

# 鋼の結晶粒度に関する二、三の研究

(酸性及び塩基性両平爐鋼精鍊過程に於ける結晶粒度の差異について)

前川 静 彌\*・中川 義 隆\*

## STUDY ON GRAIN SIZE OF STEEL

(Difference of grain size between acid and basic open hearth furnace steels during the steel making process)

*Shizuya Maekawa, Dr. Sci. and Yoshitaka Nakagawa*

### Synopsis:

The authors studied on the characteristics and differences of acid and basic open-hearth furnace steels regarding the changes of grain size during the steel making process. The result obtained were as follows:

1) The grain size of basic furnace steel was irregular and that of acid furnace steel was homogeneous at every stage of steel making process, but the grain size of both the steels during the steels making process showed the same tendency of change. But the basic furnace steel which was deoxidized by additional ferro-silicon to the furnace before tapping, showed the homogeneous grain size after addition of its deoxidizer, and it is alike to acid furnace steel.

2) Grain size of the acid furnace steel in ladle was coarse compared with that of basic furnace steel, but it was homogeneous. Basic furnace steel showed fine but irregular grain size.

3) The refining reactions of the acid furnace were slow and thorough in the furnace, but the refining reactions of basic furnace were heavy and imperfect in the furnace; and as deoxidizers were added into ladle, deoxidizing reactions were continued during the ingot casting process in the ladle. And amount of additional aluminum into ladle as deoxidizer was 0.03% in case of basic furnace and 0.01% in case of acid furnace.

4) It was thus evident that characteristics and differences of grain size in both the steels were caused by different refining methods of both furnaces.

## I. 緒 言

結晶粒度が鋼質に重要な影響をあたえることは周知の通りで従来多数の研究が発表されているが、その支配因子については未だ不明な点も多く随時所期の結晶粒度を有する鋼を熔製することには少々難点がある。こゝには酸性及び塩基性両平炉精鍊各期における熔鋼の結晶粒度の変化と炉種による差異を調べ、併せてこれに関連する一、二の補足的実験を行つた結果の概要を取纏めて報告する。

## II. 實 験 要 領

### (1) 実験対象鋼種

酸性及び塩基性両平炉においてそれぞれ熔解精鍊せる

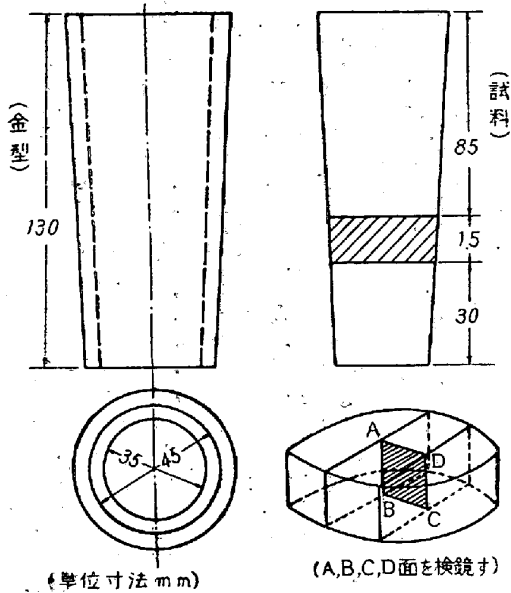
炭素鋼 (0.20~0.30% C, 0.25~0.30% Si, 0.45~0.55% Mn, 0.035% 以下 S, P) を対象とした。酸性平炉においては石灰法による精鍊を行い取鍋では Al 0.01% を添加せるもの 4 熔解、又塩基性平炉においては取鍋で Fe-Si の全部、Fe-Mn の一部及び Al 0.03% を添加せるもの 4 熔解 (取鍋脱酸)、及び炉内で Fe-Si の一部を又取鍋で残部 Fe-Si 及び Fe-Mn, Al 0.03% 等を添加せるもの (炉内脱酸) 3 熔解について実験を行つた。

### (2) 試料採取及び調製

精鍊過程において熔落、石灰投入前 (又は鉄鉋石投入中)、銑鉄投入前 (又は Mn 鉄投入前)、Fe-Mn 投入

\* 株式会社日本製鋼所室蘭製作所研究部

前、出鋼前、及び鑄込中の各時期に熔鋼を汲取つて第1図の金型に鑄込み、図に示す部位より顕微鏡試料を切出しその判定は学振制定の滲炭法に基づいて行つたが、表示及び図示方法の一部は独自の方法を定めてこれによつた。又結晶粒度判定試料と同時に Herty 法による [FeO] 分析試料も採取した。

