

3.2 実験結果

実験の結果を Table 1 に示す。

(* 印は第2段の加圧開始時間が遅れ、第1段の加圧中にすでに中心部まで凝固が進行していたものである。) すなわち、本表より溶鋼に対し $270 \text{ t}/200 \text{ cm}^2 = 1.35 \text{ t}/\text{cm}^2$ 程度の加圧により、凝固速度が著しく速くなっている。

4. 結果の考察

以上の結果理論的に予想したごとく、加圧により凝固速度が著しく促進されることが明らかになった。これらの結果を、前章で求めた凝固殻の生成状況と対比すると Fig.1 のごとくである。

すなわち、前述のごとく自然凝固の場合は部分接触の場合を想定したが、本実験結果は理論値と実測値とはかなりよく一致している。これは本実験の条件下では、自然凝固の間、凝固殻と鑄型との間に空隙ができない状態であると考えてもさしつかえない点よりも十分理解できる。これに反し加圧凝固の場合は、密着の場合を想定しているが、本実験結果では、密着の理論により導かれた凝固殻の厚さよりも、加圧時の凝固殻の発達著しく速いことを示している。これは加圧により、鑄型に凝固殻との密着することによる、両者間の熱伝導の向上以外に、前述の加圧による溶鋼の凝固温度の上昇、熱伝導率の増大による影響を強く受けて、このような結果を示すものと考えられる。

文 献

- 1) SAVAGE: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), (1962), p. 41
- 2) BRIDGMAN: Rev. Mod. Phys., 7 (1935), p. 28

(91) 加速凝固法による実用鋼塊への適用試験結果について

(加速凝固による優良鋼塊の製造法に関する研究—II)

日本製鋼所、室蘭製作所

鍵和田暢男・理博○中川 義隆

Results of Applying the Test of the Accelerated Solidification to Commercial Ingots.

(Study on the method of sound ingot making by means of accelerated solidification—II)

Nobuo KAGIWADA and Dr. Yoshitaka NAKAGAWA.

1. 結 言

大型鋼塊は、凝固時間も長く、凝固に原因する各種欠陥の発生が顕著である。したがって、大型鋼塊において加速凝固法を有効に適用することができれば、その利点は著しい。また、各種欠陥に対して、比較的有利な連続鑄造方式の鋼塊製造に際しても、中心部の収縮孔など欠陥の発生は避けられない。この対策として、加速凝固法の併用は有利であることが考えられる。本報においては、大型鍛造用鋼塊ならびに連続鑄造鋼塊に加速凝固法を適用するために予備的にこなった試験経過ならびに結果について報告する。

2. 試 験 要 領

2.1 要 旨

鑄込直後の鋼塊の内部が完全に凝固しない状態で、これに圧力を加え、この時の圧力の強さ、圧力を加える時期などと鋼塊内部性状との関係について調査した。

2.2 試験鋼種および鋼塊形状

鋼種は、C: 0.10%, Si: 0.32%, Mn: 1.10% の組成を有する低炭素キルド鋼で、鋼塊寸法は $190 \times 570 \times 1300 \text{ mm}$ の 850 kg 扁平鋼塊である。

2.3 造塊および加圧要領

試験鋼塊は5本とし、下注5本揚げによる造塊法である。鑄込温度は 1550°C 、鑄込速度は 4 min 間である。鑄込終了直後、鋼塊頭部を水冷し、鋼塊を傾けても内部の溶鋼が洩出しないようにする。その後、可及的速やかに、鋼塊を順次鑄型より抜出して、Fig.1 に示すような要領で 4000 t 水圧プレスによつて加圧する。その経過および状況は Table 1 に示すごとくである。

