

内での凝固の遅れの緩和によつて Fig. 1 の鋼塊調査例および Fig. 2 の鋼片調査例から濃厚偏析はかなり軽減されることが示された。

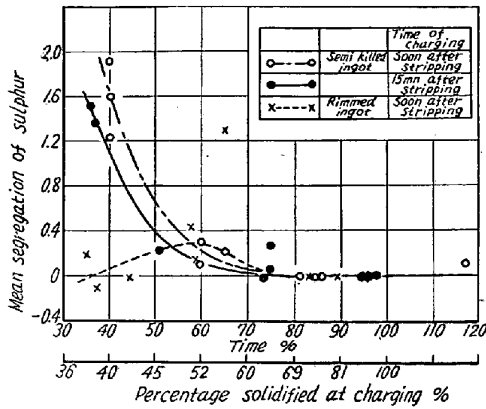


Fig. 2. Relation between degree of segregation at the top central axis of bloom and percentage solidified at charging.

2) 鋼片横断面の調査によれば、型抜き放置の有無に関係なく未凝固状態で均熱炉に装入された鋼塊は、Sの带状偏析を生じ、その程度はトラックタイムの短い鋼塊ほど顕著になるが、凝固厚さ 80% 程度の凝固量で装入すれば消失するようである。なお、このSの带状偏析の発生原因について調査検討中である。

III. 考 察

前回、報告したごとく、トラックタイムの変化に基く鋼塊偏析状況の変化は、未凝固鋼塊を均熱炉に装入し、加熱することによる凝固進行状況の変化、すなわち均熱炉内での凝固の遅延に基くもので、以上述べたセミキルド鋼塊の一連の実験から、凝固の遅れと濃厚偏析量との関係は、一般作業鋼塊での型抜き放置による鋼塊表面温

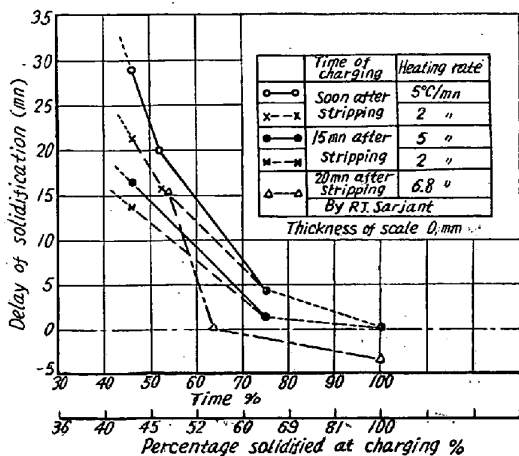


Fig. 3. Relation between delay of solidification and percentage solidified at charging (Calculated).

度の降下に伴う凝固の遅れの緩和の問題をも含めて極めて明瞭になった。

Fig. 3 は、E. Schmidt の近似解法を用いて、型抜き後の鋼塊表面温度の降下を勘案しつつ求めた均熱炉装入時の凝固量と凝固時間の遅れとの関係を示す。また計算結果から、型抜き直後均熱炉に装入された鋼塊は、凝固厚さ 70% 程度の凝固量が均熱能率が最良で、型抜き放置した場合はより早く装入すべきことが明らかにされたが、鋼片横断面の異状偏析および濃厚偏析の増加を考えると、凝固厚さ 80% 程度の凝固量を目標にしてトラックタイムを定めるのが妥当と考えられる。

IV. 結 言

- 1) 均熱炉装入前の型抜き放置の有無についてのセミキルド鋼に関する一連の実験調査と計算結果から、均熱炉内での凝固の遅れと濃厚偏析量との関係が明確にされた。
- 2) 未凝固状態で均熱炉に装入された鋼片横断面に示されるSの带状偏析の発生原因については若干の疑問を残すが、型抜き前の放置の有無に関係なく、偏析と均熱能率から凝固厚さ 80% 程度を目標にしてトラックタイムを定めるべきである。

(49) 鑄鉄の生長におよぼす加熱温度の影響

Effects of Heating Temperature on the Growth of Cast Iron.

Kingo Nagaoka.

