

(67) 高温高压用鋼管材 HCM2 について

住友金屬工業 K. K. 鋼管製造所

工博 小島 義 正
 ○大 森 仁 平
 寺 井 庄 治

筆者等は昨年秋の本學會で 60kg/cm², 485°C の高温高压ボイラ用鋼管材として 1%Cr-0.3%Mo 鋼について行つた試験の結果を報告したが最近蒸氣動力部門の發展は劃期的なものがあつて、上記の水準のボイラは本年初め九州電力築上發電所に於て實現せられ更にこれより高い水準として 90kg/cm², 510°C の採用が検討されつつある。材料としてこれらの過熱器管等に於ては更にこの蒸氣温度より數十度高い温度に於て内壓に耐えるものが必要でこれは概括的に云つてフェライト系合金鋼の使用限界に近いものと云う。

500°C 程度の高温では 1%Cr-0.3%Mo 鋼でも相當の高温強度を持つてゐるが上記の條件では 550~600°C の強度その他が問題である。筆者の一人が行つた各種合金元素のクリープ強度に関する試験結果その他當所に於ける種々の試験によつて

高温のクリープ強度の向上に對しては各種の添加元素中 Mo が最も有效である。

Mo のクリープ強度に對する影響は 500°C 以下では 0.3% 迄が著しく効果的であり、それ以上は餘り有効でない。500°C 以上では 1% 程度まで Mo の含有量と共にクリープ強度は増加する。

Cr-Mo 鋼に對する Cr の添加は高温のクリープ強度は 2.5% 程度迄は効果があるがそれ以上 5% 程度添加しても殆ど影響がない。しかし耐酸耐蝕性は著しく改善される。

等の結果が得られている。これらの結果と米國の最近のボイラ用鋼管材料の使用状況を併せ検討し Cr-Mo 系材料として最もクリープ強度が高く且ボイラ用鋼管に適した材料として下記の成分のものを選定し、これを HCM2 と名付けることとした。

HCM2 成分規格

C ≤ 0.15%, Cr 2.00~2.50%, Mo 0.90~1.10%

既にテスト・ボイラとしては 90kg/cm², 510°C のものが實現されつつあり、この材料の廣範圍な使用も近いと考えられるので基礎的な性質、各種鋼管の試作製管、その他について行つた試験の結果を報告する。

I. 基礎的な性質

1) 供試試験材化學成分

C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo
0.12	0.28	0.46	0.015	0.007	0.16	2.33	1.00

2) 熱膨脹試験

加熱時 Ac₁ 805°C, Ac₃ 890°C
 冷却時 10°C/min Ar₁ 765°C, Ar₃ 820°C
 40°C/min Ar₁ 650°C, Ar₃ 740°C
 450~350°C で收縮は停留する。

3) 硬度

a) 900°C からの冷却速度と硬度

冷却速度	硬度					
	水中冷却	空中冷却	200°C /hr	100°C /hr	50°C /hr	20°C /hr
ドイツカース	431	353	186	156	154	137
ロツクウエル	C51.6	C45.8	B78.0	B75.4	B75.7	B68.6

b) 焼鈍

ドイツカース硬度、最初の硬度 302。

保持温度	保持時間				
	30min	1hr	2hr	8hr	24hr
750°C	180	184	183	170	154
725°C	210	196	198	184	171
700°C	200	190	194	195	175
650°C	248	204	219	212	204
600°C	346	—	311	273	216

4) 機械的な性質

	抗張力	伸	衝撃値
	kg/mm ²	%	kg-m/cm ²
900°C 200°C/hr 冷却	59.4	30	15.2
900°C 50°C/hr 冷却	55.3	32	35.0

従來のボイラ用鋼管材に比較し自硬性が顯著である點が注意を要する。低温焼鈍では軟化し難い。適當に軟化した材料は良好な機械的な性質を持ち變態點下の徐冷によつて脆化があらわれるような事はない。

II. 試作製管

電氣弧光爐でこの材料 8t を熔解、實際的な製管工程により下記の鋼管を試作した。

熱間仕上鋼管(過熱器用)

外径 32.0mm, 肉厚 6.5mm

冷間仕上鋼管(過熱器管用)

外径 32.0mm, 肉厚 5.0mm

鍛造鋼管(蒸氣管用)

外径 250mm, 肉厚 25.0mm

いずれも支障なく製管することが出來た、製管性は良

好で量産の見通しが得られた。

熱間仕上鋼管の性質は下表の通りである。

	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸 %	断面收縮 %	硬 度
熱間製管 の儘	99.3	64.9	18	55	R B 104
熱間製管 後焼鈍	50.6	28.3	33	73	R B 54

