

Fig. 5. Specific grinding energy in relation to the C content of 13Cr stainless steel for cutlery.

作つて砥粒と被削材との凝着を防止する傾向にとほしいことも比研削エネルギーを増大せしめる一因であると思われる。

4. 結 言

刃物用 13Cr ステンレス鋼の研削量、砥石減耗量、研削エネルギー、研削比、比研削エネルギーにおよぼす炭素量の影響につき測定し次の結果を得た。

- (1) 研削量は炭素量が増すとともに増加し、0.7% C が最もよく、これより炭素量が増すと低下する。
- (2) 砥石減耗量は 0.3% C が最も少なく、これより炭素量が多くても、また少なくとも砥石減耗量は増加する。
- (3) 研削エネルギーは 0.3% C が少なく、これより低炭素でも、また高炭素でも高い。そして 0.3~0.7% C まで逐次増加するが、0.7% C 以上では一定となる。
- (4) 研削比は 0.3% C が最もよく、これより低炭素でも、また高炭素でも研削比は低下する。
- (5) 比研削エネルギーは低炭素より高炭素になるにしたがい低下し、0.5~0.7% C が最も少ない。

文 献

1), 4) M. TAGAYA and K. KISHI: Tech. Rep. Osaka Univ., 10 (1959) 408, p. 481
 2) Norton Co.: Grinding Wheel Recommendation

(1960)
 3) 大越, 木下, 波田野: 科研, 機械研究室報告, (1955) p. 23
 5) 古市, 貴志, 中山: 精密機械, 26 (1960) 3, p. 159
 6) 古市, 貴志, 中山: 日本機械学会論文集, 26 (1960) 166, p. 799

669.14.018.8 : 669.14.018.252.5
 : 669.15'26 -194 : 621.9.011
 8621.78.01

(277) 刃物用 13Cr ステンレス鋼の被研削性におよぼす熱処理の影響

大阪大学 工博○貴志浩三
 Effect of Heat Treatment on Grindability of 13Cr Stainless Steel for Cutleries

Dr. Kozo KISHI

1. 緒 言

研削性の問題は研削理論の発達とともに、研削砥石の破碎機構の解明などについて多くの研究¹⁾が発表されてきたが、いまだ総括的な結論をみるにいたっていない。これは研削そのものの複雑さと、被研削材料の面よりの追究が遅れたために研削砥石と被削材との関連において結論を導き出しえなかつたためである。近年 TARASOV²⁾が工具鋼の研削特性について発表しているが、まだ系統的な文献は少ない。そこで熱処理したマルテンサイト系 13Cr ステンレス鋼の研削量、砥石減耗量、研削エネルギー、研削比、比研削エネルギーの各測定項目について研究し、被研削性におよぼす熱処理の影響とあわせて刃物製造に関し³⁾熱処理範囲内における研削性の適性条件をも検討した。

2. 実験方法

2.1 被研削材

被研削材は 13Cr, 高炭素のマルテンサイト系ステンレス快削鋼でその化学組成は Table 1 のごとくである。この鋼について 800°, 850°, 900°, 950°, 1000°, 1050°, 1100°, 1150°C の各温度に 20 分間均熱後油焼入れを行なつた。この鋼は高炭素であるため焼入れ後最大硬さを得るには、炭化物をオーステナイト中に固溶するための高温度と長時間加熱が要求される。Fig. 1 に示した焼入れ硬さ曲線は 800°C より 850°C 焼入れ範囲で上昇するが、これはこの温度範囲に A₁ 変態点を有することを示している。また 1050°C 焼入れは最高硬さ HR_C 60 を示し、適当な焼入れ温度は 1050°C 近傍ということになる。さらに 1100°C 以上になれば硬さは急に低下し、残留オーステナイト量が増加し、1150°C 以上になると過熱組織をていする。焼入れ前の処理としては拡散焼なまし 950°C, 球状化处理 780°C を行ない、炭化物の直径および間隔が均一でかつ微細なマルテンサイ

Table 1. Chemical composition of work material (%).

