

試料	T.C	G.C	C.C	Si	Mn	P	S
1	2.50	1.70	0.80	1.38	1.10	0.210	0.157
2	2.53	1.88	0.65	2.81	1.39	0.235	0.117

(第 33 圖は試料 2 の冷却曲線を示す。)

(ロ) 試験結果

試料	鑄込温度	初期晶開始温度と鑄込温度との差 °C	抗張力 kg/cm ² △	抗張力 kg/cm ² ◎	硬度 (ブリネル)
1	1,330°C	—	—	—	—
2	1,360	92	3,152	3,306	248

試料 (1) は中心部まで巣が多く到底此程度の鑄込温度にては操業不可能なるを知つたのである。No.38 は (2) の◎印の試料の組織である。

第 20 圖に屬するものは初期晶開始温度 1,300°C で明らかにキユボラ操業にては流出温度 1,400°C 以上でないと鑄込困難なるを知る。併し理想的に鑄込まれば驚異に値するものである。本項の研究は更らに精細なる試験結果があるのであるが詳細の點は報告を参照されたい。又本研究に於て低炭素鑄物即ち初期晶開始温度高さに應じて漸次鑄込温度を上昇するの要あり換言すれば熔解温度の上昇に留意せねばならぬ點を知る。即ち硅素の含有に依りて初期晶析出温度を低下せしむるの要も此處にあるのである。即ち同一炭素量に於て硅素多くなるに従ひ鑄物は容易に生産し得るも餘りに多きに到れば強力を低下す此意味に於て一定量の炭素量に對して許さる可き硅素の極限あり後で簡単に述べる事とする。(未完)

麻留田生成に關する X 線的研究

(昭和二年十一月日本鐵鋼協會第三回講演大會講演)

本 多 光 太 郎

關 戸 信 吉

I. 緒 論

鐵の結晶構造には α と γ との二つがある。 α 鐵は體心立方格子であつて γ 鐵は面心立方格子である。前者は 910° 以下及び 1,400° 以上融解點迄の間で安定であり、後者は 910° と 1400° との間に於てのみ安定である。鋼は鐵とセメントタイト Fe_3C (Ortho-rhombic の格子) との混合物であるが若しこ

れが A_1 點以上の溫度から焼入される時には炭素は鐵に固溶體となつて麻留田と稱する組織となる。麻留田は甚だ硬い組織であるがその結晶構造は從來までは鐵の原子に關しては α 鐵と同様に體心立方であつて炭素原子はこの格子の中間にあるものとされてゐた。⁽¹⁾ 麻留田に於ける炭素原子の位置は立方體の面の中心に此所彼所と公算の法則によつて分布してゐるものと考へられる。⁽²⁾ 最近焼入鋼には軸比 1.03~1.06 なる體心正方晶構造 (Body centred tetragonal structure) の存在することが報告されてゐる。⁽³⁾

一方に於て松下徳次郎博士⁽⁴⁾は焼入鋼の焼鈍の研究の結果 α 及び β なる二種の麻留田の存在することを見出され α 麻留田は β 麻留田よりも不安定なるものであつて 170° にて焼鈍され β 麻留田は 280° にて焼鈍されるものであることを發見された。その後 Thanemann 及び Schrader⁽⁵⁾も同一の結果を得てゐる。

大洲田は γ 鐵の中に炭素が固溶體となつて溶けてゐるものであつて高溫度に於て安定である。即ち大洲田に於ては鐵の原子は面心立方格子を取り炭素はこの立方體の中心に此所彼所と公算の法則によつて配布されてゐるものである。⁽⁶⁾

麻留田は鋼を A_1 點以上に熱してこれを水又は油中に急速冷却を行つた際生ずるものである。麻留田の生成及びその硬化の機構に關しては多くの學説があつて一定しない状態であつたが近年 X 線分析の進歩によつて最早殆んど疑問の餘地を見出さなくなつたのである。次にこれを簡単に記さう。⁽⁷⁾

A_1 變態は大洲田から波來士への變化である即ち γ 固溶體から鐵とセメントイトとの混合物への變化である。それ故に A_1 變態は次の二つの變化を合成したものに外ならない。

(1) 鐵の原子排列の面心立方格子より體心立方格子への變化。

(2) 炭素原子が鐵原子の空間格子間よりセメントイトとして分離。

然してこれらの二變化は正確に同時に起るものに非ずして多分階段的に引續いて起るものと考へられる。何となれば自然の現象に於て二つの異なる變化が精密に同時に起ると云ふことは甚だ考へ難いことである。

この二つの變化 (1) 及び (2) が引續いて起るものとすれば次に起る問題は (1)→(2) と (2)→(1) との何れが實際の變化に相當するかと云ふ事である。而してこれは明らかに (1)→(2)

(1) Westgren, Jour. Iron & Steel Inst. 103 (1921), 303 ;
E. Bain, Chem. and Metallg. Eng., 25 1921, 663.

