

Fig. 2. The change in the ratio of length and width of sulfides by working.

Table 4. Impact values at right angles and parallel to forging direction.

Sample No.	Mn/S	Al%	Si%	Charpy test		
				* Impact value kg-m/cm ²	Hardness B	
720	3.08	—	0.54	P	6.4, 6.0	130, 132
				R	2.5, 1.6	132, 134
721	3.41	—	—	P	8.0, 7.7	107, 99
				R	2.2, 3.9	103, 103
722	3.15	0.34	—	P	13.6, 17.8	124, 120
				R	1.4, 1.4	116, 122

* P = parallel to forging direction
R = right angle to forging direction

Al あるいは Si を添加した試料および添加しない試料を上と同じ要領で作製し、鍛伸方向および直角方向に試片を切り出し、シャルピー衝撃試験を行なった。その結果を Table 4 に示す。なお、各試片はあらかじめ、500°C × 1h の熱処理を施した。この結果によると Si を添加した No. 720 および Al を添加した No. 722 においては鍛伸方向に対して直角方向の衝撃値がそれぞれ 1/3 および 1/10 以下であり、かつその数値もこれらの元素を添加してない。No. 721 の 3.1 kg/cm² (平均値) よりいづれも小さい。とくに Al 添加試料の衝撃値は直角方向試片においていちじるしく悪い。しかし、縦方向試片の値は非常に大きい。以上の結果は各試料の硫化物の伸び方に関係があることが推定される。

IV. 総括および結言

以上の実験結果から O の存在は鋼中硫化物の加工による変形を少なくする傾向があり、逆に Al, Si などの脱酸性元素の過剰の存在は非常に硫化物を変形しやすくする。また Mn/S 比の増大も若干この傾向を示す。このように変形しやすい硫化物をもつた材料の縦、横方向の機械的性質の差は大きいなどのことがわかった。したがって快削鋼のような高硫黄含有鋼の溶製に当っては Al, Si などの脱酸剤の適量使用、脱酸程度の考慮、Mn/S 比の適当範囲などについて充分な考慮を払うことが大切である。

(98) 高温における鋼の振り加工限度について

日本鋼管技術研究所

両角不二雄

On the Workability of Steel Tested by Hot-Torsion Method.

Fujio MOROZUMI

I. 緒言

高温振り試験をおこなつた試片のうち、とくに圧延に際し疵が発生し加工が困難と考えられる材料では破断部以外でも亀裂を生じているものが多く、その部分は破断前すでに極限強さに達しているものと思われるが、破断回転数をもつて加工性を判断する方法では、この疵の発生時期およびその時の応力を正確に知ることができない。これらに関し著者は疵の発生に対しては応力の要因が当然含まれるものと解釈し、この面から検討すべきものと考えた。その一つの方法として試験の際、軸方向に生ずる二次引張応力に着目し検討した。その大要についてはすでに報告(鉄鋼協会第 59 回講演大会)したが、この検討過程で二次引張応力は疵の発生に基づく振り加工限度に対し重要な因子になることが認められたので、引き続きその特性および振り加工限度との関係について二、三の実験を試み考察した。

II. 実験方法

Table 1 に示す試料を用い、熱間振り試験機に張力測定子を取りつけ実験した。

III. 実験結果

1. 二次引張応力の発生時期の検討

炭素鋼 (A-1)、18-8 ステンレス鋼 (A-3) および 18-8 Nb ステンレス鋼 (A-4) の試験片を 900°C ~ 1300°C の温度範囲で振り、二次引張応力の発生時期について検討した。二次引張応力が発生しはじめる時期を捻回数(n)で示すと、その値は温度および材質によつて異なり、同一試料では温度が高いほどわずかな捻回数でも現われる。またこの発生時期と歪速度の関係について検討したが、対象とした歪速度 1.4 ~ 42.5 s⁻¹ の範囲では歪速度の上昇にしたがつて捻回数(n)は多少増加の傾向を示すが、約 20 s⁻¹ 以上ではほとんど一定となることが確かめられた。なお発生時期と試験片形状の関係について検討した結果によると二次引張応力は試験部の長さが短かいほど早く発生し、長さが一定の場合は径が細いほどこの発生時期は遅い。これらの結果から考えると高温に

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

Marks	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	V	Ti
A-1	0.12	0.02	0.40	0.026	0.017	—	—	—	—	—	—
A-2	0.14	0.23	0.48	0.011	0.021	—	—	—	—	—	—
A-3	0.04	0.29	1.53	0.015	0.005	10.72	18.45	1.14	—	—	—
A-4	0.03	0.31	1.75	0.020	0.012	12.14	17.54	1.10	0.47	—	—
B-1	0.12	0.37	1.03	0.016	0.006	0.55	0.44	0.32	—	0.08	0.006
B-2	0.15	0.40	1.09	0.015	0.005	0.59	0.49	0.30	—	0.08	0.002
B-3	0.13	0.26	0.77	0.013	0.010	0.83	0.59	0.46	—	0.08	0.005
B-4	0.13	0.26	0.82	0.015	0.006	0.77	0.54	0.49	—	0.08	0.002
B-5	0.14	0.20	0.97	0.016	0.005	0.09	0.53	0.50	—	0.06	0.004
B-6	0.16	0.33	1.26	0.018	0.005	0.56	0.30	0.30	—	0.02	0.004

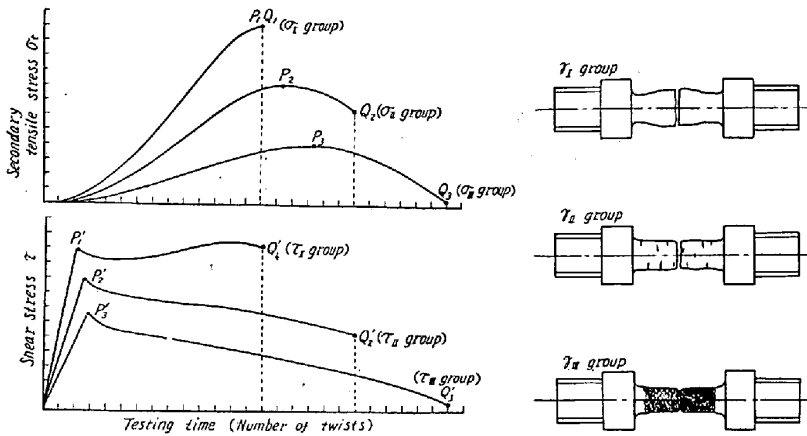


Fig. 1. Classification of stress curves and shapes of the specimen broken by hot torsion test.

