

669.15/26-194.2-412:621.746.628:620.192.93

(90) 低 C-Cr 鋼の凝固速度と偏析の
関係について

(造塊の研究—II)

日本特殊鋼 63280

工博 沢 繁樹・西村富隆・○木村徳治

Relation between Solidification Rate
and Segregation in Low C-Cr steels.

(Study on the casting of ingots—II)

Dr. Shigeki SAWA, Tomita NISHIMURA
and Tokuji KIMURA

1027-1429

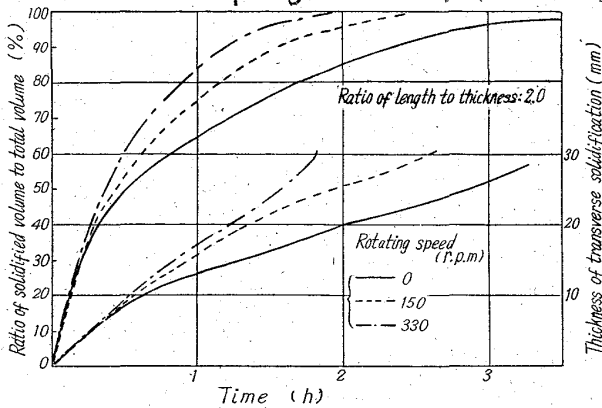
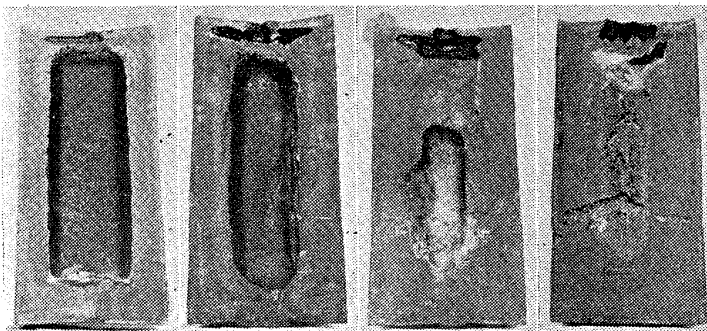


Fig. 2. Solidification curves of stearic acid.
(Stiring)



a) 1h, b) 1 1/2h, c) 2 3/4h, d) 3 1/2h (complete solidification)
Ratio of length to thickness : 1.3

Photo. 2. An instance of solidification process.
(Stiring)

縦割り結果⁴⁾と比較しても、鋼塊形状とパイプ形状との関係はほぼ一致し、蠟塊の結果から実用鋼塊の凝固過程、パイプ、粗鬆部の形成機構などをかなりの程度推測することが可能である。リムド鋼の主問題点となる偏析については、凝固だけでなく、リミングアクションに伴なうSの浮上などの問題があるが、本実験の結果からも、攪拌により自由晶の生成割合が多く、従つて凝固速度が速くなることがわかり、実用鋼塊でもリミングアクションを有するリムド鋼は、キルド、セミキルド鋼塊の凝固状況とかなり異なることが推測される。

IV 結 言

- (1) 静置凝固の場合、側面凝固厚さは凝固末期を除き、各鋳型長短辺ともほぼ同様であるので、最終凝固時期の融液範囲は鋳型形状できまり、パイプ、粗鬆部の形成に大きな影響を与える。
- (2) 扁平比大(短辺厚さ薄い)なるほど粗鬆部を含めたパイプは深くなりやすいが、短辺厚さが薄いほど粗鬆部を生じ易く実際のパイプは短くなる。
- (3) 攪拌を行なうと自由晶の生成割合は多く、凝固速度は大きくなるため、扁平比の影響は静置の場合に比べて小さい。
- (4) これらの結果は実用扁平鋼塊の凝固過程の推測に有効である。

文 献

- 1)~3) 森永, 他: 鉄と鋼, 48 (1962) 11, p. 1333~p. 1337.
- 4) 森永, 他: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 443.