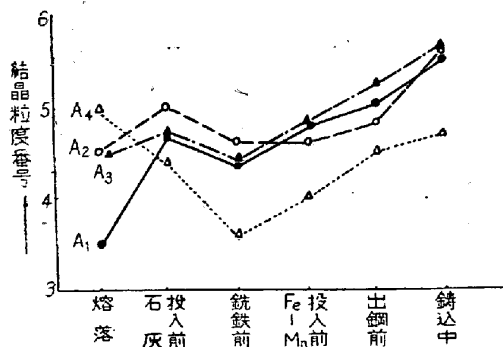


第1図 全型寸法及び試料切出要領

### III. 実験結果の概要及び考察

#### (1) 精錬過程における結晶粒度の変化

A. 酸性平炉鋼：酸性平炉の精錬過程における鋼浴成分並に結晶粒度の変化を第1表及び第2図にそれぞれ示す。



第2図\* 酸性平炉精錬過程に於ける結晶粒度の變化

\* 第2図に於て均混のものは次の方法で表示した。G5(60%)；G3(40%) の場合： $5 \times 0.6 + 3 \times 0.4 = 4.2$  即ちこれの結晶粒度を 4.2 とした。この方法では混粒状態のものでも同一の数値を以て表わされる場合も生ずるが現在適当な図示方法がないのでやむを得ずこの方法によつた。

一般に結晶粒度は熔落より鉄鉱石投入終了までは微細化の傾向を、又、爾後差物投入前まで粗粒化の傾向を有し混粒の程度が甚だしくなり、この時期以降は明かに微細化する傾向が認められる。しかし精錬各期を通じて總体的に齊粒或は均一なる混粒であつて、酸性平炉操業の特質上鋼浴の諸条件の均一であることが窺える。

以上の点を更に詳しく詳細に検討してみると

(イ) 熔落より鉄鉱石投入終了(石灰投入前)までは成分的には C, Si, Mn が何れも急激に減少する。しかしこれ等の諸元素が結晶粒度の直接的な支配因子としては考えられないので、この間における微細化の傾向は鉄鉱石の投入によりその中に含有せられている  $Al_2O_3^*$  等の影響を強く受けているものと思される<sup>1)</sup>。

(ロ) 鉄鉱石投入後石灰投入時期において一般に粗粒化の傾向を示すが、この間においては鋼浴中への直接投入物がなく単に [FeO] が増加するのみで、結晶粒度微細化に有効なる物質 ( $Al_2O_3$  等) が漸次浮揚離脱し去るためと考えられる。尙 A1, A3 の如くこの時期における [FeO] の増加が少いものは結晶粒度の變化も少いが A2, A4 の如くその増加の著しいものは明らかに大なる變化を示し、粗粒化の程度が大で混粒の発生、或はその程度が甚だしくなつている。

(ハ) 差物時では [FeO] が逐次減少し装入物の影響により順次微細化の傾向を示す。出鋼後は取鋼で添加される Al の影響を受けて急激に細粒となる。

(ニ) 常識的に非金属介在物の多い鋼の結晶粒度は微細になると考えられるが、本実験では余り明瞭な関係が得られなかつた。

(ホ) 鋼浴中の酸素量と結晶粒度とか密接な関係を有していることは齋藤氏<sup>2)</sup>等によつて明らかにされている。本報において酸素量は Herty 法によつて求めたものであり、又、精錬の推移によつて鋼浴自体の条件が異つていたので、厳密にはその関係を求めることが出来ない。然し C, Si, Mn 量の変化は結晶粒度に余り影響を及ぼさないから、精錬中の結晶粒度は酸素によつて可成り強く支配されることが予想され、本実験の結果では [FeO] 量が増加するに従い結晶粒が粗大となり、且つ混粒を示している。