北海道立工業試験場 工長 岡 金 吾

I. 結 言

鑄鉄の生長試験に採用されている加熱冷却サイクルは、その目的、研究者によつて千差万別である。また、実験上の問題として一つの生長試験の結果が、異なる加熱条件での生長性の比較評価に役立たないことがある。この報告では、生長試験の基礎として、加熱温度と生長の関係を明らかにする目的で行なつた実験について述べたが、前報りで、独立した生長現象として区別し得ることを指摘したオーステナイト域での生長がこの関係を理解する上に重要であると認められた。

II. 実 験 方 法

- (1) 試験片および装置：生長試験は直径 9 mm、長さ 75 mm の丸棒試験片について行い、空気中での加熱冷却の間の長さの変化をダイヤルインジケーターによつ

Table 1. Chemical analysis of the specimens.

Specimen	Chemical composition (%)							Note
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	
J	3.63	2.47	0.54	0.200	0.024	—	—	Pig iron Cupola
I	3.55	3.37	0.50	0.030	0.014	—	—	
M	3.35	1.62	0.45	0.310	0.048	—	—	Cupola, inoculated Ni-Cr Cast iron
N	2.95	1.43	0.25	0.140	0.059	—	—	
S	3.22	1.93	0.35	0.280	0.150	0.26	0.54	Cupola crucible
O	3.78	1.33	0.57	0.291	0.091	—	—	
K	2.82	1.89	0.84	0.044	0.031	—	—	Cupola, inoculated Cr cast iron
H	3.33	1.08	0.30	0.140	0.078	—	—	
P	3.61	1.25	0.36	0.310	0.082	0.45	—	

て測定した。加熱冷却速度は平均  $8^{\circ}\text{C}/\text{mn}$  とし、保持時間無しに連続繰返し加熱を行った。

(2) 試料: この実験は生長における一般的傾向を知る目的で、熔製ならびに化学成分の異なる9種の鑄鉄を試料に用いた。その化学成分などは Table 1 に示した。

(3) 加熱サイクル: 鑄鉄の生長は  $A_{c1}$  変態以上の温度を最高温度とする加熱冷却によつて生ずる現象で、生長温度範囲は直接間接にフェライト変態の生ずる  $A_1$  変態の温度範囲とオーステナイト域とに大別することができるので、生長試験は各鑄鉄について、前者に対して  $700^{\circ}\rightarrow 850^{\circ}\rightarrow 700^{\circ}\text{C}$ 、後者には  $800^{\circ}\rightarrow 950^{\circ}\rightarrow 800^{\circ}\text{C}$  の加熱サイクルを採用した。いずれの鑄鉄も  $800^{\circ}$  と  $950^{\circ}\text{C}$  の間の加熱冷却では変態が生じない。さらに、この両域を含む  $700^{\circ}\rightarrow 950^{\circ}\rightarrow 700^{\circ}\text{C}$  の加熱サイクルを加えたがこれは  $A_1$  変態を上下する生長試験の最高加熱温度が高くなった場合に相当する。つぎにオーステナイト域の生長における温度の影響を試験するために鑄鉄Kを選び、温度差を 50, 100, 150 および  $200^{\circ}\text{C}$  とした加熱冷却を、最高温度を  $950^{\circ}\text{C}$  として試験した。また、一定の温度差による温度範囲の異なる場合の生長について比較した。

### III. 実験結果および考察

(1) 熱膨脹曲線: 各加熱サイクルの生長試験の結果によれば鑄鉄の種類によりいちじるしい生長性の相異のあることが明らかになった。Fig. 1 は鑄鉄Hの熱膨脹曲線であるが、この例のごとく、パーライトの安定な生長の少ない鑄鉄ではオーステナイト域の生長が比較的大きな比率になる。

(2) 最高加熱温度の影響:  $A_1$  変態を上下した加熱冷却による生長における最高加熱温度の影響を明らかにするために  $700^{\circ}\rightarrow 850^{\circ}\rightarrow 700^{\circ}\text{C}$  と  $700^{\circ}\rightarrow 950^{\circ}\rightarrow 700^{\circ}\text{C}$  の加熱サイクルによる鑄鉄の生長傾向を比較した。

