

間の長いものほどレベリング後も高い値を示す。エリクセン値はレベリングによつて上昇し時効時間の長くなるにつれて減少する。抗張力および硬度に関してはレベリング直後から時効の進むにつれて漸次増加する。コンカルカップ値はレベリングによつてほとんど影響を受けない。

(3) 引張試験片のストレッチャー・ストレインの発生状況

引張試験の際の試験片のストレッチャー・ストレインの発生状況を Photo. 1 に示す。スキンプス前の試料(圧下率 0%)は明瞭なストレッチャー・ストレインの発生が見られる。スキンプス後 1 週間では圧下率の多少にかかわらずまだ現われていない。1 カ月の試料で始めてストレッチャー・ストレインの存在を認めることができた。低圧下率の試料はストレッチャー・ストレインの模様が大きく、圧下率の増加するにつれて模様が小さくなつてくる。3 カ月時効後ではますます顕著に現われているが、これにローラー・レベリングを施すとストレッチャー・ストレインは全く消失する。

IV. 結 言

(1) スキンプス圧下率を変えることによつて軟鋼板の機械的性質はいちじるしく変化する。

(2) 歪時効硬化はスキンプス後 1 カ月の間に急激に進行し、以後は比較的ゆるやかに進行する。

(3) ブライト仕上(＃120 砥石研磨)とグリット仕上(＃30 グリット)とにおいて、同一圧下率では後者の方がやや硬い感じを与えるが、顕著な差は認められない。

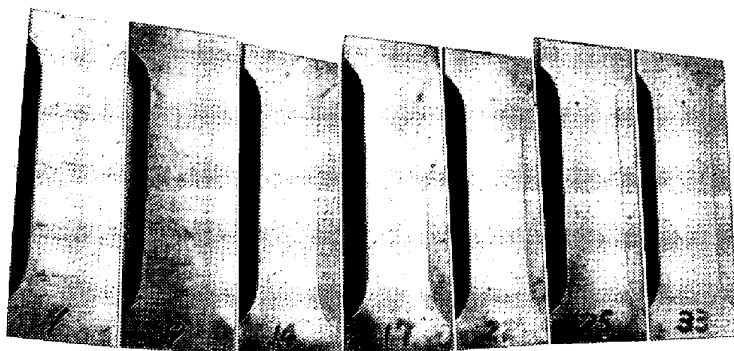
(4) 降伏点伸びは時効の進行によつて低圧下率のものから再現してくる。したがつて同一降伏点伸びを得るまでの時効時間は圧下率の高いものほど長期間を要する。

(5) 時効後の軟鋼板はレベリングを行なうことによつて、レベリング直後の機械的性質は改善され、ストレッチャー・ストレイン発生防止に効果があり、加工性がやや良好となる。

(6) ローラーレベリングにより改善された機械的性質はスキンプスされてからレベリングされるまでの時間の少ないものほど良好であり、またレベリング後の時効の進行程度はスキンプス後のそれよりはなはだしいのでローラー・レベリングを行なつた材料はその直後加工することが望ましい。

文 献

- 1) B. B. HUNDY: J. Iron & Steel Inst. (U. K.), 178 (1954), 1, p. 34~38



- 1: Before temper rolling.
- 9: 1 week aging after temper rolling reduction 2.0%.
- 14: 1 month aging after temper rolling reduction 0.8%.
- 17: 1 month aging after temper rolling reduction 2.0%.
- 22: 3 month aging after temper rolling reduction 0.8%.
- 25: 3 month aging after temper rolling reduction 2.0%.
- 33: 3 month aging after temper rolling then benelling reductoin 2.0%.

Photo. 1. Appearance of stretcher strains just before breaking off in tensile test (dull finish).

(105) 熱間圧延鋼板の深絞り性の検討

日新製鋼工場

○山本大作・深瀬 徹・守谷和久

Study on Drawability of the Hot-Rolled Steel Sheet.

Daisaku Yamamoto, Toru Fukase
and Kazuhisa Moriya.

I. 結 言

深絞り性算定のための試験方法については、現在各方面で検討が加えられており、また各種深絞り試験結果と機械試験値の比較についても多くの研究結果が発表されている。しかし一般には材料の深絞り性算定の基準としては、伸びによる材料の選別が行なわれている場合が多い。筆者らは、頭部形状の異なるポンチを用いて福井式コンカルダイスによる深絞り試験を行ない、二三の製造要因との関係ならびに機械試験値との関係を調査したのでその結果を報告する。

II. 実 験 概 要

(1) 試験材料

試験材は厚さ 2.3mm (C 0.09 および 0.06%) および 3.2mm (C 0.09%) の熱間圧延リムド鋼板に 0.5%, 1%, 2%, 3%, 5% のスキンプス加工を行ない、スキンプス加工のままのもの、人工時効処理せるものおよび熱圧のままのものについて試験を行なつた。工具各寸法は Table 1 に示す。