#### B. 塩基性平炉鋼(取鋼脱酸の場合)

塩基性平炉において取鋼脱酸を行つた場合精錬過程の結晶粒度變化並びにこの時の鋼浴諸成分を第2表及び

\* 當所使用の鐵鐵石の  $Al_2O_3$  含有量は塊状のもの 3~5%、粉状のもの 10% 以上である。

第 1 表 酸性平爐精鍊狀況と結晶粒度との關係

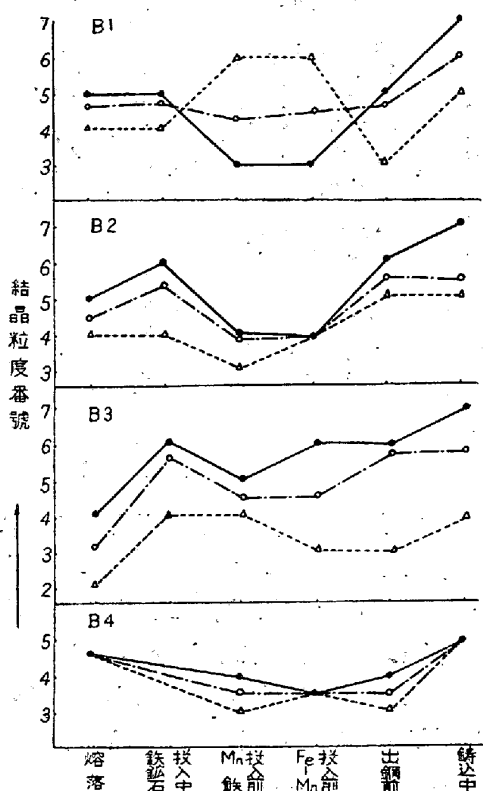
番號	時期	化 學 成 分 %					結 晶 粒 度		
		C	Si	Mn	[FeO]	[Sand]			
A1	1	1.24	0.11	0.10	0.056	0.0111	G4(50%)	G3(50%)	均混
	2	0.63	0.03	0.02	0.080	0.0289	G5(70%)	G4(30%)	"
	3	0.24	0.06	0.05	0.080	0.0338	G5(70%)	G4(30%)	"
	4	0.23	0.23	0.10	0.071	0.0406	G6(60%)	G3(40%)	"
	5	0.27	0.23	0.49	0.068	0.0105	G5(100%)		齊粒
	6	0.29	0.25	0.59	0.055	0.0116	G6(50%)	G5(50%)	均混
A2	1	0.93	0.10	0.08	0.058	0.0141	G6(40%)	G4(30%)	G3(30%) 均混
	2	0.37	0.06	0.02	0.063	0.0391	G5(100%)		齊粒
	3	0.13	0.05	0.03	0.140	0.0297	C5(80%)	G3(20%)	均混
	4	0.16	0.13	0.08	0.147	0.0438	G5(90%)	G2(10%)	"
	5	0.23	0.26	0.48	0.110	0.0241	G5(80%)	G4(20%)	"
	6	0.20	0.21	0.32	0.070	0.0247	G6(80%)	G4(20%)	"
A3	1	0.97	0.20	0.17	0.032	0.0183	G5(50%)	G4(50%)	"
	2	0.33	0.04	0.02	0.082	0.0243	G5(70%)	G4(30%)	"
	3	0.21	0.04	0.03	0.084	0.0250	G5(70%)	G3(30%)	"
	4	0.32	0.25	0.15	0.068	0.0278	G5(80%)	G4(20%)	"
	5	0.36	0.34	0.43	0.053	0.0158	G5(80%)	G6(20%)	"
	6	0.36	0.32	0.43	0.043	0.0120	G6(80%)	G4(20%)	"
A4	1	1.44	0.04	0.07	0.047	0.0084	G5(100%)		齊粒
	2	0.52	0.11	0.04	0.058	0.0072	G5(70%)	G3(30%)	不均混
	3	0.29	0.04	0.10	0.084	0.0118	G3(70%)	G5(30%)	均混
	4	0.31	0.21	0.19	0.074	0.0159	G5(50%)	G3(50%)	"
	5	0.33	0.31	0.46	0.066	0.0205	G5(50%)	G4(50%)	"
	6	0.34	0.31	0.57	0.074	0.0121	G5(70%)	G4(30%)	"
備考	<p>時期の數字は 1. 熔落, 2. 石灰投入前, 3. 銑鐵投入前, 4. Fe-Mn 投入前, 5. 出鋼前, 6. 取鋼。  「均混」とは寫眞第 1—(1) の如く混粒の狀態が比較的均等のものであり, 「不均混」は寫眞第 2—(3) の如く混粒にしし大小種々の粒度のものが局部的に密集しているものを示す。以下この表示方法による。</p>								

第 2 表 鹽基性平爐精鍊狀況と結晶粒度との關係 (取鋼脱酸の場合)

