

Fig. 5. Effect of Ni on 2mmU charpy impact value.

い耐圧強度は増大する。

### 3.8 引張り強さ

JIS 4号引張り試験片の縮小型 10φ mm 試片を1010°C 油焼入れ後、所定の硬度に焼戻して、常温ならびに高温における引張り強さを調べた。この結果では Ni 添加の効果は示していない。

## 4. 結 言

0.6C-5Cr-1.2Mo 鋼に 4% まで Ni を添加して、熱処理特性ならびに機械的性質を比較試験した結果、Ni を 1% 添加することは焼鈍条件ならびに焼鈍硬度に大きな影響がなく、引張り強さならびに耐摩耗性に効果を示めさないが、焼入れ性ならびに熱処理変形の点で有利であり、特に衝撃特性が著しく向上することを知った。

## 文 献

- 1) G. V. MARSTON: Metal treatment and drop forging, 30 (1963), 218, p. 437
- 2) Metals Handbook, Amer. Soc. Metals, (1961), p. 755
- 3) 樋渡: 特殊鋼, 10 (1961), p. 40
- 4) R. SNATTS: Sheet Metal Ind., (1953), 4, p. 269
- 5) ibid, (1953), 5, p. 375

## 刃物用 17Cr ステンレス鋼の被研削性 におよぼす炭素量の影響\*

大阪大学工学部 工博 貴志浩三  
Effect of Carbon Content on Grindability of  
17Cr Stainless Steels for Cutleries

Dr. Kōzō KISHI

### 1. 緒 言

ステンレス刃物鋼の良否を支配する合金元素は炭素およびクロムであり、切れ味のためには炭素量を、耐食性のためにはクロム量を増大せしめる。したがって 13Cr 系より 17Cr 系の方が耐食性は良いが、研削加工性の難易については十分明らかでない。一般に 13Cr 系に比較して 17Cr 系は研削しがたいといわれるが、その定量的データはない。著者は前報<sup>1)2)</sup>において 13Cr 鋼の被研削性におよぼす炭素量および熱処理の影響を明らかにしたが、本報においては 17Cr 鋼の被研削性におよぼす炭素量の影響を、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項目について検討した。

### 2. 供試材および実験方法

#### 2.1 供試材および砥石

Table 1 に供試材の化学組成を示す。マルテンサイト系鋼の外に比較材としてフェライト系ステンレス鋼を加えて、10種類の炭素量の種々ことなる鋼を溶製し、被研削性におよぼす炭素量の影響について検討を行なった。なお熱処理としてはフェライト系は 820°C, 30 min 保持後空冷、マルテンサイト系は 850°C, 1hr ついで 650°C, 3hr 保持後炉冷を行なった。

研削砥石は Table 1 に示すごとく WA-60-I-m-V を使用した。

#### 2.2 実験方法および条件

前報<sup>1)2)</sup>において述べた自作試験機を用い、プランジカットによる研削を行なった。研削条件は研削速度 1600 m/min, 研削面積 0.5cm<sup>2</sup>, 研削時間 20sec, 研削圧力 0.5, 1, 2, 3, 4 kg, 乾式で、1測定ごとにダイヤモンドにてドレッシングを行なった。

#### 2.3 測定項目

1. 研削時間に対する研削代の測定 (回転ドラムにより自動記録) 2. 研削量の測定 (研削前と研削後の試料を秤量; その差により求めた) 3. 砥石減耗量の測定 (全研削粉を磁気分離し秤量により求めた) 4. 研削エネルギーの測定 (ワットメータにより自動記録させ、研削のみに消費された電力 kW を kgm/sec に換算した) 5. 研削比 (研削量/砥石減耗量) および比研削エネルギー (研削エネルギー×研削時間/全研削量) の算出を行ない、総合的に被研削性を吟味した。

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 研削量におよぼす炭素量の影響

Fig. 1 は研削量と炭素量との関係を各研削圧力についてプロットしたもので、図中斜線部分は同じ研削条件における 13Cr 鋼の実験結果<sup>1)</sup>を示したものである。

17Cr 鋼の研削量は炭素量の増加とともに増す傾向に

\* 第73回講演大会にて発表 講演番号 210 昭和42年5月10日受付

Table 1. Chemical composition (%) of work materials and type of grinding wheel.

