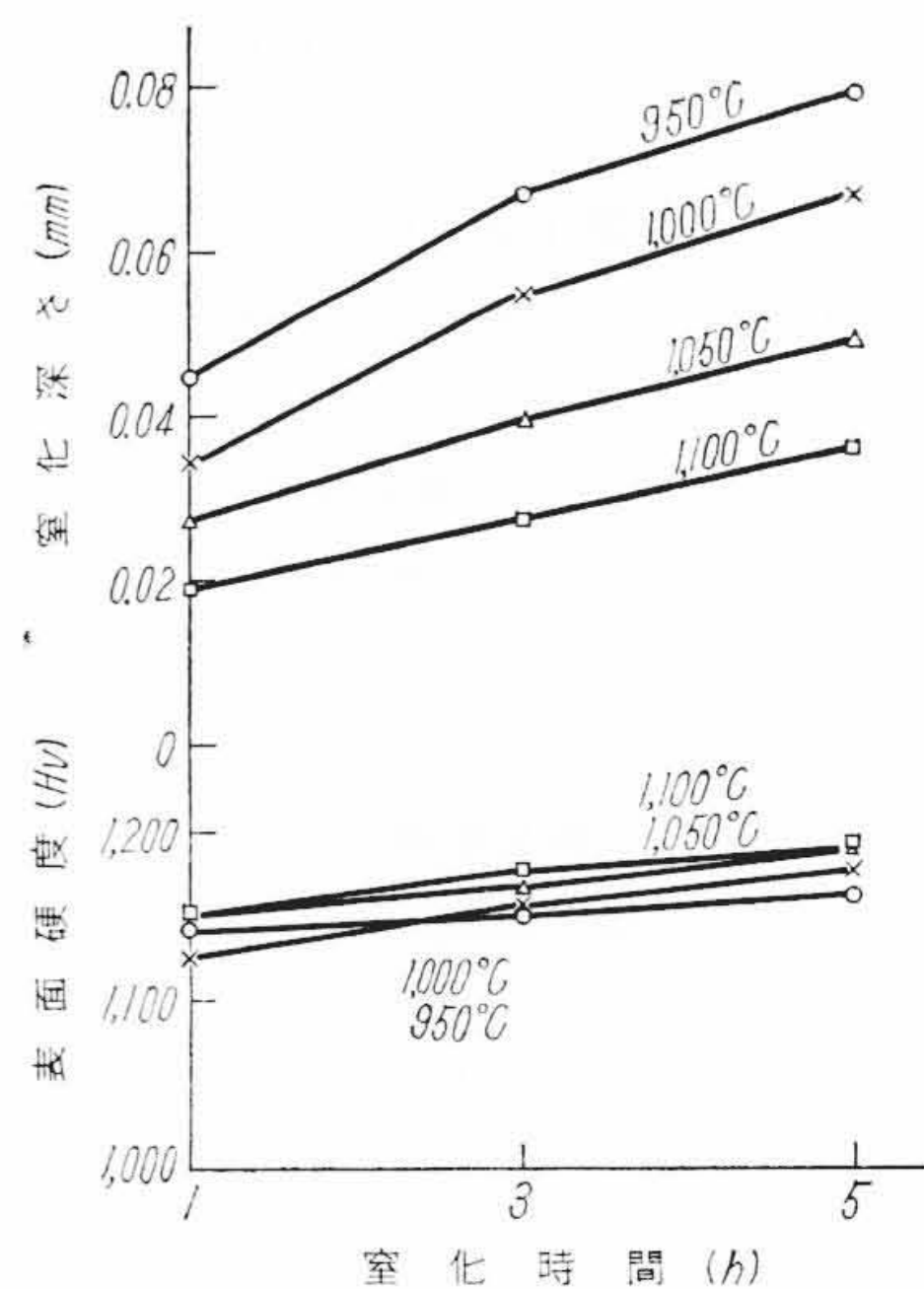
第 8 図は 1,000, 1,050 および 1,100°C 焼入試料を窒化温度 500°C に 1 時間ずつ 5 回繰返窒化処理した場合の表面硬度および窒化深さ