番號	時期	化 學 成 分 %					結 晶 粒 度		
		C	Si	Mn	[FeO]	[Sand]			
B1	1	0.67	0.01	0.10	0.089		G5(60%)	G4(40%)	均混
	2	0.49	0.01	0.07	0.140		G5(70%)	G4(30%)	不均混
	3	0.39	0.01	0.09	0.184		G3(80%)	G6(20%)	"
	4	0.33	0.01	0.14	0.124		G3(50%)	G6(50%)	"
	5	0.30	0.01	0.41	0.116	0.0020	G5(80%)	G3(20%)	"
	6	0.32	0.22	0.30	0.056		G7(50%)	G5(50%)	"
B2	1	0.88	0.02	0.22	0.015		G5(50%)	G4(50%)	不均混
	2	0.76	0.01	0.14	0.168		G6(70%)	G4(30%)	"
	3	0.46	0.01	0.24	0.226		G4(90%)	G3(10%)	"
	4	0.42	0.01	0.27	0.172		G4(90%)	G3(10%)	"
	5	0.35	0.01	0.44	0.145		G6(60%)	G5(40%)	均混
	6	0.35	0.24	0.41	0.061	0.0061	G7(80%)	G5(20%)	不均混
B3	1	1.17	0.02	0.24	0.116		G2(50%)	G4(50%)	均混
	2	0.94	0.01	0.15	0.123		G6(80%)	G4(20%)	不均混
	3	0.34	0.01	0.19	0.166		G5(50%)	G4(50%)	"
	4	0.31	0.01	0.26	0.124		G6(50%)	G3(50%)	"
	5	0.27	0.01	0.43	0.084		G6(90%)	G3(10%)	"
	6	0.27	0.25	0.49	0.042	0.0110	G7(60%)	G4(40%)	"

B4	1	0.87	0.01	0.19	0.074	G4(70%) G6(30%) 均混
	2					
	3	0.40	0.01	0.22	0.158	G4(70%) G3(20%) 不均混
	4	0.38	0.01	0.29	0.162	G4(50%) G3(50%) 均混
	5	0.38	0.01	0.50	0.126	G4(50%) G3(50%) 不均混
	6				0.066	G6(60%) G4(40%) 均混

備考 時期の数字は 1. 溶落, 2. 鐵鑛石投入中, 3. Mn 鐵投入前, 4. Fe-Mn 投入前, 5. 出鋼前, 6. 取鍋



第3圖 鹽基性平爐精鍊過程に於ける結晶粒度の變化 (取鍋脱酸の場合)

圖中・印はその主要面積を占める粒度を、又△印はその他の粒度を示し、中央鎖線はその混粒割合を示す。以下これに準ず。

第3圖にそれぞれ示す。

精鍊過程における結晶粒度の遷移は大体酸性の場合に類似した傾向を示し、溶落時は大体均一なる混粒或は齊粒に近い状態にあるが精鍊の進行につれて著しく不均一な混粒を示し、この状態が最後まで持続される。これは鹽基性平爐操業上鋼浴の諸變化が迅速で所謂均一なる条件になつていないためと考えられる。

以上の点を更に詳しく検討すると

(イ) 鉍石投入中はやゝ細粒化の傾向を認めるが、酸化期後半に酸性平爐の場合と同様の原因でやゝ粗粒化の傾向を示し、爾後差物の投入と共に細粒化し取鍋において著しく微細化する。

(ロ) 混粒の割合は差物前及び Fe-Mn 前にやゝ不均一なる混粒が少くなり總體的に均一になる傾向が認められる。

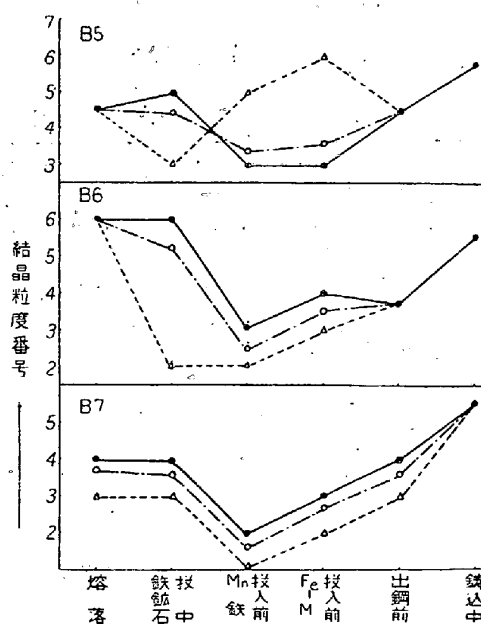
(ハ) 非金属介在物との関係については温硝酸法によると、鹽基性鋼の場合特に精鍊中では低い分析値を示し結晶粒度との関係が認め得られないので省略した。

