

拔 萃

パーライト鋼の焼鈍後の冷却速度に就て

N K 生

鋼を焼鈍する目的に關して從來種々の書籍に記載されてゐる所を要約するに大體次の三項に歸することが出来やうと思ふ。

- 一、鋼が受けてゐる内部應力及び歪を去ること
- 二、機械的作業を容易にすること
- 三、適當なる物理的性質を有せしむること（即ち高い破斷界並に弾性界と同時に良好なる展延性を具備せしむること）

然し乍ら焼鈍其の者の實際的目的から考へて見るならば上記三項中後の二項に關しては少し説明を加へねばならない。其れは若し該鋼が更に熱處理を受くべきものであるならば専ら第二項が重要視せらるゝが其の儘使用途に充てらるゝものならば第三項に力を入れねばなるまい。

扱て次に述べやうとするのは鋼の焼鈍の目的が此の后者である場合に其の焼鈍操作に於て最高溫度に一定時間加熱した後如何なる冷却法を行へば最もよく焼鈍の目的を達し得べきか換言すれば上記三項に適合すべきかを實驗的に探究した結果である。

焼鈍後の冷却方法が其の組成並に機械的性質に及ぼす影響に關しては從來一通りの實驗は行はれてゐるが其の結論としては一般的に急冷却のものは緩冷却のものに比して組織的には標準パーライトに比し一層不規則なソルバイト的組織となり其の結果機械的性質に於て破斷界並に弾性界を増し、展延性 (Ductility) は多少減ぜらるゝものと考へられてゐる。

然し乍ら從來と雖も單なる爐中冷却を行ふ代りに低炭素鋼の場合には焼鈍溫度から水又は油中に投入して焼鈍したり、又比較的炭素量の多い鋼に於ては所謂二段焼鈍等を行つて冷却速度を増したと同じ効果を與へ其の機械的性質の改善を計つてゐる。

一般に急冷却鋼は其の破斷界及び弾性界は共に高きも延伸率及び絞搾率は極めて小なる影響を被るに過ぎないことは既に知られてゐるが其の靱性に於ても緩冷のものより優れてゐることは餘り廣く注意されて居ない、のみならず從來の考に依れば急冷鋼は其の展延性を減すべきものとせられてゐる爲め其の靱性に關しても同様に想像せられてゐる傾向がある。

此の點を明にする爲に次に炭素鋼二種及びニツケル鋼三種に就て、冷却速度の差に依る靱性の比較を行つた。先づ靱性の比較に先ちて他の機械的性質の酸化を例證する爲め〇・五%炭素鋼に就て其焼鈍後爐中及び空中冷却せるものに就て比較を試みた第一表は夫を示す、之に依れば諸性質共空中冷却

の方が稍良好なることが知らる、但し此の例では餘り大なる差は見られないが一般にはもつと著しい差が生ずる。

第一表 (0.59%C, 0.35%Si, 0.40%Mn)

爐 中 冷 却					空 中 冷 却				
温 度 C°	破 断 界 kg/□ 耗	弾 性 界 kg/□ 耗	延 伸 率 100 耗 に 付 %	破 断 × 延 伸 率	温 度 C°	破 断 界 kg/□ 耗	弾 性 界 kg/□ 耗	延 伸 率 100 耗 に 付 %	破 断 × 延 伸 率
700	52.4	29.6	26.0	1360	700	52.7	29.8	26.0	1370
750	54.6	32.2	22.6	1212	750	51.5	29.6	27.7	1390
800	49.2	27.2	25.3	1245	800	—	—	—	—
850	49.5	30.1	24.5	1212	850	55.0	32.3	24.1	1342
900	50.0	24.6	23.3	1115	900	55.8	27.8	23.7	1320

而して靱性の實驗に際しては其の焼鈍温度の影響をも確むる爲めに七百度より九百度に至る種々の焼鈍温度を採用し冷却速度を變化する爲には夫々爐中、空气中、衝風、油中、及び温湯中等に於て冷却した。

