

(269) 12%Cr 系冷間工具鋼の各種応力下での挙動

(工具鋼の靱性に関する研究—Ⅲ)

日本特殊鋼

工博 沢 繁樹・西村富隆・○鈴木正之

Characteristics of 12% Chromium Type Tool Steels for Cold Work under Bending and Torsional Stresses.

(Study on the toughness of tool steels—Ⅲ)

Dr. Shigeki SAWA, Tomitaka NISHIMURA and Masayuki SUZUKI

1. 緒 言

12%Cr 系の冷間工具鋼はすぐれた特性をもっており、現在各種の工具材料として広く用いられている。しかし最近ではこれら工具は苛酷な条件で使用される場合が多くなり、工具には複雑で大きな各種の応力がかかるので、これに耐えうるより大きな強さと靱性が要求されるようになった。そこで今回は NR1 (SKD11) と DSA (SKD1) の 2 鋼種について、各種応力が静的あるいは衝撃的に負荷された際の挙動を主目的に検討してみた。すなわち第 1 報りの高速度鋼の場合におけると同様の方法で、静的および衝撃曲げ応力、静的および衝撃ねじり応力を負荷した状態における特性を調査し、あわせて熱処理変形と耐摩耗性をも比較したので、その結果を報告する。

2. 試 料

供試材としては、現場溶解の鋼塊を所定の寸法に鍛伸してから焼鈍したものを使用した。その化学成分を Table 1 に示す。焼入は脱炭防止のためアルゴン雰囲気炉を用いて、NR1 は 1025°C、DSA は 955°C で 30 min 保持後それぞれ空冷、油冷した。焼もどしは各種の温度で 1hr 保持後空冷の操作を 2 回繰返した。

3. 実験方法

衝撃試験は、12 mmR ノッチ試験片を作製して 10 kg-m シャルピー衝撃試験機により行なった。静的曲げ試験は、8 mmφ×90 mm の試料を用い、支点間距離 70 mm の一点荷重式試験機により歪速度  $4.06 \times 10^{-3} \text{sec}^{-1}$  で実施した。静的振り試験は、平行部 8 mmφ×30 mm の試験片により歪速度  $2.38 \times 10^{-3} \text{sec}^{-1}$  で試験した。衝撃振り試験は、静的振りと同一形状の試験片を使用し、回転数 1,000rpm、歪速度  $14 \text{sec}^{-1}$  で行なった。熱処理変形は、25 mmφ×50 mm の試験片を使用してマイクロメータで測定した。耐摩耗性は実用の型材硬度の HRC 61.5 程度に調質した試料について大越式迅速摩耗試験機を使用して乾式で試験した。

4. 実験結果

4.1 硬さ、衝撃値、静的曲げ特性

Fig. 1 は焼もどし温度と硬さ、シャルピー衝撃値、

Table 1. Chemical composition of specimens (%).

Steel	JIS	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
NR1	SKD11	1.49	0.26	0.33	0.018	0.019	12.32	1.01	0.37
DSA	SKD 1	2.02	0.34	0.42	0.021	0.006	13.03	—	0.04

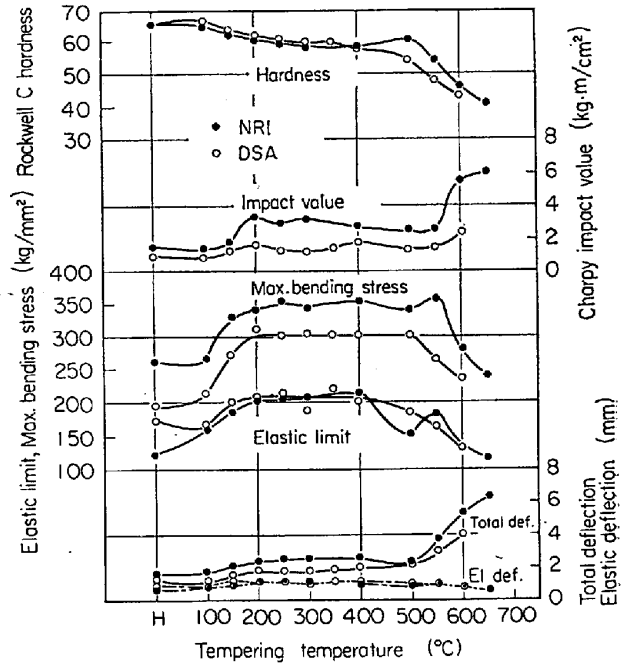


Fig. 1. Effect of tempering temperature on Charpy impact value, static bending test value and hardness.