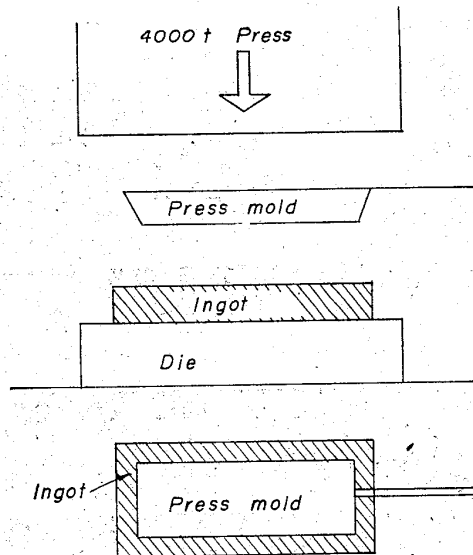


Fig. 1. Schematic diagram of press.

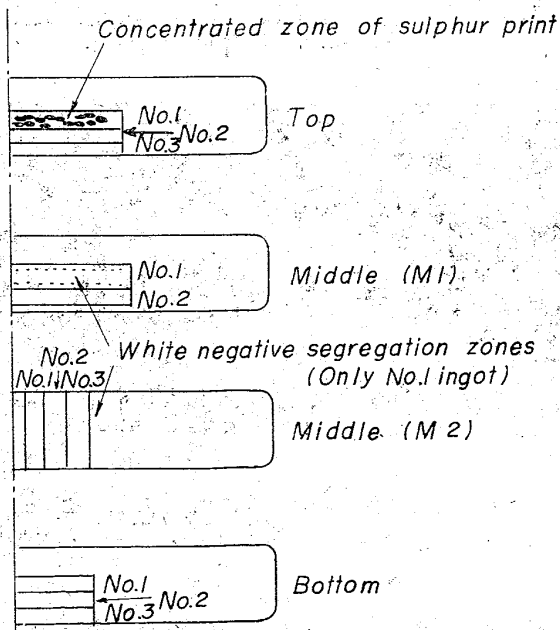


Fig. 2. Positions of test specimens.

Table 1. Process after pouring and condition of press (2nd test).

Ingot No.	Time after pouring			Press condition		
	Stripping	Set on die	Start of press	Surface temp.	Pressure	Reduction
1	5'—25''	6'—45''	7'—15''	1250°C	1400ton	30 mm
2	6'—55''	8'—20''	8'—40''	1250°C	1700ton	
3	8'—10''	9'—20''	9'—40''	1180°C	1700ton	
4	10'—10''	13'—50''	12'—30''	1100°C	2000ton	
5	10'—11''	Leave as stripped				

3. 試験鋼塊の調査結果

鋼塊内部の各種性状調査のため、鋼塊を切断し、各切断面のサルファープリント、マクロ腐食試験、材力試験および、試験鋼塊を圧延して作った鋼板の諸調査を実施した。

3.1 切断面の状況

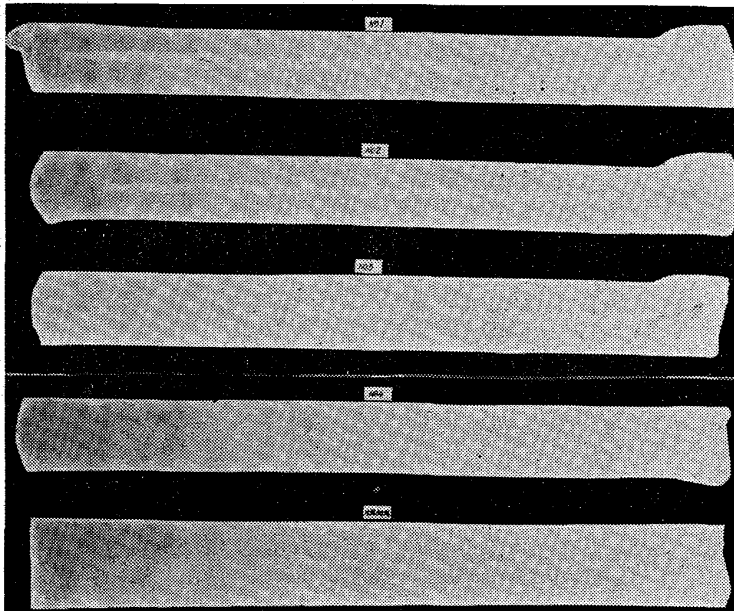


Photo. 1 Sulphure print.