(ニ) 取鍋脱酸が急激多量な場合は不均一混粒の程度が著しい。これは出鋼後の温度降下による Fe-Si, Al 等の拡散速度の低下及び脱酸生成物の発生状態が大粒のを生じ易い等の原因によると考えられる。

(ホ) 鋼浴中の酸素との関係は酸性平爐の場合と同様明確になし得ないが [FeO] 量増加に従い粗粒となり、混粒が甚だしくなる。

C. 鹽基性平爐鋼 (炉内脱酸の場合)

鹽基性平爐において炉内脱酸を行つた場合、精鍊過程中的結晶粒度変化並びにこの時の鋼浴諸成分を第表3及び第4圖に示す。



第4圖 鹽基性平爐精鍊過程に於ける結晶粒度の變化 (爐内脱酸の場合)

炉内脱酸を行つた場合精鍊過程における結晶粒度の遷

第3表 鹽基性平爐精鍊狀況と結晶粒度との關係(爐内脱酸の場合)

番號	時期	化 學 成 分 %					結 晶 粒 度			
		C	Si	Mn	[FeO]	Sand				
B5	1	0.85	0.02	0.20	0.090	0.0053	G5(50%)	G4(50%)	均 混	
	2	0.62	0.01	0.10	0.120	0.0011	G5(70%)	G3(30%)	不均混	
	3	0.31	0.01	0.07	0.140	0.0023	G3(80%)	G5(20%)	"	
	4	0.30	0.01	0.13	0.130	0.0039	G3(80%)	G6(20%)	"	
	5	0.32	0.04	0.43	0.090	0.0140	G3(50%)	G6(50%)	均 混	
	6	0.34	0.28	0.36	0.060	0.0076	G7(60%)	G4(40%)	"	
B6	1	1.12	0.03	0.14	0.100	0.0028	G6(100%)			
	2	0.86	0.01	0.12	0.120	0.0062	G6(80%)	G2(20%)	不均混	
	3	0.30	0.01	0.08	0.180	0.0014	G3(50%)	G2(50%)	"	
	4	0.32	0.01	0.13	0.120	0.0023	G4(50%)	G3(50%)	均 混	
	5	0.33	0.05	0.48	0.085	0.0110	G4(70%)	G3(30%)	"	
	6	0.33	0.32	0.40	0.066	0.0060	G5.5(100%)		やゝ齊粒	
B7	1	0.90	0.01	0.18	0.086	0.0018	G4(70%)	G3(30%)	不均混	
	2	0.76	0.01	0.16	0.160	0.0015	G4(60%)	G3(40%)	"	
	3	0.28	0.01	0.07	0.154	0.0026	G2(60%)	G1(40%)	"	
	4	0.29	0.01	0.11	0.122	0.0182	G3(70%)	G2(30%)	均 混	
	5	0.30	0.03	0.40	0.096	0.0130	G4(60%)	G3(40%)	"	
	6	0.30	0.30	0.36	0.056	0.0116	G6(50%)	G5(50%)	"	
備考	時期の數字は 1. 熔落, 2. 鐵鑛石投入中, 3. Mn 鐵投入前 4. Fe-Mn 投入前, 5. 出鋼前, 6. 取鍋									

移は大體取鍋脱酸の場合に類似しているが全般的に出鋼前より不均一な混粒が消失し齊粒或は均一なる混粒を示す様になる。これは出鋼前に投入する Fe-Si により一部脱酸されて鋼浴中の酸素の存在状態が変化し且つ脱酸剤投入後鑄込迄の時間的余裕等により鋼浴の状態は充分均一になることによるものと思われる。

又、一般に取鍋脱酸の場合に比し出鋼後鑄込までの間の細粒化程度が大であるのは、Fe-Mn のみを投入せる鋼浴に Al, Fe-Si を同時に投入した場合よりも、一部 Fe-Si を投入して一部脱酸した鋼浴へ更に Al, Fe-Si を投入する方が細粒化し易いことを示している。何れにしても塩基性平炉においても Fe-Si によつて一部炉内