Fig. 2 は各鑄鉄を  $700^{\circ}\rightarrow 850^{\circ}\rightarrow 700^{\circ}\text{C}$  のサイクルによ

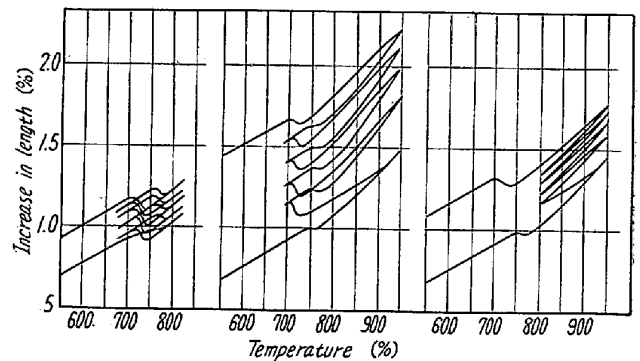


Fig. 1. Length changes in cast iron H during cyclic heating, in air.

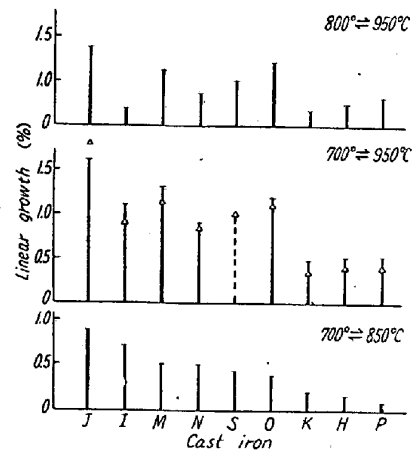


Fig. 2. Comparisons of growth in several cast irons.

る2~5回の間の生長量の順に配列した結果である。1回目の加熱による生長には鑄造のままの組織の影響があるので除外して比較した。生長試験の温度範囲が異なる場合には、概括的な傾向はともかく、個々についての生長性には比例関係が認められない。最高加熱温度が高い生長試験の結果は、むしろオーステナイト域の生長傾向によつて支配されていることが明らかである。Fig. 3 は  $700^{\circ}\rightarrow 850^{\circ}\rightarrow 700^{\circ}\text{C}$  の加熱サイクルおよび  $700^{\circ}\rightarrow 950^{\circ}\rightarrow 700^{\circ}\text{C}$  の生長がほぼ類似の変化を示した鑄鉄の他の加熱

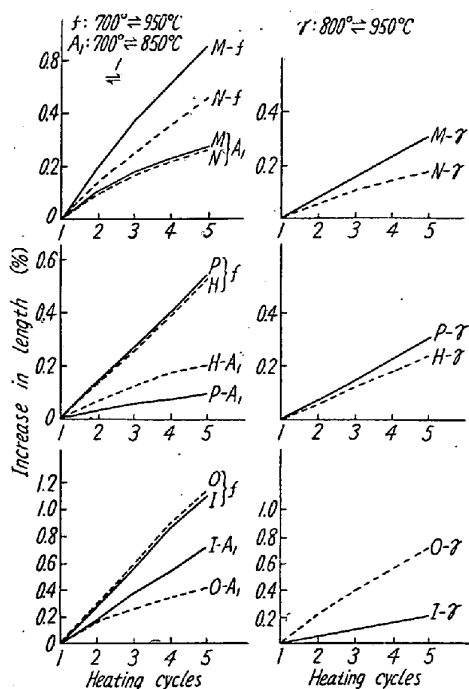


Fig. 3. Length changes of cast irons during different heating cycle.

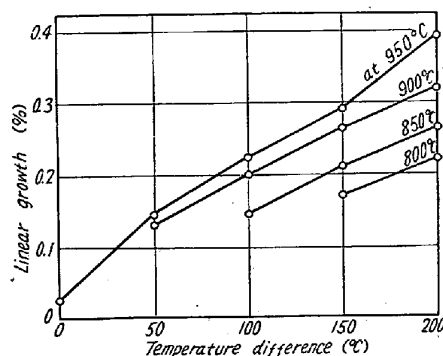


Fig. 4. Effect of temperature difference on the growth in  $\gamma$ -region.

Table 2. Conditions of the growth test in  $\gamma$ -region.

