

(キズ、偏肉、打痕、凹み、スケールの巻込、異材付着、フープの継目、焼けなど)を検出できるばかりでなく、つぎのような特徴も有している。

1. 高能率である。1時間数百本検査できるので全数検査が容易である。(1時間当り磁粉探傷は最高 100本以下。超音波探傷、内面検査鏡は数本以下である。)
2. 検査結果が確実で再現性がよい。検査員の熟練、注意力がほかの方法ほど要求されず、人為的判断の要素がほとんどない。
3. 内質、内面も検査できる。

## (107) 冷延低炭素鋼板の異方性と深絞り性について

八幡製鉄所、技術研究所

工博 豊島清三・清水峯男・○河原田実

### On Anisotropy and Deep-Drawability in Cold-Rolled Sheets of Low-Carbon Steel.

Seizo Teshima, Mineo Shimizu  
and Minoru Kawaharada.

#### I. 緒 言

深絞り用鋼板において異方度と深絞り性には深い関係があることが推定される<sup>1)2)</sup>。異方度の表現法には Lankford 試験の  $R_L$  値、磁気トルク計で求めたトルク曲線の型、結晶粒の軸比などがある。Lankford 試験は引張試験で試験片が局部伸びを起す前の塑性域での板厚方向の歪に対する巾方向の歪の比をとっている。これに対し粒の軸比は粒の厚さに対する長さの比であり粒の扁平度が問題になっている。さらに磁気異方度では結晶粒の選択方位がどうなっているかを問題にしている。このように異方度の取りあげ方はその内容においていろいろ違っている。そこでこれらの異方性試験法と加工性との関係、試験法相互間の関係を知ることは興味あることと思われるが、その第一段階として粒の軸比を変化させた時各異方性試験値はどうなり、板の加工性はどうかを、引張試験における均一伸び、福井式コニカル・カップ試験値などで調べた。

#### II. 実 験 方 法

実験材料-(取鍋分析値を Table 1 に示す)として厚さ 2 mm の Al-killed 熱延板から圧延方向に長い、巾 90 mm、長さ 300 mm、の試片を採取し、酸洗後試験圧延機 (2-high, ロール径 200) で熱延と同一方向に冷間圧

Table 1. Composition in a ladle.

| C    | Si   | Mn   | P     | S     | Cu   | Al    |
|------|------|------|-------|-------|------|-------|
| 0.05 | 0.01 | 0.37 | 0.015 | 0.020 | 0.08 | 0.041 |

延した。圧延率は 30~80% まで 10% おきに 6 段階とした。この板の焼鈍時間を決定するため 30% 圧延のものと 80% 圧延のものを 690°C に加熱し保持時間を変え水冷却した後硬度を測定した。それを Fig. 1 に示す。これより焼鈍サイクルは安全度を見込んで 690°C に 4 時間保持後炉中冷却とした。保護ガスを使用せず焼鈍箱に入れて焼鈍した。ごく薄い青スケールができたがそのまま試験した。

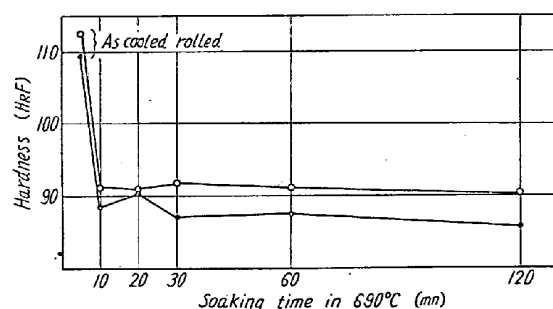


Fig. 1. Changes in hardness upon sheets water-cooled from 690°C.

