

ンス、鋼塊の形状および大きさ、分塊および熱延時の熱的条件などの要因を検討する必要がある、曲げ割れの発生機構の調査などとともに次報より順次報告する予定である。

文 献

- 1) U. S. Patent, No. 2,851,384
- 2) Republic Steel Catalogue
- 3) 角谷, 藤岡: 日新技報, 呉研報 No. 35-2
- 4) 辻, 佐光: 同上, 南陽標技報告 No. 85
- 5) A. J. K. HONEYMAN: Sheet Metal Industries, (1957), 1, p. 51/65
- 6) U. S. Patent, No. 2,808,353

(129) 冷延軟鋼板の加工硬化係数と塑性歪比

(冷延板の成形性—I)

日本鋼管技術研究所

天明玄之輔・○松藤 和雄

Strain Hardening Exponent and Plastic Strain Ratio of Cold-Reduced Mild Steel Sheets.

(Formability of cold-reduced sheets—I)

Gennosuke TENMYO and Kazuo MATSUDO.

I. 緒 言

冷延板の成形性試験に関する研究は、最近とくに多岐にわたっている。これらを大別すると、基礎的材料試験により判定する方法とカップ試験により判定する方法とに分けることができる。これは基礎的性質だけで絞り性

が判定し得ると考えるか否かによつて分れる。LANKFORD, WHITELEY らの考えは前者に属し、引張り試験により材料の加工硬化係数と塑性歪比を測定し、加工硬化係数は純粋な張り出し性に、塑性歪比は純粋な絞り性に対応し、実際のプレス性は両者の兼合いで定まるとしている。この方法によれば試験には特別な装置を必要とせず、アムスラー試験機があれば十分なので、非常に便利である。著者らもこの考えに基づき、実際プレスと加工硬化係数、塑性歪比の関連を調査するにさきだつて、日常行なっている試験と加工硬化係数、塑性歪比との間にどのような関係があるかを知るために実験を行なつたので報告する。

II. 実験方法

実験に用いた冷延板は、通常作業で製造されたもので、キャブド鋼については板厚 0.4, 0.6, 1.2, 1.6 mm のコイル中心部, 0.8, 1.0 mm のコイル頭部, 中心部, 底部, アルミキルド鋼については、1.0 mm のコイル中心部より任意に抜き出した。各試料のチェック分析を Table 1 に示す。

試験片は全て板巾の中心付近より切り出した。引張り試験は各試料に対し、5号試験片を6枚宛延方向および直角方向に取り、降伏点、引張り強さ、伸び、加工硬化係数、塑性歪比を水めた。

加工硬化係数は X-Y レコーダーにより、最大荷重点の慣用歪を求め、次式により計算した。

$$n = \ln(1 + \lambda)$$

ただし n : 加工硬化係数 (通常 $\sigma = k\epsilon^n$ で示される)

λ : 最大荷重点の慣用歪

Table 1. Chemical composition of specimens tested. (%)

| Thickness (mm) | Cold-reduction (%) | C | Mn | P | S | Cu | Sol. Al | Total Al | AlN |
|----------------|--------------------|------|------|-------|-------|-------|---------|----------|-------|
| 0.4 M | 80 | 0.04 | 0.24 | 0.013 | 0.023 | 0.05 | | | |
| 0.6 M | 70 | 0.05 | 0.28 | 0.014 | 0.017 | 0.05 | | | |
| 0.8 | T | 0.06 | 0.27 | 0.012 | 0.020 | 0.04 | | | |
| | M | 65 | 0.05 | 0.26 | 0.013 | 0.020 | 0.03 | | |
| | B | 65 | 0.06 | 0.26 | 0.013 | 0.024 | 0.03 | | |
| 1.0 | T | 57 | 0.04 | 0.26 | 0.010 | 0.013 | 0.03 | | |
| | M | 57 | 0.03 | 0.22 | 0.009 | 0.011 | 0.03 | | |
| | B | 57 | 0.03 | 0.22 | 0.014 | 0.011 | 0.03 | | |
| 1.0 M | 57 | 0.06 | 0.37 | 0.008 | 0.014 | 0.04 | 0.054 | 0.059 | 0.013 |
| 1.2 M | 57 | 0.04 | 0.25 | 0.012 | 0.022 | 0.06 | | | |
| 1.6 M | 43 | 0.05 | 0.25 | 0.010 | 0.021 | 0.04 | | | |