静的曲げ特性との関係を示したものである。硬さは、両鋼種とも 400°C までほぼ同程度の値を示すが、NR1 は焼もどし軟化抵抗が大きく、また 500°C において若干の 2 次硬化が認められる。

衝撃値は、NR1 のほうが全般的に高く、200°C 付近で極大を示し、600°C 以上で急激に増加している。DSA は大きな変化を示さず、550°C 以上での増加も NR1 ほど著しくない。

静的曲げ特性については、最大曲げ応力と弾性限はほぼ同様の傾向を示し、200~500°C の領域で高い値となっている。曲げ弾性限は両鋼種とも大差ないが、最大曲げ応力は NR1 の方がかなり高い。総たわみは NR1 が高い値を示すが、弾性たわみはほとんど差が見られない。

4.2 静的振り特性

焼もどし温度と静的振り特性との関係は Fig. 2 のようになる。最大剪断応力は 150°C 以下と 300°C 以上の焼もどしにおいて NR1 の方が高い値を示す。振り弾性限は 400°C までは大差がないが、それ以上では NR1 が高い。捩れ角と変形仕事量は両鋼種ともにほとんど類似した傾向を示す。塑性仕事量はほとんど変化しないが、これに反し弾性仕事量は大きく変わり、したがって総仕事量がこれに応じた経過をたどる。総仕事量は、NR1 では 200°C と 400°C に極大、550°C に極小が生じ、また DSA では 200~400°C でほぼ一定した高い

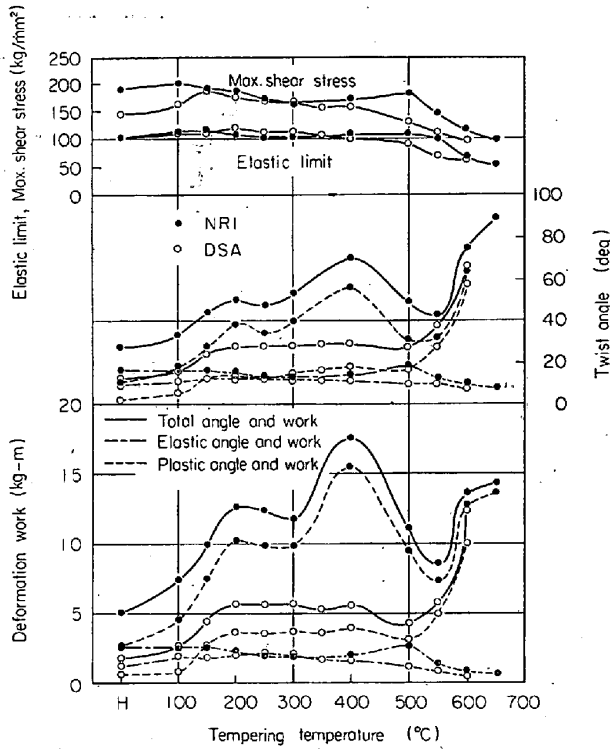


Fig. 2. Effect of tempering temperature on static torsion test value.

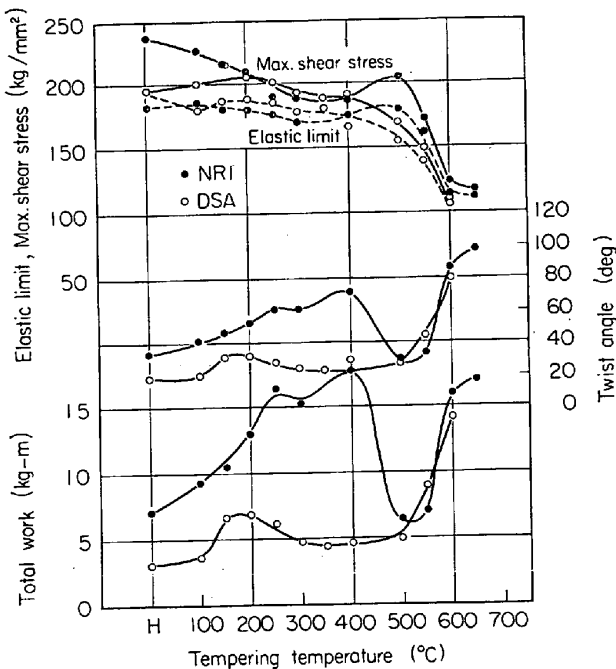


Fig. 3. Effect of tempering temperature on impact torsion test value.

