

の位置が顛倒されることによつてもその排列が容易に変更されるものではないことを意味すると考えられ、凝固時の収縮によつて V pattern が形成されるとする推論とは若干趣を異にし、溶湯の冷却条件の如何によつて V pattern の排列の難易が決定されることを示しているものといえよう。

以上観察された事柄はこれまでに発表された鋼塊のマクロ組織およびマクロ偏析に関する研究の一部と傾向的に一致することかつ比較的容易に組織および偏析の現出を control し得ることがこのような小鋼塊の実験によつて認められ、これらマクロ組織および偏析の生成に影響をおよぼす条件を小鋼塊で測定し得る可能性を示していると見て差支えないであろう。

66914.018.258.2 = 412.620.184.2
 = 621.746.583 - 982 = 621.746.512 = 629
 (78) 鍛圧用鋼塊の内部性状について、046.558
 住友金属工業製鋼所 62258
 ○岡田 大・相田 彰

On the Internal Quality of Ingots for Forging.

Masaru OKADA and Akira AIDA. 1349~1350

I. 緒 言

比較的大型の鋼塊内部の組成あるいは組織の不均一性は軸心部において最もいちじるしい。したがつて軸心部の性状を明らかにすることによつて鋼塊内部品質の過半を知ることができる。

ここではおおよそ 4~30 t 程度の鍛圧用鋼塊について 鑄込後または鍛圧後の主なる状態を知るために軸心部から試料を採取し、マクロ的性状の外、主として加工を経ても本質的に変化しない化学成分の偏析、非金属介在物ならびにこれに関与する諸成分の分布などを調査した。

その結果、鋼塊の大きさが化学成分の偏析におよぼす影響、真空鑄造、鑄込温度、脱酸法などが鋼塊の内部性状におよぼす影響などを明らかにした。

II. 鋼塊の大きさが化学成分の偏析におよぼす影響

鋼塊内部の化学成分の偏析は軸心部において最もいちじるしく、軸心上部に正、下部に負の偏析が現われることはよく知られている。そこで鋼塊の大きさが軸心部におけるこの化学成分の偏析の程度におよぼす影響について試験を行なつた。

試験を行なつた鋼塊はおおよそ 4~30 t の鋼塊約 30 本であり、分析を行なつた位置はそれぞれの鋼塊軸心部の底から、おおよそ 3~80 重量%におよぶ範囲である。したがつてここでは押湯および本体最上部の正偏析は含んでいない。

この結果最も偏析しやすいといわれている C, P, S の最大偏析率 $\frac{[(\text{最大値}) - (\text{最小値})]}{\frac{1}{2}[(\text{最大値}) + (\text{最小値})]}$ はいずれも鋼塊が大きくなるにしたがつて大となる。一例として C の場合を Fig. 1 に示す。これを従来値と比較すると、本試験においては鋼塊本体最上部の正偏析を含んでいないので、当然のことながら最大偏析率は低い。ただ C の偏析率は鋼種によつて異なり、C 含有量が増加するにしたがつて最大偏析率は小となることがわかつた。なお真空鑄造を行なつても化学成分の

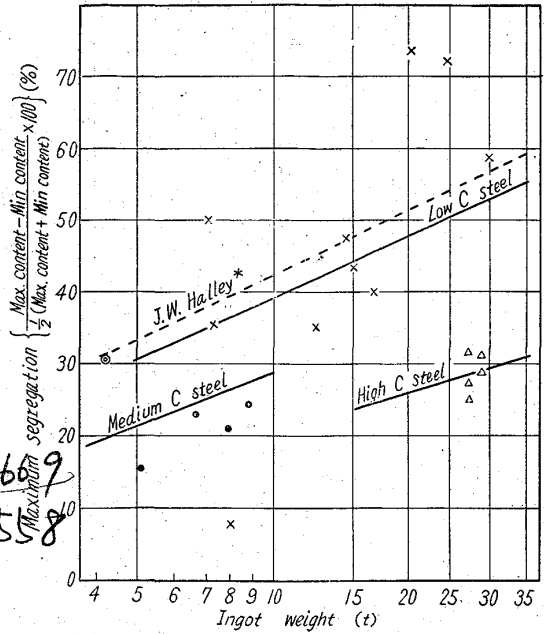


Fig. 1. Effect of ingot weight on the maximum segregation of C. (* BOHS (1951) p. 455)

偏析率には特に大きな変化はなかつた。

III. 真空鑄造が鋼塊の内部性状におよぼす影響

流滴脱ガス型真空鑄造法が鋼塊の内部性状におよぼす影響について試験を行なつた。真空鑄造時の真空度はいづれも 10^{-1} mmHg 程度である。

Cr-Mo-V 鋼 3 溶解をそれぞれ 2 本の 5 t 鋼塊に鑄込んだ。その際第 1 本目を大気下で通常の鑄込を行ない、第 2 本目を真空下で鑄込んだ。鑄込条件は、大気鑄造の場合に較べて真空鑄造では鑄込温度が約 60°C 低く、鑄込速度が約 80% 大であつた。

この鋼塊を鍛圧後、それぞれの鋼塊の上部、中央部、下部に相当する位置から横断面の試験片を採取し、この試験片について分析または観察を行なつた。

この結果、真空鑄造を行なうことによつて化学成分の偏析は特に変化がないが、Table 1 に示すごとく、ガスの含有量が大幅に減少し、これと同時にアルミナ系の砂および酸不溶 Al が減少し、非金属介在物の個数ならびに大きさがともにいちじるしく減少する。また機械的性質では衝撃値が若干向上するなどのことが明らかとなつた。

