

なる関係があつて、2次引張応力の発生は再結晶と関連する。

(3) 発生後の2次引張応力 ( $\sigma_t$ ) の挙動は歪み ( $\epsilon$ ) 歪速度 ( $\dot{\epsilon}$ ) および温度 (絶対温度  $T_K$ ) に依存し、これらの間には

$$\sigma_t = \log K \cdot (\epsilon^m \cdot \dot{\epsilon}^n \cdot T_K^A)$$

なる関係があつて、2次引張応力の最大値に対応する歪みは振り加工限度を示す。

(4) 振り変形様式を大別すると3つのグループに分類でき、各グループに属する剪断応力-歪み線図、2次引張応力-歪み線図および破断形状の間には類似性が存在する。

(5) 振り変形における高温振り加工係数 ( $R$ ) と穿孔における臨界変形量 ( $\delta$ ) の間には

$$R = R_0 + k \cdot \log \delta$$

なる関係があつて、振り試験によつて穿孔性がよく示されるのは、振り、穿孔いずれの変形においても剪断応力とこれに伴う2次応力が関与するためと考える。

文 献

- 1) 両角: 日本鋼管技報, No. 12, May, 1958
- 2) 武田: 日本金属学会誌, 15 (1951) 3, p. 101
- 3) C. ROSSARD and P. BLAIN: Recherches sur la déformation des aciers à chaud (II); Publication IRSID Série A No. 174, Oct. 1958
- 4) 両角: 鉄と鋼, 47 (1961) 10, p. 1457
- 5) C. L. CLARK and J. RUSS: A.I.M.E. Technical Publication, No. 1839
- 6) 両角: 鉄と鋼, 46 (1960) 3, p. 323

(討-11) オーステナイト・ステンレス鋼の熱間加工性改善に関する熱間振り試験の応用

住友金属工業, 中央技術研究所  
 理博○松岡甚五左衛門・間瀬 俊朗  
 住友金属工業, 和歌山製鉄所  
 山崎 俊二・中村 厚

The Application of Hot-Twist Test for the Improvement of Hot Workability in Austenitic Stainless Steel.

Dr. Jingozaemon MATSUOKA, Toshiro MASE,  
 Shunji YAMAZAKI and Atsushi NAKAMURA.

1. 緒 言

オーステナイト系ステンレス鋼を熱間加工する場合、成分、鋼質あるいは加工条件が不相当であると加工中に

疵が発生し問題となることがある。したがつてあらかじめ実験室的な熱間加工性試験によつて最適製造条件を決める必要がある。森島<sup>1)</sup>はオーステナイト系ステンレス鋼をマンネスマン製管する場合の製管性は熱間振り試験によつて予測しうることを示したが、本報では 18-8 ステンレス鋼を分塊圧延する場合の加工性と熱間振り試験結果との相関性について検討することとした。

2. 供試材および試験方法

供試材は 18-8 (TP304) ステンレス鋼でいずれも 25 t 塩基性電気炉で溶製した。実験にあつたチャージ数は 14チャージでこれらの材料の化学成分の成分範囲、平均値を Table 1 に示す。振り試験片の製作は各チャージのスラブより 110~124  $\phi$   $\times$  300 l の鋼片を採取しこれを 25  $\phi$  に鍛造し、この丸棒を機械加工し平行部 8  $\phi$   $\times$  30 l R=2, 肩部径 20  $\phi$  (圧延理論分科会標準試験片) の振り試験片とした。