I 結 言

前報¹⁾において軸受鋼(SUJ2)について、凝固移行速度(中心部縦方向の凝固速度)と成分偏析ならびに柱状晶生成との関係について述べ、その際凝固速度を2.91~16.90 mm/mnの範囲に変えた場合[C], [Al]はいずれの凝固速度でも偏析し、[P]は凝固速度2.91 mm/mn以下で、また[S]は5.79 mm/mn

Solidification rate.
3.33 5.79 9.64 12.45 mm/mn

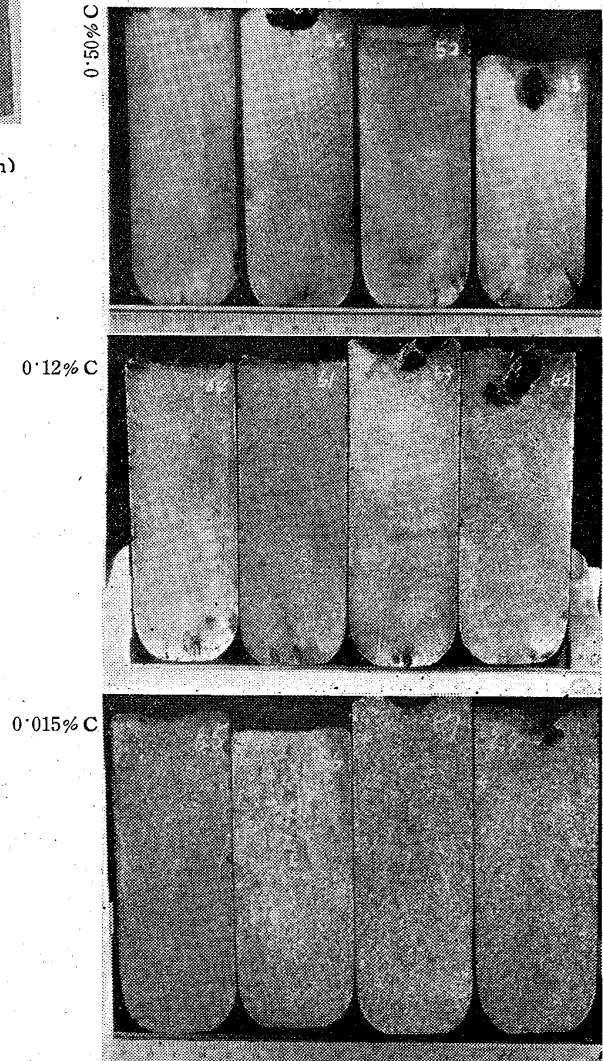


Photo. 1. Macrostructures of longitudinal section of ingots.

以下で偏析層が頭部に認められ、[Si], [Mn], [Cr]などの偏析は少ないなどの結論を得た。

本報告は前報軸受鋼において[C]だけを低目、すなわち δ 範囲の0.015% C, 包晶反応範囲の0.12% C, 0.50% Cにした鋼について、凝固速度を3.33, 5.79, 9.64, 12.45 mm/mnとした場合のマクロ組織および成分偏析状況を研究したものである。

II 実験方法

実験装置および方法は前報とほとんど同様であるが、今回は凝固速度制御用の堅型エレマ炉内をアルゴン雰囲気とし、また0.015, 0.12% C鋼の実験では堅型エレマ炉内の温度を1550°Cに保持した。

III 実験結果

試料は約45 mm ϕ × 140 mmでこれを縦割りし、一方は化学分析用とし、他方はマクロ組織調査用、およびカントメータ分析用に供した。分析試料は、鋼塊縦断面縦方向中心線に沿って底部より頭部に向う各位置で採取した。[C], [P], [S]用試料は5ヶ所より採取し、化学分析を行なった。[Si], [Mn], [Cr], [Al]用試料は7ヶ所より採取し、カントメータにて分析した。