而して靱性の測定には 30Kgm のシャルピー氏衝擊試験機を採用した、此の衝擊抵抗力は他の凡ての機械的性質とは平行的に變化しないが唯磁氣的硬度（磁氣頑磁力を測定して此れを測る）とは極めてよく類似の變化を示すを以て同時に此の値をも測定した。

次表第二表乃至第六表は其の實驗の結果を示す。

第二表 (0.28%C)

衝擊抗力と磁氣的硬度との關係 (ρ = 衝擊抗力)

温 度 C°	爐 中 冷 却		空 中 冷 却		衝 風 冷 却		湯 中 冷 却 (80~100)	
	ρ cm kgm/□	磁 氣 的 硬 度	ρ cm kgm/□	磁、硬、	ρ cm kgm/□	磁、硬、	ρ cm kgm/□	磁、硬、
700	14.50	0.073	12.40	0.080	14.30	0.073	—	—
750	8.80	0.053	11.30	0.086	11.50	0.073	12.60	0.094
760	9.50	0.051	12.60	0.080	12.60	0.077	11.65	0.120
780	10.20	0.050	12.90	0.074	13.30	0.080	12.40	0.107
800	6.32	0.045	13.30	0.078	14.20	0.075	—	—
820	7.28	0.041	23.95	0.078	14.80	0.092	15.70	0.131
850	5.70	0.039	12.90	0.086	12.60	0.089	16.00	0.137
870	9.20	0.044	12.90	0.081	13.00	—	16.00	0.148
900	7.28	0.034	11.30	0.084	14.60	0.083	16.00	0.160

第三表 (0.44%C)

温 度 C°	爐 中 冷 却		衝 風 冷 却		油 中 冷 却	
	ρ cm kgm/□	磁、硬、	ρ cm kgm/□	磁、硬、	ρ cm kgm/□	磁、硬、
700	4.44	0.110	5.44	0.104	4.15	0.112
750	3.82	0.085	5.04	0.115	4.15	0.241
760	3.71	0.076	5.50	0.154	4.15	0.260

780	3.78	0.085	5.10	0.157	5.20	0.273
800	3.10	0.084	5.37	0.159	3.90	0.260
820	3.72	0.094	5.37	0.152	5.02	0.280
850	3.72	0.075	—	0.154	—	—
870	2.87	—	4.52	0.158	3.77	0.254
900	2.91	0.075	4.57	0.163	4.15	0.242

第 四 表 (0.12% C , 2.55% Ni)

爐 中 冷 却 溫度 C°	ρ cm kgm/□		空 中 冷 却 ρ cm kgm/□		油 中 冷 却 ρ cm kgm/□		水 中 冷 却 ρ cm mcm/□	
	磁、硬、		磁、硬、		磁、硬、		磁、硬、	
700	24.1	0.058	25.40	0.076	1.19	0.081	0.23	0.085
750	24.60	0.060	24.80	0.081	27.40	0.106	1.23	0.140
760	23.10	0.065	26.10	0.082	32.60	0.101	17.20	0.155
780	24.40	0.054	23.10	0.077	35.00	0.151	7.70	0.348
800	22.50	0.052	22.10	0.081	34.50	0.134	8.10	0.331
820	24.40	0.056	23.40	0.078	31.10	0.159	10.60	0.298
850	24.60	0.058	22.70	0.70	27.80	0.165	7.20	0.342
870	21.40	0.055	23.10	0.083	24.30	0.165	6.30	0.344
900	22.30	0.055	25.30	0.076	24.10	0.170	6.50	0.345

第 五 表 (0.09% C , 4.05% Ni)

