

Photo. 1. Examples of voids occurred in hot torsion test. (Carbon steel)

は妥当のように思われる。

(2) 歪速度による二次引張応力の変化と外面疵

炭素鋼(A-2), 18-8 ステンレス鋼(A-3)および 18-8 Nb ステンレス鋼(A-4)を用い変形成能におよぼす歪速度の影響を外面疵の状況とあわせて観察した。実験による試料の外面疵の多少は歪速度によつて異なるとともに、疵の発生が少なくなる歪速度範囲では一般に二次引張応力の値も高くなることが認められた。したがつて3者(歪速度, 二次引張応力および疵の発生)の間には密接な関係が存在するものと考えられるが, これらについてはさらに検討し明らかにする。

IV. 結 言

製管の際の穿孔過程で発生する疵の究明に対し重要となる二次引張応力および振り加工限度について検討し, つぎのことを明らかにした。

(1) 高温における鉄鋼の二次引張応力は振りに伴なう変形量すなわち剪断歪が材質により定まる値に達したとき, これに対応してあらわれる応力である。

(2) 二次引張応力の大小と破断回転数の多少とが必ずしも一致しないのは, 振り過程で発生する crack または void が一つの原因と考えられ, 一般に破断回転数は振り加工限度を過ぎた状態を示す。

(3) この crack または void は二次引張応力が最高値を示す付近で顕著となるので, このときの値は試料の振り加工限度を知る上に有効となる。

(4) 試験温度が一定の場合の二次引張応力は歪速度によつて異なり, この値が最大となる歪速度付近では試料の外面疵は少なくなる傾向にある。なおこのことからについてはさらに検討し別の機会に報告したい。

(99) 150 t プレスによる鋼板成形性試験

八幡製鉄所技術研究所

工博 豊島清三・清水峯男・○井手正喜

Formability Testing of Sheet Steel by the 150 t Hydraulic Press.

Dr. Seizo TESIMA, Mineo SIMIZU
and Masaki IDE

I. 緒 言

鋼板のプレス成形性を, 比較的大きな素板を用い, なるべく実際に近い条件で推定するため 150 t 油圧複動式プレスを用いて種々のプレス試験を行なつた。このプレス試験結果と実際のプレス成績との結びつきについては改めて検討する必要がある, また判定基準の設定も十分ではないが成形性に対する鋼質の差, 慣用成形性試験値との相関などある程度判明したので報告する。

II. 試験方法

使用したプレス機は小松製作所製 150 t 油圧複動式プレス機で Fig. 1 に概略の構造および諸元を示す。ポンチ頭部はねじでポンチ軸に取り付けられており平底型または半球型へ容易に取替えてできる。ポンチ荷重はポンチ軸に貼布した抵抗線歪計で測定し, ポンチの動きはプレスのサイドフレームに取り付けた直線型ポテンシオメータの摺動部に直結させ, X-Y 記録計で記録できる。しわ押さえ圧力はプレス機付属の油圧計で読んだ。

プレス成形性は材料自体の特性のみならず, プレス品の形状やプレス条件によつて非常に異なりあらゆるプレスに適合する試験基準を設けることは困難であるから第一段階としてつぎの条件を定めた。

(1) プレス形状は軸対称とする。

(2) 成形様式は吉田の研究¹⁾にしたがつて分類することにしたが, 基礎成形性としては張出し性と絞り性をまた複合成形性としてはこの両者の組合せを1種類取り

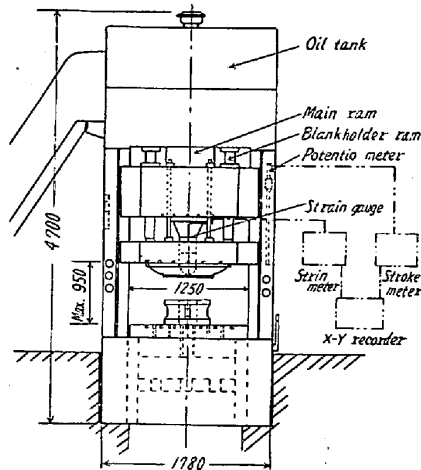


Fig. 1. Schematic diagram of a 150-t hydraulic pressing machine. (Max. pressure: 150t, max. blank-holder pressure: 75 t, speed range: 0 ~ 14mm/s)

上げる。なお伸びフランジ性と張出し性の相関は高く²⁾、一方の試験で他方を代用しても差支えないようである。また冷延鋼板は単純な曲げ成形で破断することはない。

(3) 試験値としては上記3種類の成形性と素板が破断するまでのポンチ行程、すなわちカップ高さで示す。したがって絞りおよび絞り張出し複合成形の場合には限界絞り比以上の寸法の素板を用いる必要がある。

