

669, 141, 24-415=669, 15/24(26)-194, 2=620, 172, 23
 (93) ニッケル, クロームを含む軟鋼板の絞り性について

東京大学工学部 62273
 工博 五弓 勇雄・○鈴木敬治郎
 草野 秋法・小野山雄一・門間 俊二
 Drawability of Mild Steel Containing Small Amounts of Nickel and Chromium.

1377~1378
 Dr. Isao GOKYU, Keijiro SUZUKI,
 Akinori KUSANO, Yuichi ONOYAMA
 and Shunji MONMA.

I. 緒 言

深絞り性表示には Erichsen 値, swift test および conical cup test などの直接試験によるものと Lankford の R 値のように引張り試験だけによるものとがある。

本実験では試料の関係から絞り性表示に conical cup value のみを用いた。

Ni を軟鋼中に添加すると炭化物を形成しないで全量 α 鉄中に固溶するのに対し Cr は炭素ときわめて結合力が強く, $Fe_3C \cdot Cr_3C_2$ あるいは $FeCrC$ の形で炭化物として存在する。したがって Ni の添加は溶質原子の増加に伴う諸性質の変化であるが Cr の場合は炭化物形成に伴う性質の変化も併せ考える必要がある。すなわち炭化物の形成は固溶炭素の減少による軟化と炭化物による転位の移動を阻止する効果のための硬化とが重複すると考えられるが, 後者は炭化物の形状, 大きさおよび分布などによりその阻止が効果的であるかどうかは異なるであろう。したがって Cr 添加量と機械的性質の間には Ni の場合のような直線性は考え難い。

われわれは軟鋼の絞り性に Ni, Cr の微量添加が如何に影響するかを調べるため, 絞り性に関係ありと考えられる機械試験値, 非金属介在物および結晶異方性についても併せ実験を行なった。

II. 試 料

試料は普通の軟鋼と, これに Ni および Cr を単独に増加したものと, 同時に添加したものの4つのものからなっている, その化学組成は Table 1 に示す。また, L は普通鋼, N は Ni, C は Cr および NC は Ni+Cr

Table 1. Chemical composition of samples (wt. %)

Sample No.	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cu%	Cr%	Ni%
L	0.09	0.21	0.48	0.017	0.016	0.085	0.014	0.026
N1	0.11	0.23	0.50	0.015	0.016	0.084	0.015	0.325
N2	0.10	0.28	0.60	0.011	0.018	0.090	0.023	0.610
N3	0.11	0.21	0.41	0.018	0.017	0.081	0.019	0.963
C1	0.12	0.28	0.56	0.017	0.020	0.081	0.190	0.026
C2	0.11	0.23	0.55	0.016	0.016	0.080	0.340	0.026
C3	0.12	0.26	0.56	0.015	0.016	0.078	0.645	0.028
NC1	0.12	0.24	0.56	0.017	0.016	0.084	0.180	0.320
NC2	0.09	0.28	0.63	0.008	0.020	0.090	0.343	0.595
NC3	0.10	0.23	0.44	0.017	0.019	0.083	0.575	0.963

の同時添加せるもので数字は添加量の増加を示す。

試料は約 3.9mm の厚さの熱圧板を約 73% の冷間圧延率で約 1.0mm の厚さとし実験に供した。

III. 実験方法 およびその結果

実験方法の概要について以下に述べる。

(1) 機械的性質 II に示したごとく冷圧したものを 680°C で 3 時間焼鈍し, 降伏点, 引張り強さ, 伸び, 降伏比および降伏点伸びに対する Ni, Cr の微量添加

による変化を調べた。降伏点は下降伏点である。結果は Fig. 1 に示す。これより明らかなように降伏点, 引張り強さは Ni, Cr 量の増加により上昇する傾向があり, 伸びと降伏比は減少する傾向がある。この場合 Ni に対するその変化はほぼ直線的であるが Cr に対しては直線的でない。降伏点伸びは Ni 量に関係なく一定量を保持するが Cr に対しては減少の傾向がかなり顕著に見られる。

なお歪時効に対する Ni, Cr の影響を調べるために上記焼鈍材を 0.5%, 1.0% および 1.5% にスキンプラスした直後とこれらを 100°C で 3 min, 15 min, 1 h および 2 h 時効せしめたものとの機械的性質を測定して, スキンプラスの度合による降伏点伸びの遮蔽効果および人工時効によるその遮蔽効果減少の度合を求めた。その結果機械試験値に対しては Ni, Cr の差は明瞭でないが, 降伏点, 伸びを遮蔽するスキンプラス効果は Cr の場合の方が大である。

(2) 非金属介在物 Ni, Cr の添加による非金属介在物の状態を検鏡し, 機械的性質および絞り性との関係

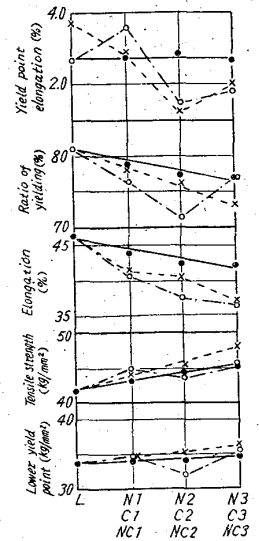
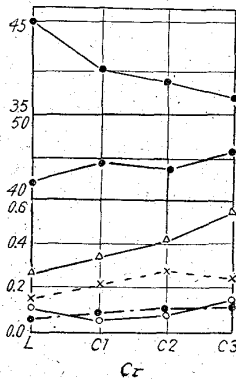


Fig. 1. Influence of nickel and chromium addition on mechanical properties.