(2) 本多、東北理科報告 14. (1925), 165.

(3) W. L. Fink and E. D. Campbell, Trans. Amer. Soc. Steel Treat., 9 (1925), 717;
N. Sejakow, J. Jourdmoff and Goodtzow, Nature 119 (1927), 949; Zeits. Phys., 45 (1927), 384.

(4) 松下、東北理科報告 7, 1918, 297.

(5) Trans. Aimee, Soc. Steel Treat., 9 (1926), 169.

(6) 本多、東北理科報告 14 (1925), 165.

(7) 本多、金屬の研究 1 (1924), 693

の順序であると考へられる。何となれば若しも鐵の原子排列が面心立方から體心立方に變化し終れば炭素を溶解せる所の α 鐵となる。然し α 鐵は多量の炭素を溶かすことは出来ないから炭素の大部分はセメントイトとして分離する。故に若しも第一の變化が起れば第二の變化は必然的結果として之に伴はなければならない。即ち變化の順序は (1) \rightarrow (2) であると考へられる。若しも繼續變化の順序に関する上記の見解が正しいと假定すれば A_1 變態即ち 大洲田 \rightarrow 波來土 なる變化は 炭素を溶かせる γ 鐵 \rightarrow 炭素を溶かせる α 鐵 \rightarrow 地鐵 + セメントイト 換言すれば 大洲田 \rightarrow 麻留田 \rightarrow 波來土 であつて A_1 變態は複變化又は階段變化となる。これによつて階段變化の正しいことが證明された譯であつて麻留田は大洲田から波來土への中間の状態である。

冷却速度の小なる場合に於ては A_1 點に於て大洲田は先づ麻留田に變化し麻留田は直ちに波來土に變化する。それ故にその結果は 大洲田 \rightarrow 波來土 と同一である。

水に焼入した場合の如く急速冷却をなさせる時は大洲田から麻留田への變化は遅延せられ 300° 以下の溫度に於て起り始め此變化の終る頃には試料は殆んど室溫に達するが故に第二の變化即ち麻留田より波來土への變化は室溫に於ける試料の大なる粘性のために起ること能はずして麻留田組織が得られるのである。

斯様に考へると鋼の完全なる硬度は階段變化の最初の變化即ち 大洲田 \rightarrow 麻留田 が完結し第二の變化即ち 麻留田 \rightarrow 波來土 が完全に阻止せられた時に得られる。若し冷却の速度が前の場合より少しく緩慢なれば第二の變化も一部分進行し吐粒洲を混じた麻留田組織が得られる。

吐粒洲はセメントイトが微細なる膠狀粒子として鐵中に浮遊せる所の散亂系 (Dispersed system) であると云ふことは今日一般に信ぜられてゐる所である。故に吐粒洲はセメントイトと鐵との機械的混合物であつて其本性に於ては波來土と異なる所はない。それ故に以下簡單のために吐粒洲は波來土の中に含めて波來土と總稱することにすれば大洲田、麻留田及び波來土の硬度 H は次の關係 $H_{\text{mart.}} < H_{\text{roost}} > H_{\text{aust.}}$ を満足する。由て吐粒洲又は波來土を混有せる麻留田組織即ち不完全なる焼入鋼の硬度は純粹なる麻留田よりも小である。

冷却速度が非常に急速なる時は第二の變化が完全に阻止せられる許りでなく第一の變化の一部分も阻止せられる。然るときは大洲田を混有せる麻留田となりその硬度は又純粹なる麻留田よりも小である。斯様に急速過ぎる焼入の場合に於ては更にこれを液體空氣の如き低溫度に冷却すれば残りの大洲田は麻留田に變化するからその硬度を増す。又斯様に急激に焼入した鋼に於ては大洲田が麻留田中に混合して存在することは X 線分析によつて確められてゐる。

焼入の機構の本性は斯様に明らかになつたがなほ焼入鋼に生ずる正方晶格子と體心立方格子とは如何なる關係に於かれておるものであるかの問題がある。本研究ではこれらの結晶構造は如何なる場合に起るかを明らかにし同時に麻留田生成の機構を説明するために行つたものである。