第4表 酸性及び鹽基性兩平爐精鍊過程中的結晶粒度の差異

時期	酸 性 平 爐	鹽 基 性 平 爐
一般傾向	第2, 3, 4圖にみられる如く鐵鑛石投入中はやゝ微細化を、又酸性平爐では石灰投入期、鹽基性平爐では鐵鑛石投入期後半(石灰石投入期)より粗粒化傾向を示し、兩者共差物期以後逐次微細化し、取鍋に於ける脱酸(主として Al の投入)によりやゝ急激に細粒になる。	
熔落	兩者共一般に G5, G4 程度の齊粒又は均一な混粒が多い。	
酸前化期半	兩者共一般にやゝ細粒化の傾向を示しているが、鹽基性平爐鋼はやゝ不均一なる混粒が多くなる。これは鐵鑛石中の Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 等の影響を受けるためと考えられる。	
酸後化期半	粗粒化の傾向を示し、これは石灰投入期において鋼浴中の結晶粒度に關係ある非金属介在物等の浮揚離脱と酸素の増加によるものと考えられる。	一般に粗粒化且不均一混粒の發生が多い。これは左と同様な理由によるが時間的影響を受けて酸性の場合程鋼浴が均質にならないためと考えられる。
差物期	鉄鐵投入以後急激に微細化の傾向を示す。これは鋼浴中の酸素の減少、脱酸生成物の生成、差物中の不純物の影響によるものと考えられる。	Mn 鐵投入より逐次微細化する。爐内脱酸の場合は均一な混粒となる傾向が強く表われるが、取鍋脱酸の場合は餘り顯著でない。
出鑄鋼込より迄	取鍋で Al 添加により微細化するが一般に鹽基性平爐に比べて1~2番粗粒である。然し齊粒或は均一なる混粒で不均一なる混粒は殆ど認められない。(G5 前後)	取鍋脱酸によると、その程度の急激なものは不均一混粒の程度は大であるが、爐内脱酸すれば一般に均一なる混粒が齊粒を示す。一般に酸性平爐鋼に比べて微細であるが混粒が多く、特に爐内脱酸を行わないものは不均一混粒が甚だしい。(G7 を主とし G5 又は G4 との混粒)

脱酸したものは酸性平炉鋼と類似な粒度変化の傾向を示すことは明らかである。

(2) 酸性及び塩基性両平炉鋼の精鍊過程における結晶粒度の差異

#### A: 酸性及び塩基性両平炉の比較

酸性及び塩基性両平炉精鍊過程中の結晶粒度の比較を一括して第4表に示す。

#### B. 概 括

酸性及び塩基性両平炉鋼の精鍊過程における結晶粒度の変化は以上の通りで、精鍊諸状況との細部にわたる関連性については不明の点も多いが、これを概括すると

1. 鉄鉱石を盛んに投入している時は Si, Mn 等は一般に酸化減少し酸素を増加するが、鋼浴自体のこれら諸元素の変化よりも鉄鉱石中に含有された  $Al_2O_3$  等の不純物による影響が強いため、やゝ微細化するものと考えられる。しかし鉄鉱石の投入がない酸化期後半では、これ等が逐次浮揚離脱し鋼浴は酸素の漸増のみで一般に清浄な鋼浴となり、従つて粗粒化の傾向を示すものと考えられる。

2. 然し差物開始後はその影響を受けて逐次微細化を示すが、これは脱酸と同時に各種酸化物の漸増によるものと考えられる。

3. 酸性或は炉内脱酸を行つた塩基性の場合には齊粒又は均一なる混粒を示す。これはその精鍊方法が各種反応について充分時間的に余裕があり均質な鋼浴になつてゐるためであり、又、取鍋脱酸せる塩基性炉の場合には各種反応、特に脱酸反応に時間的余裕が少く均質な鋼浴に達しないためと思考する。

4. 結晶粒度を支配する因子として鋼浴中の酸素が可成り重要なものであることは本結果からも推定し得るがその正確なる関連性については更に検討する必要がある。しかし總体的に  $[FeO]$  量大なる場合、粗粒且混粒となることは謂い得る。

5. 炉内に於て Fe-Si 鋼一部脱酸した後更に取鍋で Al, Fe-Si を加えたものは微細化の程度が高く且齊粒化する傾向がある。

6. 塩基性平炉鋼が酸性平炉鋼より一般に混粒を示すが、微細であることは取鍋添加の Al 量によることは明らかであるが(註) これは半面より見れば酸性平炉鋼に比して所謂清浄な鋼でないことを示しているものと考えられる。