試験条件は試験温度: 1000~1300°C. 加熱時間: 20 min (試験温度における保持時間). 加熱雰囲気: 空気

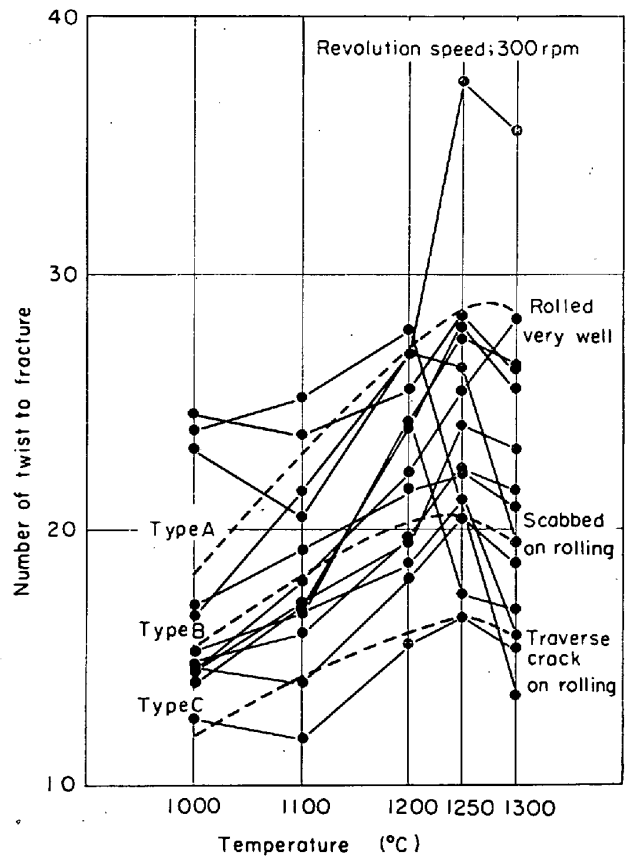


Fig. 1. Hot twist characteristics of 18-8 stainless steel.

Table 1. Chemical analyses of test materials. (%)

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Ni-bal
Range	0.05 ~0.08	0.32 ~0.72	1.10 ~1.70	0.018 ~0.034	0.005 ~0.012	0.03 ~0.22	8.78 ~10.62	18.39 ~19.11	0.05 ~0.28	0.0208 ~0.0395	0.002 ~0.013	-2.72 ~+0.80
Average	0.06	0.59	1.29	0.029	0.008	0.15	9.30	18.72	0.18	0.0320	0.008	-1.68

中. 振り速度: 300 rpm(最大歪速度  $4.2 \text{ sec}^{-1}$ )である.

3. 振り試験結果と圧延成績との関係

振り試験結果を Fig. 1 に示す. 各チャージの温度に対する振り数曲線は 1, 2 の例外はあるが 1200~1250 °C で最大となる. またチャージ間のばらつきはかなり大きく 10~20 回の差が認められた. この理由については後述する成分, 鋼質に起因するものと思われる.

つぎにこの振り試験結果と実際に鋼塊を分塊圧延した場合の疵発生状況との関係を調べたが, その関係を Fig. 1 に太点線で A, B, C の型で示す.

曲線 A 付近の振り回数温度曲線を示すチャージは疵を

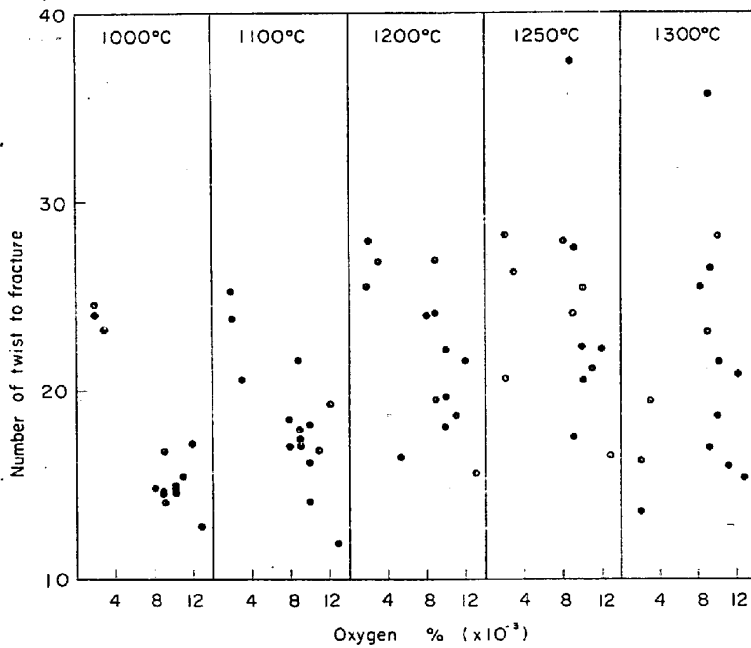


Fig. 2. Relation between hot twist-ductility and O<sub>2</sub> content in 18-8 stainless steel.