値を示し、500°Cに極小があらわれる。図から明らかのように、NRIの総変形仕事量はDSAのそれより非常に大きく、静的振り応力下におけるNRIの靱性のすぐれていることがわかる。

4.3 衝撃振り特性

Fig. 3に焼もどし温度と衝撃振り特性との関係を示

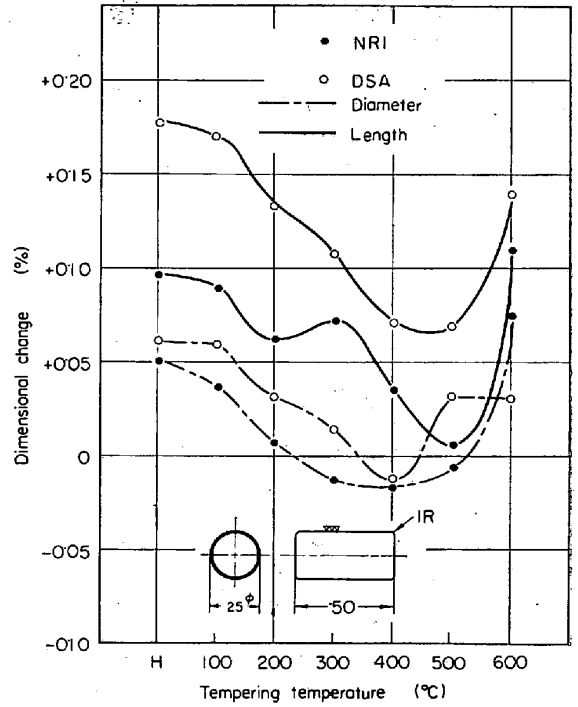


Fig. 4. Effect of tempering temperature on dimensional change.

す。最大剪断応力と弾性限はNRI, DSAともほとんど同様の变化をたどり、静的曲げ試験の結果と類似した傾向を示す。しかし最大剪断応力の値は静的振りの場合と大差ないが、弾性限の値は静的振り値よりかなり高い。総振り角と総仕事量は両鋼種ともまったく同様の傾向を示すが、450°C以下の焼もどし温度では両特性値はNRIの方がかなり大きい。また両特性値は、NRIでは400°Cで極大、500~550°Cで極小を示し、DSAでは150~200°Cで極大、300~400°Cで極小を示す。このように、衝撃振り応力下における靱性もNRIの方がすぐれている。

4.4 熱処理変形

Fig. 4は焼もどし温度と熱処理変形との関係を示したものである。直径方向の変形は、両鋼種とも膨脹で、焼戻温度の上昇とともに減少し、NRIでは500°C、DSAでは450°Cで最小となる。長さ方向の変形は、NRIでは230~530°C、DSAでは340~440°Cにおいて収縮を示し、両鋼種とも収縮率は400°Cにおいて最大となる。両鋼を比較すると、焼入および焼もどし状態における寸法変形は、空冷鋼のNRIの方がかなり小さい。

4.5 耐摩耗性

比摩耗量と摩擦速度との関係を示すとFig. 5のようになる。摩擦させる相手材料の円板としてはHRC55に調質したSNCM8を用いた。図から明らかのように、DSAの耐摩耗性はNRIのそれより若干良好である。

5. 結 言

以上のNRI (SKD11) と DSA (SKD1) についての各種の試験結果によると、衝撃値、静的曲げ、静的振り、衝撃振り、熱処理変形などの特性に関してはNRIのほうがかなりすぐれており、耐摩耗性に関してはDSAの

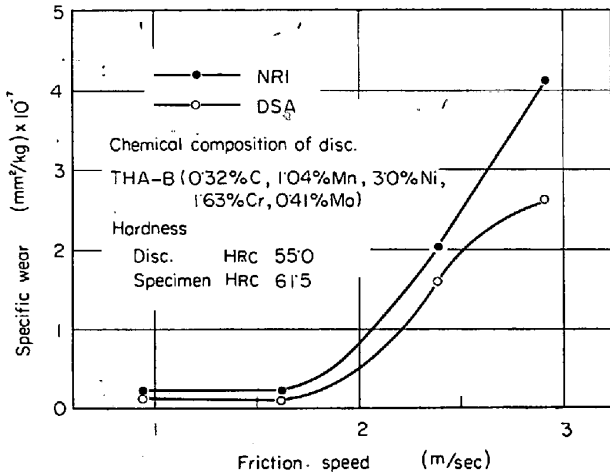


Fig. 5. Relation between friction speed and specific wear.