Steel	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
Free cutting steel	0.59	0.42	0.64	0.024	0.141	0.15	tr	13.42	0.35

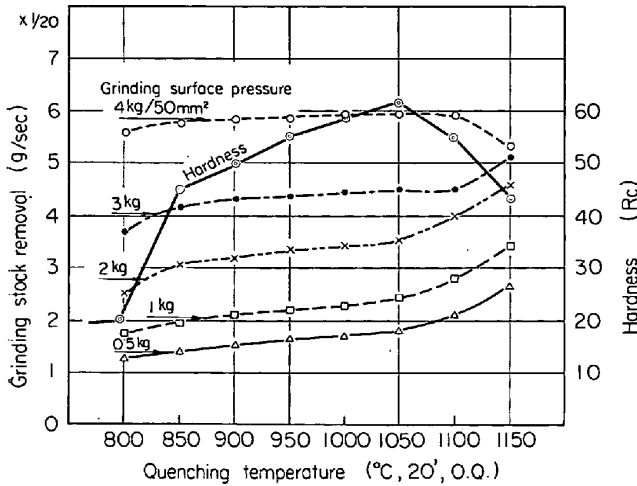


Fig. 1. Hardness and grinding stock removal in relation to the quenching temperature of 13 Cr stainless steel for cutlery.

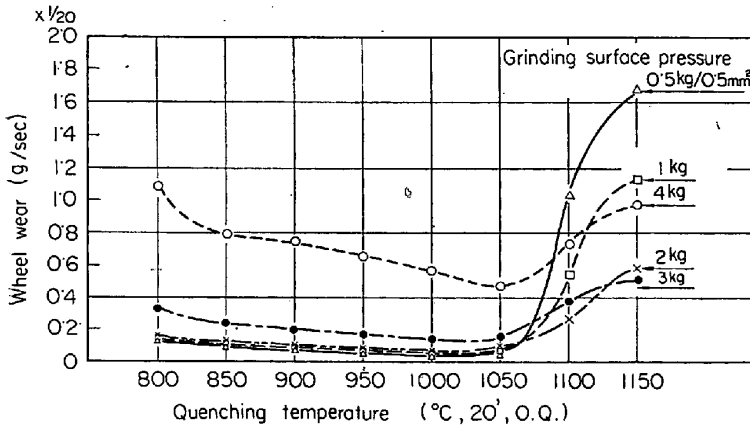


Fig. 2. Wheel wear in relation to the quenching temperature of 13 Cr stainless steel for cutlery.

ト地が得られるように安定化処理を行なう。焼なまし組織のマトリックスはフェライトで初析炭化物+共析炭化物+非金属介在物を有し、焼入れ組織は共析炭化物がマトリックスに固溶するが、初析炭化物は未固溶で微細なマルテンサイト素地中に遊離炭化物として残留する。刃物としての最も適した組織は炭化物直径 $2 \pm 1 \mu$ 、平均フェライトパス $10 \pm 5 \mu$ 、マトリックスは微細なマルテンサイト、炭化物は齶粒で均一に分布したものである。

2.2 研削砥石

前報と同じ WA-60-I-m-V を用いて、熱処理の被研削性におよぼす影響について研究を行なつた。

2.3 実験装置、実験方法、研削条件、実験測定項目

これらについては前報と同じ方法を用いた。

3. 実験結果および考察

3.1 研削量におよぼす焼入れ温度の影響

Fig. 1 に研削量と焼入れ温度の関係を示す。研削量は焼入れ温度が 800°C より 850°C になるにしたがい上昇する。特に研削圧力が $2 \sim 3 \text{ kg}$ においてこの傾向が大である。これはマルテンサイト化することにより研削