(2) 試験方法

a) 深絞り試験

Table 1. Dimension of the testing instrument (mm)

Sheet thickness	Punch		Die		
	Diameter (d_1)	Edge radius	Inside dia. (d_2)	Radius	Cone angle
2.3	38	9 and 19	45	9	60°
3.2	50	3, 6, 10, 12.4, 16.25,	60	10	60°

深絞り試験は、福井式コニカルダイスおよび、頭部形状の異なるポンチを用い、主として荷重法により深絞り限界比を測定した。なお 2.3mm の鋼板については、外径比法による測定をもあわせて行ない、機械試験値との関係を調査した。

b) 引張り試験片

引張試験片は JIS Z2201 による 5 号試験片を用いたが、2.3mm の鋼板に関しては、標点距離 200mm における全伸び [E1 200], 50mm における局部伸び [E1 50], および 150mm における均一伸び [E1 150], を求め、深絞り限界比および外径比と比較した。

c) 人工時効

時効は HUNDY による COTTRELL および BILBY の式の修正式により 100°C×2h (2.3mm), 100°C×3h (3.2mm) の人工時効処理を行ない、21°C において 3 ケ月および 4.5 ケ月の自然時効に対応せしめた。

III. 試験結果

1) 熱間圧延鋼板の深絞り性におよぼすポンチ形状ならびにスキンプス量の影響

厚さ 3.2mm の鋼板について、熱圧のままのものと、0.5%, 1%, 3%, 5% のスキンプス加工を施したものならびに 100°C×3h の人工時効処理せるものについて、ポンチ頭部角丸味半径が 1t~5t (t: 板厚) の平頭ポンチおよび丸頭ポンチを用いて深絞り試験を行なった結果、熱圧のままの鋼板の深絞り限界比は、ポンチの形状によつて差異はあるが、いずれのポンチを用いても絞り限界比の順位には変化は認められなかつた。スキンプスをかけたものおよび、人工時効処理を施したものについて試験した結果は、平頭ポンチを用いた場合、スキンプス量の増加とともに深絞り限界比は、必ずしも低下せず時効しないものはむしろ、増加の傾向を示し、丸頭ポンチの場合は顕著な変化は認められなかつた。平頭ポンチの場合の絞り限界比の増加の傾向は、ポンチの頭部角丸味半径の大小によつて影響される。人工時効処理を施したものは、いずれの試料についても、頭部角丸味半径 5t の平頭ポンチおよび丸頭ポンチを用いた場合にいちじるしい変化があらわれた。丸頭ポンチの場合は、人工時効

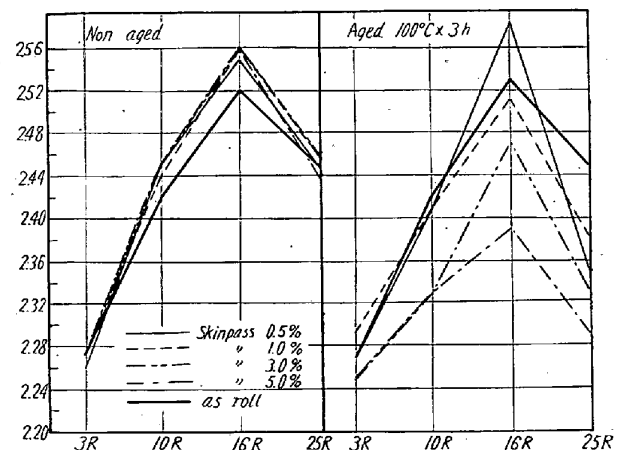


Fig. 1. Relation between the punch profile and the drawing ratio.

せるものは、初期スキンプス量の増加とともに、絞り限界比は低下しているが、平頭の場合は必ずしもスキンプス量の増加とともに低下せず、初期のスキンプス量の少ない場合、いちじるしく絞り限界比は増加した。Fig. 1 は、スキンプスをかけたままのもの、および 100°C×3h の人工時効処理を行なったものの結果を示す。

2) 機械試験値と深絞り限界比との関係

機械試験値と深絞り限界比との相関を求めた結果、平頭ポンチによる場合は全く有意な相関は見出せず、丸頭ポンチの場合のみ有意な相関が見出せた。(詳細は発表の際説明)

IV. 考察

1) 以上熱圧のままのものと、これにスキンプス加工を行なったものおよび、人工時効処理を行なったものについて、頭部形状の異なるポンチによつて深絞り試験を行ない、結果を比較したが、熱圧のままのものは、ポンチ形状の変化によつて深絞り限界比の順位は変らなかつたが、スキンプスをかけたものならびに、人工時効処理を施したものは、スキンプス量、時効の程度および、ポンチ形状によつて深絞り比の順位がいちじるしく変化する。平頭ポンチによる絞り限界比は、機械試験値との相関が認められず、その成形限を支配する因子は、ポンチ頭部角丸味半径部に接する部分の破断強度であると考えられる。

