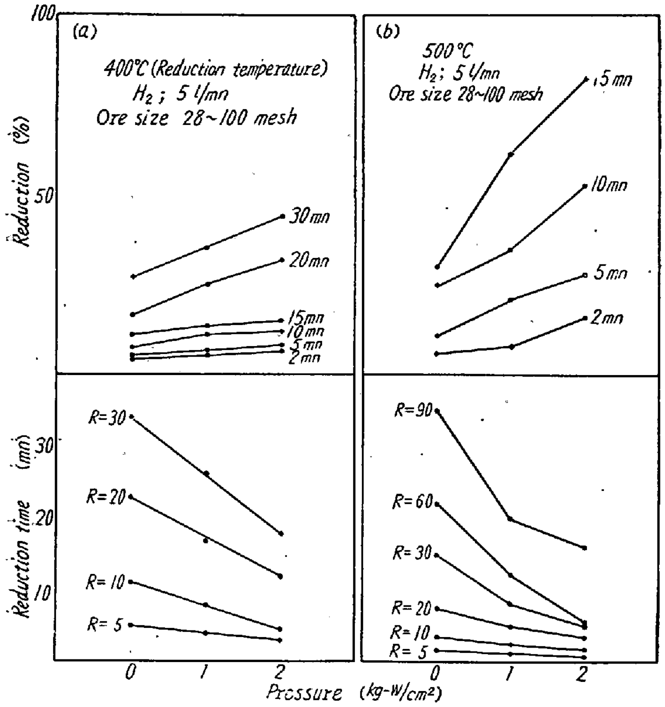

Fig. 3. Effect of pressure on reduction velocity.

温側では，還元過程は kinetic zone にあり高温側では diffusion zone にあつて，圧力の影響は kinetic zone に主に見られるという説と合致している．流動還元に用いるような細粉の鉱石では拡散よりも，化学反応の速度が還元過程をより律速すると考えられる．

IV. 結　　言

以上の実験から結論を導くのは早急と考えられるが，概していえることは，圧力を加えることにより還元速度が増加する．すなわち，

1）流動還元に使用するような 28～100 mesh の細鉱では，拡散よりも，化学反応の速度が還元過程をより律速する．

2）還元率が還元速度に影響されることは当然のことであり，還元率が高い範囲では圧力の影響は比較的小さく還元率50～60%でもつともいちじるしい効果がある．

3）還元時間の点から見れば 2kg-W/cm² の加圧によつて 400°C（還元率 $R \cdot d\%=25$）で 1/2, 500°C（$R \cdot d\%=60$）では 1/3, 600°C（$R \cdot d\%=80$）では 1/2 の還元時間で良い，このような加圧によつていちじるしい経済的効果のあることが明となつた．

---

(42) リムド大型鋼塊の偏析について

富士製鉄広畑製鉄所

松田 常美・○斎藤 晃

Segregation in Large Rimming Ingots.

Tsunemi MATSUDA *and Akira* SAITŌ

I. 緒　　言

圧延設備の近代化とともに，鋼塊および鋼片が大型化する傾向にあり，最近では 20 t におよぶスラブ用鋼塊も珍らしくない．鋼塊の大型化は，作業能率の向上という利点はあるが品質管理上必ずしも有利とはいえない面がある．そこで 13t ないし 18 t の大型鋼塊と6t ないし 10 t の鋼塊の偏析分布を冷延用リムド極軟鋼と中板用リムド軟鋼について明らかにし製品材質におよぼす影響を調査した．

II. 冷延用リムド極軟鋼

C 0·10% 以下，Mn 0·25～0·45% の取鍋成分の溶鋼をそれぞれ 6·5 t，8·5 t，13 t，15 t，16 t の鋼塊に造塊し，スラブおよび冷延鋼板について調査した結果を要約する．なおここにデータとして示した鋼塊の寸法は Table 1 に示すとおりである．

1． 偏析

鋼塊をスラブに圧延し中心線上を板厚の中心部から試料をとり，C，Sの分析を行なつた．Fig. 1 はSについての結果である．この例では大型鋼塊ではSの最大偏析率は小型鋼塊に比し小さいが最大偏析位置が鋼塊底部に向つて拡がり，濃厚偏析帯が広くなる傾向が見られる．他の鋼塊について調査した結果も同様で 13 t 以上あるいは厚み 800mm 程度の大型鋼塊では偏析のピークが鋼塊高さ方向に 2 コ現われるようで，この傾向は W.H. MAYO[1] の研究とも一致している．

つぎにスラブ断面のサルファプリントについてリムとコアの割合を測定した結果大型鋼塊の方がリムの割合が少なくすなわち負偏析帯の占める割合が低いことが判明した．高さ方向および断面方向ともに大型鋼塊は成分が均一化しているといえる．

Table 1. Dimensions of ingot molds.

