

4) 熱処理温度を上げると遷移温度は高温側に移行し最高衝撃値が低下する。これは水冷材に較べて空冷材にいちじるしく、またC, Nの含有量の高いものほどいちじるしい。

5) 高温加熱による脆性, シグマ脆性および 475°C 脆性などはすべて最高衝撃値を下げるのみでなく遷移温度を高温側に移行し、また遷移領域の巾を広くする。

6) 冷間圧延材は最高衝撃値が低下し、遷移温度が上昇するが 200°C 以上の試験では試料を試験温度に保持する間に歪時効をおこし衝撃値が低下するため 100°C に最高値が見られる。

(163) 高 Cr フェライト鋼の高温変形能について

(高 Cr フェライト鋼の研究—II)

日本金属工業

塚本富士夫・〇鈴木 隆志

Hot-Ductility of High-Cr Ferritic Steels.

(Study on High-Cr ferritic steels—II)

Fujio TSUKAMOTO and Takashi SUZUKI.

I. 緒 言

フェライト系高 Cr 鋼は一般にオーステナイト系ステンレス鋼に比し熱間加工が容易なためこの熱間加工性に関する研究はきわめて少ない。しかし実際の熱間加工作業においては変形抵抗が小さいにもかかわらずしばしば割れ疵の発生する例を経験しておりとくに激しい加工を受けるスティーフェルマンネスマン穿孔機による穿孔作業にこの傾向がいちじるしい。

一般に金属の組織が加工温度において二相組織となる場合には高温変形能が低下することはよく知られているが 25Cr フェライト鋼は成分配合に依つて熱間加工温度で二相組織となるのでこれが変形能を低下させるものと考えられる。よつて 25Cr 鋼の高温変形能におよぼす化学成分, 組織および結晶粒度などの冶金学的因子の影響について捻回試験により研究を行なつた。

II. 試料および実験方法

供試試料は第1報に述べたとおり AISI 446 型を中心としこれに C, Si, Cr または N などの添加量をい

ろ変化せしめた。溶解は 200 kg 塩基性高周波炉または 100 kg 真空高周波炉にて行ない 75 または 100 kg の鋼塊としさらに鍛造および熱間圧延により 16 mm 径丸棒とした。これを 750°C にて 1 h 均熱後水冷し平行部 8 mm ϕ \times 40 mm の試験片に加工し捻回試験に供した。捻回試験温度は 900~1300°C の範囲とし回転速度は 200 rpm と一定にして実験を行なつた。

III. 実験結果ならびに考察

1) 組織と変形能

各試料について試験した結果すべて Fig. 1 に示すように試験温度に対して山型の捻回値を示すものと谷型の曲線を示すものの2種類に分類することができる。前者は全温度範囲に亘つておおむねフェライト一相組織を示す鋼種で捻回値は一般に高い。最高値を示す温度は 1100~1200°C にありこれより低温では貫粒破壊であり、高い温度では粒界破壊を示している。完全フェライト鋼の熱間加工

温度は 1100°C 前後が適当であるといえる。一方谷型の捻回値を示すものは低温ではフェライト組織であるが高温では $\alpha + \gamma$ の二相となる鋼種群で捻回値は前者に比しはるかに低い。なお最低値を示す温度はほぼ 1100°C にありこれは変態温度に一致している。この結果より二相鋼においては 1100°C で熱間加工することは好ましくない

Curve	Specimen	C %	N %
(1)	RxV3	0.012	0.008
(2)	RxV5	0.06	0.042
(3)	RxV2	0.022	0.24
(4)	RxV1	0.06	0.26

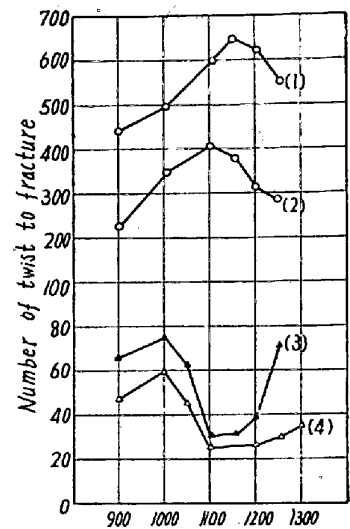


Fig. 1 Hot ductility of some 25Cr-N steels.

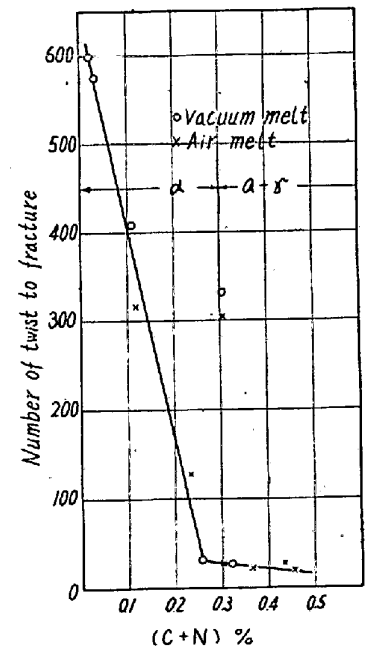


Fig. 2. Effect of (C+N) contents on hot ductility of 25Cr-N steels tested at 1100°C.