II. 實驗の方法

實驗の方法は著者の一人の前の實驗と同一である⁽¹⁾。5 萬ボルト、14 ミリアンペーアで2時間半露出した。フィルム⁽¹⁾の現像の際に於ける注意、試料をカメラに取付く場合の注意も前と同様である。使用せる炭素鋼の炭素量及び其他の不純物の分析表は次の如きものである。

第 1 表

C	Cu	Mn	P	Si	S
0.202	0.0455	0.413	0.0161	—	—
0.396	0.0230	0.395	0.0211	0.254	0.0242
0.508	0.0320	0.421	0.0236	0.253	0.0167
0.620	0.0370	0.197	—	—	0.0181
0.730	0.1090	0.263	0.0205	0.198	0.0209
0.895	0.0290	0.236	—	0.243	0.0174
1.040	0.0280	0.140	0.0840	0.260	0.0074
1.075	0.0290	0.278	—	—	—

これらの炭素鋼を直径 1 mm の針金にして水中に焼入した。一方に於ては直径 2.5 mm の棒を先づ水中に焼入し然る後これを直径 1 mm に仕上げた。これらの2種類の試料を夫々 A, B と名付くこととする。焼入温度は第2表に示してある。

第 2 表

炭素含量	0.202	0.396	0.508	0.62	0.73	0.895	1.04	1.075
焼入温度	880	840	810	800	780	760	880	920

即ち A 種の試料は焼入された儘の表面が X 線に露出され従てその表面の部分の結晶構造が知らるゝに反し B 種の試料は表面が取去られて内部の部分の結晶構造が知らるゝ譯である。

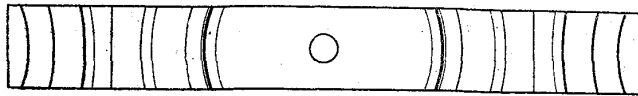
III. 實驗の結果 (其一)

(A) 試料 A の結晶構造及び格子常數

試料 A から得らるゝ X 線スペクトルは第 1 圖に示した様なものである。

(1) 關戸、金屬の研究

第 1 圖



緒焼入鋼に於ては麻留田と大洲田とが存在する故にこのスペクトルも麻留田(體心立方)と大洲田(面心立方)との混合物であるかも

知れないことは直ちに考へ得ることである。實際このフィルムの内側の部分は一見よくその疑を起さしむるのである。そこで左右對應線間の距離 $2b$ を測り θ を求めて原子面間の距離 d を計算し然る後これらの線を體心立方と面心立方とに屬するに最も可能なる様に分別するとその面指數 hkl は夫々第 5 行及び第 6 行の如くなる。これを假定して格子常數 a を計算すると夫々第 7 行及び第 8 行の如くなる。若し體心立方と面心立方との混合物ならばこれらの値は同一値を與ふべきに拘らずその差甚だ大にしてその然らざることを示してゐる。次にこれらの線が大洲田と軸比 1.06 なる體心正方晶構造格子との混合物として計算すると格子常數 a は第 10 行の如くなる。第 9 行は體心正方晶格子としての面指數である。第 10 行に於ては第 4, 7 及び 10 列に示せる値は第 8 行の同一列に示せる値と同一であつて大洲田の値であり残りの數字は正方晶格子に屬するものである。これらの數字はよく一致することを示す即ち軸比 ($c/a = 1.06$) なる體心正方晶格子のものと面心立方格子(大洲田)との混合物なることを示す。なほこの事は後に示す如く試料を種々の溫度に焼鈍した場合に於ける線の強度の消長によつて定性的に甚だよく證明される。

第 3 表

I $2b_{\text{cor.}}$	II θ	III $d_{\text{c.c.}}$	IV $d_{\text{f.c.}}$	V hkl (m.c.c.)	VI hkl (a.u.s.)	VII a (i. a.u.)	VIII a (a.u.)	IX hkl	X a ($r=1.06$)
48.20	25°037	2.284	2.069	110 β	111 β	2.926	3.584	101 β	2.845
53.52	27°300	2.072	1.878		111 α		3.589	101 α	2.849
55.47	28°313	2.005	1.817	110 α		2.836		110 α	2.836
62.67	32°553	1.797	1.628		200 α		3.594		3.594
77.17	40°.85	1.501	1.360	200 β		2.720		002 α	2.833
82.51	42°859	1.421	1.287	200 α	220 β	2.842	3.642	200 α	2.840
95.12	49°409	1.274	1.154	211 β	220 α	2.827	3.602		3.602
102.97	53°457	1.203	1.090		311 β		3.614	112 α	2.836
107.12	55°642	1.171	1.061	211 α		2.868		121 α	2.842
121.09	62°899	1.086	0.984	220 β	311 α	2.783	3.602		3.602
132.81	68°987	1.036	0.938	220 α	222 α	2.929	3.588	202 α	2.848

