

(244) 軸類の高周波焼入むらの原因について

住友金属工業 中研 理博 白岩俊男
工博 阪本喜保, 田村洋一

I 目的

軸類の高周波移動焼入時には、焼入部に焼むらが発生することがある。焼むらの発生状況を把握すると共に原因を究明するために小型焼入装置を製作し焼入試料内の温度分布と焼むらとの関係について考察した。

II 実験装置

電源 : 20 KHz, Max 35 kW 加熱コイル : 17- Ω , 37- Ω , 内径 30 ϕ
焼入試料 : S38C, 25 ϕ 試料回転数 : 30 rpm
移動速度 : 2, 3, 4, 6 mm/sec 冷却方法 : ジェット冷却環, 16 l/min

III 焼むら発生状況

図1の金相写真に示したように焼むらには大むら、小むらがあり大むらは1ピッチ1個、小むらは複数個生じることがある。大むらはマルテンサイトの地にフェライト・セメンタイトの島状の部分があり、小むらは正常部と同様均一なマルテンサイト組織を示すが正常部に比してエッチされやすく低倍率で黒くなっている。

焼入条件と焼むらの発生状況との関係を表1に示してあるが送り速度が速い方がまた表面最高温度が高い方が大むら発生は下。

IV 試料内温度分布と焼むらの関係

試料内の温度分布は分布の乱れが少ないように極細シース熱電対 (0.5 ϕ) を軸と平行に軸内に入れ測定した。測定深さは表面下 0.8 mm より 0.8 mm 間隔で 4 点である。この測定結果を定常状態時の内部温度分布に書き直すと図2のようになる。これと焼むらの形状と比較すると試料表面と交わる角度は大むらでは約 700 $^{\circ}\text{C}$ の冷却側の等温線とほぼ一致し、小むらのそれは約 350 $^{\circ}\text{C}$ (冷却側) の等温線と一致する。この材料の M_s 点は約 380 $^{\circ}\text{C}$ で、等温線は小むら境界線とほぼ一致するので小むらは一度同時に発生したマルテンサイトが後に冷却不均一等で M_s 点以上に復熱し焼戻されて発生したものと考えられる。大むらについても形状は A_3 変態点の等温線と一致している。高周波移動焼入の場合には相ごとの保持時間が短いので長時間加熱した均一な相から冷却するときよりも速く冷却しないとマルテンサイト組織に成り得ずフェライト・セメンタイトの析出が生ずる。このように考えると大むら部は A_3 変態点通過時の冷却速度が他の場所と違って遅くなっている所で発生すると考えられる。1ピッチ1本しか生じないことを考え合わせると冷却速度が遅れる場所としては加熱コイルの継目があり、ここでは磁場分布が乱れて冷却境界面の温度分布が乱れる。この考察結果は冷却速度(移動速度)を速くすれば大むらが少なくなると云う表1の結果をよく説明できる。

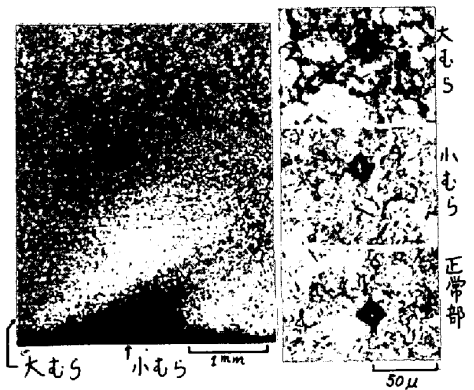


図1. 焼むら部の組織写真

送り速度 mm/sec	表面最高温度 $^{\circ}\text{C}$	
	900	1000
2	X X	X O
3	X Δ Δ	\square
4	Δ \square	O O

X: 大 Δ : 中 \square : 小 O: なし

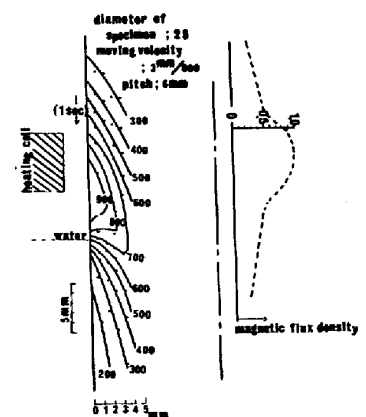
表1 焼むらの発生状況 (17- Ω)

図2 焼入試料内温度分布 (3 mm/sec)