Steels	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Heat treatment
1	0.05	0.43	0.45	0.008	0.008	0.20	0.20	17.48	820°C, 30 min → A.C.
2	0.10	0.23	0.32	0.024	0.012	0.21	0.19	17.80	"
3	0.21	0.32	0.56	0.022	0.009	0.14	tr	17.24	850°C 1hr → 650°C, 3hr → F.C.
4	0.31	0.35	0.61	0.018	0.011	0.15	tr	17.26	"
5	0.43	0.26	0.89	0.014	0.014	0.10	tr	17.47	"
6	0.54	0.37	0.48	0.021	0.018	0.12	tr	16.93	"
7	0.66	0.42	0.34	0.031	0.024	0.17	tr	17.18	"
8	0.75	0.39	0.61	0.023	0.022	0.13	tr	17.39	"
9	0.88	0.41	0.55	0.021	0.021	0.12	tr	17.46	"
10	0.97	0.40	0.59	0.024	0.018	0.14	tr	17.32	"

Abrasive grain	Grit	Grade	Structure	Bond
WA	# 60	I	m	Vit

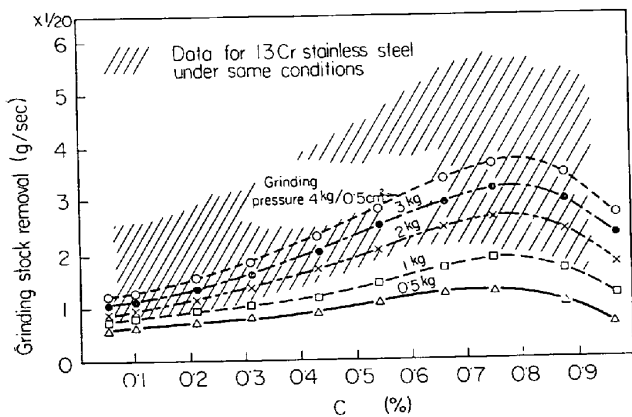


Fig. 1. Grinding stock removal in relation to the C content of 17Cr stainless steels for cutlery.

あるが、ある一定の炭素量すなわち0.8%以上になるとむしろ低下する。炭素量が増すとクロム炭化物が多く、かつ大きくなる傾向があるが、0.8% Cまでは炭化物の粒径がかなり微細に分布している。しかし0.8% C以上になると組織学的に銹鉄に近くなり、炭化物が成長して大きき、分布が不均一になりやすい。この組織では砥石の目つぶれ効果により、負のすくい角を有する微小切刃が鈍化しやすく、各切刃1つ当たりの研削量が低下する。すなわちマトリックスの硬さは Hv 230、クロム炭化物は Hv 1600、砥粒 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) は Hv 2000 で、フェライトに比較して Cr 炭化物ははるかに硬く、この量が多いほど砥粒が鈍化しやすい。また実際の 17 Cr ステンレス鋼刃物の刃付けにおいても、0.8% C 以上になると要求するだけの正確な、かつ鋭い刃角をつけることはむずかしくなる。

つぎに 13 Cr 鋼の研削量を 17 Cr 鋼と比較すると、同一炭素量および研削圧力の場合、前者の方がかなり高い値を示す。また最大の研削量をあたえる炭素量は前者の方がやや低く 0.7% 付近である。

3.2 砥石減耗量におよぼす炭素量の影響

Fig. 2 に砥石減耗量と炭素量との関係を示す。砥石減耗量はクロム炭化物の大きさ、形、量によつて大きく影響されるとともに、マトリックスの靱性もまたこれを増

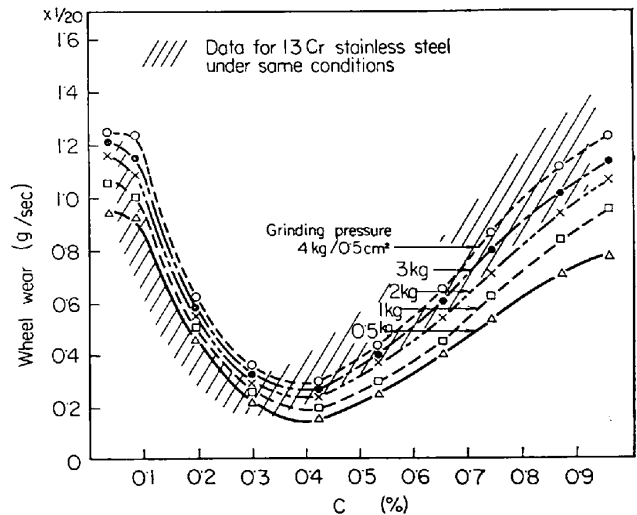


Fig. 2. Wheel wear in relation to the C content of 17Cr stainless steels for cutlery.