第 5 図 950°C 焼入試料の窒化時間と窒化層の硬度分布との関係 (窒化温度 500°C)

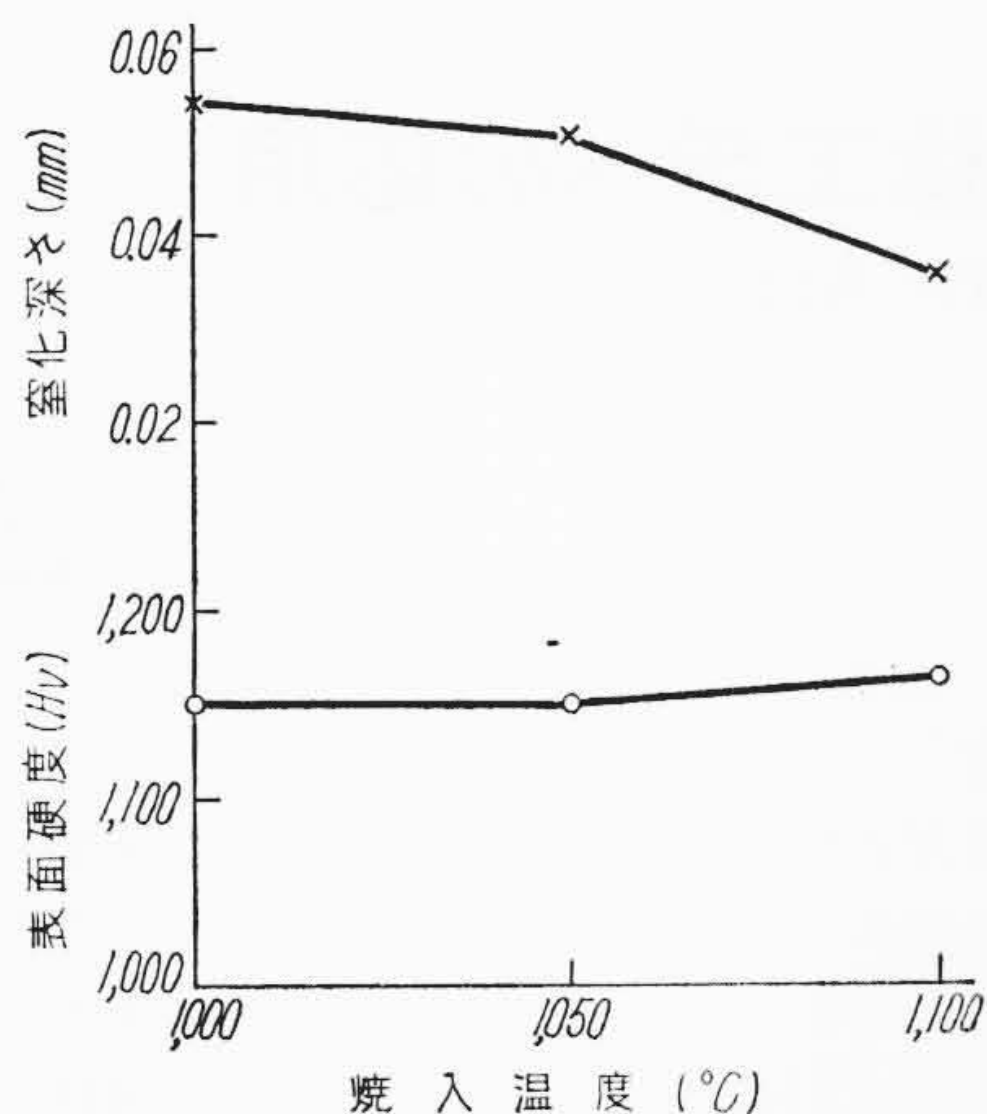


第 6 図 1,100°C 焼入試料の窒化時間と窒化層硬度分布との関係 (窒化温度 500°C)