	Ingot mold	Ingot weight	Section of the ingot-mold top	Section of the ingot-mold bottom	Ingot-mold height
Large ingot	HB 164	16 t	1400×870	1450×905	2100
Small ingot	HB 854	8·5 t	1420×520	1450×570	2000

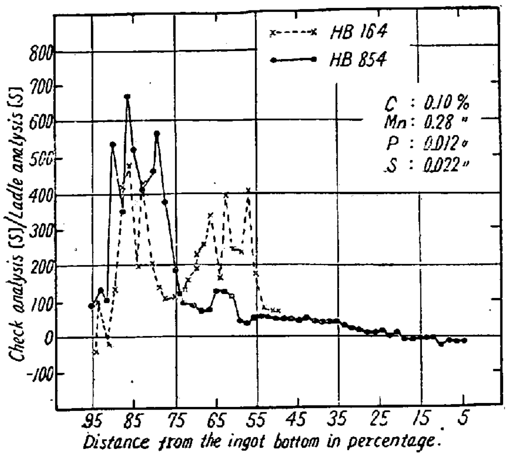

Fig. 1. Distribution of sulphur in the center of slab thickness along the ingot height.

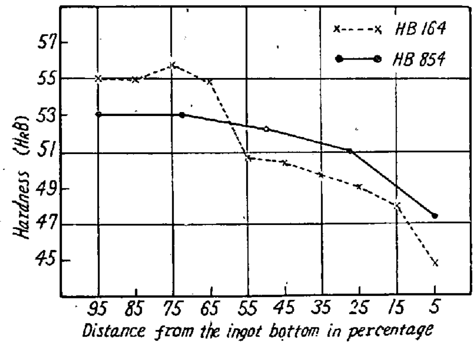

Fig. 2. Hardness change of cold-rolled and annealed sheets corresponding to the ingot height.

2. 冷延鋼板の材質におよぼす影響

上記鋼塊を冷延調質後鋼塊高さ方向の硬度を測定した結果を Fig.2 に示す．加工工程の影響があるので硬度の分布のみを考慮することとして大型鋼塊では頭部，底部の硬度差が大きく材質の変動が大きいことが示されている．このことは化学分析において小型鋼塊の方が局部的な偏析のピークが大きかつたことと一致しないが，小型鋼塊の方が相対的なリム層厚みが大であつたことを考えると，局部的な偏析よりも板厚方向の平均成分が硬度にきいて来るものと考えるのが妥当である．本報告には省略するがコニカルカップ値，エリクセン値，介在物の分布などについても硬度と同様な傾向が認められた．また板巾方向の硬度分布のチェックでも大型鋼塊では頭部より50% 以下にまで濃厚偏析の影響がおよんでいることが判明した．

以上の結果から大型鋼塊はリムド鋼の特徴である加工性の確保において小型鋼塊に劣ることが予想され，絞り加工に対しては鋼塊頭部の切捨がて必要である．

III. 中板用リムド軟鋼

絞り性とともに強度を要求される中板にはC，Mn の高いリムド鋼が使用されるがこの場合はＳの他にＣの偏析の影響が顕著に現われる．C：0•26%，Mn：0•74% の成分のリムド鋼を Table2 に示した二種類の鋳型に造塊した結果について報告する．

1. 偏析

スラブ切断面についてのチェック分析はサンプリング誤差が大きいことと冷延鋼板で経験したように材質に影響を与えるのは板厚方向の平均成分であると考えられることから今回は最終厚みまで圧延後板厚方向に打ち抜いて分析した．Fig. 3 にＣの鋼塊高さ方向の偏析を示すがこの結果はつぎの引張試験の結果とよく一致している．

2• 引張試験値におよぼす影響

厚さ 4•5mm のホットコイルからコイル長さ方向，等間隔に板巾中央から試片をとり引張試験を行なつた．Fig. 4 はその一例で抗張力の変化を示す．大型鋼塊では頭部と底部の試験値の差が大きく一鋼塊内のバラツキが大きいことが認められる．また小型鋼塊では抗張力が底部ではほぼ一定で頭部の一部分のみが偏析の影響を受けているに対し大型鋼塊では 50% 以上が濃厚偏析の影響を受け負偏析の部分といちじるしい対照をなしている．降伏点，伸び率についても同様であるが抗張力を例にとつてコイル内変動を比較すると Table3 に示すごとく

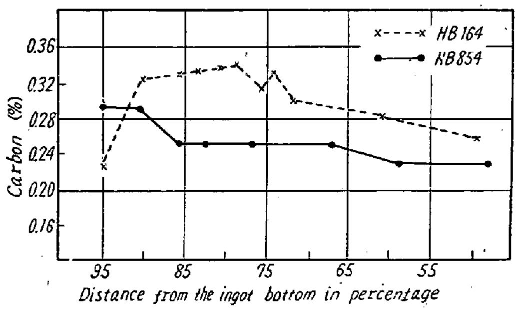

Fig. 3. Distribution of carbon in the center of hot-rolled sheets corresponding to the ingot height.