以上の点を考慮し Table 1 の試験基準を設定した。

これら3種類の成形のうち、とくに絞り成形には必然的に曲げの影響が多く含まれ、また素板寸法が限界絞り比以上であるから試験値が純粹の絞り性を示すものとはいえない難い欠点がある。

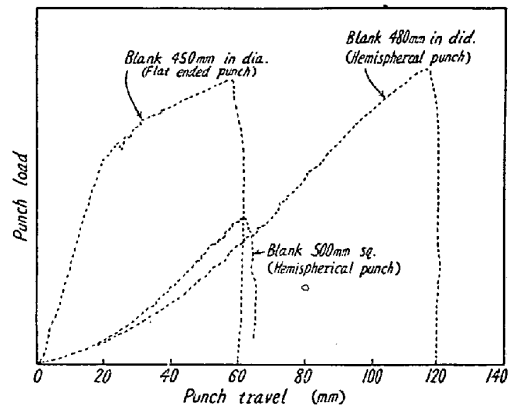
III. 試験結果

Table 1 の基準で鋼板をプレスしたときのポンチ荷重一行程曲線の1例を Fig. 2 に、また半径方向歪 (ϵ_r) と円周方向歪 (ϵ_θ) の分布の測定例を Fig. 3 に示した。平底ポンチによるポンチ荷重の増加はもつとも急で破断までのポンチ押込量(カップ高さ)は小さい。またポンチ頭部に接する部分の歪量 ϵ_r , ϵ_θ はきわめて小さい。

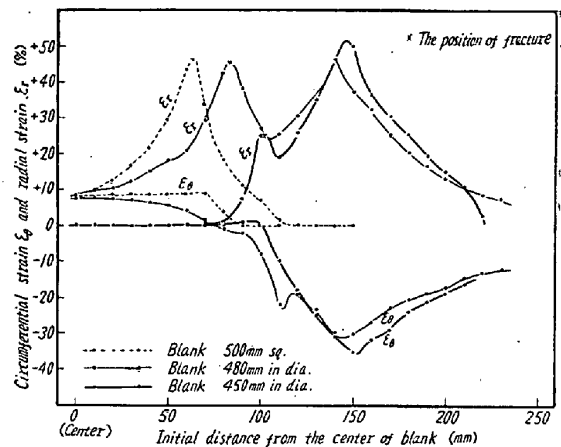
Table 1. Conditions of pressing test.

Type of forming	Punch shape	Blank size	Blank-holder pressure	Lubricated position	Lubricant
Drawing	200mm flat-ended punch, profile rad. 5mm	450mm dia.	10 t	Surfaces of die and blank-holder	160# machine oil
Combination of drawing and stretching	200mm ϕ hemispherical punch	480mm dia.	10 t	Both surface of blank	"
Stretching	"	500mm sq.	60 t	Punch only	"

Die diameter 202.8mm. Die profile radius 10mm



Rimmed steel (0.8mm)
Fig. 2. Punch load-penetration curves.



Al-killed steel sheet (0.8mm)
Fig. 3. Circumferential and radial strain distributions in press-formed cups.

破断はポンチプロフィール上に生じており、まだダイ上にあるフランジ部の歪は外周になるほど小さくなっている。絞り一張出し複合成形の場合荷重の増加はもつとも緩かである。素板中心部の ϵ_r , ϵ_θ はほとんど等しくともに引張側 (+) にある。中心より外周に離れるにしたがい ϵ_r は急激に上昇しポンチ中心より約 80mm 付近で破断している。この位置は主としてポンチと材料間の摩擦により変化する。 ϵ_θ は破断位置近くで 0 となりそれより圧縮側 (-) に移り漸次増加するが、フランジ外周

部に近づくにつれ反対に小さくなっていく。張出し成形では破断荷重はもつとも低い。これは破断位置が中心部に近いことがその主な原因と思われる。フランジ部の変形量は $\epsilon_r, \epsilon_\theta$ とほとんど 0 である。

当所製冷延鋼板（板厚 0.7mm~1.0mm）についてプレス試験を行ない同時に測定した各種慣用試験値との関係を一括して示すと Fig. 4 のごとくである。試料はコイルの中央部から採取し、歪時効の影響を考慮してスキンプス後 2 日~4 日に測定した。プレス試験値についてキルド鋼とリムド鋼を比較すればつぎのようになる。まず絞り性ではリムド鋼はキルド鋼に匹敵する値を示すものもあるが平均的にはキルド鋼がすぐれており、絞り一張出し性もキルド鋼の方が良い。これに反し張出し性はリムド鋼の方が平均的には幾分良い値を示している。しかし歪時効により絞り性はほとんど変化しないが、張出し性は劣化することが認められているので、スキンプス後時効が進行した状態では非時効性であるキルド鋼