量が増すことを意味する。 $850 \sim 1050^\circ\text{C}$ までは焼入れ温度の上昇とともに、各研削圧力を通じて逐次研削量は上昇し、マルテンサイト量の増大とともに研削量も増すことを示す。しかし研削圧力 $0.5 \sim 3 \text{ kg}$ では焼入れ温度 1100°C 以上において、硬さが低下し、残留オーステナイト量が増すにもかかわらず、研削量が上昇するのは、焼入れ温度の上昇ともなう過熱組織の影響が大きく作用するためである。

3.2 砥石減耗量におよぼす焼入れ温度の影響

Fig. 2 は砥石減耗量と焼入れ温度との関係を示す。 $850 \sim 1050^\circ\text{C}$ までは、研削圧力を通じて、焼入れ温度の上昇とともに砥石減耗量は低下する傾向にある。すなわちマルテンサイト量の増加とともに低くなる。しかし 800°C 以下のフェライト組織および 1100°C 以上の焼入れ組織は砥石減耗量が増加する。特に後者は、この傾向が大である。これは硬さは低下するが残留オーステナイト量が多くなり、砥石減耗量に与える影響が大なることを認める。またこの組織は研削圧力の低い場合に影響を受けやすく、 0.5 kg の研削圧力では 1100°C 以上の焼入れにおいて急激に上昇する。これは砥石粒刃の自生作用がほとんど進行せず、高压、高温溶着による摩滅摩耗のため砥石の結合剤より脱落する目こぼれ現象を起こしやすい。また焼入れ温度 $850 \sim 1050^\circ\text{C}$ のマルテンサイト組織は 4 kg の研削圧力において砥石減耗量が増すことは、マルテンサイト組織は研削圧力を大にすると砥石減耗量を増大せしめることを示す。

3.3 研削エネルギーにおよぼす焼入れ温度の影響

Fig. 3 は研削エネルギーと焼入れ温度の関係を示すもので、焼入れ温度の上昇とともに 1050°C までは、ほぼ直線的に低下する傾向にあり、マルテンサイト量の増加とともに研削エネルギーは低下することを示す。すなわち 1050°C 焼入れ材は各研削圧力を通じて最も低い値を示す。しかし 1100°C 以上の焼入れを行なつた場合、各研削圧力とも急激に増加し、特に高い研削圧力ではこの傾向が大で、残留オーステナイト量の増加が研削エネルギーを増大せしめるものと思われる。

3.4 研削比におよぼす焼入れ温度の影響

Fig. 4 は研削比と焼入れ温度の関係を示す。研削比は焼入れ温度の上昇とともに上昇し、 1050°C 油焼入れにおいて最も高い値を示す。これは各研削圧力を通じて同じ傾向を示し、マルテンサイト化が、研削比を上昇せしめうることを認める。すなわちこの鋼においては焼入れ硬さ曲線と研削比曲線とは類似の傾向を示す。そしてマルテンサイト化することは脆性を増すことであり、この組織における研削比は上昇し、フェライト組織材は研削比が低く、マトリックスの延性によるものと思われる。 1100°C 以上の焼入れにおいて急激に低下するのは、砥石減耗量が増大するため、研削量はむしろ多いことを考えあわせるとき、総合的にみて、残留オーステナイトが研削比を低下せしめるものと思われる。また研削圧力は 2 kg を最高にして、これより低くても、また高くても研削比は低下する。特にマルテンサイト組織にお

