

%程度のC量の鋼が最も良好な被研削を示す。

文 献

- 1) 貴志: 鉄と鋼, 53 (1967) 7, p. 924
- 2) 貴志: 鉄と鋼, 53 (1967) 7, p. 927
- 3) K. KISHI: Proc. 10th Japan Cong. Test. Mat., 113 (1967)

669-14,018,85:669,15'26-194.3  
:621.77.011:620,175,251,2

13% Cr ステンレス鋼の穿孔性におよぼす  $\delta$  フェライト相の影響について\*

日本鋼管技術研究所

耳野 亨・木下和久・服部圭助・松下昭義

Effect of  $\delta$ -Ferrite on Piercing of 13%Cr Stainless Seamless Tube

Toru MIMINO, Kazuhisa KINOSHITA

Keisuke HATTORI and Akiyoshi MATSUSHITA

1. 緒 言

著者らは、前報<sup>1)</sup>で、SUS21TB 規格組成近傍の 13% Cr ステンレス鋼の熱間加工性を、熱間振り試験によつて調べた。その結果、13% Cr ステンレス鋼は、 $\delta$  フェライト相の存在および量によつて捻回値が大きく異なり、特に加工性が良好なのは  $\gamma$  相のみの組成かあるいは多量に  $\delta$  相が存在する組成のものであることがわかつた。しかし複雑な変形機構をとまなうマンネスマン穿孔性の判断に、これらの結果をそのまま用いるのは危険であると思われたので、 $\delta$  相の異なる 7 ヒートの鋼につき実際に穿孔実験を行なつた。

なお、穿孔実験と並行して、熱間振り試験と空抜き試験(テーパー付ピレットによる傾斜圧延)を行なつて、13% Cr ステンレス鋼の穿孔性を検討した<sup>2)</sup>。

2. 実験方法

供試材の化学組成を Table 1 に示す。また 1050°C における組織図を Fig. 1 に示す。各ヒートは前報<sup>1)</sup>の熱間振り試験結果を考慮してそれぞれ  $\delta$  フェライト相を変化させた。なお H16, H19, は 13Cr-Al 鋼であり、さらに  $\delta$  相量を増加させた鋼種である。これは SUS 38 に相当する。

これらの鋼は 500 kg 高周波誘導炉で溶解した後、鍛造ピーリングを行なつて、122 mm  $\phi$   $\times$  1250 mm の穿孔ピレットを各ヒートにつき 2 本ずつ作成した。穿孔実験は

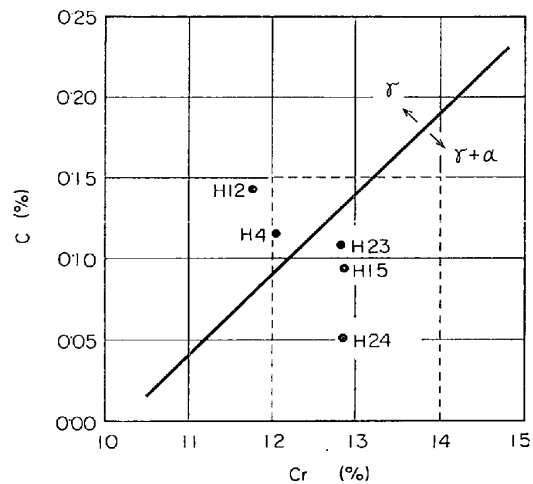


Fig. 1. Phase diagram at 1050°C.

穿孔時のピレット温度が 1200°C になるように加熱条件と圧延条件を調整した。ピレット作成の際に生じたクランプ片を利用して熱間振り試験と空抜き試験を行なつた。熱間振り試験は前報と同じく、試験片直径 10 mm, 平行部長さ 50 mm, 振り回転数は 110 rpm とし、1050°C より 50°C おきに 1300°C まで行ない、捻回値を測定した。空抜き試験片は、両端の直径がそれぞれ 25 mm  $\phi$ , 30 mm  $\phi$  であり、長さが 150 mm のテーパー付きピレットである。試験は 1100°, 1150°, 1200°, 1250°C の各温度で 1 hr 保持後、マンネスマン穿孔と同一条件で傾斜圧延を行なうことにより 0% から 20% までの圧下率を一度に与えた。このときピレット中心部に生じた割れの先端までの圧下率(限界圧下率)を求めた<sup>2)</sup>。これらの試験は、前者がマンネスマン穿孔時の苛酷な被変形能を定性的に評価するものであり、後者はシゴキ加工を受けた場合のピレット中心部の崩壊を評価する試験である。