(1) マクロ組織

中, 低, 極低C-Cr鋼の凝固速度をそれぞれ3.33, 5.79, 9.64, 12.45 mm/mnとした時のマクロ組織はPhoto. 1のようになる。

0.50% Cの場合には凝固速度5.79 mm/mn以下では、柱状晶は底部より頭部に向って大きく生長しているが、移行速度が9.64 mm/mn以上になると柱状晶は坩堝側壁より生長し、移行速度が速くなるにつれてつば壁と直角に生長するようになる状況は前報と変わりがない。

つぎに0.12% Cの場合には、それぞれの凝固速度におけるマクロ組織は、0.50% Cの場合と変わらないように思われる。

0.015% Cの場合には上記両者のマクロ組織とは異なり粒状結晶からなっている。しかしその結晶もそのならび方に方向性がある。すなわち凝固速度5.79 mm/mn以下では、底部より頭部に向って結晶が連なり、9.64 mm/mn以上では鋼塊の中心に向っている。しかし坩堝側壁と

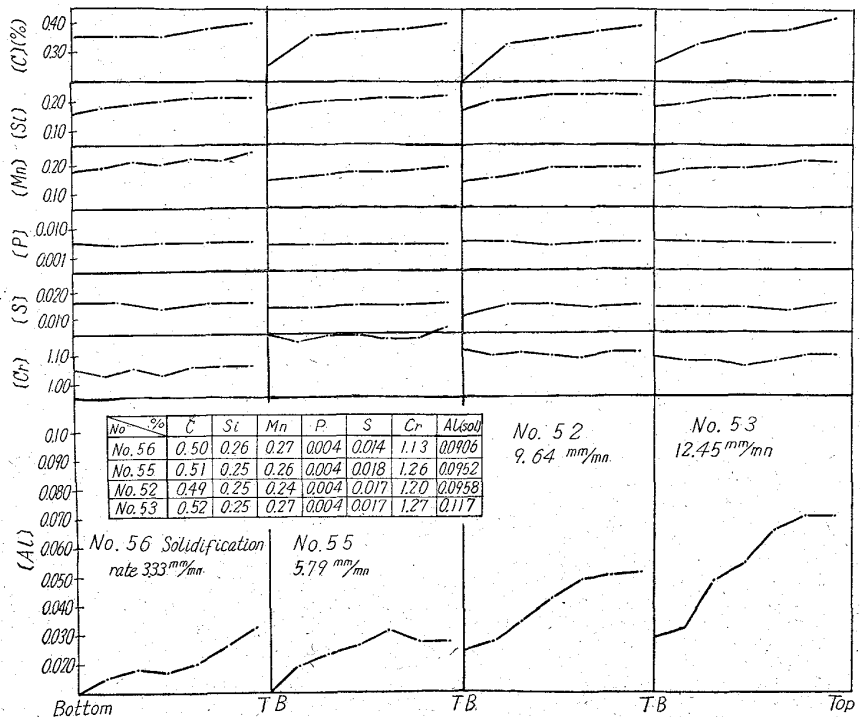


Fig. 1. Chemical composition in longitudinal direction of 0.5% carbon steel ingots at four solidification rates.