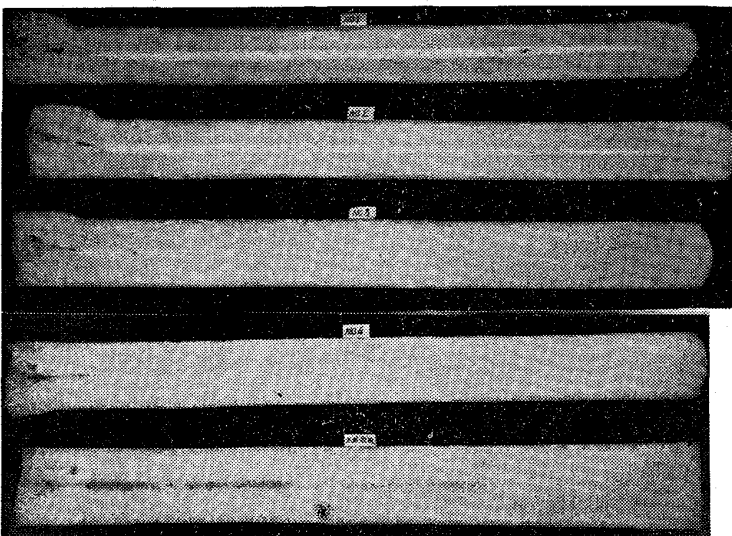


Photo. 2. Macr structure.

切断面のサルファープリントおよびマクロ腐食結果の状況を Photo. 1 および 2 にそれぞれ示した。これらの結果より加圧時期の早い場合、中心部（加圧までに凝固が完了しなかつたと推定される部分）に、一般大型八角鋼塊に見られる自由晶のごとき大形の結晶組織で、サルファープリントが白色にあらわれる負偏析帯が現出している。この部分は、比較鋼塊と比較し緻密健全であり欠陥がほとんど発生していない。しかし加圧されない頭部に、サルファープリントの濃い部分が集中的にあらわれ、かつその中に引け巣様の欠陥があらわれている。また、加圧時期が適当なものは (No. 4 鋼塊) この白色部分はなく、内外層ともに非常に健全であつて、極めて良好な性状を示す。

3.1 機械的性質

Photo. 1 に示せる鋼塊中 T, M および B 部の各位置より Fig. 2 に示すごとく、材料試験片を採取し試験した。供試鋼塊としては、白色負偏析帯の明瞭な鋼塊 No. 1, 加圧せるも、白色負偏析帯の明瞭にあらわれなかつた鋼塊 No. 4, および比較鋼塊 No. 5 を用いた。その結果を Table 2 に示した。

以上の結果より材力に関する決定的結論を得ることができないが、白色負偏析帯は外周に比較し、これと直角方向では、伸、絞が低下している。しかし、普通の凝固鋼塊の同位置における伸、絞、と比較すると外周値に対する低下度合はむしろ小さい。材力に関してはおおむね化学組成、組織などに対応した結果を示しているものと考えられる。また、白色負偏析帯のない鋼塊 No. 4 の各種材力は、いずれも優れ、かつ各部平均せる値を示し、加圧の効果を示している。さらにこの鋼塊を圧延し、白色負偏析帯を含んだ鋼材の機械的性質を調べた。すなわち、この鋼塊を 12 mm に圧延して白色負偏析帯を含めた試験片(鋼板用)を採取した。その結果は Table 3 のごとくである。

すなわち、白色負偏析帯の影響はほとんどあらわれていないが圧延方向に垂直な、E, F の位置においては伸びが多少低下している。

4. 結 言

以上の試験結果を要約すると、

イ) 加圧せる鋼塊は中心部の粗鬆部分が消滅し、緻密な組織を示し、各種の欠陥が全然発生し

Table 2. Tensile properties of various positions in ingots.