3. 実験結果

3.1 熱間振り試験および空抜き試験結果

各試験温度で得られた結果を Fig. 2 に示す。捻回値は全  $\gamma$  相の H4, H12 は山形の図形であり、 $\delta$  相の存在するヒートは  $\delta$  相量に対応して( $\delta$  の多いヒートほど低温側で)捻回値が急激に増加している。これは前報の 10 kg 鋼塊で行なつた結果と良く一致している。また限界圧下率は試験温度が高いほど、 $\delta$  相が多くなるほど高い値を示している。しかし捻回値と異なつて、温度と  $\delta$

Table 1. Chemical composition of 13% Cr stainless steels. (wt%)

Type	No.	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Total Al
SUS 21 TB	H12	0.14	0.46	0.68	0.018	0.018	0.08	11.88	0.003
	H 4	0.12	0.44	0.74	0.014	0.021	0.09	12.10	0.003
	H23	0.11	0.53	0.71	0.012	0.012	0.08	12.83	0.004
	H15	0.09	0.51	0.80	0.009	0.013	0.08	12.92	0.005
	H24	0.05	0.43	0.87	0.012	0.010	0.09	12.84	0.008
	H16	0.07	0.55	0.96	0.015	0.011	0.08	13.00	0.29
SUS 38	H19	0.07	0.61	0.76	0.015	0.011	0.08	12.83	0.22

\* 第73回講演大会にて発表 講演番号 117 昭和42年5月10日受付

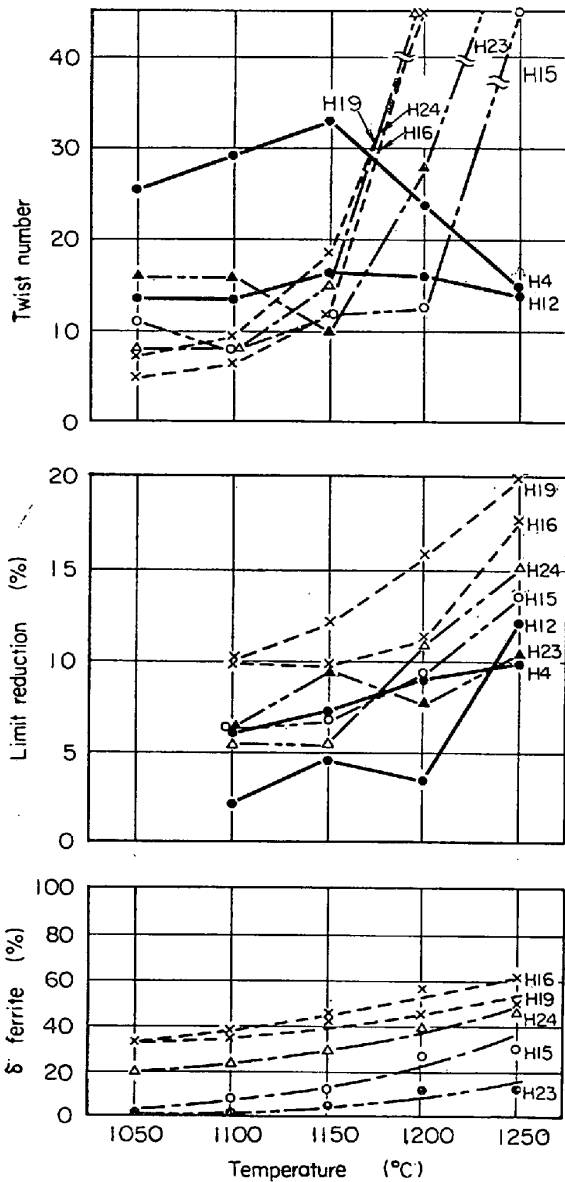


Fig. 2. Temperature vs. twist number, limit reduction, and amount of  $\delta$ -ferrite curves of individual heats.

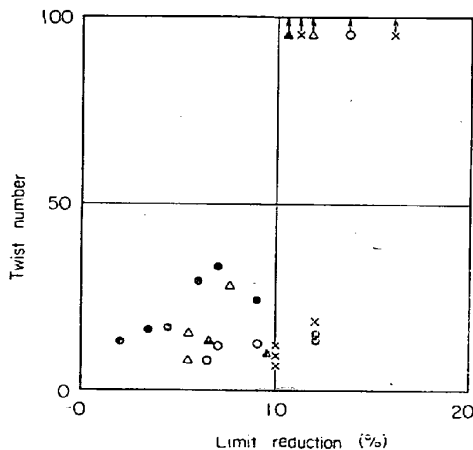


Fig. 3. Plot of twist number vs. limit reduction.