のほうがすぐれていることになる。この結果からごく概略的にみて、張出し要素の多い加工にはリムド鋼とキルド鋼の差は少なく、絞り要素の多い加工にはキルド鋼がすぐれた性能を示すものと考えられる。

慣用試験値との関係では、C・C・V と塑性歪比が、絞り性および絞り一張出し複合成形性と比較的良い相関を示し、張出し性は、硬度、降伏点、伸び、エリクセン値などとやや相関がありそうな傾向を示している。

IV. 結 言

150 t 油圧複動プレスを用い絞り、張出しおよび絞り

一張出し複合の 3 種の成形性判定基準を定めて低炭素冷延鋼板のプレス試験を行なった。

(1) 張出し性に対してはリムド鋼とキルド鋼の差はあまりなく、スキンプス後時効の進行していない状態ではむしろリムド鋼のほうがよい。

(2) 絞りが主体となるプレス成形に対しては Al キルド鋼はリムド鋼よりすぐれている。絞り一張出し複合成形の場合、張出しの要素が相当多くなつた場合についてはさらに実験する必要がある。

(3) 塑性異方性（ランクフォードの R 値）の大きい

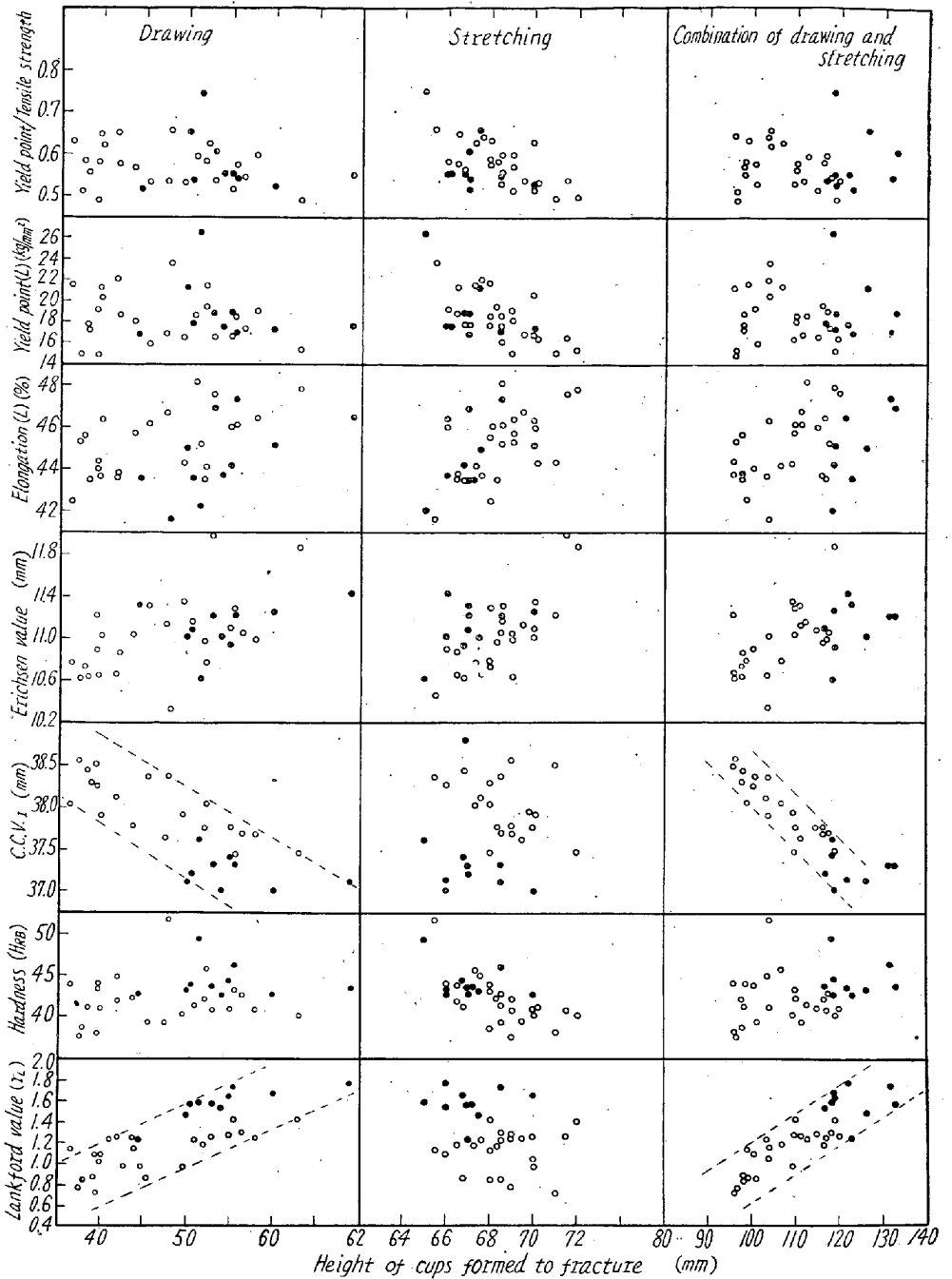


Fig. 4. Relations between various mechanical properties and press-forming tests. (○ Al-killed steel, ● Rimmed steel)