Table 2. Dimensions of ingot molds.

	Ingot mold	Ingot weight	Section of the ingot-mold top	Section of the ingot-mold bottom	Ingot-mold height
Large ingot	HB 13	13 t	1160×890	1200×940	2000
Small ingot	HB 854	8•5 t	1420×520	1450×570	2000

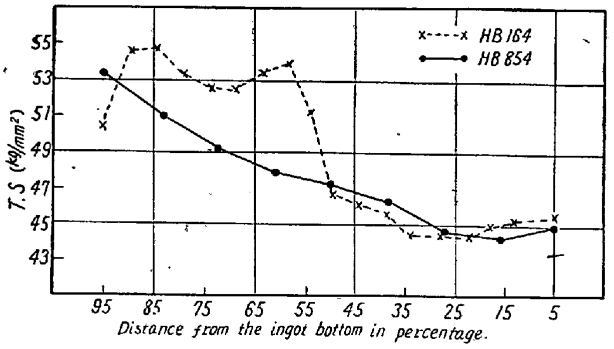

Fig. 4. Tensile strength of hot-rolled sheets corresponding to the ingot height.

Table 3. Variation of tensile strengths of hot-rolled strip.

	$\bar{x}$	σ
HB 13	55·4	5·6
HB 854	50·6	2·8

である．なお，同一成分で実験した結果，コイル全長における抗張力平均値は大型鋼塊の方が常に高い値を示している．中板製品はロット内の材質ができるだけ均一であることが望ましいがこの点では大型鋼塊は非常に不利であり，また強度と伸び率を規定された場合コイル全長にわたつて規格値を満足させることは困難な場合もあり得る．

IV. 結　　　言

冷延鋼板および熱延中板の材質について，リムド大型鋼塊の偏析がおよぼす影響を調査した結果つぎの結論を得た．

1）化学成分の偏析は小型鋼塊に比し最高偏析率は低いが偏析帯の分布が広くCの高い中板材ではとくに顕著である．

2）この傾向は鋼塊頭部の加工性不良部分を広くし，またロットの品質変動を大きくする．

3）リムド大型鋼塊のこの傾向は鋼塊厚みに関係があり熱容量が大きいために温度勾配の減少が早いためと考えられる．

文　　献

1）W. H. Mayo: Proc. Open Hearth, (1956)

(43) 加圧凝固鋼塊の内部性状について

日本製鋼所室蘭製作所
守川平四郎・工博 小野寺真作
平岡　昇・○大西　敬三

On the Internal Structure of a Steel Ingots Cast by Pressurized Freezing Process.

Heishiro Morikawa, *Shinsaku* Onodera,
Noboru Hiraoka *and Keizo* Onishi

I. 緒　　　言

健全な大型鋳鍛鋼品用の鋼塊を得るために，真空鋳造法，超音波凝固法，MFP法，あるいは振動凝固法など理論的にも，実際的にも興味ある方法が提案され試みられてきた．

その中のひとつである加圧凝固法は，古くから Harmet Process として知られている．しかし大型実用鋼塊の製造法として必ずしも確立されたものではない．その理由のひとつは鋳型を利用して加圧するのにいちじるしく困難な点のあることが指摘される．この点を克服するために，高圧容器の中に鋳型の全体を入れて加圧する方式をとり，試験を行ないここにその一部の実験結果を報告する．

II. 試　験　装　置

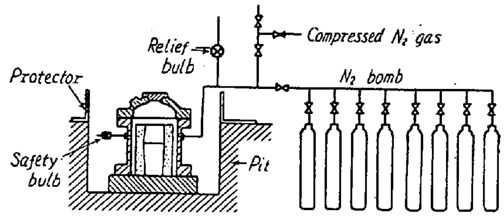

Fig. 1. Schematic diagram of apparatus for pressurized freezing process.

この実験に使用した装置全体の配置図を Fig. 1 に示す．浅いピットの中に Fig. 2 で示すような加圧タンクを設置して，それに窒素ボンベを継ぎその窒素によつて加圧することを考えた．

この容器は，あらかじめ水圧試験により，150 kg/cm² 以内の圧

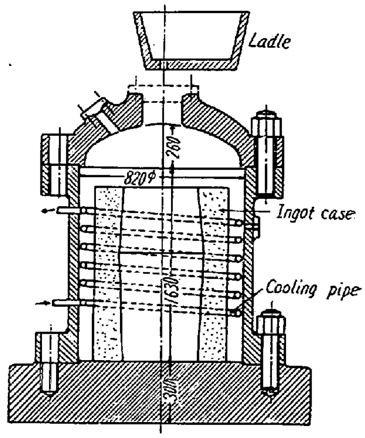

Fig. 2. Pressure vessel.