おける鉄鋼の二次引張応力 (σ_2) は試験部が振り加工により塑性変形し、その変形量すなわち剪断歪み (ϵ) が材質により定まる値に達したとき、これに対応して現われる応力であるといえる。

2. 振りによる応力線図および破断形状の分類

Table 1 に示す試料のほか、多くの炭素鋼および合金鋼を用いての実験 (試験片の形状 $10\phi \times 30$) からこの時の応力線図との関係および破断形状について区分すると Fig. 1 のようになる。なお破断した試料について外面疵の有無を調べたが γ_1 グループに属するものには疵の発生が少なく、 γ_2 および γ_3 グループに属するものには比較的多いことが確かめられた。

3. 二次引張応力と破断回転数の関係

6 種類の低合金鋼 (B-1~B-6) を用い、 $950^\circ\text{C} \sim 1250^\circ\text{C}$ の範囲で試験し、二次引張応力と破断回転数の関係を検討した。6 鋼種のうち 2 鋼種 (B-2 および B-4) は比較的に変形しやすく、破断部以外に疵が認められなかったが、他の 4 鋼種はいずれも試験部に疵がみられた。これらの試料からえた二次引張応力と破断回転数の関係を疵の有無により区別し図示すると、疵の多い試料ではかなりのバラツキがみられるが、疵のないものについて

は両者の間に密接な関係のあることが認められた。また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一つの原因として疵の存在が考えられ、一般に破断回転数は振り加工限度を過ぎた状態を示すものと思われる。

4. 振りによる加工限度と二次引張応力の関係

振り加工限度すなわち疵の発生に関し、二次引張応力の影響を知るためつぎの 2 点について検討した。

(1) 二次引張応力による内部亀裂

σ_{II} グループに属する炭素鋼 (A-2) および σ_I グループに属する 18-8 Nb ステンレス鋼を用いそれぞれ振り破断にいたるまでの間について中止試験をおこない、さらにこれらの試料を軸方向に半切し、その面を鏡した。炭素鋼の一例を Photo. 1 (試験温度 1000°C 、位置は試料の中央部、倍率は 50) に示す。炭素鋼の場合は二次引張応力のため内部に存在する介在物 (silicate) が起点となつて多数の微小な void の発生が認められるとともに、この void は二次引張応力が最高値を示す付近 (検回数で約 23) で明らかに増加 (顕微鏡の同一視野内にある void の全面積で比較) する傾向がみられ、しかも振りが進むにつれて剪断力による外周の疵とこの void とが接続し、やがて破断することが確かめられた。また 18-8 Nb ステンレス鋼は二次引張応力が最高値を示す直前に試料の外周に微小な疵があらわれ、まもなく破断したが、この場合の内部に発生する void は炭素鋼ほど顕著でなく影響も少ない。これらの実験から振りによる破壊すなわち加工限度は一般に破断回転数で判断されるよりも以前にあることが明らかとなり、さらに破壊の様相は材質によつて異なることが確かめられた。なお振りによる応力分布とこの結果とから考えて、二次引張応力が最高値を示す点を振り加工限度とみなすこと

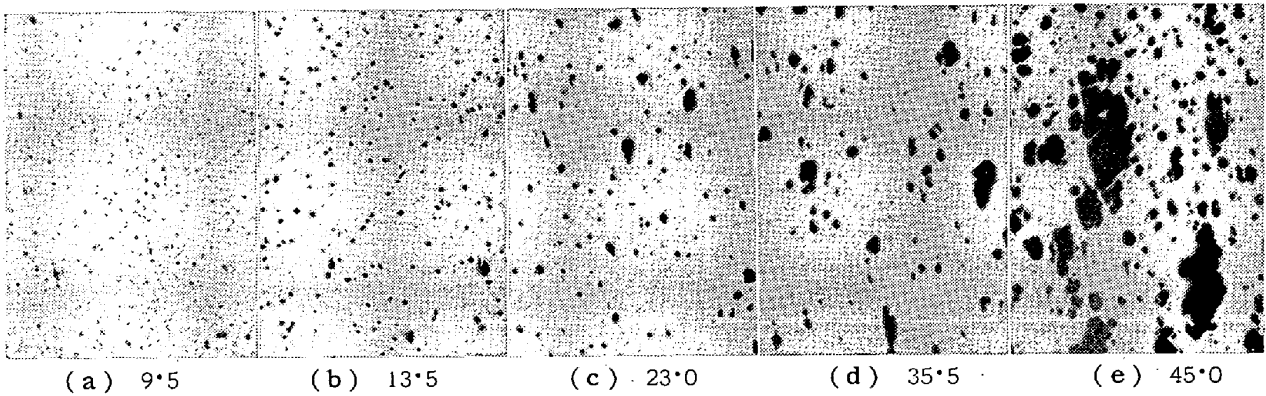


Photo. 1. Examples of voids occurred in hot torsion test. (Carbon steel)

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事が認められた。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ョ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