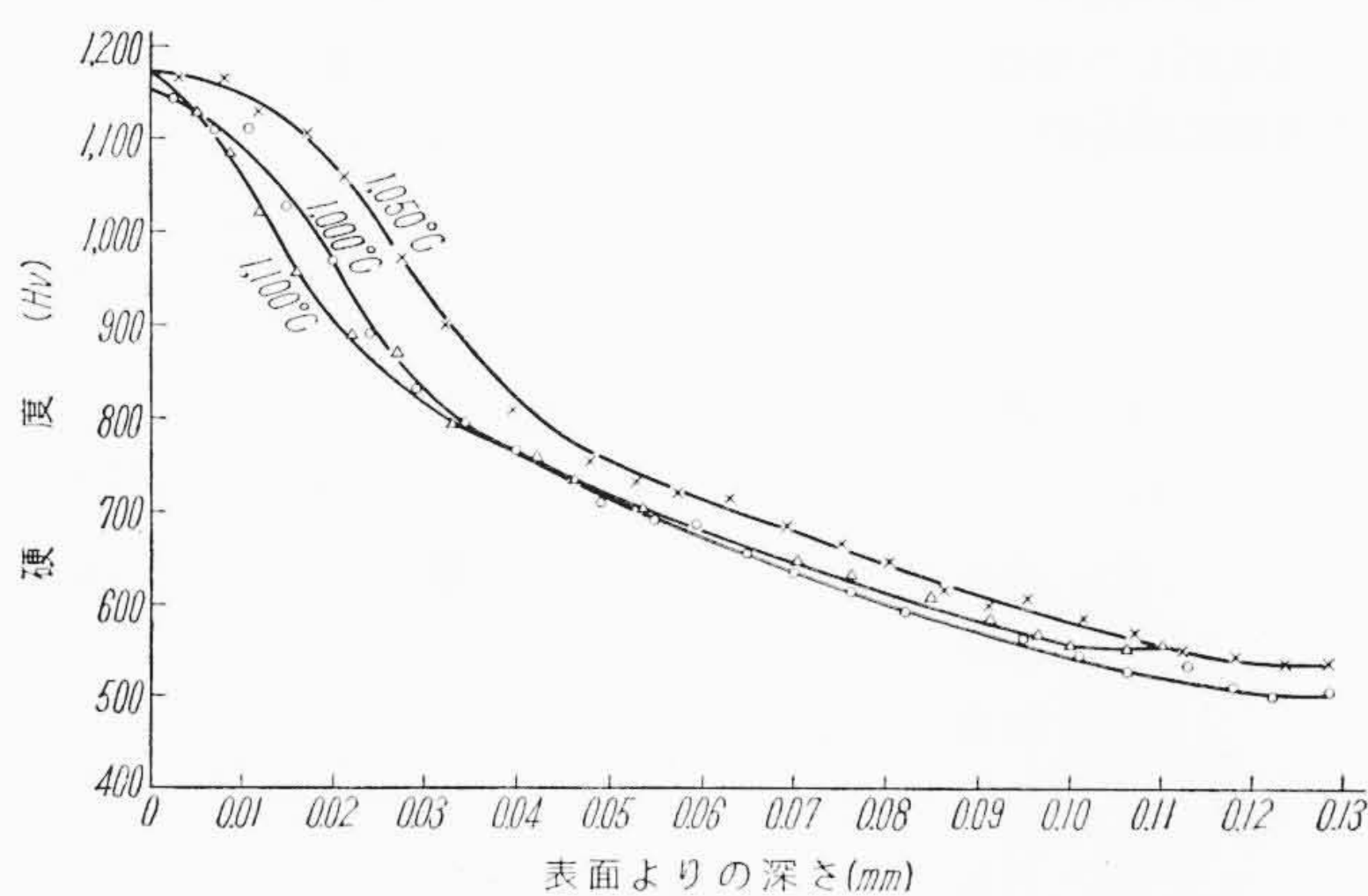


第 7 図 950~1,100°C 焼入試料の窒化時間と表面硬度および窒化深さとの関係

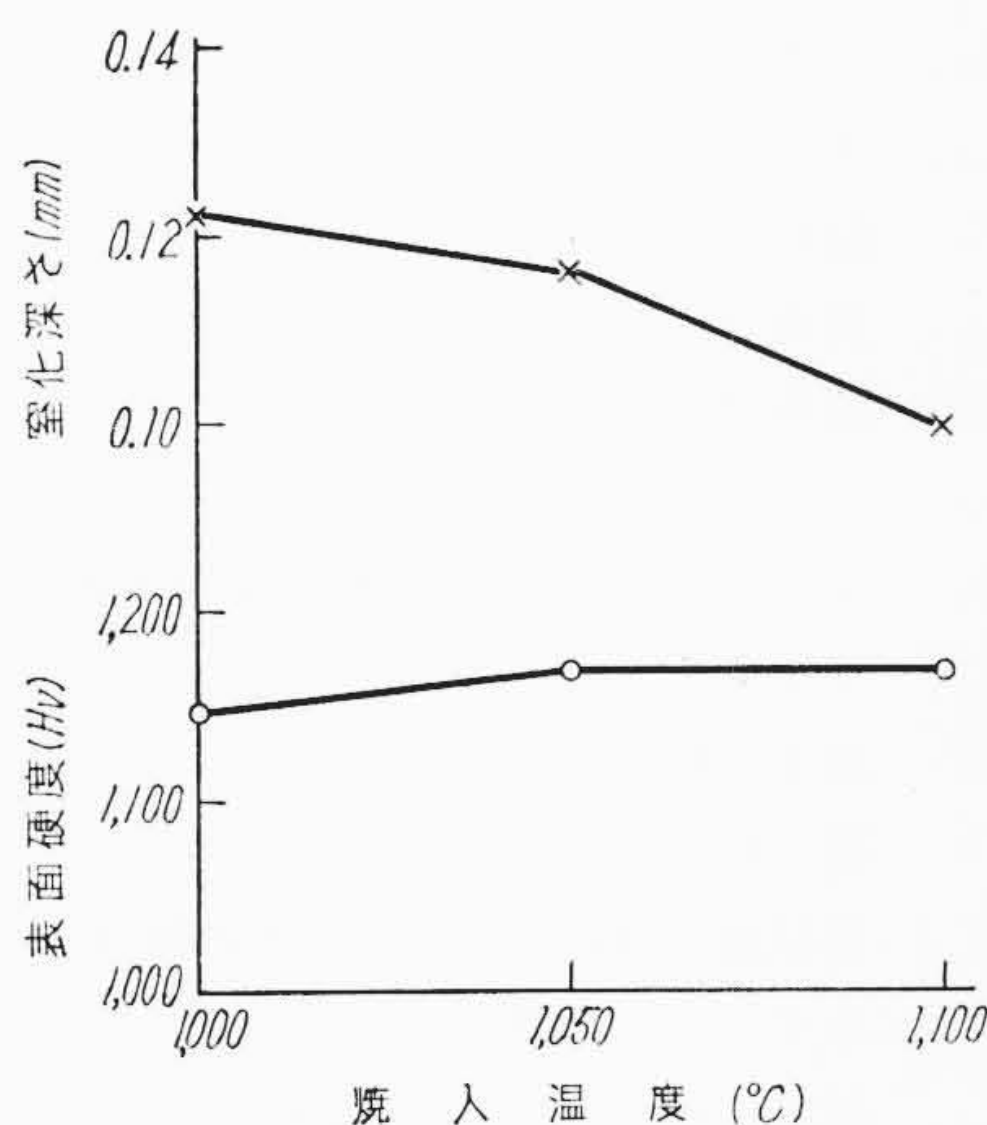
を示す。また第 9 図および第 10 図は 500°C に 5 時間ずつ 10 回繰返窒化による硬度分布曲線とそれの表面硬度および窒化深さを示す。すなわち 5 回繰返処理した場合は前述に示した 1 時間のものに比しては窒化深さを増すが、5 時間処理したものと比較すれば大差がない。一方 5 時間ずつ 10 回繰返した場合は 1,000°C 焼入のもの窒化深さ約 0.12 mm, 1,100°C のもの約 0.10 mm 程度となり前者の場合に