斯様にスペクトル線の歸屬が明らかになつたから測定に便利なる強き 2 本の線 (101), (121) を撰びこれから格子常數 a と軸比 r とを計算した。第 4 表は 1,000 枚のフィルムの平均値である。

第 4 表

炭素含量	$2b_{\text{cor.}}$	d	hkl	a	r
0.204	53.52	2.072	101	2.839	1.065

	107-12	1-171	121		
0-396	53-33	2-079	101	2-838	1-073
	106-98	1-172	121		
0-508	53-47	2-074	101	2-836	1-072
	107-16	1-171	121		
0-620	53-53	2-072	101	2-831	1-073
	107-37	1-169	121		
0-730	53-53	2-072	101	2-834	1-072
	107-31	1-170	121		
0-895	53-63	2-068	101	2-837	1-066
	107-28	1-170	121		
1-040	53-58	2-070	101	2-838	1-066
	107-20	1-170	121		
1-075	53-82	2-062	101	2-839	1-055
	107-33	1-169	121		

(B) 試料Bの結晶構造及び格子常數

この場合にはスペクトル線は普通の場合の如く體心立方なることを示す。強き2本の線(110)、(211)に就き $2b$ を測定して a を求めると第5表が得られる。

第 5 表

炭素含量	$2b_{cor.}$	d	hkl	a	平均
0-202	54-98	2-021	110	2-859	2-860
	107-57	1-168	211	2-860	
0-396	54-89	2-025	110	2-863	2-863
	107-35	1-169	211	2-863	
0-508	54-91	2-024	110	2-862	2-864
	107-28	1-170	211	2-865	
0-620	54-91	2-024	110	2-862	2-864
	107-25	1-170	211	2-866	
0-730	54-81	2-027	110	2-867	2-867
	107-18	1-170	211	2-866	
0-895	54-68	2-032	110	2-873	2-870
	107-15	1-171	211	2-868	
1-040	54-84	2-026	110	2-866	2-866
	107-25	1-170	211	2-866	

以上の二つの結果から考へると正方晶格子は焼入鋼の表面に顯はれ體心立方格子はその内部に於て顯はれるものであることが結論される。これを更に確めるために試料Aの1-0%のものゝ表面を油砥石で削つてX線寫眞を撮つて見た。その結果削るに従つて正方晶構造の線は急に弱くなり0-1

mm 位削つたものでは殆んど體心立方であることが知られた。更に切り口 25 mm² で厚さ約 10 mm の角材を焼入して表面の粉を取りこれの線寫眞 X を撮つたものでは正方晶格子なることを示した。なほこれから厚さ約 1 mm 位の部分を捨て、その所の粉を用ひて撮つた寫眞でもなほ正方晶構造であることを示した。従て正方晶格子の存在する厚さは焼入の状況によつて差異があるものである。

斯様に焼入鋼に於ては 2 種の構造がある即ち鐵原子に就て立方形と正方晶形とであつて炭素原子はこれらの空間格子の間に這入つてゐるものである。又前者は體心正方晶の軸比 1 なるもの後者は 1.06 なるものと考へられる。従てこれらの二つの構造の差異は甚だ小である。従てこれらを夫々 β 及び α 麻留田と稱へることにすれば、これは既に述べし松下博士が電氣、磁氣及び熱膨脹の研究の結果得られたものに外ならぬ。

β 麻留田の鐵原子間の距離は α 麻留田よりも少しく小である。従て前者は後者よりも比容積が小で硬度が少しく大であると考へられる。このことは實驗によつて立證されてゐる。

(C) 大洲田の格子常數

大洲田のスペクトル線は試料 A では常に顯はれたが試料 B ではよく顯はれない。大洲田は機械的振動によつて多少麻留田に變化する⁽¹⁾ら試料 B を作る際に多少消失したものと考へられる。然しながら大洲田の量は表面よりも内部の方では少なきものであることは確かである。この事實は緒論に於て述べし焼入の理論から豫期されることである。

第 6 表は大洲田の格子常數である。

第 6 表

炭素含量	$2b_{cor.}$	d	hkl	a
0.202	62.64	1.798	200	3.596
0.396	62.37	1.805	"	3.610
0.508	62.49	1.802	"	3.604
0.602	62.50	1.802	"	3.604
0.730	62.52	1.802	"	3.604
0.895	62.44	1.804	"	3.607
1.040	62.30	1.805	"	3.610
1.075	62.44	1.804	"	3.607