又扁平擴大等加工性の試験では製品は大きな展伸性を示し扁平試験では密着まで龜裂を生じなかつた。組織は微粒のフェライト粒からなり粒界に炭化物が析出している。

冷間仕上及び鍛造鋼管もほぼ同様な性質を示している。

III. ボイラ鋼管としての諸性質

1) 機械的な加工性

上記のように展伸性が大きく、屈曲、擴管等の實際的な加工の試験でも良好であつた。

2) 熔接性

a) 1% Cr; 0.3% Mo 鋼, 5% Cr-0.5% Mo 鋼とこの 2.25% Cr-1% Mo 鋼の熔接熱影響による母材變質部の硬化性を調べ熔接前後の適当な熱處理により 1% Cr-0.3% Mo 鋼と大差ない結果が得られることを確かめた。

b) 2.25% Cr, 0.5% Mo 鋼, 2.25% Cr, 1.0% Mo 鋼に對し各種の電極棒による熔接を行い比較検討した。1% の Mo は熔接性を阻害するものではなく、電極棒として合金が適當であることを明らかにした。

c) 試作した 3 種の鋼管について實際的な熔接施工を施し熔接部について試験した。常温及び高温での成績は満足すべきものであつた。

3) 高温強度

a) 高温抗張試験

低炭素キルド鋼, 1% Cr, 0.3% Mo 鋼と高温抗張力を比較した。引張速度 0.8mm/min, 試験片は 10mmφ, 標點距離 100mm である。

材 質	温 度				
	R.T.	500°C	550°C	600°C	650°C
低炭素キルド鋼	41.4	25.2	17.4	12.5	8.6
1Cr 0.3 Mo	42.2	37.0	29.6	21.1	14.5
2.25 Cr-1.0 Mo	55.7	63.4	55.2	38.8	26.1

b) クリープ試験

600°C, 5kg/mm² の条件下での 1000 時間クリープ

試験における最小クリープ速度を 1% Cr 0.3% Mo 鋼と比較すると

1% Cr-0.3% Mo 鋼	0.00273%/hr
2.25% Cr- 1% Mo 鋼	0.00079%/hr

で 600°C に於けるクリープ強度は大きい。

高温高圧用の新しい管材として 2.25% Cr-1% Mo 鋼について試作製管を行いボイラ用鋼管として使用するに必要な諸性質について調査した結果を報告した。自硬性顯著な材料で軟化に注意を要するが軟化されたものは良好な加工性を持ち 500°C 以上の高温での強度は優れている。90kg/cm², 510°C 或はそれ以上の高温高圧ボイラ用鋼管として廣く使用されることが期待出来る。

(68) 軸受鋼壓壊値の 2, 3 の傾向について

山陽製鋼 K.K. 上 杉 年 一

軸受鋼 2 種の壓壊値について、一聯の實驗中に現われた。2, 3 の傾向性について報告する。軸受鋼は化學成分、製鋼條件、加工方法等の差によつて、炭化物の偏析が種々の様相や程度差で現われてくる。焼入状態では、かかる偏析は完全に消失させることが出来ない場合が多いから、當然この偏析が壓壊値に影響することが豫想される。又残留パーライトの有無、炭化物の球状化の程度差等により、焼入時オーステナイト中への炭素の固溶速度に差を生じ、これがため壓壊値に差異を生ずることも考えられる。更に焼入温度と保持時間も壓壊値に著しい影響があると思われる。以下實驗の概要を報告する。

實 驗 1

6t エルー爐の熔鋼を、上徑 170mm 丸、下徑 150mm、高さ 800mm の試験鋼塊に鑄込んだ。7 チャージから次の如く壓壊リング並びに顯微鏡試料を作成した。壓延：65mm 丸棒(加工比 6.0)。焼鈍：750°C に 10hr 保持後 10°C/min の冷却速度で 400°C まで爐中冷却。試料採取：鋼塊底部側から外徑 60mm 内徑 40mm 肉厚 15mm の壓壊リング 6 ケを連続して削り出し、その兩端から顯微鏡試料採取。壓壊リングは 820°C 保持時間 20 min の油焼入後、170°C で焼戻しを行い、硬度はすべて Rc 62.8~63.0 とした。顯微鏡試料は中心部 1/2 を除く一定視野×600 で、巨大炭化物を伴う偏析の数を測定した。實驗結果を圖示すると第 1 圖となる。

炭化物は×100 で縞狀に偏析して居るが、甚だしい場合には、この縞狀偏析内で×600 で見ると、巨大炭化物