大せしめる。前者は目つぶれ現象を、後者は摩滅摩耗による砥粒の鈍化と、目こぼれによる結合剤部分よりの脱落をひきおこす。Fig. 2 より砥石減耗量は 0.4% C で最も少なく、それより低炭素でも、また高炭素でも増加することがわかる。また比較材としての 13 Cr 鋼では 0.3% C で最も少ない。13 Cr 鋼と 17 Cr 鋼を比較すると、0.1% C より 0.3% C までは 13 Cr 鋼、0.3% C 以上の C 量では 17 Cr 鋼の方が砥石減耗量が大きい。0.3~0.4% C 範囲では両者とも砥石の微小な自生作用がくり返される。また高炭素で、かつ炭化物の分布が不均一な場合には、とくに砥石減耗量が増大すること、さらに寸法精度および研削面の粗さよりみて、ステンレス鋼刃物材として、0.8% C 以上の鋼を使用することはあまり得策ではない。

3.3 研削エネルギーにおよぼす炭素量の影響

Fig. 3 に研削エネルギーと炭素量との関係を示す。研削エネルギーはフェライト量が大なるほど、またクロム炭化物が増加するほど大きくなり、両者の谷に相当する 0.4% C 近傍で最も少ない。つぎに 0.4~0.7% C の範囲では C 量とともにほぼ直線的に増加し、0.8% C 以上ではあまり変わらない。また 13 Cr 鋼に比べると 17 Cr 鋼

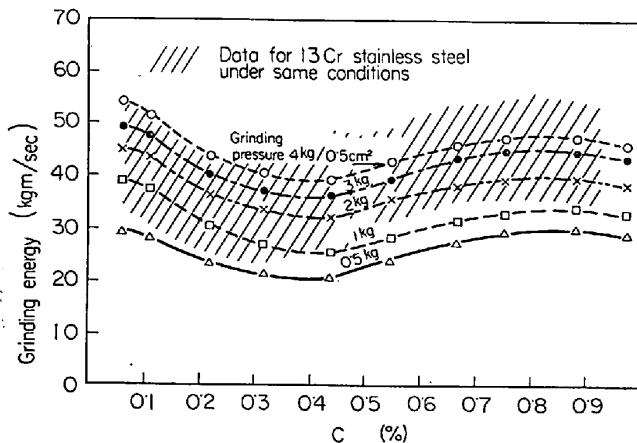


Fig. 3. Grinding energy in relation to the C content of 17Cr stainless steels for cutlery.

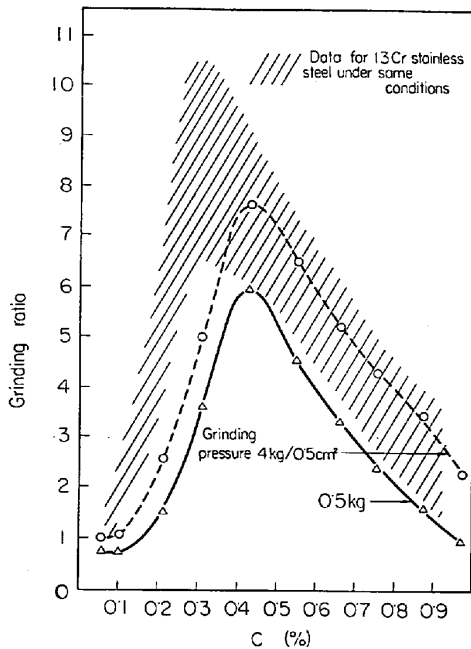


Fig. 4. Grinding ratio in relation to the C content of 17Cr stainless steels for cutlery.

の研削エネルギーは総体的に低い。

#### 3.4 研削比におよぼす炭素量の影響

Fig. 4 に研削比と炭素量との関係を示す。この図より明らかなように、0.4% C 近傍において研削比は最も大きく、これより炭素量が低くても、また高くても低下する。斜線で示した 13 Cr 鋼の研削比をみると、17 Cr 鋼に比較して 0.1% ほど低い 0.3% C にそのピーク値が認められる。総体的に 17 Cr 鋼は 13 Cr 鋼に比較して低い値を示し、被研削性が悪いことになる。このように研削比が低いのは、研削量よりもむしろ砥石減耗量の影響によることが大で、とくに高炭素になると、研削量も増加するが、砥石減耗量はさらに急激に増大し、そのため研削比が低下する。また低炭素鋼では研削量が比較的低い上に、砥石減耗量が大きく、そのため研削比が低くなる。総括的にみて研削比は 0.4% C においてピークを示し、0.3~0.7% C で比較的良好な値となる。