(D) 比容積の計算

比容積を v とすれば次の式から計算される。

$$v = \frac{V}{1.649 \times W \times n \times 10^{-24}}$$

但し V は格子の單位立方體の體積、 1.649×10^{-24} は水素原子の質量を 1.008 で割れるもの、 W は原子量、 n は單位立方體中に存する原子の數である。第 7 表は大洲田、 α 及び β 麻留田の比容積で第 2 圖はこれを圖示したものである。

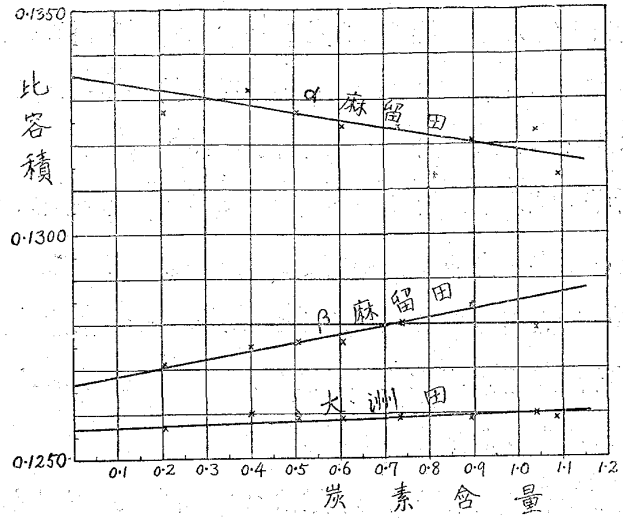
即ち大洲田の比容積が最小で β 麻留田これに次ぎ α 麻留田が最大である。又大洲田及び β 麻留田の比容積は炭素含量共に少しく増加し α 麻留田に於ては少しく減少する。これらの變化は大體次式で表はされる。大洲田 $v = 0.1257 + 0.0003C$ α 麻留田 $v = 0.1335 - 0.00018C$ β 麻留田 $v = 0.1267 + 0.0017C$

(1) 本多・岩・瀨金屬の研究 3 (1926), 326

第 7 表

炭素含量	大洲田	α 麻留田 正方晶	β 麻留田 (立方晶)
0.202	0.1257	0.1327	0.1271
0.306	0.1260	0.1332	0.1275
0.508	0.1259	0.1327	0.1276
0.602	0.1259	0.1324	0.1276
0.730	0.1259	0.1324	0.1280
0.895	0.1259	0.1321	0.1284
1.040	0.1260	0.1323	0.1279
1.075	0.1259	0.1313	

第 2 圖



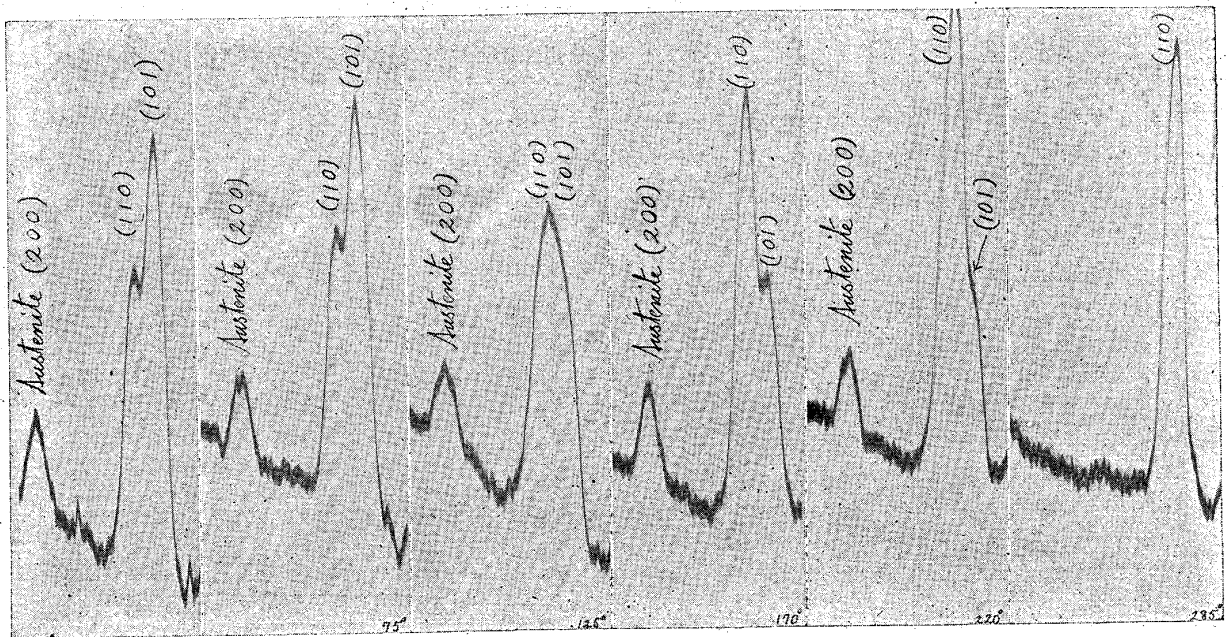
この變化の割合は大洲田に就いては Wever⁽¹⁾ がマンガン鋼より見出した値よりも小さく又 α 麻留田の軸比に對しては Sejakow, Kurdjumow and Goodtzow⁽²⁾ は炭素量と共に増加すると報告してゐる。