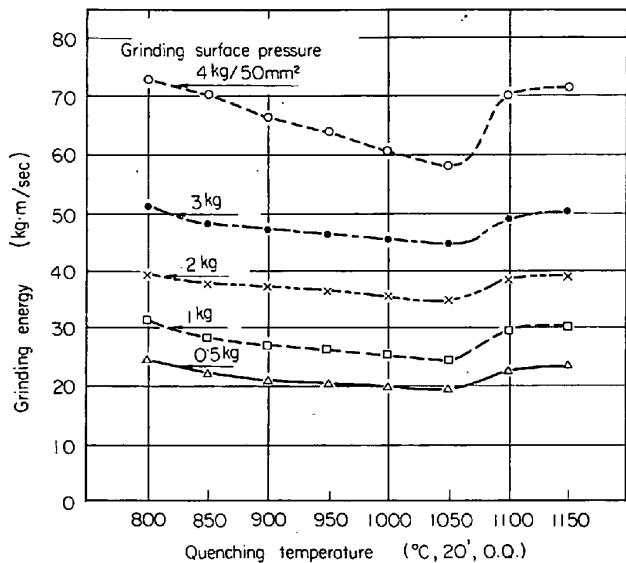


Fig. 3. Grinding energy in relation to the quenching temperature of 13 Cr stainless steel for cutlery.

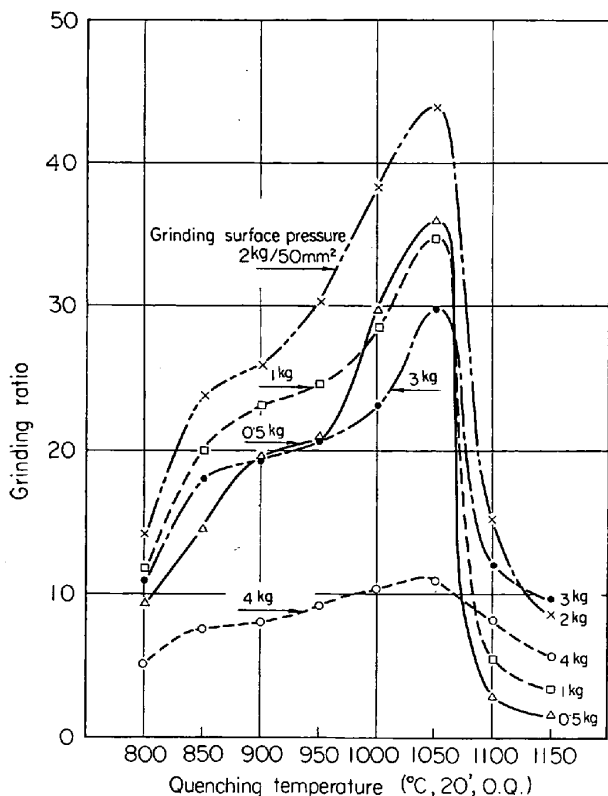


Fig. 4. Grinding ratio in relation to the quenching temperature of 13 Cr stainless steel for cutlery.

いて 4 kg における低下は著しい。これは砥石減耗量が 3~4 kg において増大するためであり、また研削圧力 4 kg の 1100°C 以上の焼入れ材はほかの組織材に比較して研削比の低下率は少ない。しかし 0.5~1 kg は 2~3 kg に比較して、焼入れ温度が 1150°C 以上になると急激に低下する。これは低研削において、残留オーステナイトの影響を受けやすいことを示している。

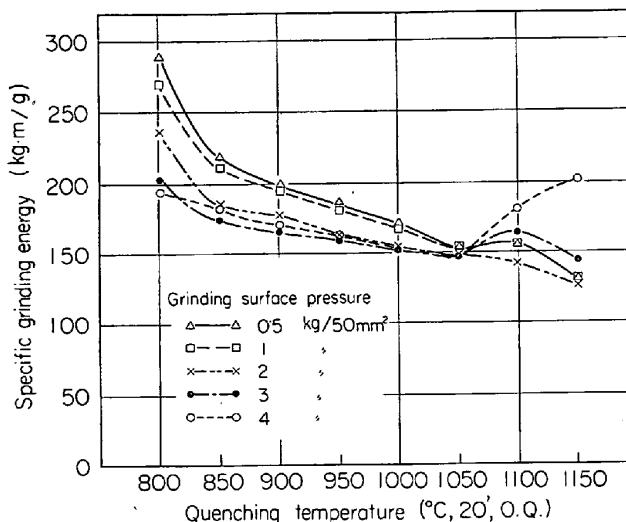


Fig. 5. Specific grinding energy in relation to the quenching temperature of 13 Cr stainless steel for cutlery.