次に一般に最も汚染のいちじるしい鋼塊底部の清浄度におよぼす真空鑄造の影響について試験を行なつた。すなわち低炭素鋼を 2 本の 25 t 鋼塊に鑄込み、その際 1 本を通常通り大気下で鑄込み、他の 1 本を真空鑄造した。鑄込条件は、大気鑄造の場合に較べて真空鑄造では約 2 倍の高速鑄込を行なつている。

この鋼塊を鑄込後、底部の軸心縦断面から試験片を採取し、この試験片について分析または観察を行なつた。この結果、真空鑄造を行なうことによつて、鋼塊底部の性状は酸素、砂、酸不溶 Al、非金属介在物のいずれもが大巾に減少することが明らかとなつた。

以上の 2 実験から、真空鑄造を行なうことによつて鋼塊の内部性状特に清浄度をいちじるしく改善しうること

Table 1. Effect of vacuum casting on the properties of ingots.

		Vacuum-cast	Air-cast	Vaccum-cast
				Air-cast $\times 100(\%)$
Gas content (%)	O ₂	0.0041	0.0069	59
	H ₂ *	0.00014	0.00051	27
	N ₂	0.0089	0.0105	85
Sand content (%)	SiO ₂	0.0023	0.0022	104
	Al ₂ O ₃	0.0060	0.0069	87
Al content (%)	Soluble Al	0.0064	0.0043	149
	Insoluble Al	0.0037	0.0045	82
Nonmetallic inclusions**	Average value	0.27	0.89	30
	Average length (μ)	135	183	74

* Sample taken from a hot top at the end of casting.

** Nonmetallic inclusions larger than 80 μ found by microscopy by $\times 400$, 50 visions per each sample.

がわかつた。

IV. 鋳込温度が鋼塊軸心部の性状におよぼす影響

鋳込条件の主要因子は鋳込温度および鋳込速度であるが、鋼塊軸心部すなわち最終段階で凝固を完了する部分の性状に対しては、鋳込速度は大きな影響をおよぼさないものと考えられる。事実鋳込速度のみが鋼塊軸心部の性状におよぼす影響は明らかでなかつた。したがってここでは鋳込温度が鋼塊軸心部の性状におよぼす影響について述べる。

Cr-Mo 鋼を2本の25t 鋼塊と1本の26.9t 鋼塊とに鋳込んだ。いずれも真空鋳造を行ない、その際鋳込温度を90°Cの範囲に変化せしめ他の鋳込条件はなるべく一定に揃えた。ここで25t 鋼塊と26.9t 鋼塊とでは、重量が異なるのみで、軸心部の性状を変化せしめるような基本的な差はない。

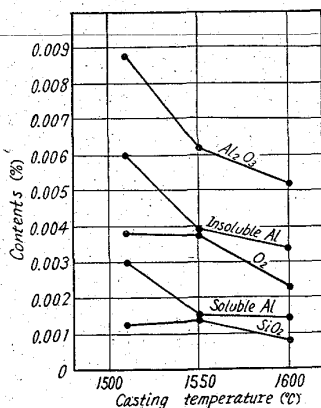


Fig. 2. Effect of casting temperature on the content of Al₂O₃, SiO₂, Al and O₂ in ingots.

とができる。ところがマクロ組織を観察した結果、鋳込温度の高い場合にマクロ腐食像に一種の偏析と考えられる斑点が現出した。

すなわち鋳込温度は鋼塊の清浄度を改善し、かつ異常な偏析を現出せしめない最適の範囲を選ぶ必要のあるこ

とがわかつた。

V. 脱酸法が鋼塊軸心部の性状におよぼす影響

脱酸剤としての Al の添加時期が、鋼塊の清浄度におよぼす影響について試験を行なつた。

すなわち Cr-Mo 鋼を 16~28 t の4本の鋼塊に鋳込んだ。その際2本は炉中に Al を投入して脱酸を行ない、他の2本は取鍋に Al を突込んで脱酸を行なつた。鋳込はいずれも真空鋳造を行なつた。

この鋼塊を鍛圧後軸心部から試料を採取し、非金属介在物の観察を行なうとともに、これに關与する諸成分の分析を行なつた。

この結果 Al を炉中に投入して脱酸を行なつた鋼塊は Al を取鍋に突込んで脱酸を行なつた鋼塊よりも、非金属介在物ならびにこれに關与する成分はいずれも少なく清浄である。いいかえれば脱酸剤としての Al の添加を早い時期に行なうことが鋼塊の清浄度を改善することが明らかである。

VI. 結 言

約 30 t までの鍛圧用鋼塊の内部性状に関する研究を行なつた。その結果、化学成分の偏析は鋼塊の大きさとともに増大し、しかも C の偏析率は鋼種によつて異なる。真空鋳造を行なうことによつて偏析率を変えることはできないが鋼塊の清浄度をいちじるしく改善しうる。また鋼塊の清浄度は鋳込温度を上げることによつても改善しうるが、異常偏析の出現を防ぐためには高温鋳込にも限界がある。脱酸剤としての Al の添加時期は早いほど鋼塊の清浄度を改善しうるなどのことを明らかにした。なお現在 30 t 以上のさらに大型の鋼塊についても同様の研究を進めている。