IV 實 驗 の 結 果 (其二)

(A) 焼鈍によるスペクトル線の強度の變化

試料 A を次記の溫度で各 30 分宛焼鈍して夫々 X 線寫眞を撮り次にその強度曲線とマイクロホトメーターによつて撮つた。

第 3 圖



(1) Mittel. Kaiser-Wilh Inst. 4(1924), 1.
 (2) Zeits. Phys. 45 (1927), 384.

75°, 125°, 170°, 220°, 285°

この場合最も見易すき変化は (101 α) と (110 α) の線の強度の変化であつて見掛け上焼鈍温度の上昇と共に (110) は強くなり (101) は弱くなつて行く様に見える。第 3 圖はこの強度曲線である。正方晶格子の (110) と立方晶格子の (110) とはこの場合その位置が殆んど一致するからこの変化は焼鈍によつて正方晶格子は漸次立方格子に變化し 285° に於てはこの變化は完全に終つてゐることを示すものである。

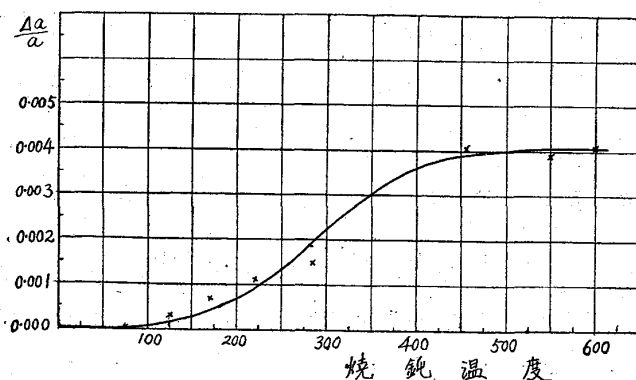
焼入鋼中に存在する大洲田はこれを焼鈍した場合約 230° までは殆んど麻留田に變化しないがこの温度を越えると急に變化する事は顯微鏡に依つて確められてゐることであるが第 3 圖はよくこれを示してゐる。即ち 220° 以下の焼鈍では大洲田の (220) は殆んどその強度の變化なく 285° では完全に消失してゐることである。

尙、前に述べた如く試料 A によつて得らるるスペクトル線が體心立方と面心立方との混合物に非

第 8 表 0.2% 炭素鋼

焼鈍温度	w			$\frac{\Delta a}{a}$			
	211 α	200 α	110 α	211 α	200 α	110 α	平均
(焼入の儘)	4.23	3.64	3.45				
75°	4.18	3.62		0.0015	0.000		0.0001
125	4.12	3.70	3.31	0.0003	0.003	0.0011	0.0004
170	4.22	3.35	3.36	0.0001	0.0014	0.0008	0.0007
220	4.18	3.33	3.24	0.0002	0.0015	0.0017	0.0011
285	3.90	3.23		0.0010	0.0020		0.0015
355	3.60	3.08	3.20	0.0019	0.0027	0.0020	0.0022
455		2.89	2.92		0.0039	0.0043	0.0041
550	3.20	2.85	2.87	0.0031	0.0039	0.0047	0.0039
600	3.05	2.74	2.89	0.0035	0.0044	0.0045	0.0041

第 4 圖



らざることはこの強度の變化を考ふれば定性的に了解せられる。

(B). 焼鈍に依るスペクトル線の幅の變化。

著者の一人は前に焼入鋼のスペクトル線の幅と炭素含量との關係を研究した。これと同様な實驗を焼入鋼の焼鈍に就て行つた。即ち試料 B の 0.2% と 0.9% とに就いてスペクトル線の幅と焼鈍温度との關係を求めた。第

