

800, 900, 1000°C において6時間滲炭後炉冷した試料についてオーステナイト結晶粒度を測定した結果を Table 4 に示す。

C% の近似した日本材とスウェーデン材を比較すると 0.7%C および 0.9%C の一部をのぞきいずれの場合も日本材の方が結晶粒度は小さいが、はなはだしく相違するものは少なく、変形能の相違を結晶粒度と関係づけるのは難かしい。

IV. 結 言

日本製およびスウェーデン製の炭素鋼について高温振回試験および各種の材質試験をおこなった結果つぎのことがわかった。

(1) C% 近似の供試日本材とスウェーデン材を比較するとスウェーデン材は振回数大であり、変形抵抗は少ない。

(2) 供試日本材はスウェーデン材に比較して Cu 含有量が多くかつ N₂ 含有量も多いのが特長である。したがって供試日本材の低変形能の原因も成分的にはこの Cu および N₂ にあるものと考えられる。

(3) 非金属介在物は全般的に少ないのであるが、日本材の方がスウェーデン材に比較して多く、その影響として高温での変形抵抗を増加させている傾向が見られる。

(79) 高温高圧用蒸気管の品質と製造について

Quality and Manufacture of High-Temperature and High Pressure Steam Tubes

K. Harada. et alii.

住友金属鋼管製造所

○原田 芳・中尾藤吉・岡本豊彦

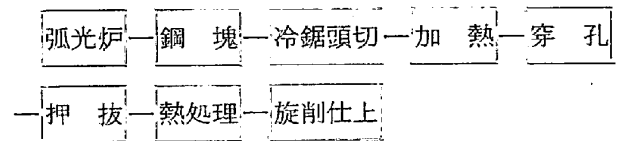
I. 緒 言

最近の火力発電プラントはますます大型化し、ボイラーも蒸発量 500t/h 以上、圧力 193 kg/cm² 温度 566°C に達している。このようなプラントの主蒸気管は外径 400~700 mm、肉厚 90~150 mm の大径厚肉管で、高温高圧にたえうることのほか、曲げ加工および熔接性が良好で、長時間使用しても材質的に安定で、熱応力に対しても安全であることを要する。本報告はこのような大径蒸気管の製造と品質に関して研究した結果をのべたものである。

II. 製造工程の概要

大径厚肉管の製造法としては Forged and Bore 法

と Hollow Forge 法の二種があるが、われわれの場合には後者のかつ Ehrhardt 穿孔後押抜をおこなう方法であり、工程の概要はつぎのとおりである。



われわれの場合の製造上の特色は 8~9t の鋼塊より直接穿孔をおこない押抜加工後内外面を旋削仕上するものであるから、或品の歩留は Forged and Bore よりも高くとくに重要な管の内面付近の鍛造比が高く品質的に良好であり、熱間加工でも旋削仕上であるから表面の欠陥は皆無である。

III. 製管に関する研究

(1) 製鋼上の研究

材質は JIS STT 42 D 級の 2 1/4 Cr-1 Mo-鋼が主として使用されるが、大径管を鋼塊から直接穿孔するので、鋼塊は良質のものでなければならない。すなわち疵の原因となるブローホールや非金属介在物の少ないこと、白点の原因たる H₂ 量の低いこと、クリープ強度のためにオーステナイトグレサイズが 5 以下であることが要求される。多数の鋼塊につきブローホール発生状況、グレサイズ、O₂ 含有量、Sol, Al 量を調査した。その結果 O₂ > 0.008% ではブローホールが発生しやすく、また Sol, Al < 0.007 でないとグレサイズは 5 以下にすることは困難である。これ等の点を考慮して Al 添加量を適当に調整することが必要で、当所の場合には約 250 g/t が適当であつた。非金属介在物は、鋼塊下部の内殻部に発生しやすいが非金属介在物の減少を計るために拡散脱酸法と強制脱酸法につき 16 heats の比較試験をおこない、精錬途上の溶鋼試料を調査し、還元期初期に強制脱酸する方が、非金属介在物と O₂ 含有量を減少させる効果の大であることをたしかめた。H₂ 含有量の減少のためには石灰石の使用、合金鉄および取鍋の加熱乾燥をおこなつて造塊で H₂ = 0.00025~0.00044% の低い値にたもち、かつ白点防止のため鋼塊は炉中徐冷した。

(2) 穿孔に関する研究

Ehrhardt 法の特徴を知るために、鉛による模型実験をおこなつた外、実物の 1/2 大の小鋼塊による予備的穿孔試験をおこなつた。すなわちストレインメーターを利用した穿孔力の変化の過程の測定をおこない穿孔過程の中期は概ね定常流に近似であることをたしかめるとともに、鋼塊に 18-8 鋼のピンを押込んで穿孔後縦断して metal flow を Fig. 1 のごとく確認した。したがつて