3.5 比研削エネルギーにおよぼす焼入れ温度の影響

Fig. 5 に比研削エネルギーと焼入れ温度の関係を示す。850~1050°C 焼入れ材において、焼入れ温度の上昇とともに、逐次低下する傾向にあり、1050°C において各研削圧力とも、ほぼ等しい値を示す。しかし 1100°C 以上では研削圧力が高い場合に再び上昇の傾向にある。800°C フェライト組織は、850°C 以上のマルテンサイト組織に比較して比研削エネルギーが大である。フェライト組織材はマルテンサイト組織より延性が大で、前述した粒刃の目こぼれの現象とあいまつて、切削のための良好な切刃が形成されず、塑性変形→排出の過程が規則的に行なわれず延性のため横方向へ逃げて、もり上がりを生ずる。これは比研削エネルギーを増大せしめる一つの要因である。しかしマルテンサイト組織は、硬さは大であるが、延性は小で、硬い砥粒(WA で Hv 2000)で高速切削(排出時間 1/20000 sec)を行なうゆえマトリックスの硬さは問題でない。いま切屑を顕微鏡で観察するとフェライト組織材のそれに比較して、流れ型の切屑を多量に排出するのが認められる。

4. 結 言

刃物用 13Cr ステンレス鋼の研削量、砥石減耗量、研削エネルギー、研削比、比研削エネルギーにおよぼす焼入れ温度の影響につき測定を行ない、次の結果を得た。

- (1) 研削量はマルテンサイト化することにより上昇し、1050°C 焼入れ材が最も良好である。
- (2) 砥石減耗量はマルテンサイト化することにより低下し 1050°C 焼入れ材が最も少ない。
- (3) 研削エネルギーはマルテンサイト化することにより低下し、1050°C 焼入れ材が最も少ない。
- (4) 研削比はマルテンサイト化することにより上昇し、1050°C が最も良好である。
- (5) 比研削エネルギーはマルテンサイト化することにより低下し、1050°C 焼入れ材が最も少ない。

以上より総合して 1050°C 焼入れ材の被研削性は最もすぐれている。

文 献

- 1) たとえば「砥粒加工技術便覧」(1965) p. 1045, 日刊工業新聞社
- 2) TARASOV, L. P.: Trans. Amer. Soc. metals, 43 (1951), p. 1144
- 3) M. TAGAYA and K. KISHI: Tech. Rep. Osaka Univ., 10 (1959) 408, p. 481

一 討 論

〔質問〕 愛知製鋼 加藤 敏

1. 研削割れの問題を生じたことはありませんか。
2. 同一熱処理をほどこした快削鋼, 非快削鋼の研削性を比較されたことはありませんか。

〔回答〕

1. 研削条件および研削砥石の不適合なとき, 研削割れを生ずる傾向にある。予備実験の結果では, 砥石結合度が軟より硬に移行するにしたがい, 粒度は細粒になると割れの傾向が現われる。本実験では結合度 I, 粒度 #60 を用いることにより, 割れを生ずることはなかった。

2. 快削鋼の研削適性条件を決定するために, マルテンサイト系ステンレス硫黄快削鋼および非快削鋼の焼入れ組織材および焼なまし組織材について, 研削速度 1000 ~ 1700m/min, 砥石結合度 I ~ Q, 砥石粒度 #36 ~ #120 の各種研削条件で実験を行なった結果, 結論として, 良好な研削条件においてのみ快削鋼の性質を顕著に発揮することが必順である。研削速度の影響については, 大なる方が硫黄系快削鋼に適し, とくに焼入れ組織材において, この傾向が大である。また鉛系快削鋼の被研削性は著者の実験結果によると, 研削速度が上昇するにしたがいむしろ低下する傾向にあり, これは鋼中の鉛のために上滑り研削を行なうもので, 特に研削条件について注意しないとむしろ非快削鋼より悪い研削性を示す。これは微小切刃による切削であること, 負のすくい角を有すること, 横流れを生ずること, 研削温度が高いことなどにより, 切削性を助ける介在物などの因子がむしろ負の作用をするものと思われる。ゆえに研削適性条件で研削することが快削鋼を用いる場合の必要条件である。