## IV. 結 言

以上酸性及び塩基性両平炉鋼に於ける結晶粒度につい

て精鍊過程中的変化及び両者の差異を比較したが、酸性鋼の結晶粒度は塩基性鋼に比べてやゝ粗で齊粒又は均一なる混粒であるが塩基性鋼は不均一なる混粒の場合が多い。しかし炉内で脱酸したものはやゝ均一なるものに変化する傾向がある。これはその精鍊、特に脱酸方法によつて結晶粒度が可成り顕著に影響されることを示すもので、精鍊時各種反応を充分進行させた鋼浴は均一となり従つて結晶粒度も均質になるものと考えられる。

従つて単に化学成分的には同一なる鋼でも斯る点に差異を生じ酸性及び塩基性両平炉鋼に優劣を生ずるものである。塩基性平炉鋼でも取鍋脱酸の程度或は炉内脱酸の有無によつて結晶粒度が可成り相違する点からも、特に脱酸反応を充分に進行せしめることが均一な結晶粒度を有する鋼を得る要件であると考えられる。

本実験は現場資料によつたため不備な点や説明及び検討の不充分な点もあり且独断的結論を下した部分も多々あるので大方の御批判を賜れば幸甚である。終りに本研究の発表を許可せられ且種々御教示御指導を賜つた株式会社日本製鋼所常務取締役兼室蘭製作所長小林佐三郎博士に謝意を表すると共に試料採取に種々御便宜を戴いた熔鋼工場長館野万吉氏に厚く御礼申し上げる。尚、本実験に協力された研究部員山下健氏に深謝する。

#### (註) Al 添加による結晶粒度の變化の補足實驗

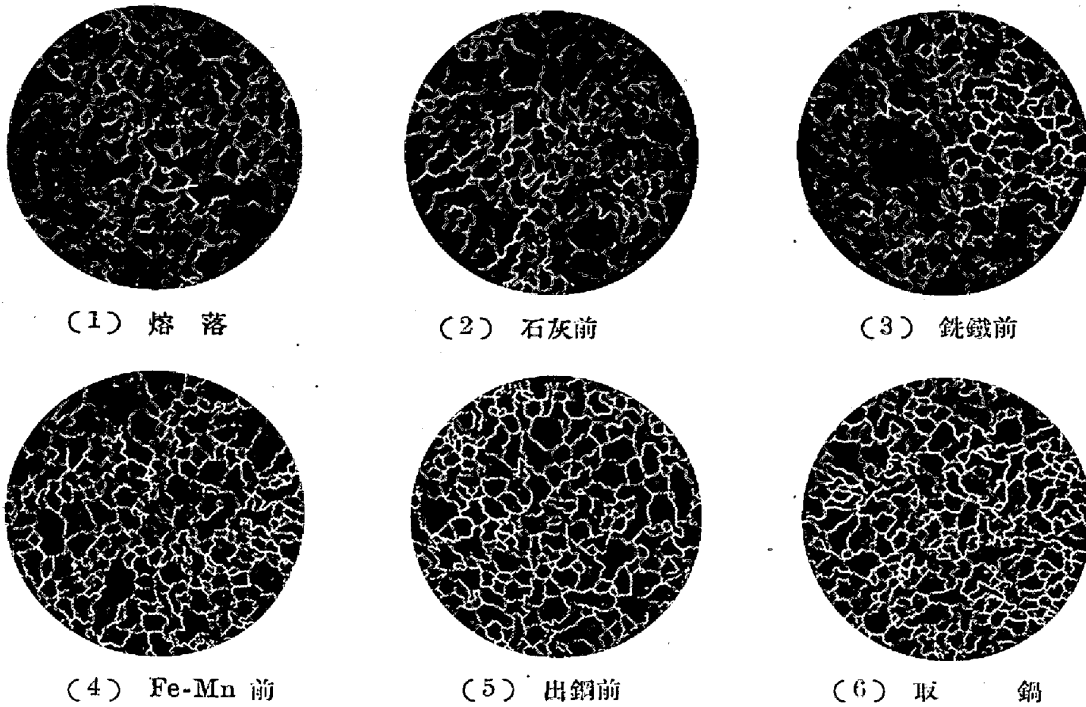
結晶粒度は鋼中に添加する Al 量によつて左右されると云う説は多くの人々によつて支持され、又實證されてゐる所であるが、前述の結果よりもこれを裏付ける點が認められる。こゝでは結晶粒度の支配因子としての Al の存在状態の如何に觸れずに Al による結晶粒度の微細化はその添加時の鋼浴の状態に相當影響されることが考えられるので、最も関連性の大なる鋼浴中  $[FeO]$  との関係に就て二、三の實驗を行つた。その結果の概要は