爐 中 冷 却 溫度 C°	ρ kgm		空 中 冷 却 ρ kgm		油 中 冷 却 ρ kgm		水 中 冷 却 ρ kgm	
	磁、硬、		磁、硬、		磁、硬、		磁、硬、	
700	18.20	0.110	22.10	0.138	11.40	0.255	10.30	0.295
750	15.00	0.085	21.20	0.129	8.20	0.417	7.97	0.368
760	22.50	0.076	21.20	0.127	7.90	0.409	7.86	0.373
780	19.60	0.085	21.80	0.120	7.70	0.408	8.03	0.369
800	19.40	0.084	21.30	0.127	9.10	0.391	7.86	0.357
820	20.50	0.094	21.80	0.114	9.90	0.392	—	0.364
850	19.90	0.075	20.10	0.120	8.30	0.371	7.87	0.356
870	18.50	0.069	21.00	0.113	7.90	0.380	8.43	0.357
900	17.80	0.075	19.80	0.073	8.20	0.384	—	0.356

第 六 表 (0.13% C , 5.9% Ni)

爐 中 冷 却 溫度 C°	ρ kgm		空 中 冷 却 ρ kgm		油 中 冷 却 ρ kgm		水 中 冷 却 ρ kgm	
	磁、硬、		磁、硬、		磁、硬、		磁、硬、	
700	30.40	0.060	27.20	0.076	9.70	0.087	5.75	0.100
750	26.80	0.057	23.50	0.080	7.65	0.121	12.95	0.135
760	23.80	0.058	20.10	0.086	15.30	0.132	13.30	0.214
780	19.75	0.050	22.60	0.081	19.80	0.140	14.30	0.196
800	21.80	0.059	22.70	0.082	20.10	0.170	7.56	0.340
820	22.60	0.057	21.50	0.077	17.00	0.175	6.97	0.340
850	19.75	0.051	24.10	0.080	19.45	0.178	6.97	0.346

870	21.80	0.054	22.80	0.081	12.80	0.201	6.97	0.340
900	21.10	0.050	23.60	0.083	11.60	0.230	6.74	0.331

以上の表に於て特に注目せらるゝは其の爐中冷却のものよりも空中冷却のものが常に大なる衝撃抗力を有することである。

次に衝撃抗力と同じく材料の靱性を指示すべき耐久力試験の結果を第七表及び第八表に示す、但し此の場合には冷却方法としては單に爐中及び空中のみを採用した。

之に就いて見るときは其の耐久力に於ては急冷の者は緩冷の者に對して格段の差を示すものなることが知らる。

扱て空中、放冷以上の急速冷却を行ふときは、其の或るものは衝撃抗力に於ては、尙爐中冷却のものに勝れ共低炭素鋼を除くの外一般に硬度の増加を伴ひ他の機械的性質に於て缺くる所あるを以て焼鈍法としては不可なることが知らる。

第 七 表 (0.26C, 0.22Si, 0.25Mn)

爐 中 冷 却			空 中 冷 却		
溫度	磁、硬、	回轉數	溫度	磁、硬、	回轉數
700	0.084	1050	700	0.0647	1405
750	0.0434	560	750	0.0707	1009
760	0.0420	800	760	0.0700	939
780	0.0390	520	780	0.0710	1286
800	0.0407	430	800	0.0806	1067
820	0.0388	400	820	0.0740	1032
850	0.0377	460	850	0.0743	942
900	0.0356	700	900	0.0699	1142

第 八 表 (0.31C, 0.35Si, 0.45Mn)

反對打撃回轉數と冷却速度の關係

爐 中 冷 却			空 中 冷 却		
溫度	磁、硬、	回轉數	溫度	磁、硬、	回轉數
700	0.1270	610	700	0.0824	870
750	0.069	710	750	0.1032	780
760	0.0620	480	760	0.1020	910
780	0.0631	710	780	0.0731	924
800	0.0614	970	800	0.1050	763
800	0.0597	760	820	0.1043	827
850	0.0551	660	850	0.0962	10100
900	0.0507	540	900	0.0968	874