引張り試験は、各冷延率に対し 4 枚ずつ圧延方向に 5 号試験片をとり、均一伸び、抗張力は板厚の影響が少いと思われるのでこれを測定した。

福井式コニカル・カップ試験でも板厚の影響を少なくするため外径比法によつて

$$\eta = \frac{D' - t \cos 30^\circ}{D_0} \quad \text{ただし} \quad \begin{array}{l} D_0: \text{ブランクの径} \\ D': \text{破断後の径} \\ t: \text{試験片の板厚} \end{array}$$

を試験値とした。試料数は 1 条件につき 3 個である。

Lankford 試験の  $R_L$  値は 5 号引張試験片の 20% 引張りの時の巾  $W_{20}$  と板厚  $t_{20}$  を測定してつぎの式より求めた。

$$R_L = \frac{\log(W_0/W_{20})}{\log(t_0/t_{20})}$$

ただし、 $W_0$ : 引張り前の巾

$t_0$ : 引張り前の板厚

結晶粒の軸比は圧延方向に平行な断面の顕微鏡写真を任意の 3 カ所からとり、JIS G 0552 により求めた値を平均した。

磁気トルク計は Williams<sup>4)</sup> のものと同型のものでトルク曲線を求めた。異方度は Tarasov<sup>3)</sup> のようにトルク  $T$  をつぎの式のようにあらわし  $A_1$ ,  $A_2$  を求めた。

$$T = A_1 \sin 2\theta + A_2 \sin 4\theta + B_1 \cos 2\theta + B_2 \cos 4\theta$$

$$A_1 = \frac{(T_1 - T_4) - (T_3 - T_2)}{\sqrt{8}}$$

$$A_2 = \frac{(T_1 - T_4) + (T_3 - T_2)}{4}$$

ただし  $T_1$ :  $\theta = \frac{1}{8}\pi$  の時のトルク

$T_2$ :  $\theta = \frac{3}{8}\pi$  の時のトルク

$T_3$ :  $\theta = \frac{5}{8}\pi$  の時のトルク

$T_4$ :  $\theta = \frac{7}{8}\pi$  の時のトルク

またトルク曲線より正と負における振巾の最大なものの絶対値の平均を Stanley<sup>5)</sup>のように  $a$  とした。

### III. 実験結果および考察

冷間圧延率を変え焼鈍したものの顕微鏡写真を Photo. 1 に示す。これを見てわかるように粒の軸比は圧延率とともに変化し、また粒の大きさも変化している。これらの板の各試験結果を Fig. 2 に示す。福井式コンカル・カップ試験の圧延率 80% のものの試験値がないのは絞りの途中 3 個ともしわが発生してしまったからである。均一伸びとコンカル・カップ値を加工性の尺度と考えればおよそつぎのことがいえる。冷間圧延率が 60% 付近でももつともよくなり冷延率が大き過ぎてもまた小

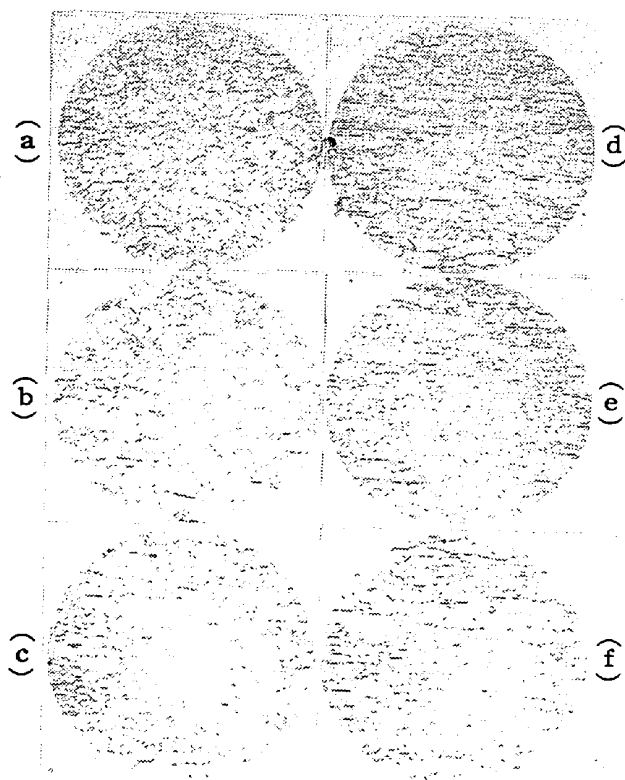


Photo. 1. Microstructures of annealed sheets after cold rolling. (a) 30%, (b) 40%, (c) 50% (d) 60%, (e) 70%, (f) 80%, Nital etch.  $\times 200$  (2/5)