相量により急激な変化は示さなかつた。また特にH12は各温度での限界圧下率が異常に低かつた。

捻回値と限界圧下率をそのままプロットしてみると (Fig. 3), 捻回値が急激に増加した場合は限界圧下率は10%以上であるが, その他の値には両者の相関々係が全く認められない。したがつて両試験方法はそれぞれ異なつた機構により判断されるべきであろう。

3.2 穿孔実験結果

各ヒートのピレットを 1200°C で穿孔・圧延し継目無鋼管を製造したところ, H12に内面ラップ傷が多数発生しており, 少量の  $\delta$  相が存在する H23 には軽度の内面ラップ傷が 2, 3 発生していた。他のヒートはいずれも健全な継目無鋼管に圧延することができた。H12の熱間圧延ままの鋼管内面側の組織を顕微鏡観察したところ, 筋状の  $\delta$  相が発生していることがわかつた。H12は組織状態図的には (Fig. 1)  $\gamma$  ループ内の組成ではあるが, 造塊時の偏析によつてこれら微量の  $\delta$  相が生じたものと考えられる。

H12 は 1200°C では H4 よりも低い捻回値を示し

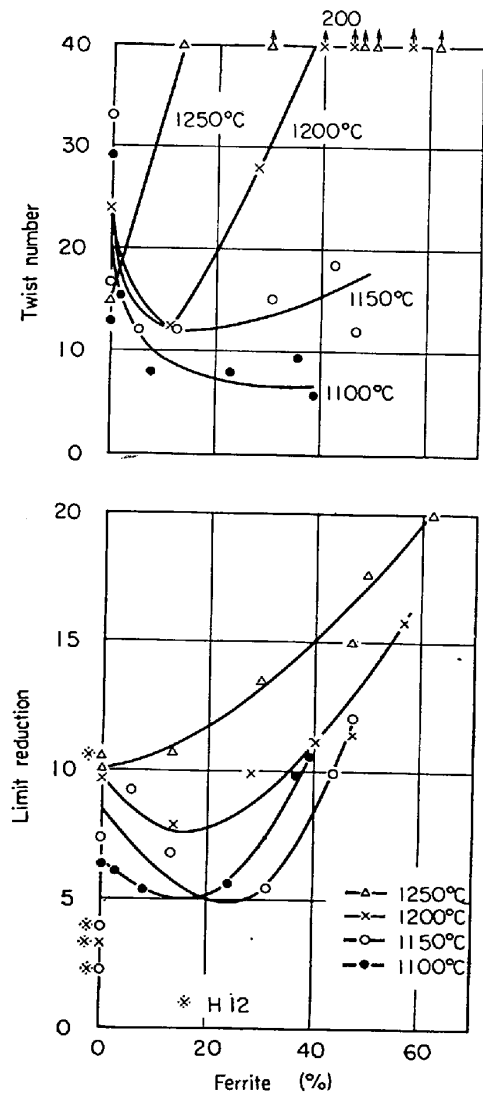


Fig. 4. Effect of  $\delta$ -ferrite on twist number to fracture and limit reduction.

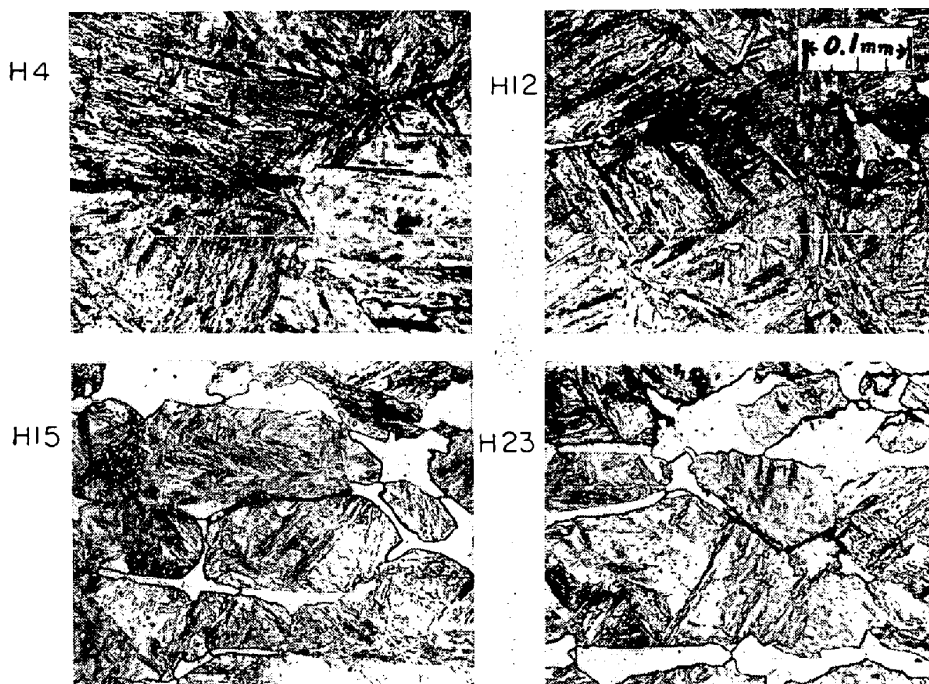


Photo. 1. Micro-cracks observed near the extreme point of internal cracks by oblique rolling test.