(イ) Al 添加によつて全般的に結晶粒は微細化する

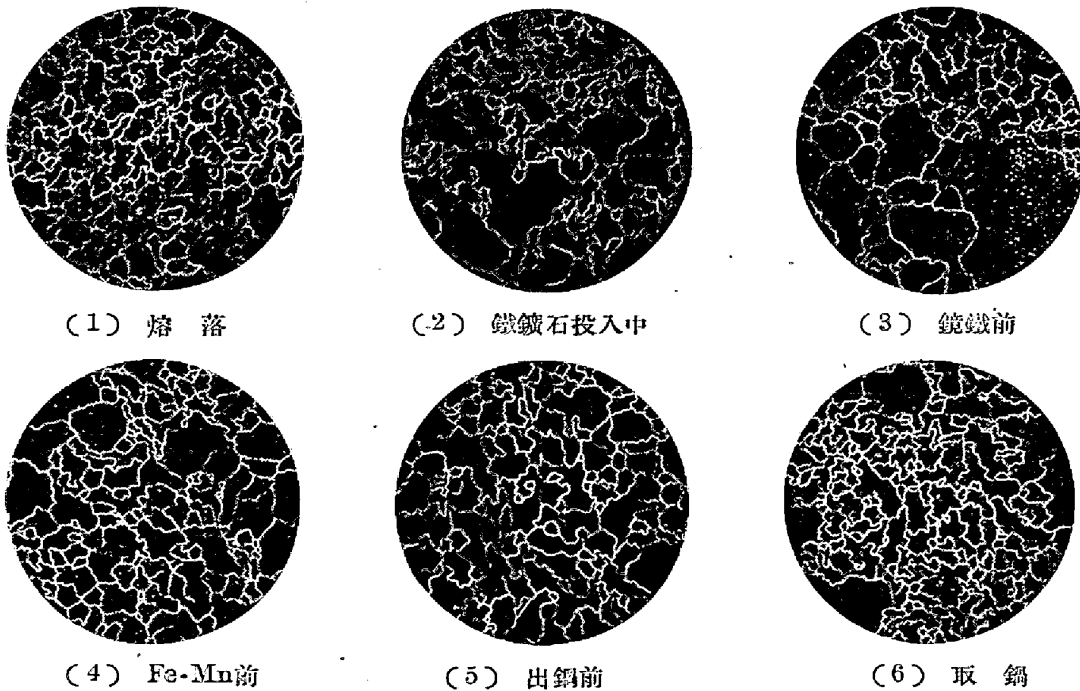
(ロ) 鋼浴中の  $[FeO]$  がほぼ同じ場合、 $[C]$  高きとき微細化の傾向は區々であるが  $[C]$  低き時は一般に明瞭である。

(ハ) Al の添加によつて 0.03% 附近までは Al 量にほぼ比例的に微細化するが、0.1% 以上になると不均一混粒、及び異常組織的な粒度を示すものが多くなる。

(ニ) Al 投入時、鋼浴中の  $[FeO]$  と結晶粒度微細化の程度は試料少く斷定し得ないが、Al 0.005% では鋼中の  $[FeO]$  量に拘らずやゝ微細となり、Al 0.01% では  $[FeO]$  0.06~0.07% 附近で、又 Al 量 0.02~0.03% では  $[FeO]$  0.08~0.09% で比較的よく微細化し



寫眞第1 酸性平爐精鍊過程中に於ける結晶粒度變化の一例



寫眞第2 鹽基性平爐精鍊過程中に於ける結晶粒度變化の一例

ている。(圖省略)

文 献

1) H. W. Mcquaid: Trans. Am. Soc. Metals, 23 (1935), 782  
 2) C. Derge, A. R. Kommel & R. F. Mehl: Trans. Am. Soc. Metals, 26 (1938), 153  
 3) S. Epstein, J. H. Nead & T. S. Washburn:

Trans. Am. Soc. Metals, 22 (1934), 879  
 E. Haudremont & H. Schrader: Archiv Eisenhüttenw, 12 (1939), 393  
 等も  $Al_2O_3$  の定量値と結晶粒度との關係を求めているが明瞭な關連性を得られないと述べている.  
 4) 齋藤泰一: 鐵と鋼, 36 (1950), 108, 鐵と鋼, 37 (1951) 283