

名古屋大学工学部
名古屋大学大学院

益 本 功
尾 崎 弘 憲

1. 緒言 溶接金属が大きく、完全な鑄造組織になる場合には、溶接金属の靱性は、静的強さが母材と同程度であっても、母材に比較して十分でない。この原因として凝固のまきの組織は柱状晶が大きく、偏析をともしやすいことがあげられる。この結晶の粗大化および偏析には組成、凝固速度、凝固時の諸反応などの凝固条件が影響をおよぼす。

そこで本研究は主として溶接鋼の衝撃値におよぼす凝固条件の影響を調べるために、種々の溶接法による溶接金属の冷却速度に相当する冷却速度を与える3つの鑄型に、鋼材溶接金属に相当する化学組成の溶湯を鑄込み、得られた凝固鋼塊を試験片として機械的性質を調べ、凝固条件との関係について二三の予備的な知見を得たので報告する。

2. 実験方法 実験に用いた異なる冷却速度を与える3つの鑄型を図1に示す。

この3つの鑄型に鑄込まれた鋼塊の平均凝固速度を測定するために、2対の熱電対(白金-白金-ロジウム)をそれぞれ鑄型の中心部および鑄型壁から1mmの所に装入了。そして凝固界面が鑄型壁から中心部に移動する平均凝固速度を求めた。表1は3つの鑄型に鑄込まれた鋼塊の冷却速度および凝固速度としてその冷却速度に相当する溶接法を示す。

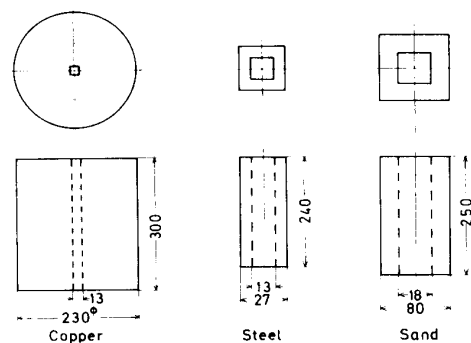


Fig. 1 Molds for casts

溶解に際しては、主原料に電解鉄を、また脱酸元素として98%金属ケイ素と99.8%電解マンガンを用いた。炭素を添加する場合は市販S55C構鋼を、硫黄を添加する場合は硫化鉄を用いた。またるつばにはマグネシアをライニングしたJIS 3号改良型黒鉛るつばを使用した。そして鑄込み試験片から標準シャルピーVノッチ衝撃試験片およびミクロ組織観察用試料を作製した。

Table 1 Welding processes corresponding to cooling rates of casts, average cooling rates and solidification rates

Mold	Welding process corresponding to the cooling rate of cast	Average cooling rate from solidification temperature to 200°C, °C/sec	Solidification rate, mm/sec
Copper	Manual arc	173	2.5
Steel	Submerged arc	55	0.7
Sand	Electro slag	3	0.3

3. 実験結果 表2に実験に用いた鋼塊試片の化学組成を示す。鋼塊の炭素量は0.01~0.20%に種々変化させ、ケイ素およびマンガン含量はほぼ一定に保持した。とくに硫黄は0.006~0.012%の低硫黄と0.032~0.041%の高硫黄の2系列として、硫黄の偏析

による衝撃値におよぼす影響について詳しく調べた。

0°Cのシャルピー衝撃値におよぼす炭素、硫黄および凝固速度の影響を図2に示す。

凝固速度0.7 mm/secおよび0.3 mm/secの場合には0.01%および0.04%のいずれの硫黄含量においても炭素含量0.08%以上で衝撃値は急激に低くなっている。すなわち炭素含量0.08%付近に衝撃値が極めて低くなる臨界値が存在する。また炭素含量0.08%以下では硫黄含量の影響が顕著で、0.01%硫黄にくらべ0.04%硫黄の衝撃値はかなり低下している。凝固速度2.5 mm/secの場合には、炭素および硫黄含量にはほとんど関係なく非常に低い衝撃値を示している。