ほうが若干良好であることが判明した。したがって 12%Cr-Mo-V 型の NR1 は冷間工具用材料としてかなりすぐれた特性を発揮することが期待される。

文 献

- 1) 沢, 西村, 伊藤: 鉄と鋼, 52 (1966), p. 677  
 669.14.018.42:669.15.24-194  
 :621.791.053:539.537

(273) 9%Ni 鋼溶接部の低温衝撃値に関する研究

日本冶金工業, 川崎製造所  
 工博 深瀬 幸重・工博○渡辺 哲弥  
 木村 一彦

Study on Charpy Impact Value of 9%Ni Steel Weld Metal at Low Temperature

Dr. Yukishige FUKASE, Dr. Tetsuya WATANABE and Kazuhiko KIMURA

1. 緒 言

低炭素 9% Ni 鋼の溶接法としては低温におけるキリカキ靱性が要求されるためインコネル系あるいは 25 Cr-20 Ni などの高ニッケル完全オーステナイト系溶接棒による溶接が一般に行なわれている。本鋼種の溶接法として同鋼種鋼線による Mig 溶接法あるいはサブマージ溶接などの検討も行なわれているが溶接ワレなどの溶接欠陥が多いために実用化の段階にいたっていない。

筆者らはオーステナイト系ステンレス鋼の自動溶接法として、炭酸ガス-酸素, Ar ガス-酸素, 純窒素ガス雰囲気中の溶接法について検討してきたが, このうち純窒素ガス気流中で溶接を行なうと溶着部に窒素が吸収され, 材料学的にきわめて興味ある現象がえられることを確認

した。そこで純窒素ガス溶接法を溶接部の低温キリカキ靱性を特に要求される 9% Ni 鋼に適用し本鋼種の自動溶接化を検討した。

2. 供試材および実験方法

試験母材は 1 t 誘導式電気炉で溶製した Al 脱酸による細粒キルド鋼の 15 mm の熱間圧延鋼板である。母材は溶接前に二重焼ナラン (899°C×1hr a. c.+788°C×1hr a. c.) 後焼戻し (566°C×2hr a. c.) を行なつた。使用溶接機は東亜精機 (株) 製 CSA-5MA 20kW 全自動 CS アーク溶接機でその外部特性は上昇特性を有するものである。被色ガスに使用した窒素は市販ボンベガスで使用消耗鋼線は D-310 1.6φ 鋼線で突合せ溶接を行ない溶着部, ボンド部, 熱影響部について -196°C における低温衝撃試験を行なつた。なお試験片は 2 mm V ノッチで, ノッチ位置は溶接線方向に平行, 母材圧延方向に直角である。Table 1, 2 に供試母材および消耗鋼線の化学成分および溶接条件を示す。

3. 試験結果

3.1 溶接作業性

窒素ガス雰囲気中における溶接アークは粒滴移行型で炭酸ガス-酸素雰囲気中の ArC 性状に酷似している。溶け込み状態も良好で溶接施工上特に問題はない。溶接試験料は全数 JIS-Z-2341 による X 線透過試験を行なつたがいずれも JIS 一級に合格した。

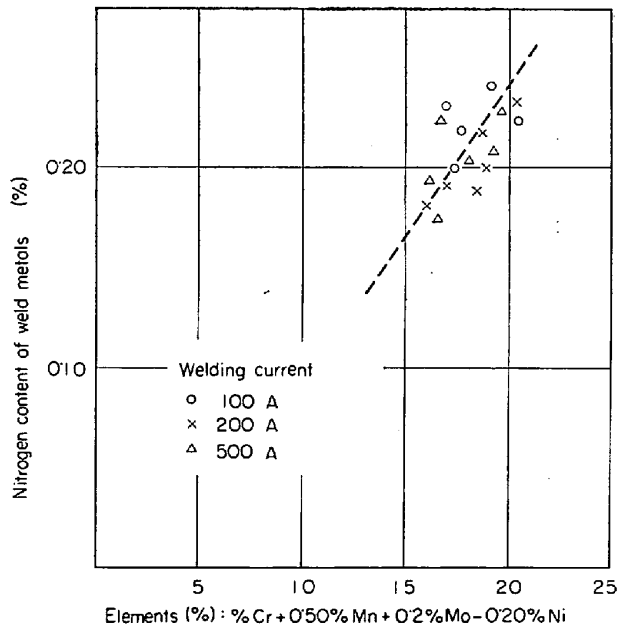


Fig. 1. Relationship between absorbed nitrogen content and chemical composition of weld metals in N<sub>2</sub> gas-shield welding.

Table 1. Chemical composition of base steel and electrode.

Element(%)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Al	N
Materials										
Base metal	0.104	0.20	0.40	0.011	0.020	8.90	0.25	0.04	0.03	0.013
Electrode	0.126	0.17	1.59	0.028	0.019	21.41	25.57	—	—	0.023