鋼板は絞りの要素の多い成形に適し、コニカルカップ値とよい相関があるが、張出し性には直接関係がない。

文 献

- 1) 吉田清太: 第2期コニカルカップテスト研究会資料
- 2) 福井, 吉田, 阿部: 薄板の各種成形性試験値間の相関について. (昭和35年)

(100) 9% Ni 鋼板の性質におよぼす
各種加工の影響

(低温用鋼としての 9% Ni 鋼の研究—V)

三菱製鋼長崎製鋼所

○木月清彦・小早川八郎・白石卓雄

Influence of Various Workings on
Properties of 9% Ni Steel Plates.

(Study on 9% nickel steel for low-temperature service—V)

Kiyohiko KIZUKI, Hachirō KOBAYAKAWA
and Takuo SHIRAIISHI

I. 供 試 材

各種の加工に供した 9% Ni 鋼板の化学組成を Table 1 に、機械的性質を Table 2 に示す。

II. 歪時効の影響

M-12 および M-14 の焼準焼戻材, 焼入焼戻材より, 圧延方向を長手とする 12mm(厚)×45mm(巾)×100mm(G.L.) の引張試験片を作製し, アムスラー引張試験機で 10% の塑性歪を与え 250°C×1h A.C. の時効処理を施した。さらにその半数は応力除去焼鈍を行なうために 580°C×2h A.C. 処理を施した。これら2種の

試験材を引張方向を長手に 2mm V切欠衝撃試験片に加工し, 低温衝撃試験を行なった結果を歪時効前の素材の試験値とともに Fig. 1 に示す。なお素材試験値の中 Q.T. 材のみは圧延方向の成績が無いために, 参考までに直角方向の成績を示す。

歪時効により低温切欠靱性は劣化し, 歪時効後の衝撃値の歪時効前に対する百分率は Table 1 に見られるとおりで, 歪時効による劣化は低温側また C% の高いものに大きく現われているが, 低炭素の焼準焼戻材は低温側での歪時効感受性が小である。また図より応力除去焼鈍によりいずれも歪時効前の切欠靱性と同等またはそれ以上に回復することが認められる。

III. ガス切断の影響

M-12 の焼準焼戻材を Table 4 に示す条件で手動ガス切断し, entry side 並びに板厚中央部の硬度変化を測定した結果を Fig. 2 に示す。

ガス切断により, 薄い脱炭層に続いて entry side で 4mm, 中央部で 1mm の硬化層が現われているが, entry side の板表面を軽く, 切断面を約 1mm grinding することにより, D=2t での 180° 外曲げで良好

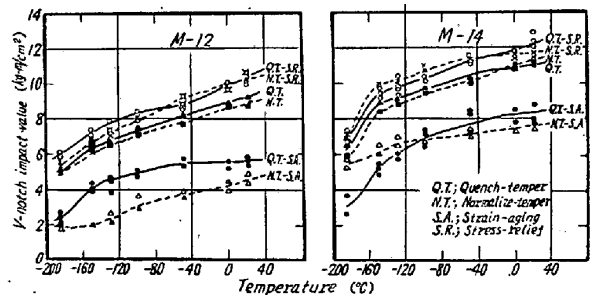


Fig. 1. Influence of strain aging and stress relief on the impact value of 9% Ni steel plates.

Table 1. Analysis of 9% Ni steel plates tested.

Charge No.	Thickness of plate	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cu%	Ni%	Al%
M-12	12mm	0.11	0.22	0.58	0.013	0.016	0.12	9.36	0.038
M-14	12mm	0.07	0.25	0.56	0.009	0.012	0.11	9.02	0.026

Table 2. Tensile and bending properties of 9% Ni steel plates tested.

	T.S. kg/mm ²		Y.P. kg/mm ²		E. in 2'' %		Bend test			
							D=2t		D=t	
	M-12	M-14	M-12	M-14	M-12	M-14	M-12	M-14	M-12	M-14
As rolled	—	111.5	—	106.0	—	19.0	—	Good	—	30°crack
900°C A.C.	81.2	74.8	69.1	58.1	28.0	32.0	Good	Good	Good	Good
600°C A.C.	81.2	73.5	70.8	58.9	28.0	29.5	Good	Good	Good	Good
900°C W.C.	84.7	75.6	66.4	63.8	29.5	28.0	Good	Good	Good	Good
600°C A.C.	82.9	75.8	67.2	65.7	29.0	27.0	Good	Good	Good	Good