ているが (17回転) われわれの経験によると穿孔不可能とは考えられない。一方限界圧下率は H12 が異常に低かったことから、穿孔プラグより前方で、すでに割れが発生し、これが平滑に圧着されずに残つたものと考えられる。したがってこの穿孔成績は空抜き試験によつて敏感に検出されたものと思われる。

4. 考 察

著者らは前報で、捻回値の面から熱間加工性を判断し 13% Cr ステンレス鋼の加工性容易組成域を決定した。しかし、限界圧下率を考慮した穿孔性を決定せねばならぬことがわかつたので、両試験法の特長について考察した。

Photo. 1 に 1200°C で行なつた空抜き試験片の内部割れ先端部に見られるマイクロ割れを示す。これらの割れはいずれも熱間振り試験で見られる void 形の割れと異なつて<sup>3)</sup>、連続した鋭い割れが圧下方向と直角に発生している。割れは主として粒界を通るか、 $\delta$ 相- $\gamma$ 相境界を通つている。したがって空抜き試験の特性として、振り試験の場合より高応力形式の割れが発生していると考えられる。また  $\delta$ 相が存在する場合には  $\gamma$ 粒界に存在する少量の  $\delta$ 相にそつて割れが発生しており、 $\delta$ 相が大きい部分には割れが見られないことから、割れの発生する要因として、ある量の変形 (剪断歪みであろう) が伴うものと考えられる。

ピレット中心部に働く応力値を変形抵抗から推定することは難しいが、定性的には変形抵抗が低下すると中心部の応力値が低下することは考えられる。

Fig. 4 に捻回値と限界圧下率をともに  $\delta$ 量を規準にプロットした。限界圧下率も捻回値と同様に、少量 (20%) の  $\delta$ 相に極小値が存在する。これは先に述べた変形のためと考えられる。しかし 1250°C になるとこの極小値がもはや存在しない。また 1100°C では捻回値は  $\delta$ 量が 40

%でも向上しないが、限界圧下率は同じ条件下で著しく向上している。さらに H12 は  $\delta$ 量に対してプロットした場合も例外的に低い値を示している。すなわちこれらの試験の特性は温度が高くなるか、 $\delta$ 相が増加することにより変形抵抗が低下することから、ピレット中心部の崩壊に寄与する応力値が低下することにより限界圧下率が向上するものと考えられる。また H12 は全  $\gamma$ 相中に微量の相が存在するため、割れ発生時の応力値が高いうえに変形の集中度も大きいいため異常に低い限界圧下率を示したのであろう

5. 結 言

(1) 13% Cr ステンレス鋼の穿孔試験を行なつたところ、健全な  $\gamma$ 相かあるいは  $\delta$ 相が多い鋼の穿孔性は良好であつた。

(2)  $\gamma$ 相中に微量の筋状  $\delta$ 相が存在する鋼に内面ラップ傷が生じていたが、これは限界圧下率に敏感であり、回転鍛造の際にプラグ前方で発生した割れに起因するものと考えられる。したがつて 13% Cr ステンレス鋼では、空抜き試験法が穿孔性判定に有力であると思われる。

(3) 空抜き試験における内部割れは、高応力破壊形式であり、破壊の生成は剪断ひずみによると考えられる。

(4) 限界圧下率は、捻回値と同様に、少量の  $\delta$ 相の存在に対応して極小値を示す。しかし捻回値と異なる点に変形抵抗に依存していることである。すなわち変形抵抗が小さくなる条件では限界圧下率は向上する。

文 献

- 1) 耳野, 木下, 服部, 松下: 鉄と鋼, 52 (1966) 11, S 76
- 2) 加藤: 未発表報告
- 3) 両角: 鉄と鋼, 52 (1966) 13, p. 39

669, 14, 018, 252, 5: 669, 14, 018, 8  
669, 15, 26-194; 621, 9, 011; 620, 178, 16  
刃物用ステンレス鋼の比摩耗量におよぼす炭素量および熱処理の影響\*

大阪大学工学部 工博 貴志 浩 三  
Effect of Carbon Content and Heat-Treatment on the Specific Wear of Stainless Steel for Cutleries

Dr. Kōzō KISHI

1. 緒 言

13 Cr および 17 Cr のマルテンサイト系 ステンレス鋼を中心とする 0.1~0.9% C 鋼についての比摩耗量を測定し、あわせてステンレス鋼の被削性、被研削性との

\* 第73回講演大会にて発表 講演番号 209 昭和42年5月10日受付