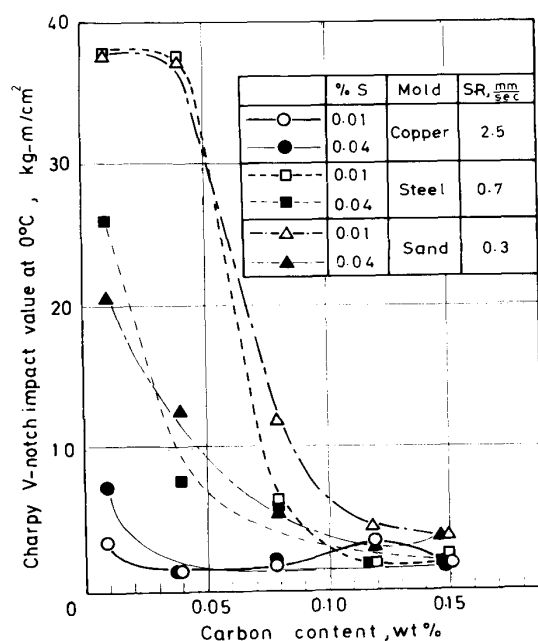


Fig. 2 Effects of Carbon and Sulphur content and solidification rate on the notch toughness of cast steel

硫黄含量の違いによるミクロ組織の差は、顕微鏡観察の範囲では認められなかった。

Table. 2 Chemical analyses of Carbon-series specimens, Mold: Copper, Steel, Sand

Mark	Element, wt%				
	C	Si	Mn	P	S
S 1	0.01	0.29	1.48	0.003	0.006
S 2	0.01	0.37	1.42	0.003	0.032
S 3	0.04	0.34	1.28	0.003	0.012
S 4	0.04	0.37	1.37	0.003	0.040
S 5	0.08	0.33	1.43	0.005	0.009
S 6	0.08	0.31	1.32	0.005	0.036
S 7	0.12	0.35	1.64	0.003	0.012
S 8	0.12	0.37	1.72	0.003	0.036
S 9	0.15	0.32	1.55	0.004	0.011
S 10	0.15	0.35	1.62	0.003	0.038
S 11	0.20	0.38	1.74	0.005	0.012
S 12	0.20	0.31	1.68	0.006	0.041

非常に低い衝撃値を示している。

またいずれの凝固速度でも炭素含量0.01%および0.04%鋼の一次結晶粒界は

Photo. 1に示すように、顕微鏡観察では明瞭に認められない。しかし炭素含量0.08%以上で凝固速度2.5 mm/secおよび0.7 mm/secの場合には一次結晶粒界が認められる。凝固速度0.3 mm/secでは、炭素含量0.12%以上で一次結晶粒界が認められる。さらに炭素含量がますますつれて、一次結晶粒界はより明確に、また点状から網状に変化する傾向が認められる。しかし、

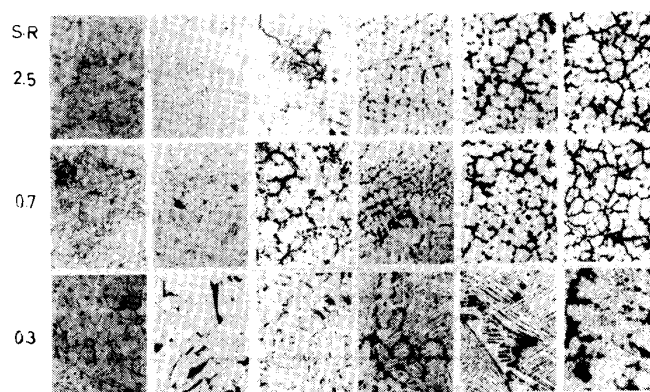


Photo. Microstructures of Carbon series specimens, X 60
0.01% S, P-A Etchant, S.R.: Solidification Rate