

(627) 18Mn5Cr鋼の冷間拡管加工後の残留応力分布におよぼす拡管加工温度の影響 (高 Mn Cr系オーステナイト鋼の冷間加工に関する研究 1)

(株)神戸製鋼所 素形材開発部 高砂開発室 ○北村善男 高野正義
素形材開発部 工博 木下修司 機械事業部 工博 鈴木章

1. 緒言

発電機用非磁性保持リングは高MnCr系オーステナイト鋼を冷間拡管加工して高強度材としているが、運転中に高応力が働くため残留応力が問題となる。そこで冷間加工後の円周方向残留応力の分布におよぼす冷間加工温度の影響について調査を行ったので結果を述べる。

2. 実験方法

供試材の代表的化学成分をTable 1に示す。10トンESR鋼塊から鍛造によって円筒材とし、1050℃の溶体化処理、機械加工を行った後、室温から350℃の温度範囲で、6~36%の加工を与え、350℃×10 hrの応力除去焼鈍を行った後残留応力を測定した。その後、相変化の有無を調べるため、X線回折、密度測定を行った。残留応力の測定は円筒材料の内壁および外壁から正方形断面のリングを削り出し、その前後の寸法変化から求めた。X線回折および密度測定は応力除去焼鈍前のものについても実施した。また、0℃から300℃の間で単軸引張予歪を与えた試料についてもX線回折を行った。

3. 実験結果

残留応力測定結果を拡管加工量および供試材の寸法と共にTable 2に示す。

1) 拡管温度が350℃~200℃の場合、残留応力は内側で圧縮(-)、外側で引張(+)となる。

2) 室温で拡管した場合、加工量が小さいと内側圧縮、外側引張であるが加工量が13%になると内側が引張傾向となり29%以上では内側引張、外側圧縮となる。

3) 拡管温度が200~100℃の場合は残留応力の絶対値が小さく、分布傾向は明確ではない。

X線回折と密度測定の結果以下の事が判明した。

4) X線回折の結果、室温で拡管したものにεマルテンサイト相が内側程多く検出された。外側は検出されないか検出されても微量であった。

5) 密度測定の結果、含ε相の多い程高密度となり、両者に相関が得られた(Fig. 1)。

6) 単軸引張予歪試験材では0℃で予歪を与えたもののみの1%程度のε相が検出されたが室温から300℃のものについては検出されなかった。

一般に円筒材料を拡管した場合の円周方向残留応力は、内側圧縮、外側引張になる事が知られている。以上の結果より本成分による円筒材料の拡管後の残留応力分布で内側が引張になる現象には加工誘起による $\gamma \rightarrow \epsilon$ 変態が関与している事が明らかになった。

Table 1. Typical Chemical Composition (wt %)

C	Si	Mn	P	S	Cr	N
0.5	0.5	18.0	0.02	0.002	5.0	0.08

Table 2. Influence of Strain-hardening Temperature and Strain Ratio on Circumferential Residual Stress Distribution.

Enlarging(°C) Temperature	Ring Material			Circumferential (kgf/mm ²) Residual Stress		
	Dimension (mm) OD ID H	Strain Ratio (%)	End	Inside Wall	Outside Wall	
350~200	1020 φX945 φX800	36	T	-6.3	+4.5	
			B	-7.8	+7.6	
	250 φX200 φX200	29	T	-7.5	+5.0	
			B	-5.3	+3.0	
200~100	800 φX660 φX550	36	T	+0.9	+0.2	
			B	+0.4	+2.5	
	250 φX200 φX200	29	T	+1.3	+1.9	
			B	-2.9	-0.4	
Room Temp	980 φX850 φX620	36	T	+3.7	-1.2	
			B	+2.8	-0.8	
	250 φX200 φX200	29	T	+3.6	-0.7	
			B	+3.8	-4.0	
	1030 φX320 φX500	6	T	-1.9	+6.2	
			B	-1.2	+9.1	
	850 φX700 φX550	13	T	+2.3	+1.4	
			B	± 0	+1.4	

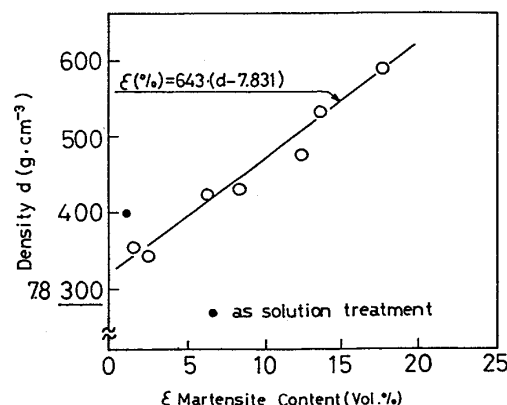


Fig.1 Relation between ϵ Martensite Content and Density of 05C18Mn5Cr Ring Material Strain Hardened at Room Temperature.