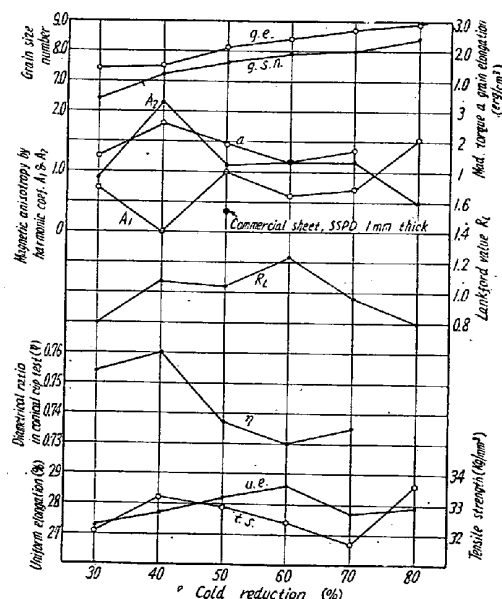


Fig. 2. Various properties of annealed sheets after cold-rolling.

さ過ぎても悪い。

Lankford 試験による  $R_L$  値をみると、これはコンカル・カップ値および均一伸びで代表される加工性と関係があるように思われる。本試験材の  $R_L$  値は比較的小さいが実際の圧延製品では通常 1.6 前後である。SSPD について実測した一例を図中に示した。

顕微鏡写真から求めた粒の軸比は圧延率が高まるにつれ大きくなっている。これはアルミ・キルド鋼特有の組織で再結晶に際し AIN の析出により結晶成長速度に

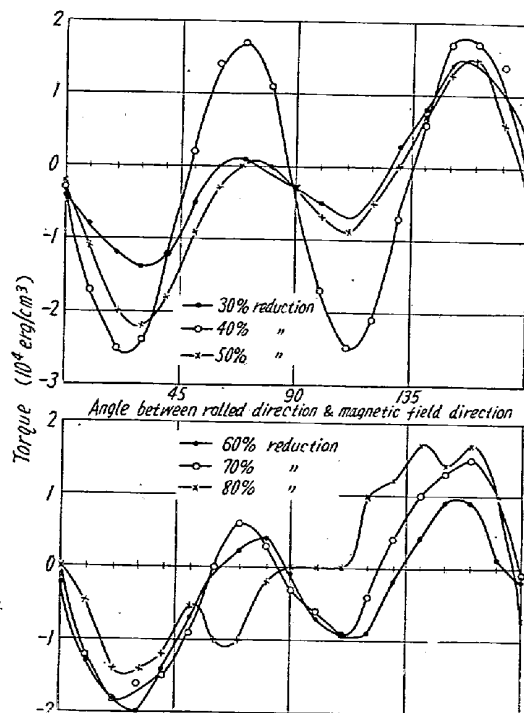


Fig. 3. Magnetic torque curves of annealed sheets after cold rolling.

異方性を生じるためにできるものである。粒の軸比は大きくなつても冷延率が 60% を越えると加工性は悪くなり、また  $R_L$  値と必ずしも結びつくとはいえない。

磁気トルク計によるトルク曲線を Fig. 3 に示す。Lankford らの分類<sup>1)</sup>にしたがえば冷延率 40% のものが A 型に冷延率 80% のものが B 型に、他のものはすべて A' 型に入るように思われる。異方度として Tarasov<sup>3)</sup> のように  $A_1$ ,  $A_2$  をとつても Stanley<sup>5)</sup> のように最大振巾  $a$  をとつても、また Lankford らのようにトルク曲線の型をとつても加工性との関連性は明らかでない。

#### IV. 結 言

(1) アルミ・キルド鋼の冷延率を変え、 $690^\circ\text{C} \times 4\text{h}$  の焼鈍をした時均一伸びおよび福井式コニカル・カップによる加工性は冷延率 60% 前後で最良であつた。

(2) Lankford 試験による  $R_L$  値は均一伸びおよび福井式コニカル・カップ試験による加工性とよい相関があるようである。

(3) 冷延率が大きくなれば粒の軸比が大きくなるが粒自体が小さくなり、加工性におよぼす粒の軸比のみの影響は不明である。加工性には粒の軸比と粒度との相互関係が重要と思われる。