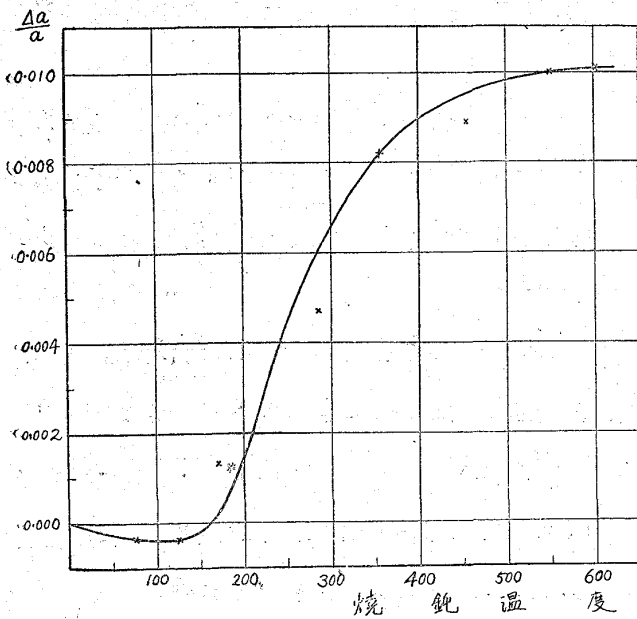
(1) 關戸、東北理科報告 4 (1927) 297

8 表、第 4 圖及び第 9 表、第 5 圖はこの結果である。

第 9 表 0.9% 炭素鋼

焼鈍温度	w			$\frac{\Delta a}{a}$			
	211 α	200 α	110 α	211 α	200 α	110 α	平均
(焼入の儘)	6.49	4.90	4.16				
75°	6.59		4.56	-0.0003		-0.0003	-0.0003
125	6.63	5.00	4.50	-0.0004	-0.0005	-0.0003	-0.0004
170	6.06	4.72	3.97	+0.0014	+0.0008	+0.0015	+0.0013
220	5.64			0.0027			0.0027
285	5.01	3.95	3.57	0.0046	0.0047	0.0048	0.0047
355	4.01	3.12	3.15	0.0076	0.0087	0.0082	0.0082
455	3.69	2.87	3.15	0.0085	0.0097	0.0082	0.0089
550	3.30	2.89	2.86	0.0097	0.0098	0.0105	0.0100
600	3.27		2.86	0.0098		0.0105	0.0101

第 5 圖



第 5 圖から知られる如くスペクトル線の幅は 100°~150° で焼鈍したものは却つて少しく廣くなりそれから急に狭くなりその後漸近的 600° に於ける値になる。この始め幅が却つて少しく廣くなるのは α 麻留田が β 麻留田になるためであつてこのことは同じ範圍の焼鈍によつて焼入鋼の硬度の増加する事實に依つても立證されることである。

尙次の二圖の示す如く 600° に於ける $\frac{\Delta a}{a}$ の値の比は 0.2% 及び 0.9% の炭素鋼に就て約 2.5% である。この値はこれ等の炭素鋼の焼入せるものの硬度の比と大體一致する尙炭素鋼に

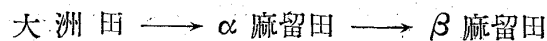
就て格子常數の變化の割合 $\frac{\Delta a}{a}$ は約 0.01 であつてこれから内部歪を計算すると約 200kg/cm² を得る。この値は著者の一人の前の實驗の値と大體一致する。⁽¹⁾

V 實驗の結果の考察

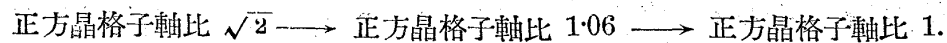
上の實驗によると焼入炭素鋼に於てはその表面には α 麻留田と大洲田とが存在し内部に於ては β 麻留田と極めて少量の大洲田とが存在する。而して表面に於ける α 麻留田は中心に近づくに従ひ極めて急に減少するものであることが知られた。又焼鈍に依つて α 麻留田は β 麻留田に變化する即

(1) 關戸、金屬の研究 4 (1927) 297

ち前者は後者よりも不安定なものである。それ故に大洲田から麻留田の生ずる變化は次の如く表し得る。



偕、面心立方格子は軸比 $\frac{c}{a} = \sqrt{2}$ なる體心正方晶格子と考へられ體心立方格子は軸比 $\frac{c}{a} = 1$ なる體心正方晶格子と考へられるから上の變化は又次の如く考へることが出来る。



即ち大洲田から麻留田の成生する機構は甚だ簡單である即ち軸比 $\sqrt{2}$ なる正方晶格子が先づ C 軸の方向に一様に短縮されそれと同時にこれに直角の方向に伸張すれば足りるのであつてその軸比が $\sqrt{2}$ から 1.06 となつた時が α 麻留田であつて更に進んでその軸比が 1 となれば β 麻留田である。