669.14.018.8-426 : 669.15'24'26-194
 : 539.4 : 621.705

(280) 18-8ステンレス鋼線の機械的性質
 におよぼす加工率および熱処理条件の影響

神戸製鋼所, 中央研究所
 平野 坦・須藤正俊・柚島善之

Effect of the Cold Works and Heat Treatments on the Mechanical Properties of 18-8 Stainless Steel Wires

Hiroshi HIRANO, Masatoshi SUDO and Yoshiyuki YUTORI

1. 結 言

ステンレス鋼の機械的性質およびマルテンサイト変態に関しては数多くの研究報告がある。しかしながらステンレス鋼線に関する研究はきわめて少なく, 著者らの知るかぎりでは降伏現象¹⁾, 集合組織²⁾などに関する報告があるのみである。

本実験においては加工および水靱後の機械的性質におよぼす加工率および炭化物析出処理の影響を調べた。

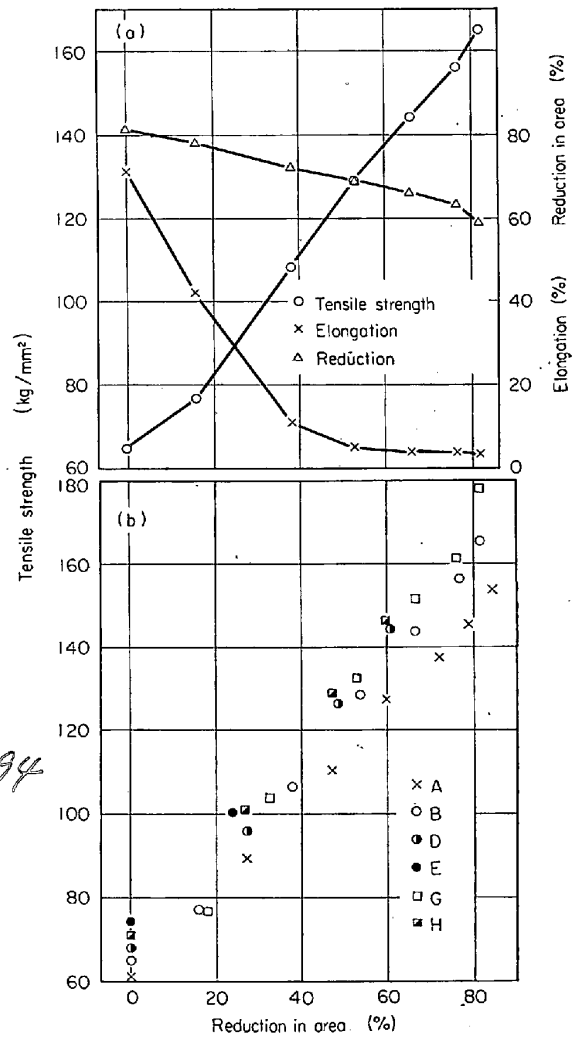


Fig. 1. Relation between reduction in area and mechanical properties.

Table I. Chemical composition of specimens (wt%).

Steel	C	N	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
a	0.06	0.033	0.52	1.24	0.027	0.007	0.13	9.16	19.22
b	0.05	0.040	0.57	1.72	0.030	0.006	0.11	11.19	19.16
c	0.04		0.60	1.42	0.024	0.006	0.11	8.77	19.30