(5) 磁気トルク計による異方度と加工性との関係は明瞭でないが、試料の焼鈍条件や加工性判定基準などにもまだ問題があり、さらに実験が必要であらう。

#### 文 献

- 1) W. J. Lankford, S. C. Snyder & J. A. Bausher, Trans. A.S.M. 42 (1950) p. 1197
- 2) R. S. Burns & R. H. Heyer, Sheet Metal Industries, 35 (1958) 172 p. 261
- 3) L. P. Tarasov, Trans. A.S.M.E., 131 (1938) p. 353
- 4) H. J. Williams, Rev. Sei. Inst., 8 (1937) p. 56
- 5) J. K. Stanley, Trans. A.I.M.E., 158 (1943) p. 354

### (108) 高速衝撃試験機による鉄鋼材料の引張特性の測定

東京工業大学

工博 作井誠太・中村正久・○布村成具

Measurement of the Tensile Properties of Steels by High-Speed Impact Testing Machine.

Seita Sakui, Tadahisa Nakamura  
and Shigetomo Nunomura.

#### I. 緒 言

いろいろの工業材料は衝撃荷重あるいは高速荷重をうける機会がその製造過程、使用過程などにおいて可成り多い。そしてこのような歪速度が大なるときの材料の挙動、たとえば強度および変形能などは、実用的に重要であるのみならず学問的にも興味深い問題を多く含んでいる。

高速衝撃試験に関する研究が学会の重要な研究課題であるにもかかわらず研究が比較的少いのは、装置に多額の費用を要するとともに試験に際しての荷重の測定などに特殊の技術を要するためで、本邦においては、この種の試験機は各研究機関の手製によるものが大部分で、歪速度も 10m/s 以下である。また、海外においてもかかる試験機は数が少いように見受けられる。

著者らは従来よりこの種の問題を検討してきたが、今度引張速度が 2 m/s~140 m/s で  $-60^\circ \sim 1300^\circ\text{C}$  の温度範囲で試験ができる高速衝撃試験機を設計製作し、その整備を行なつていたが、引張試験機構についてほぼ完成したのでその機構および測定結果を報告する。

#### II. 試 験 材 概 要

Fig. 1 は試験機の概要を示す。①は回転円板で試験機の主体をなすものであつて、直径 1800mm、厚さ 100mm である。この円板は重量約 2.3 t の Ni-Mo-V 鋼の鍛造品で 1450 r.p.m. までの回転が与えられる。円板には一對のツメ⑥が付けてありこのツメの打撃中心は半径 950mm のところにあり、円板の最高回転数の時、その速度は 140m に達する。③は回転停止用制動機、④はトルク、コンバータ、⑤は 50 馬力三相誘動電動機である。試験片はワイヤストレーンゲージを貼つけたロードセル⑧に取付けた。このゲージの出力はすでに 30 kg-m シャルピーの応力時間曲線の研究において報告した。30c/s~100k c/s  $\pm 1.5$  db の広帯域歪計およびシンクロスコープによつて測定記録した。ロードセルと試験片間の結合については試験片に直接ワイヤストレーンゲージを貼りつけたものにより十分検討した。

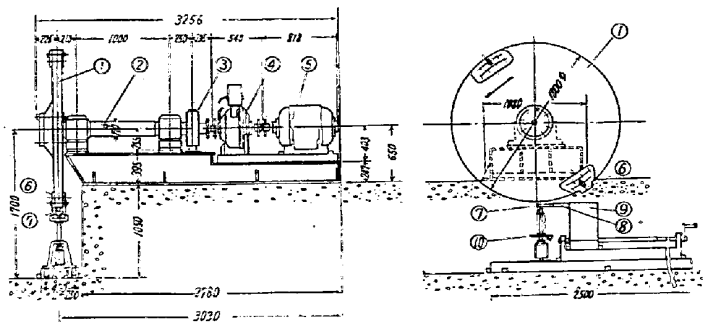


Fig. 1. High-speed tension testing machine.