#### 3.5 比研削エネルギーにおよぼす炭素量の影響

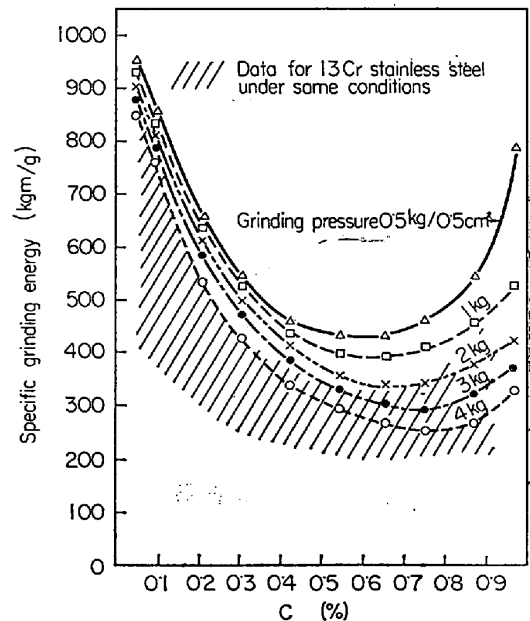


Fig. 5. Specific grinding energy in relation to the C content of 17Cr stainless steels for cutlery.

Fig. 5 に比研削エネルギーと炭素量との関係を示す。17 Cr 鋼と斜線で示した 13 Cr 鋼とを比較すると、同一研削圧力の場合、前者の方が比研削エネルギーは大である。17 Cr 鋼では 0.05% C より C 量とともに急激に低下し、0.5~0.7% C 近傍で最小値を示し、0.7% C 以上になると上昇する傾向にある。低炭素鋼のフェライト組織は研削エネルギーを多く消費し、砥粒の鈍化による影響を受けやすい。低炭素鋼では、研削エネルギーの多くは切屑を変形分離するためよりもむしろ横流れ現象を起こすために消費される。また高炭素鋼では炭化物の影響を受けやすく、とくに比研削エネルギーは砥石の自生作用による研削量の増加に影響されることが大である。

#### 4. 結 言

刃物用 17 Cr ステンレス鋼の被研削性におよぼす炭素量の影響を、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ついて検討し、つぎの結果を得た。

1) 研削量は C% の増加とともにほぼ直線的に増加し 0.8% C で最大値を示し、それ以上の C% では低下する傾向にある。

2) 砥石減耗量は 0.4% C 付近で最も少なく、これより C% が低くても、また高くても増加する傾向にある。

3) 研削エネルギーは 0.4% C 近傍において最低値を示し、C 量の増加とともにゆるやかに増し、また低 C 鋼の研削エネルギーも高い値を示す。

4) 研削比は 0.4% C でピークを示し、これより C 量が低くても、また高くても低下する。

5) 13 Cr 鋼と 17 Cr 鋼を総合的に比較した場合、研削量、砥石減耗量、研削エネルギー、比研削エネルギー、研削比に C 量との関係は、両者においてそれぞれ同様の傾向を示すが、これらが最大あるいは最小値を示す C% は 17 Cr 鋼では 13 Cr 鋼に比べて約 0.1% 程度高 C 側へずれる傾向にあり、13 Cr 鋼は 17 Cr 鋼に比較して被研削性は良好といえる。また 17 Cr 鋼においては、0.4

%程度のC量の鋼が最も良好な被研削を示す。

文 献

- 1) 貴志: 鉄と鋼, 53 (1967) 7, p. 924
- 2) 貴志: 鉄と鋼, 53 (1967) 7, p. 927
- 3) K. KISHI: Proc. 10th Japan Cong. Test. Mat., 113 (1967)

669-14, 018, 85: 669, 15' 26-194.3  
: 621.77, 011: 620, 175, 251, 2

13% Cr ステンレス鋼の穿孔性におよぼす  $\delta$  フェライト相の影響について\*

日本鋼管技術研究所

耳野 亨・木下和久・服部圭助・松下昭義

Effect of  $\delta$ -Ferrite on Piercing of 13%Cr Stainless Seamless Tube

Toru MIMINO, Kazuhisa KINOSHITA

Keisuke HATTORI and Akiyoshi MATSUSHITA

1. 緒 言

著者らは、前報<sup>1)</sup>で、SUS21TB 規格組成近傍の 13% Cr ステンレス鋼の熱間加工性を、熱間振り試験によつて調べた。その結果、13% Cr ステンレス鋼は、 $\delta$  フェライト相の存在および量によつて捻回値が大きく異なり、特に加工性が良好なのは  $\gamma$  相のみの組成かあるいは多量に  $\delta$  相が存在する組成のものであることがわかつた。しかし複雑な変形機構をとまなうマンネスマン穿孔性の判断に、これらの結果をそのまま用いるのは危険であると思われたので、 $\delta$  相の異なる 7 ヒートの鋼につき実際に穿孔実験を行なつた。