この破断強度は、引張りのものにおける曲げ特性と引張り強度とによつて左右され、両者の平衡関係によつて破断強度が変化すると考えられる。したがつてスキンプラス量の深絞り限界比に与える影響はポンチ形状、時効の有無によつて異なり、その関係は一次的なものではなくどこかに最高値があらわれるものと推定される。したがつて軟い材料が成形性がよいということが必ずしもすべての成形にはあてはまらず、平頭ポンチによる円筒容器の成形および、これに類する成形には、ある程度硬い材料が、むしろ成形性がよいといえる。

以上の点については Fig. 2 のような一次成型模型の存在を仮定することによつて定性的に説明することができると考えられる。ポンチ頭部角丸味半径に対応する深絞り限界比とスキンプラス量（材質を表わす助変数の代表値としてスキンプラス量をX軸に取った場合）との関係を示す稜線の変化は材質により異なり、必ずしも一定の形状を与えるものではないが、少なくとも成形の種類によつては、鋼板の成形性の順位が、変化することもあり得るという事実を説明できると思われる。

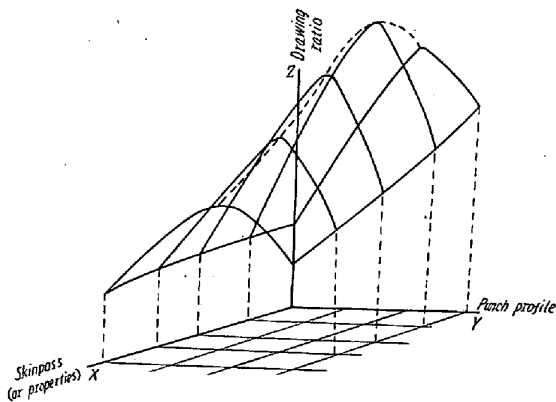


Fig. 2. An example of the figure illustrating a drawability of the cylindrical cup.

2) 一般に材料の選別にあたつては、伸びによる選別が行なわれているが、とくに局部伸びの寄与する割合の高い標点間隔 50mm 以下の伸びによる選別は、一般の成形に対する成形性に対応するものであるとは考えられず、部品の形状、加工法によつて成形限を支配する因子は異なると考えられるからそれに応じて、選別の基準を考慮すると同時に試験方法も成形の種類に対応したものでなければならないと考える。

(106) キャップド鋼の性状ならびに深絞り性について

住友金属工業和歌山製造所

高 棟 正雄・津田 信二
理博○藤井 毅彦・山崎 俊二

Capped Rimmed Steel and its Deep Drawing Properties.

Masao Takamuku, Shinji Tsuda
Dr. Takehiko Fujii and Shunji Yamasaki.

I. 結 言

最近リムド鋼は歩留りの向上の点からキャップド鋼に移行する傾向にある。当和歌山製造所においては分塊圧延工場の稼動にともない、鋼塊が大型化されたのでこの際キャップド鋼の試作を行ない、鋼塊の性状ならびにこれらより製造した帯鋼の機械的性質、深絞り性について通常のリムド鋼と比較しつつ、各種の試験を行なつた。すなわち精錬は当所 Maerz Baelens 200 t 塩基性平炉で行ない、台車上注鑄込を行ない、キャップド鋼鋼塊(単重 8・100 t 下広型)と、通常のリムド鋼鋼塊(単重 7・920 t, 下広型)に鑄込み、分塊圧延後スラブを Schlaemann 社製連続式帯鋼圧延機で帯鋼に圧延して、各種の試験を行なつた。その結果につき報告する。なお試験を行なつた帯鋼はつぎのような成分のものである。

Table 1. Chemical composition of hoops.

	C %	Si %	Mn %	P %	S %
Chemical analysis	0.06 ~0.08	≤0.04	0.25 ~0.45	≤0.035	≤0.040

II. キャップド鋼鋼塊とリムド鋼鋼塊の比較

両種の鋼塊を比較するために鋼塊を縦断していろいろの調査を行なつた。

1. リムの厚さと rimming action の時間

リムド鋼の凝固厚さと時間との関係は次式で示される。

$$D = K\sqrt{t}$$

D : 凝固厚さ cm

t : 経過時間 sec

$K = 0.27 \sim 0.29$ (平均 0.28)

この式に縦断した鋼塊より測定したリムの厚さを入れてリムの凝固時間 t を計算すると Table 2 のようになる。

このキャップド鋼は蓋打までには鑄込時間 3'17", 蓋打時間 2'35" (ただし 鑄込終了後蓋置までは 1'20"), 合計 5'22" の時間を要しているから、この計算結果から