同時に降伏点、引張り強さ、伸びを求めた。測定は各試料の圧延方向、直角方向につき各 1 回行なつた。

塑性歪比は試験片を 20% 引張つた場合の中 w_{20} と板厚 t_{20} を測定し、次式により求めた。

$$R = \frac{\log(w_0/w_{20})}{\log(t_0/t_{20})}$$

ただし R : 塑性歪比 (圧延方向を R_L , 直角方向を R_C で示す)

w_0 : 引張り前の巾

t_0 : 引張り前の板厚

測定は各試料の圧延方向、直角方向につき 5 個宛行ない、算術平均した。

コニカルカップ試験では、板厚の影響を除くために、外径比法により求めた。それには次式を用いた。

$$\rho = \frac{D - t \cos 30^\circ}{D_0}$$

ただし D_0 : ブランクの径

D : 破断後の径

t : 試験片の板厚

測定は各試料 10 個宛行ない、算術平均した。

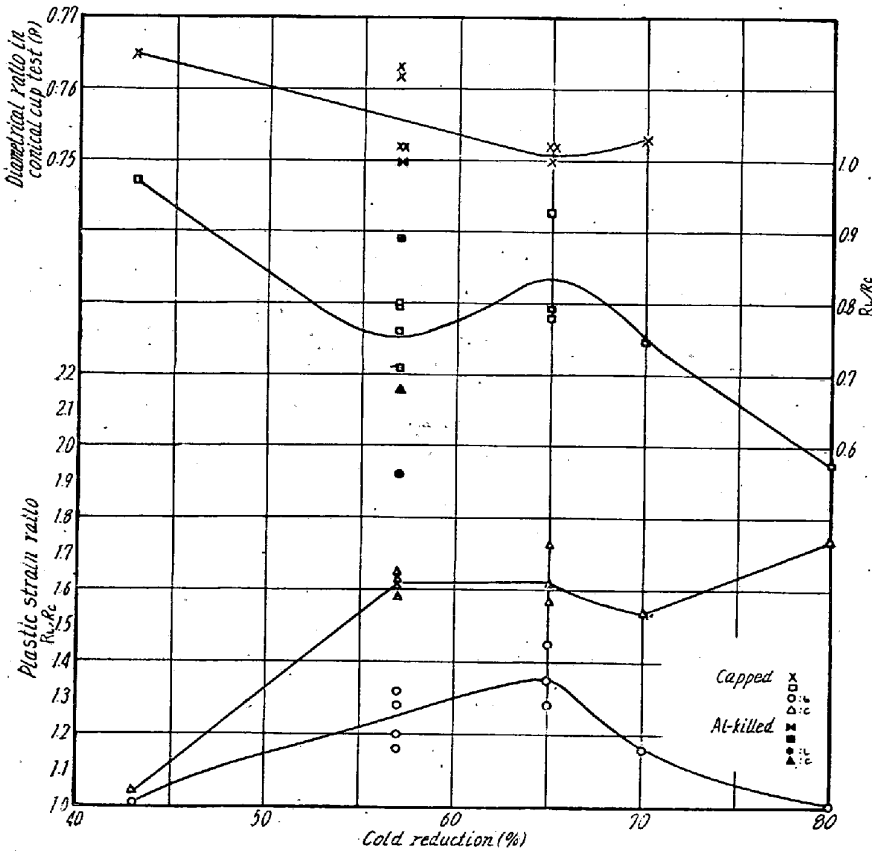


Fig. 1. Relation between cold reduction and R_L , R_C , R_L/R_C , diametrical ratio in the conical cup value.

III. 実験結果および考察

冷延率と塑性歪比 R_L , R_C , 圧延方向と直角方向の塑性歪比の比 R_L/R_C およびコニカルカップ外径比の関係を Fig. 1 に示す。

R_L は、冷延率約 65% に最大値を有し、 R_C は冷延率の低いところでは低く、高いところでは高いが、約 55~70% のところは平坦である。その結果 R_L/R_C は冷延率の低いところで高く、高いところでは低く、その途中に極大、極小値を示している。プレス型により R_L と R_C の差が小さい方がいいと考えられる場合と、大きい方がいいと考えられる場合があり得るので R_L/R_C も考慮する必要があると考えられる。

アルミキルド鋼は R_L , R_C とともに同一冷延率ではキャップド鋼に比してはるかに高い。結晶粒の展伸度から考えても当然と考えられる。

冷延率とコニカルカップ外径比の間にも多少相関が認められ塑性歪比と同様に約 65% のところをもつとも低いようであるが、塑性歪比とコニカルカップ外径比の間には相関は認められなかつた。

降伏比と加工硬化係数の関係を Fig. 2 に示す。両者

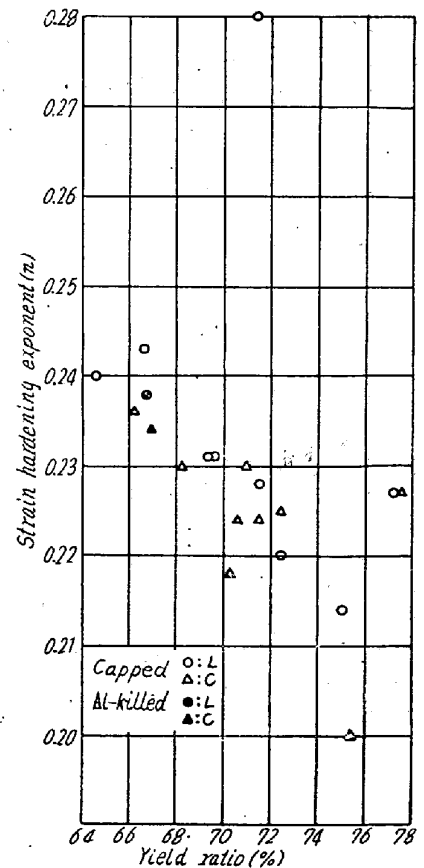


Fig. 2. Relation between yield ratio and strain-hardening exponent.