ことがわかる。

2) 成分の影響

C, N: C および N 量は高温変形能にもつとも影響を与える元素で C+N が 0.25% 以下では山型, これ以上では谷型の検回値曲線を示す。Fig. 2 は C, N 以外の成分をほぼ一定にした試料群における (C+N)% と試験温度 1100°C における検回値を示したもので, C+N 量が増加するにしたがい急激に低下するがこれが 0.25% 以上においてはあまり影響を与えない。すなわち C+N の影響はフェライト一相においてはきわめて影響するが二相組織の範囲では影響が少ないといえる。また一般に真空溶解を行なうと大気溶解によるよりも高温変形能が大きいといわれているが Fig. 2 の結果からは溶解条件の差は認められない。

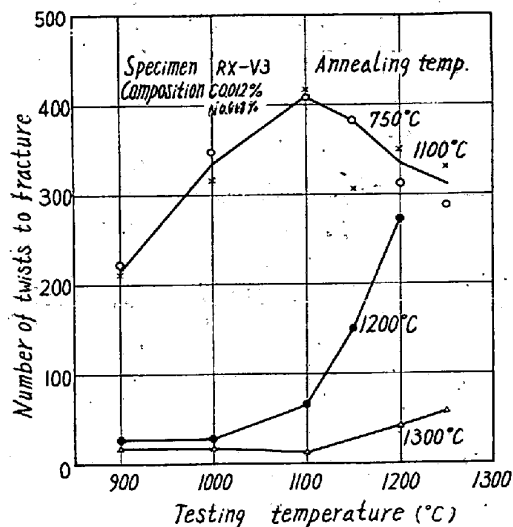
Si, Al: Si の影響は低 N の完全フェライト鋼と N 0.20% の高温二相鋼について検討した。フェライト鋼の場合には Si の増加とともに検回値が低下するが高 N 鋼においては 1100°C 前後では Si とともに検回値は増加する。これは Si によつて $\alpha/\alpha+\gamma$ の変態温度が上昇するためと考えられるがしかし試験温度が 1250°C 以上では逆に Si とともに低下する。また低 N-1.5% Si 鋼に Al を約 1.3% 添加した Sichromal 鋼は完全フェライト組織であるが Al を添加しないものに比しかなり検回値が低い。

Ni: AISI 446 鋼に対しては Ni の添加は高温変形能を害しとくに 4% Ni の場合にこの傾向が強い。しかし 1250°C になると Ni 2.5% の添加により検回値は急増する。

Cr: 低 C, N の完全フェライト鋼における Cr 量の増加は検回値を害しとくに 35% Cr 鋼ではきわめて変形能が小さい。

3) 結晶粒度の影響

以上の実験は 750°C の低温焼鈍材について行なつたのであるが実際作業においては over-heating の問題があり一旦高温に過熱し結晶粒度が粗大化したものはふたたび適正温度で熱間加工を行なつても割れが出やすい傾向が経験的に知られている。よつて低 C, 低 N の完全フェライト鋼および高 C, 高 N の高温二相鋼について焼鈍温度を 1000~1300°C にしおのおの 1h 均熱後水冷したものについて検回試験を行なつた。高 C, N 鋼においては焼鈍温度の高いほど高温検回値は低くなるがその傾向はわずかである。しかし完全フェライト鋼においては Fig. 3 に示すごとく 1100°C 以下ではほとんど焼鈍温度の影響は認められないが 1100°C を越すと急激に低下す



○: 750°C, ×: 1100°C, ●: 1200°C, △: 1300°C

Fig. 3. Effect of annealing temperature on hot-twist ductility of fully ferritic 25% Cr steels.

る。この温度は低温焼鈍材 (750°C 焼鈍) で最大の検回値を示す温度と一致しているがこれより高い温度で一旦加熱すると低温においても粒間破壊を示すためこのような現象が見られる。この高温焼鈍材は焼鈍温度と等しい試験温度になれば焼鈍温度の影響はなくなる。

IV. 結 言

AISI 446 型高クロムフェライト鋼の高温変形能におよぼす組織, 成分および結晶粒度の影響について高温検回試験によつて調査した結果つぎの結論が得られた。

1) フェライト単相鋼の検回値曲線は山型を示し最高値を示す温度より低い温度では貫粒破壊, 高温では粒界破壊を示す。高温で二相となる鋼種の検回値曲線は谷型となり最低の温度は約 1100°C にありオーステナイトの生成しはじめる温度と一致する。

2) 成分中もつとも変形能に影響を与える元素は C と N でこれが増加するにしたがい検回値は急減するが C+N が 0.25% 以上ではこの影響は少ない。また C+N が 0.25% 以下では山型曲線を示すのに対しこれ以上では谷型の曲線を示しており C+N の影響は組織の変化によるものといえる。このほか Si, Al, Cr および Ni の影響についても調査したがいずれも変形能を改善する効果をもたらさない。

3) 二相鋼においては焼鈍温度 (結晶粒度) の影響は少ないが山型を示すフェライト単相鋼においては最大検回値を示す温度以上で焼鈍すると, これより低い温度でも粒間破壊を起すためいちじるしく変形能が低下する。