第8図 焼入温度と繰返窒化による表面硬度および窒化深さとの関係 (500°C×1時間繰返5回窒化)



第9図 1,000～1,100°C焼入試料の繰返窒化による窒化層の硬度分布 (500°C×5時間繰返10回窒化)



第10図 焼入温度と繰返窒化による表面硬度および窒化深さとの関係 (500°C×5時間繰返10回窒化)

比して相当増加するが、この場合も焼入温度の高いほうが浅い。

3.4 顕微鏡組織

硬度測定後試料を2%硝酸アルコール溶液で腐食し組織を調べた。窒化層は内部よりすみやかに腐食されるが窒化部と非窒化部で組織的な差はほとんど認められず腐食による濃淡のみである。しかし窒化層最表面部に窒化温度500°C以上で灰白色の相が認められ、

また窒化部と非窒化部の境界は焼入温度の高いほうが明りょうである。

4. 結果に対する考察

本結果から CRD の窒化処理は表面硬度を著しく高めるが窒化深さは浅いようである。窒化温度は500～550°C付近と思われるが、550°Cでは窒化深さを増すが、いくぶん表面硬度を低下し、かつ素地の硬度も急激に低下するので、これらの点を考慮すれば低目の500°C付近が適当と考えられる。また焼入温度を高くすると表面硬度は大差ないが窒化深さはかえって減少する。したがって窒化深さを増すためには窒化時間の増加はもとより、焼入温度は低目にすべきである。この焼入温度の窒化深さにおよぼす影響は窒化処理温度での地のCr固溶量に関係していると考えられる。一方窒化処理前の状態について、1,000°C焼入のままおよび焼入焼戻のものを比較して窒化深さおよび表面硬度は大差ないが、この種ダイス鋼は熱処理による変形が問題となるので窒化前の処理として焼戻しておくことが必要である。焼戻温度は窒化温度またはそれよりいくぶん高目がよいと思われるが、あまり高いと素地の硬度を低下するのでむしろ500°Cで2回繰返焼戻が適当ではないかと思う。これにより窒化時の変形量はきわめて少なくなるであろう。つぎに窒化層の組織であるが、最表面層に現われる灰白色の相は本実験範囲において窒化温度450°Cではほとんど認められず500°C以上で現われ、かつ窒化時間の長いものほど明りょうに認められる。この相が一般にいわれているε相か否か本実験では確めていないがもろさを増し好ましくない。

以上CRDの窒化について述べたが、CRDの普通行われる熱処理は焼入950～1,000°C、焼戻200°C程度であり、その硬度はHr(C) 61～63(Hv 720～770)である。これが窒化処理では表面硬度1,100以上となり前者に比して著しく高くなるが、素地の硬度は逆に低くなる。窒化深さは表面層のもろさを考慮すれば実用的には0.04～0.06mm程度と推定されるが、その効果は実用試験の結果をまたねばならない。

5. 結 言

上述の結果を要約すればつぎのとおりである。

- (1) 窒化剤NS-350を用い、CRDについて窒化処理を行った。
- (2) 窒化温度450～550°Cに2時間窒化処理した場合、窒化深さは温度を上昇するほど増加するが、表面硬度は500°Cで最も高く550°Cではやや低下する。また窒化前の状態が焼入のまま焼入焼戻では大差ない。
- (3) 焼入温度950～1,100°Cでは窒化による表面硬度はいずれもHv 1,100以上を示すが、窒化深さは焼入温度を上昇するほど減少する。なお窒化時間を増すほどまた窒化処理を繰返すほど窒化深さを増す。
- (4) 本結果からCRDの窒化温度は500°C付近が適当と考えられる。また窒化前の処理は熱処理による変形を考慮して焼入焼戻処理が適当である。なお製品に対する適当な窒化深さは、実用結果から判断しなければならないが、大体0.04～0.06mm程度と推定すれば窒化温度500°C、窒化時間1～3時間で950°C焼入のもの約0.04～0.06、1,000°C焼入のもの約0.03～0.05mmの深さが得られる。

参 考 文 献

- (1) 昭和34年度秋期大会講演概要集(昭34.11) 日本金属学会