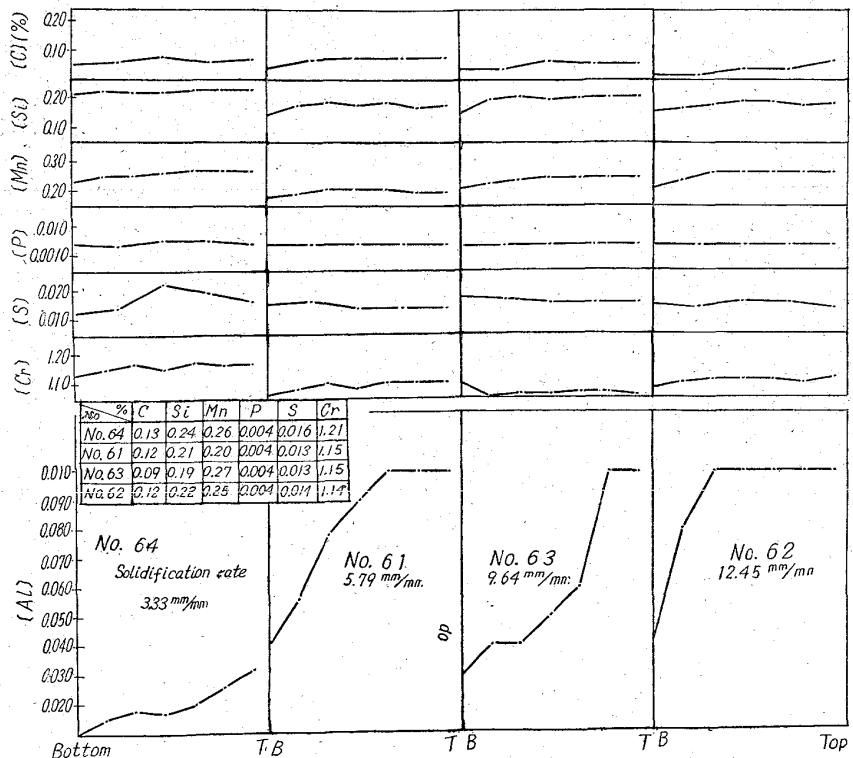


Fig. 2. Chemical composition in longitudinal direction of 0.12% carbon steel ingots at four solidification rates.

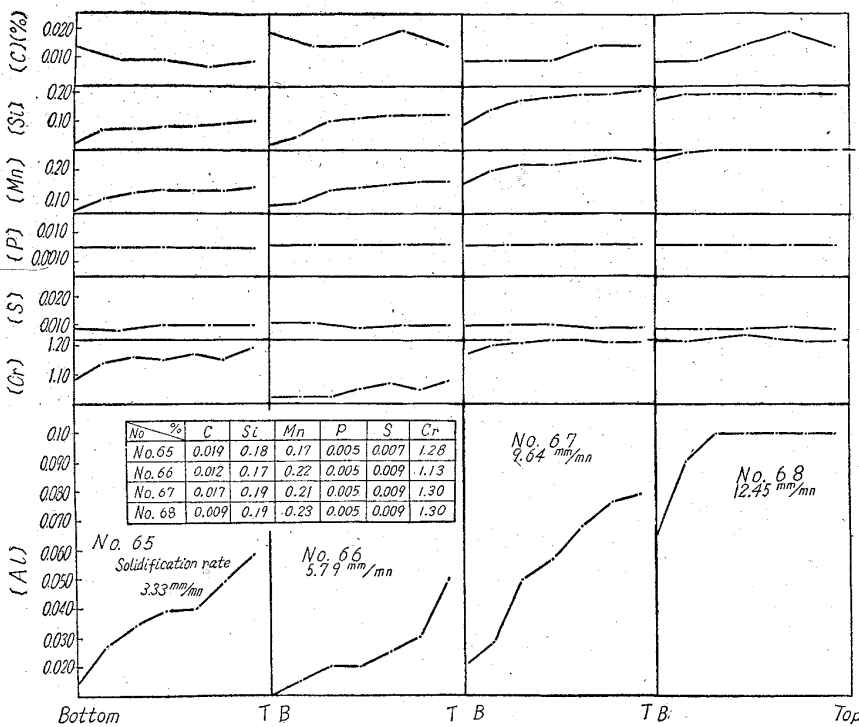


Fig. 3. Chemical composition in longitudinal direction of 0.015% carbon steel ingots at four solidification rates.