Table 2. Cleanliness of samples.

Samples	L	N1	N2	N3	C1	C2	C3	NC1	NC2	NC3
d %	0.295	0.458	0.358	0.341	0.341	0.416	0.546	0.387	0.258	0.445
d A %	0.104	0.075	0.141	0.050	0.054	0.079	0.175	0.075	0.041	0.108
d B %	0.062	0.129	0.058	0.075	0.075	0.091	0.150	0.083	0.050	0.108
d C %	0.129	0.254	0.195	0.116	0.212	0.245	0.212	0.229	0.166	0.229



△ --- △ Cleanliness (A+B+C)
○ --- ○ A type inclusion
● --- ● B type inclusion
× --- × C type inclusion

Fig. 2. Relation between cleanliness and mechanical properties in the samples containing chromium.

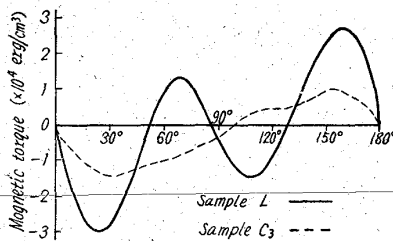


Fig. 3. Magnetic torque curves of samples L and C3.

絞り加工の変形過程から引張試験で板厚の減少率が小で板巾の減少率が大きいような材料は絞り性が良好であろうとしその比を絞り性表示の重要因子の1つとして提唱した。しかるにこのR値はきわめて結晶異方性への依存性の強い因子である³⁾から絞り性も結晶異方性に無関係ではあり得ない。

そこでNi, Crの添加による結晶異方性の変化を調べるため試料を680°Cで30分焼鈍したものにつきCupの耳の測定, 磁化回転力曲線およびX線極点図の決定を行なった。

耳の発生位置は試料C3, NC3の45°のほかはすべて0°~90°であった。磁化回転力曲線の結果はFig. 3に示すように試料L型とC3型の2種で, C3型は試料C3とNC3の2つだけで他は全てL型で耳の結果に対応している。X線極点図の決定は試料LとC3の2つのみについて行なった。その結果試料Lは(111)[112]

を知るため清浄度を求めTable 2の結果を得た。方法は学振法第3法により, 顕微鏡の倍率は400倍で60視野である。dA, dB, dCはそれぞれA系, B系およびC系の非金属介在物で, dは清浄度でA, BおよびC系の和である。

この非金属介在物の清浄度と引張り強さおよび伸びとの関係の1例をFig. 2に示す。清浄度と機械的性質の相関性は求め難い。

(3) 結晶異方性 結晶異方性は深絞りに対しては耳の発生よりマイナスの因子と考えられ, 絞り性とは関連性の弱いものとされて来たが。

LANKFORD²⁾は深

および(100)[011]方位で普通見られる軟鋼の再結晶集合組織であるが試料C3は(100)[011], (112)[110]および(111)[112]方位で冷圧組織の残留であった。しかし両者共その極点図はきわめて鮮鋭さを欠いていた。

(4) Conical cup value. 1mm厚の試料を680°Cおよび930°Cで30mn焼鈍したもののC.C.V.を測定した。680°Cのものより930°Cのものの方がC.C.V.は良好であることがかなり明瞭に認められた。Ni量の増加によるC.C.V.劣下の傾向はEDWARDS¹⁾によるNiの結晶微細化と五弓・鈴木³⁾によるC.C.V.と結晶粒度の関係の2つから考えられる。

Crの場合はFig. 1と同じようにC.C.V.はC2で減少しC3で増大しているが, この原因としてはFig. 1と同様なものとX線の結果の(100)[011]方位による³⁾2つが考えられる。III-(2)での非金属介在物とC.C.V.の関連性はきわめて弱い。

IV. 総 括

A) ニッケルの影響

1. 降伏点, 引張り強さは添加量増加につれて直線的に増加する傾向がある。
2. 伸びは直線的に減少する傾向がある。
3. 降伏点伸びに対しては無関係である。
4. 結晶異方性には余り影響しない。
5. 絞り性はほとんど影響されない。

B) クロームの影響

1. 降伏点, 引張り強さは増加の傾向を有するが直線的でない。
2. 伸びはかなり劣化する。
3. 降伏点伸びを減少せしむ。
4. その量が0.5%以上の場合は再結晶集合組織は冷圧組織の残留となる。
5. 絞り性は劣化の傾向を有する。

文 献

- 1) C. A. EDWARDS: The Structure and Properties of Mild Steel.
- 2) W. J. LANZFORD, S. C. SNYDER and T. A. BAUSER: Trans. Amer. Soc. Metals, 42 (1950), p. 1197~1232.
- 3) 五弓・鈴木: 昭和37年4月日本金属学会(投稿予定)
- 4) 五弓・鈴木: C. C. V. 研究会第3期報告書 p. 351~362.
- 5) R. L. WHITELEY, D. E. WISE and D. J. BLICKEWEDE: "Drawability and Anisotropy of Metals", I. D. D. R. G. Colloquium, Paris, May 1960.