なお、穿孔実験と並行して、熱間振り試験と空抜き試験(テーパー付ピレットによる傾斜圧延)を行なつて、13% Cr ステンレス鋼の穿孔性を検討した<sup>2)</sup>。

2. 実験方法

供試材の化学組成を Table 1 に示す。また 1050°C における組織図を Fig. 1 に示す。各ヒートは前報<sup>1)</sup>の熱間振り試験結果を考慮してそれぞれ  $\delta$  フェライト相を変化させた。なお H16, H19, は 13Cr-Al 鋼であり、さらに  $\delta$  相量を増加させた鋼種である。これは SUS 38 に相当する。

これらの鋼は 500 kg 高周波誘導炉で溶解した後、鍛造ピーリングを行なつて、122 mm  $\phi$   $\times$  1250 mm の穿孔ピレットを各ヒートにつき 2 本ずつ作成した。穿孔実験は

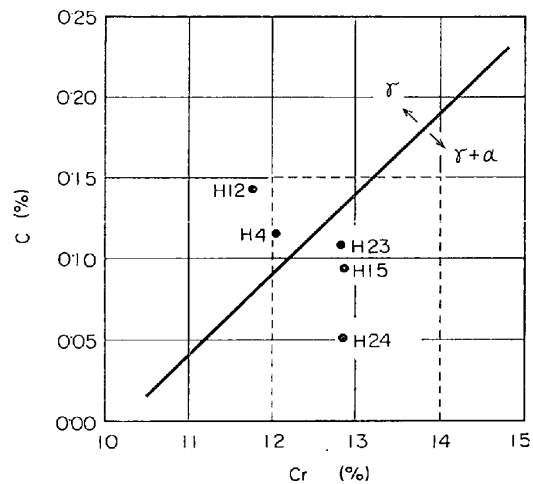


Fig. 1. Phase diagram at 1050°C.

穿孔時のピレット温度が 1200°C になるように加熱条件と圧延条件を調整した。ピレット作成の際に生じたクランプ片を利用して熱間振り試験と空抜き試験を行なつた。熱間振り試験は前報と同じく、試験片直径 10 mm, 平行部長さ 50 mm, 振り回転数は 110 rpm とし、1050°C より 50°C おきに 1300°C まで行ない、捻回値を測定した。空抜き試験片は、両端の直径がそれぞれ 25 mm  $\phi$ , 30 mm  $\phi$  であり、長さが 150 mm のテーパー付きピレットである。試験は 1100°, 1150°, 1200°, 1250°C の各温度で 1 hr 保持後、マンネスマン穿孔と同一条件で傾斜圧延を行なうことにより 0% から 20% までの圧下率を一度に与えた。このときピレット中心部に生じた割れの先端までの圧下率(限界圧下率)を求めた<sup>2)</sup>。これらの試験は、前者がマンネスマン穿孔時の苛酷な被変形能を定性的に評価するものであり、後者はシゴキ加工を受けた場合のピレット中心部の崩壊を評価する試験である。

3. 実験結果

3.1 熱間振り試験および空抜き試験結果

各試験温度で得られた結果を Fig. 2 に示す。捻回値は全  $\gamma$  相の H4, H12 は山形の図形であり、 $\delta$  相の存在するヒートは  $\delta$  相量に対応して( $\delta$  の多いヒートほど低温側で)捻回値が急激に増加している。これは前報の 10 kg 鋼塊で行なつた結果と良く一致している。また限界圧下率は試験温度が高いほど、 $\delta$  相が多くなるほど高い値を示している。しかし捻回値と異なつて、温度と  $\delta$

Table 1. Chemical composition of 13% Cr stainless steels. (wt%)

Type	No.	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Total Al
SUS 21 TB	H12	0.14	0.46	0.68	0.018	0.018	0.08	11.88	0.003
	H 4	0.12	0.44	0.74	0.014	0.021	0.09	12.10	0.003
	H23	0.11	0.53	0.71	0.012	0.012	0.08	12.83	0.004
	H15	0.09	0.51	0.80	0.009	0.013	0.08	12.92	0.005
	H24	0.05	0.43	0.87	0.012	0.010	0.09	12.84	0.008
	H16	0.07	0.55	0.96	0.015	0.011	0.08	13.00	0.29
SUS 38	H19	0.07	0.61	0.76	0.015	0.011	0.08	12.83	0.22

\* 第73回講演大会にて発表 講演番号 117 昭和42年5月10日受付