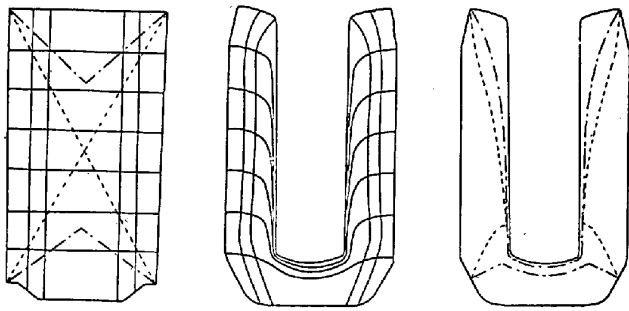


Fig. 1. Metal flow at Ehrhardt-piercing.

欠陥部の比較的多い鋼塊の上部および下部は穿孔後図に示すように変化するので、鋼塊下部は製管後切捨てた方が有利であることがわかった。

(3) 熱処理に関する研究

最終成品の熱処理に関しては中径管あるいは小径管の場合には full annealing がおこなわれているが、このような大径管の場合には再検討をおこなう必要があるため、full annealing と normalize temperの比較検討をおこなった。その試験結果は Table 1 のとおりであり、引張試験およびシャルピー値から考えて normalize temper の方が良好であることがわかった。さらにオーステナイト化温度に関しても試験をおこない、実際的には 950°C normalize 720~730°C temper が最適であることをあきらかにした。なお、保持時間は厚さ 1" につき 1 h 以上とした。

Table 1. Results of heat treatment.

Heat treatment °C/h F.C	Tensile strength kg/mm ²	Yield point kg/mm ²	Elongation %	Charpy value kg-M/cm ²
Full annealing 50	61.0	32.4	26	1.9
" 25	58.8	29.1	26	5.5
" 10	49.6	26.6	34	15.6
Normalize temper	57.0	36.3	30	36.3

IV. 製品の品質に関する研究

この種の大径管はさきにも述べたように要求される品質の程度が高いため、全数厳重な試験検査を実施して出荷せねばならない。すなわち全数両端でのマクロ試験および扁平試験と全長にわたる超音波探傷試験を実施して欠陥の有無を確認し、全数のチェック分析、引張試験、かたさ試験およびマイクロ試験をおこない品質をたしかめるのみでなく代表的なものについて高温強度の試験をおこない材質的保証をおこなっている。

(1) マクロおよびマイクロ組織

両端の全断面に関する肉眼組織および顕微鏡組織を試験する。代表的なマイクロ組織を Fig. 2 に示した。

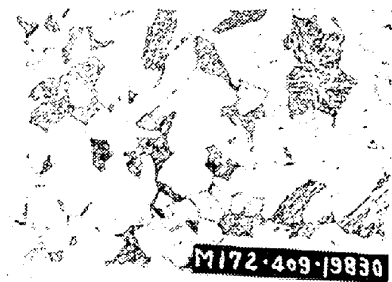


Fig. 2. Micro-Structure.

(2) 扁平試験

規格までの扁平をおこない内外面および端面で疵の有無をたしかめたる後、密着までさらに扁平をおこない、要すれば屈曲試験をも実施している。

(3) 超音波試験

この種の大径厚肉管の超音波試験に関する各種の基礎試験をおこない、γ線透過試験結果と併せて検査法の基礎を確立し、これにより全数全長の検査をおこなった。

(4) 機械試験

引張試験およびかたさ試験の代表的例はつぎの Table 2 のとおりである。

Table 2. Typical mechanical properties.

Tensile strength kg/mm ²	Yield point kg/mm ²	Elongation %	Reduction %	Brinell hardness
54.2	33.0	32	75	149.8

(5) 高温強度

550°C で 5~12.5 kg/mm² のクリープ試験をおこなった結果は Fig. 3 のとおりであり、これから 10 万時間 1% のクリープ強度を求めて ASTM STP 151 の平均値と比較したところやゝ高目であった。またラプチャー試験もおこない良好な結果であることを確認した。

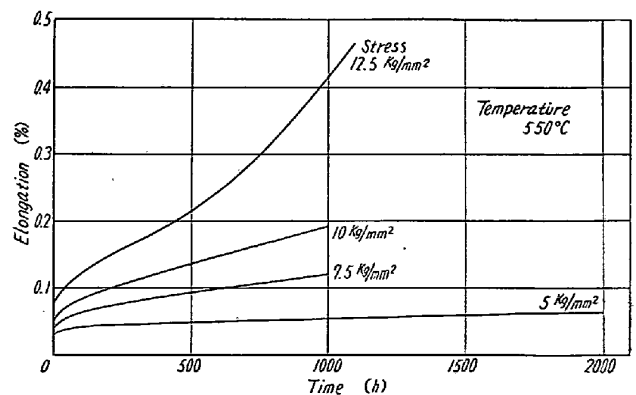


Fig. 3. Results of creep test.