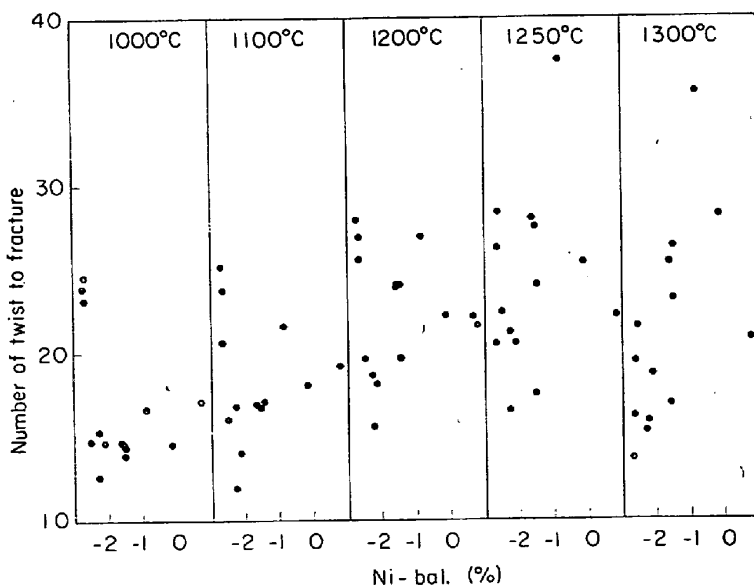


Fig. 3. Relation between hot twist-ductility and Ni-bal, in 18-8 stainless steel.

発生することなく圧延できる. 曲線 B 付近のチャージは製造条件によつては軽微なカブレ疵が発生する. 曲線 C 付近のチャージは横切れ疵が発生する. このように振り数の多いチャージは疵を発生することなく圧延できるが, 振り数が少なくある限度以下のチャージは疵が発生する. したがつてマンネスマン製管の場合と同様振り試験であらわれた変形能の良否と実際の加工性 (圧延加工性) とは良い一致を示している. つぎに各チャージによつて変形能 (振り数) がかなり大きく変わる理由についてやや詳しく考察することにする.

4. 振り試験結果と鋼中酸素量との関係

前述のごとくオーステナイト系ステンレス鋼の変形能は組成が同じであつてもチャージが異なるとかなり大きく変ることがある. このことはチャージごとに鋼質が異なることを意味している. 鋼質におよぼす因子はいろいろ考えられるが変形能に密接な関係があるとされている鋼中の酸素量について検討する. 真空溶融法により求めた酸素量と振り数との関係を Fig. 2 に示す.

各温度とも振り数は酸素量が高くなるにしたがつて減少している. ただし 1250~1300 °C では後述する成分バランスによる変形能の悪化の影響のため明瞭な相関は認めにくくなつている. ここに酸素量 0.002~3% のチャージは低温においては変形能が著るしく良好であるが高温では成分バランスが悪いため 2 相組織となり酸素含有量が少ないにもかかわらず変形能が著るしく悪化している. このことから高温における変形能は酸素含有量よりも主に成分バランス (2 相組織) により影響されるものと思われる.

5. 振り試験結果と成分バランスとの関係

1250~1300 °C 付近で振り数が急激に下がる理由としては成分バランスの関係で 1250~1300 °C 付近で  $\gamma + \delta$  の 2 相組織になる場合が考えられる. 材料の成分バランスの良否を知る基準としては次式を用いた.

$$\text{Ni-bal} = \text{Ni} + 0.5\text{Mn} + 30\text{C} + 8.2 - 1.1(\text{Cr} + 1.5\text{Si} + \text{Mo})$$
 Fig. 3 に Ni-bal と振り数との関係を示したが酸素含有量の著るしく低いチャージを除外すれば各温度とも Ni-bal が大きくなるにしたがつて振り数は増大している. とくに 1250~1300 °C においては両者の相関が顕著である. なお Ni-bal がかなり大きいチャージでも 1300 °C で振り数が減少するものがあり, 成分バランス以外に結晶粒度の影響を考慮しなければならないものと思われる.

Photo. 1 に Ni-bal + 0.80 と -2.72 のチャージの高温組織を示した. Ni-bal の小さいチャージは高温で  $\delta$  フェライトの析出が認められている.

6. 総 括

以上 18-8 ステンレス鋼の分塊圧延時の疵発生状況と熱間振り試験結果との関係について検討したがその結果を総括するとつぎのとおりで

ある。

(1) 熱間振り試験結果と圧延成績とは良い一致を示している。

(2) 鋼中酸素は変形能を悪化させる。ただし鋼中酸素量が少なくても成分バランスの悪いチャージは高温で変形能が悪化する。すなわち高温における変形能は主に成分バランスによつて支配される。