のなす角度は柱晶状の場合に比較すれば小さい。

(2) 成分偏析

C含有量の異なる3種類の鋼についてそれぞれの凝固速度を4段階に変えた場合の鋼塊縦割中心部の成分分布状況は以下に述べる。

0.50% Cの場合には Fig. 1 に示すように[C]%は凝固速度 3.33~12.45 mm/mn の範囲では前報と同様鋼塊頭部に行くにしたがって高くなっている。[Si], [Mn] においても若干その傾向があるようである。[P], [S] は、この凝固速度範囲ではほとんど偏析は認められず均一に分布している。[Al] は前報と全く同様に頭部に行くにしたがって大きく偏析している。その他 [Cr] % はほとんど均一に分布している。

0.12% Cの場合を Fig. 2 に示す。前報の 1.02% C, 上記の 0.50% C の場合には、前者では [C], [P], [S], [Cr], 後者では [C] などが偏析したが、0.12% C の場合はこれら元素は皆底部より頭部にいたるまでほとんど均一に分布している。[Si], [Mn] は 0.50% C と同様若干の偏析が認められる。また [Al] においても 1.02, 0.50% C と同様凝固速度が大なるほど大きく偏析している。

次に 0.015% C の場合を Fig. 3 に示す。この極低 C の場合も 0.12% C と同様 [C], [P], [S], [Cr] % は偏析少なく [Si], [Mn] は偏析している。[Al] % は極低 C の場合においても相変わらず凝固速度が大なるほど大きく偏析している。

以上を簡単にまとめてみると次のようになる。

(1) 0.50, 0.12, 0.015% C の3鋼種のマクロ組織を比較すると 0.50, 0.12% C ではほとんど同じ組織を示すが、0.15% C は他とは完全に異なり粒状のフェライト結

晶組織を呈し、しかもそのならび方向性をもっている。

(2) 0.50% C での成分偏析状況は [C], [Al] は前報同様大きく偏析している。また [Si], [Mn] においても若干ではあるが偏析している傾向が認められる。その他の成分は偏析は少ない。

(3) 0.12% C では [C] % の偏析は少ない。[Si], [Mn] は上記同様偏析の傾向が認められ、また [Al] 偏析が大きく、[P], [S], [Cr] の偏析は少ない。

(4) 0.015% C では (3) と同様 [C] の偏析は少なく、[Si], [Mn] は偏析の傾向が若干認められる。また [Al] は偏析が大きい。その他の成分偏析は少ない。

IV 結 言

(1) Cr 鋼での [C] は凝固速度に関係なく高 C の場合に偏析が大きく、低 C の場合には少ない。

(2) [Al] は凝固速度が速くなるにしたがって、また [C] の高低に関係なく全て大きく偏析する傾向が認められ

る。この現象は現在検討中である。

(3) [Si], [Mn] は、[C] の高低、凝固速度に関係なく若干ではあるが偏析する。

(4) [P], [S] の偏析は [C] の偏析と同様高 C, 低凝固速度の場合に生じやすい。

(5) [Cr] の偏析は高 C の場合に凝固速度に関係なく若干ではあるが偏析の傾向が認められる。

文 献

1) 沢, 西村, 木村; 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 461

669.14-412=621.746.62=669,

046.558.3=620.192.45

(91) 凝固時における非金属介在物の挙動に関する研究 6328/

(凝固時における Si の脱酸反応について-I)

日本製鋼所室蘭製作所研究所 1429-1431
前川 静弥・中川 義隆・藤森英一

Deoxidation Reaction of Si during Solidifying Process.

(Studies on behavior of nonmetallic inclusion solidifying process-I)

Shizuya MAEKAWA, Yoshitaka NAKAGAWA and Eiichi FUJIMORI.

I 緒 言

Si は製鋼過程で最も古く、かつ広く用いられている脱酸剤の一つである。したがって Si の脱酸平衡に関する研究や、鋼中酸化物系介在物(砂疵も含む)との関係に関する試験研究は多数行なわれている。