V. 結 言

大容量火力発電プラントに使用される 2 1/4 Cr-1 Mo 鋼の主蒸気管の大径管は、その使用目的から高度の品

質と、ていねいな製造法および綿密な検査法が要求されているが、われわれは、上記のごとき各方面の研究をおこなうとともに、製造設備の改善検討をおこなって、この種鋼管の国産化を推進し、満足すべき結果を得ることができた。

いて二、三の実験をおこなったので報告する。

II. 供 試 材

供試材は 10 t 塩基性電弧炉にて熔製した 2.5 t 鋼塊を分塊圧延した 25φ 丸棒材 2 鋼種と高温高圧用管材として入手した 216φ×26 t のドイツ材である。Table 1 に化学成分ならびに本鋼種の JIS 規格を示す。

III. 実 験 結 果

1. 熱処理による顕微鏡組織の変化

ASTM. A 213~55T および JIS, STB42D には本鋼種の常温における機械的性質が規定されている。したがって当実験に使用した熱処理はその後の機械的性質が規定内にあることを目標とした。まず A 材料について 920°C/1 h 保持後種々の速度で冷却し 800°C 以下の各温度より水冷をおこない組織、硬度の変化を調査し、本供試材に使用する熱処理方法を決定した。すなわち P + F, P + B + F, B + F のことなつた三種類の組織状態とした。Table 2 に供試材についておこなつた熱処理方法を示す。本処理後の硬度は Hv 140~177 の範囲に入り各鋼種の差はほとんど認められなかつた。Photo.

1 に c, d, f 処理後のことなつた組織を有する A 試料およびドイツ製の入手状態の顕微鏡組織を示す。ドイツ製は f 処理のものほとんど類似の F + B の組織状態となつている。

2. 抗張試験

常温引張試験には JIS 4 号(12φ)試片、高温引張試験

(80) 2 1/4% Cr-1% Mo 鋼の熱処理と高温強度について

On the Heat Treatment and High Temperature Strength of 2 1/4% Cr-1% Mo Steels

T. Kaneda, et alii.

神戸製鋼所第 1 研究課

工 平野 坦・○金田次雄・日浦 保・山本俊二

I. 緒 言

近時近代工業の発達にともない高温高圧用鉄鋼材料として 2 1/4% Cr-1% Mo 鋼がかなり使用されるようになってきた。高温に長期連続的に使用される鉄鋼の性質としては常温におけるよりもむしろ高温における性質が重要であり、とくにクリープ性能の良否が問題となる。

2 1/4% Cr-1% Mo 鋼は熱処理によりかなりの組織変化を有し、このため高温における性質もまたことなるものと考えられる。今回熱処理と高温の機械的性質につ

Table 1. Chemical composition of specimens tested.

Specimens	C	Mn	Si	P	S	Cu	Cr	Mo	Al	N ₂	O ₂	Austenite grain size
A	0.14	0.40	0.50	0.008	0.008	0.03	2.16	0.99	0.011	0.0081	0.0083	5.3
B	0.12	0.50	0.41	0.018	0.008	0.05	2.12	0.95	0.011	0.0088	0.0074	5.4
Made in Germany	0.08	0.51	0.33	0.006	0.015	0.12	2.34	1.03	0.010	0.0110	0.0056	—
JIS. S T B 42 D	<0.15	0.30~0.60	0.10~0.50	<0.030	<0.030	—	2.00~2.50	0.90~1.10				

Table 2. Heat treatments of specimens tested.

No.	Method of heat treatment	Structure	Hardness (Hv)
a	920°C/1 h $\xrightarrow{50^\circ\text{C/h}}$ 300°C F.C	P + F	149~152
b	" $\xrightarrow{70^\circ\text{C/h}}$ 300°C F.C	P + B + F	157~163
c	" $\xrightarrow{80^\circ\text{C/h}}$ 700°C A.C 680°C/1 h A.C	P + B + F	161~170
d	" $\xrightarrow{80^\circ\text{C/h}}$ 760°C $\xrightarrow{10^\circ\text{C/h}}$ 680°C F.C	P + F	140~147
e	" $\xrightarrow{50^\circ\text{C/h}}$ 760°C A.C 720°C/1 h A.C	P + B + F	174~177
f	" A.C(15mn) \rightarrow 550°C $\xrightarrow{2\text{ h}}$ 500°C/1 h A.C 760°C/1 h A.C	B + F	172~177

P.....Pearlite B.....Bainite F.....Ferrite