Ingot No.	1										
	T			M ₁		M ₂			B		
	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3
Y. S. (kg/mm ²)		39.0	35.7	36.4	35.7	37.7	37.0	36.4	42.2		
T. S. (kg/mm ²)	46.8	52.0	52.0	43.5	51.4	47.4	46.8	46.8	50.7	53.6	53.6
Elong. (%)	0.4	13.4	21.0	23.8	23.8	13.6	9.0	11.0	12.8	17.0	21.0
R. A. (%)	0.8	17.7	32.6	39.4	38.3	38.3	22.8	29.0	21.6	26.5	26.5

Ingot No.	4						8									
	T		M		B		T			M			B			
	1	2	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Y. S. (kg/mm ²)	46.8	42.8	39.0	37.0	35.7	39.0	39.0	39.6	40.3	35.7	36.4	40.3	38.3		40.3	38.3
T. S. (kg/mm ²)	51.4	54.0	46.8	48.7	48.1	53.3	52.9	52.0	52.6	52.6	45.5	50.7	52.0	44.8	50.7	52.6
Elong. (%)	5.5	22.2	8.8	8.0	8.8	20.0	25.4	9.0	10.0	24.2	7.4	9.2	21.0	6.6	10.4	21.8
R. A. (%)	16.4	36.0	11.1	13.8	15.1	26.5	36.0	13.8	13.7	36.0	11.1	11.1	36.0	9.8	17.7	34.8

Table 3. Tensile strength and elongation of the rolled specimens.

Specimen	Without white negative segregation		With white negative segregation			
	A	B	C	D	E	F
Tensile strength (kg/mm ²)	53.6	55.1	52.6	53.0	53.0	53.6
Elongation (%)	25.0	23.6	25.6	26.9	20.0	18.2

ていない。

ロ) 加圧時期の早い場合には、加圧時直前まで未凝固であつたと推定される部分は、サルファープリントに白くあらわれ、この部分の、各種化学成分、非金属介在物は他の部分に比較して低値を示す。

ハ) 鋼塊ままの材力試験結果では、白色負偏析帯の部分は、多少材力的に他の部分と異なるが、大きな相違はない。

ニ) 圧延後の材力は、白色負偏析帯にはほとんど影響を受けない。

ホ) 本試験結果より、鋼塊の凝固過程において、未凝固部分を残す状態で圧力を加え、いわゆる加速凝固せしめた場合、その時期が適当であれば、最初の目的通り、内部性状の健全な鋼塊が得られることが推定せられる。

(92) 含硫鋼の凝固速度と硫化物系介在物の生成についての予備実験

(鋼の凝固速度と鋼塊組織に関する研究—II)

東京大学、工学部 工博 荒木 透
金属材料技術研究所 ○平井 春彦
愛知製鋼 小島 是彦

Preliminary Experiments on the Solidifying Rate and Formation of Sulfide Inclusions in Resulfurized Steels.

(Studies on the solidification process and structure of steel ingot—II)

Dr. Tōru ARAKI, Haruhiko HIRAI and Yoshihiko KOJIMA.

1. 結 言

著者らは前報において低炭素系含硫鋼のS含有量、脱酸条件および凝固速度を変動させたモデル的凝固実験を行い、その際生成する硫化物系介在物の偏析、組成、型態、分布などを調べたが今回はこれに引続き高炭素系含硫鋼の凝固速度と硫化物系介在物について調べた結果ならびに市販硫黄快削鋼について凝固速度を変化した結果を調査したので報告する。

2. 実験方法

試料の溶解装置、溶解方法は前報と全く同様で攪拌効果を抑制した装置を用いた。また実験素材(C: 0.15%, Si: 0.26%, Mn: 0.53%, O: 0.0083%, N: 0.0143%)も前報と同一素材を用いた。Cの添加にはFe-C合金を