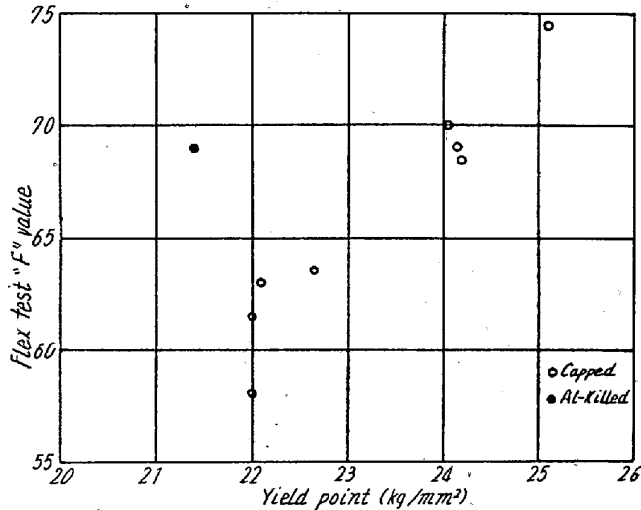


Fig. 3. Relation between yield point and Flex "F" value.

の間には直線関係が認められ、降伏比が低いほど加工硬化係数は高い。

降伏点とフレックステストF値の関係を Fig.3 に示す。両者の間には、直線関係が認められ、降伏点が高いほどF値も低い。ただしこの場合の降伏点は、圧延方向と直角方向の降伏点の平均をもつて降伏点とした。アルミキルド鋼についてはデータが1点のみであるから、はつきりしたことはいえないが、キャップド鋼とは傾向が違い、キャップド鋼と同一降伏点の場合F値はかなり高いようである。

IV. 結 言

以上の結果より

(1) 降伏点、降伏比、加工硬化係数、フレックステストF値の間には密接な関係があると考えられる。すなわち降伏点、降伏比、フレックステストF値が低いほど、加工硬化係数は大きい。

(2) 冷延率と塑性歪比の間にはかなり密接な関係が認められる。

(3) RANKFORDらのいうように、プレス性が良好であるためには圧延方向塑性歪比が大きく、加工硬化係数が大きい材料がいいと考えれば、今回の実験では、冷延率を約 65% 程度にし、降伏点の低い材料を製造すればよい。

(130) 塑性異方性について

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 the Plastic Anisotropy.

Dr. Seizo TESHIMA, Mineo SHIMIZU

and Minoru KAWAHARADA.

I. 結 言

薄板のプレス加工性を判定するのに塑性歪比が採り上げられるようになった。これと他の加工性試験法との関係を調査したところ、張り出し性試験として使用されるバルジ試験、エリクセン試験とは直接関係がなく絞り性試験としての平底カップ試験、コニカル・カップ試験と深い関係があるように思われたので塑性歪比と他の各種試験値との関係をさらに詳しく調査した。

II. 実験経過および考察

1. 塑性歪比と各種加工性試験値

材料として低炭素リムド冷延鋼板(板厚0.8~1.2mm)を用い各種加工性試験を行なった結果を Fig. 1 に示す。

従来のプレス加工性試験を張り出し性および絞り性の二つの面から考えるとバルジ試験やエリクセン試験は張り出し性試験であり、コニカル・カップ試験は絞り性が多くなり、平底カップ試験は主として絞り性の試験法とみられる。また引張り試験の伸びも一種の張り出し性試験と考えられる。この観点から

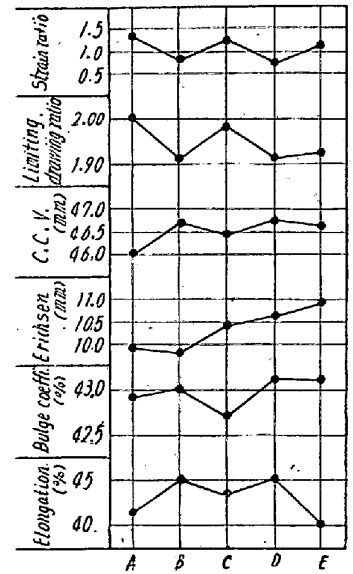


Fig. 1. Mechanical properties.

Fig. 1 の機械試験結果を検討して見ると、塑性歪比は平底カップ試験およびコニカル・カップ試験と相関が認められるがその他の試験値との関係は明らかでない。バルジ、エリクセン、引張りの各試験値間相互の関係があまり良くないのは、引張りとはバルジでは試験材に加わる応力が前者は単軸応力、後者は等二軸応力であり、エリクセンはボンチを使用するのでまたこれらと違った応力分布になり差が出てきたものと思われる。