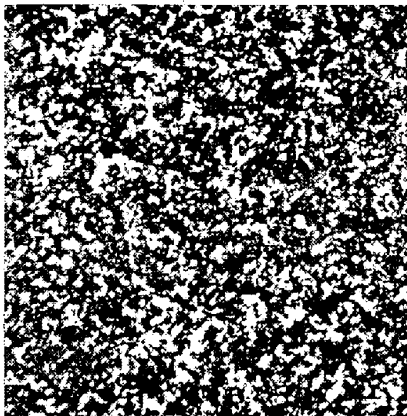
次に急冷却を行へる鋼の組織に就て一言せんに前にも述べた様に此れは緩冷却のパーライトとは頗る外觀に於て異なる組織を示す、即ち其の冷却變態點に於て完全なる α 鐵の析出及び其融晶即ちパーライトの生成が行はれずして其の α 鐵の量は相當せる緩冷却のものより稍少く共融晶たるパーライト

に相當すべき部分は一層微細なる波状び細粒狀の混合からなる、即ち殆どソルバイト的の組織を示す寫眞第一及び第二は夫々爐中冷却及び空中冷却せるもの、顯微鏡的組織であつて前者は完全なるパーライト組織であるのに反し、後者は不完全なるソルバイト組織である。

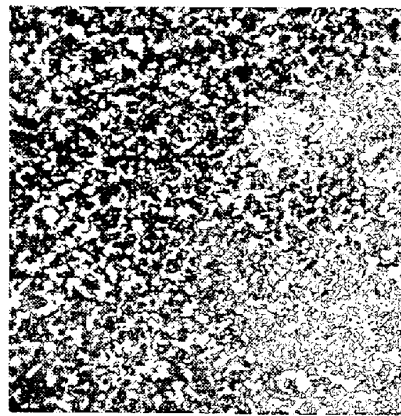
尙第三及び第四は上記のものを夫々擴大せる寫眞である。

而して上述の諸試験の結果に依れば完全なるパーライト組織を出すことが必ずしも焼鈍の目的を達するものでないことが知らるる譯である。

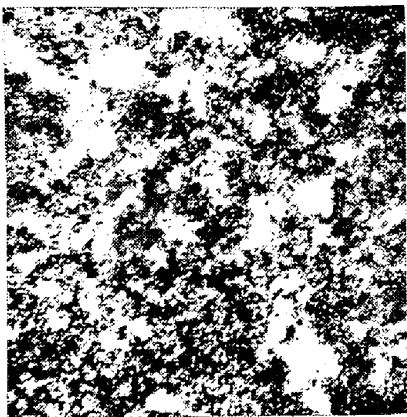
寫眞第一



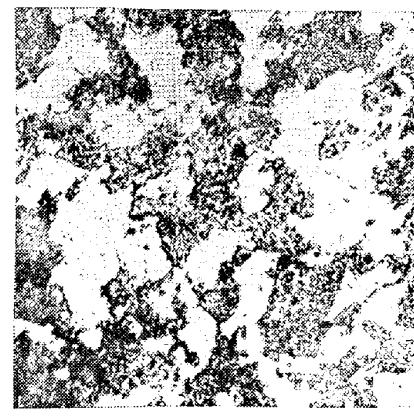
寫眞第二



寫眞第三



寫眞第四



扱て以上の顯微鏡的組織から考ふる時は急冷却せるものに於ては其の組織は比較的展延性にとめる α 鐵及び靱性並に強度に富めるソルバイトの混合態からなるのみならず、兩者共緩冷却のものに比して一層細粒状態にあり依つて此の結果として材料は延伸率並に絞搾率の減少を招くことなしに破斷界及び弾性界を増すのみならず其の靱性に於ても焼鈍鋼に勝る所があるのかも知れない。

然らば上記の如き焼鈍鋼は果して其の機械的作業に際して如何であるかと云へば一般に經驗せられてゐる如くソルバイト鋼は極めて切削し易い組織である故従つて此れと α 鐵との混合態である組織も其の作業は極めて容易なるは明である。

以上の實驗に依れば普通構造用炭素鋼等に於ては其の焼鈍に際しては最高温度から長時間に亘つて緩冷却を行ふの必要はなかるべく寧ろ空中冷却を行ふ方が機械的性質の勝れたる焼鈍鋼が得らるゝのみならず、又此の方が凡ての點に於て經濟的でもあらう。(大正十三年十一月二日稿)