(3) Ni-balの大きいチャージは高温は勿論のこと低温でも概して変形能が良好である。

(4) 高温側における変形能は結晶粒度によつても影響をうけるようである。

文 献

- 1) 森島: 鉄と鋼, 44 (1958) 6, p. 660

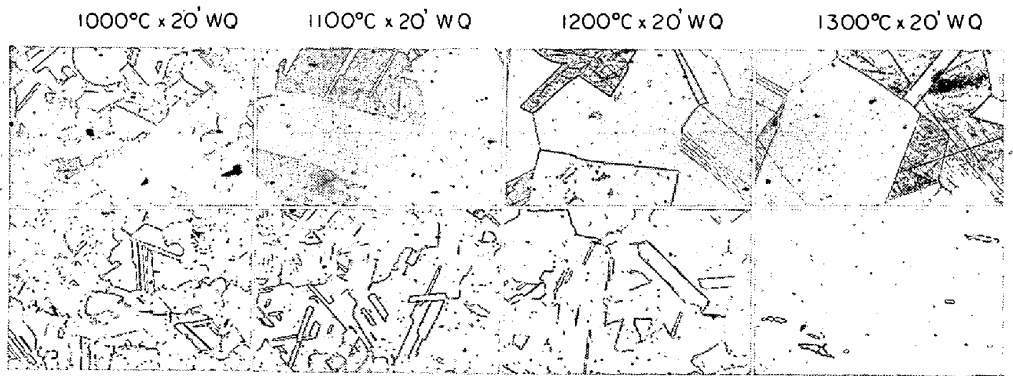


Photo. 1. Microstructure of 18-8 stainless steel after water quenching from 1000~1300°C.

したがってオースフォーミングの効果という点には、あまり注意をはらわなかつた。すなわち、不安定オーステナイト域での加工におよぼすオーステナイト化温度、加工温度およびひずみ速度の影響を把握し、主として加工の立場からの諸現象を明らかにし、もつて加工熱処理法の試験法への基礎を提供することを目的とした。しかしオースフォームド鋼の性質もけして無視できないので、試験が終つた振り試験片から、小形の引張試験片を切り出し、インストロン型試験機によつて、いろいろの温度で引張性質を測定した結果の一部もあわせて報告する。

2. 実験方法

試料は 0.14% C, 0.18% Si, 0.37% Mn, 12.94% Cr の化学組成で、熱間圧延後焼戻したソルバイト組織の丸棒である。この鋼は 900~1180°C にオーステナイト単相域を有し、Ac<sub>3</sub> 点は 790°C で、790~900°C 間は α + γ + セメントタイトとなる。熱膨張計で、1050°C, 30 min のオーステナイト化後放冷して求めた Ms 点は 330°C, 恒温焼入法で求めた S 曲線の鼻は、680°C で約 200 sec. である。550°C, 450°C で 30 min 保持してもベイナイトの析出はない。

試験には円筒試験片を用い、振り変形のとき半径方向の変形量が均一になるようにした。Table 1 に形状を示す。試験の寸法比 D/L が 1/2 と 1/4 の 2 種を作りねじり速度と組み合わせて歪速度を変えた。

オースフォームド鋼の性質は、A, B の試験片ではそのまま振り試験で、引張り強さ、伸びなどを参考にする時はとくに、C, D 試験片の試験部分からゲージ部が 20×2×1 (mm) の板状試験片を振り試験片軸に平行に切り出し、引張り速度 0.5 mm/min でインストロン型試験機により測定した。

Table 1. Dimensions of test pieces.

Type	Gauge length L (mm)	Mean diameter D = (D <sub>2</sub> + D <sub>1</sub> ) / 2 (mm)	Thickness (D <sub>2</sub> - D <sub>1</sub> ) / 2 (mm)
A	38	9.5	2.65
B	19	9.5	2.65
C	56	14	4.0
D	28	14	4.0

D<sub>1</sub>: inner diameter      D<sub>2</sub>: outer diameter

(討-12) 衝撃振り試験による 13%Cr ステンレス鋼のオースフォーミング過程の研究

東京工業大学

工博 作井 誠太・工博○中村 正久

〃 大学院 小森 重喜

A Simulation of Ausforming Processes of 13% Cr Stainless Steel by Impact Torsion Test.

Dr. Seita SAKUI, Dr. Tadahisa NAKAMURA and Shigeki KOMORI.

1. 緒 言

鋼の変形能の試験法として、とくに広く興味を持たれている熱間衝撃振り試験法の応用として、著者らはさきに軟鋼および 13Cr ステンレス鋼の熱間圧延状態を試験片に具現することを試みた実験結果を報告したり。このような試験を行なうと、変形中の変形抵抗や変形能などのいろいろの挙動を明らかにすることができるとともに、試験後の顕微鏡観察を行なえば、圧延組織を評価することもできる<sup>2)</sup>。

今回の報告は、同様の方法を鋼の加工熱処理 (オースフォーム加工) に応用した例である。用いた鋼は前報で熱間加工挙動が明らかにされた 13 Cr ステンレス鋼である。この鋼がオースフォーム加工に適しているか否かには、問題がある。このような研究の手掛りを把むうえには、等温変態曲線の鼻が十分な時間を持つていて、不安定オーステナイト域での加工を与えることが、時間的に可能であればよいと考え、市販鋼の中から選んだ。