焼入鋼の表面即ち冷却速度の大なる所にては第一の變化即ち 大洲田 \longrightarrow α 麻留田 は一部分は進行せず第二の變化即ち α 麻留田 \longrightarrow β 麻留田 は完全に阻止せられる。従つて表面には少量の大洲田を混じた α 麻留田が顯はれる。然るに内部に於ては冷却速度が少しく小である故に第一第二の兩變化共に完全に進行する、従つて内部にては β 麻留田のみが顯はれる。 α 麻留田は其の比容積が著しく大であるから内部には存在し難い。即ち内部では大洲田で變化せずに残るか或は變化すれば α 麻留田を通り過ぎて β 麻留田まで變化すべきである。

偕、原子構造の理論に依ると原子の形は決して球ではない。それ故に鐵の格子中に於ける炭素原子の向きは鐵の原子に對して幾つかの不安定なる位置を取ることが出来る。斯様に考ふれば麻留田に於ては斯くの如く鐵が軸比 1.06 及び 1 なる二つの正方晶格子を取り得る事は容易に理解することが出来る。

次に注意すべき重要な事は麻留田に於けるスペクトル線の擴散である。この事は通例次の如く説明されてゐる即ち麻留田は更にもつと小なる結晶の集合であつて原子の數百の程度から成る非常に小なる結晶粒が勝手な方向に排列して吾々の見る麻留田の結晶が成立してゐるものである。この考へは Westgren によつて初めて提出されたものであるが顯微鏡に依れば麻留田はよく發達せる結晶であることに一致しない。次の説明は著者の一人が既に 1925 年に提出せるものであつて事實とよく一致する。⁽¹⁾

常溫に於ては鐵は殆んど炭素を溶かさない事はよく知られてゐることであるから麻留田に於ける炭素原子は甚だしき強制の状態にあつてその折出は常溫に於ける金屬の粘性の甚だ大なることに依つて妨げられてゐる。それ故に炭素原子が存在する附近の鐵の格子は甚だ大なる歪を受ける譯であつて歪はこの炭素原子より少しく遠ざかれば急激に減少する。従て鐵の格子の種々の部分の受くる内部歪は同一ではなく炭素原子より遠ざかれば連續的に急に減少する。この連續的な格子常數の變化はスベ

(1) 本多、東北理科報告 14 (1925), 165

クトル線を擴張せしめるのである。1%の炭素鋼の焼入せるものに於てはスペクトル線の擴張は格子常数の1%の變化に相當し且格子の平均の膨脹は0.45%である。⁽¹⁾それ故に1%の炭素が鐵の格子の間に存在すると1.01から1の間の種々の軸比の無数の正方晶格子の集合となると考へることが出来る。斯様に考ふればスペクトル線の擴散は格子の歪によつて見事に説明される故に麻留田を更に無理に小なる結晶粒の集合と考ふるの必要はない。

スペクトル線の擴散と麻留田の結晶粒の小なることに歸すべからざる事は焼入鋼の焼鈍によるスペクトル線の幅の變化からも確かめられる。即ち300°にて30分焼鈍せるものは最早その幅の擴散の大部分は消失してゐる。斯様な低い溫度に於て結晶粒の生成は起り得ないことであるから線の擴散は結晶粒の小なることに依るものではない。

尙麻留田のスペクトル線の中に若干の斑點を見出すことが出来る、このことは麻留田は相當の大きさの結晶粒なることを示すものである。

總 括

上述の結果は次の如く總括される。

1. 焼入炭素鋼に於てはその表面に近き部分に體心正方晶格子(軸比1.06)を生じその内部に通常の體心立方格子を生ずる。
2. 松下博士の發見せられたる α 麻留田は前者に相當し β 麻留田は後者に相當する。
3. 大洲田は麻留田に混合して顯はれその量は内部に行くに従ひ急に減少する。
4. 大洲田より麻留田への變化の機構は格子の變化として説明される。即ち大洲田の正方晶軸の方向に一樣なる短縮とそれに直角の方向に一樣なる伸長によつて α 及び β 麻留田を生ず。
5. 以上麻留田の生成は著者の一人が8年前に發表せる焼入の理論に直接の證明を與へた。
6. 麻留田スペクトル線の擴散は鐵の空間格子の間に存在する炭素原子による格子の歪によるものである。終りに實驗中に於ける大槻繁雄君の御助力を謝す。

(1) 關戸、金屬の研究 4 (1927), 297