Temperature °C		Numbers of cycles	Time required for heating mn
Difference	Range		
0	950°C Held	—	100
50	950° $\rightleftharpoons$ 900°	9	109
100	950° $\rightleftharpoons$ 850°	6	105
150	950° $\rightleftharpoons$ 800°	4	100
200	950° $\rightleftharpoons$ 750°	3	95

サイクルによる生長を比較した結果であるが、オーステナイト域の生長と  $A_1$  変態域 (700°→850°→700°C) での生長には直接関係は認められず、両域にわたる温度範囲での生長は、各々の生長傾向の加重された結果として理解し得る。試みに単に加算した結果を Fig. 2 に併記した。このような結果は生長試験はその温度範囲によつて、異なる生長現象によつて支配されるので、オーステナイト域と  $A_1$  変態域について別々に行うことが適當であることを示した。

(3) オーステナイト域の生長と温度の関係、 $A_1$  変態での生長は同一の鑄鉄では温度範囲が定まるので温度差には直接関係はなく、主としてフェライト生成量と変態機構に影響する成分および温度変化が関係する。しかるに、オーステナイト域の生長では温度の影響が大きい。Fig. 4 は鑄鉄Kについて行なつた温度差の影響の試験結果である。その加熱条件は Table 2 に示したが、空气中での加熱なので、雰囲気の影響を考慮して、最高加熱温度を一定の 950°C とし、加熱冷却の繰返しに要する合計時間を約 100 分とし、温度差を変えたオーステナイト域での生長試験を行つた。

加熱冷却の温度差が大になれば生長量は増加する。Fig. 4 は一定時間に対する比較であるが 1 回ごとの生長量の差はさらにいちじるしい。これと同じ傾向を示す結果は最低温度を一定とした生長試験の場合にも得られまた 1 サイクルに要する時間をほぼ等しくした温度差の

異なる場合についても認められた。さらに一定温度差で温度範囲を変えた生長試験によれば、低温域の方が幾分成長量が大であつたが、その影響は温度差のごとくいちじるしくはなかつた。

オーステナイト域の生長は温度差に比例して増加するが温度域の影響が少いという上述の実験結果は生長の原因が雰囲気の影響よりも、加熱冷却の過程に存在することを示すので、生長が加熱冷却にともなう、黒鉛一部の溶解再析出の間に生ずる不可逆変化であろうとのべた前報りの結果によつて説明することができる。

#### IV. 結 言

鑄鉄の生長試験の基礎として、加熱温度と生長の関係を各種の鑄鉄について試験した。その結果、加熱サイクルによつて得られる生長傾向は異なるが、その関係は、 $A_1$  変態域のほかにオーステナイト域の生長現象を区別することによつて良く理解し得た。しかも、この両域の生長傾向は必ずしも直接関係が認められない。したがつて生長試験に採用する加熱サイクルにはこれを考慮する必要がある。

オーステナイト域の生長は、加熱冷却の温度差に比例するが温度域による差は少い。 $A_1$  変態を上下したオーステナイト域への加熱冷却において温度が高くなれば、その生長はオーステナイト域での生長によつて支配されるようになる。

以上の結果により、鑄鉄の生長は単に最高加熱温度に比例する<sup>2)</sup>といわれているが、必ずしもこれに従わない実験結果の多くがより明確に理解され、かつ、生長試験における加熱サイクルに対する考え方の基礎が得られた。

### 文 献

- 1) 長岡：鉄と鋼，44 (1958) 3 p. 362
- 2) Metal Handbook：A. S. M (1948) p. 517

## (50) 角型 1.8 t 鑄型の原単位の低下について

### On the Decrease of Mould Consumption with a 1.8 t Square Section Mould.

Hidenori Matsuoka.

住友金属工業，製鋼所 松岡 秀 矩

#### I. 緒 言

鑄型原単位を低下させる方法としてはつぎの2つの方法がある。すなわち

- (1) 鑄型の使用回数を増加させる方法。
- (2) 鑄型重量を軽減する方法。

である。

鑄型の使用回数を増加させる方法にはいろいろあるが、中でも鋼塊の品質上必要最低限の範囲に溶鋼の鑄込温度を管理して、鑄型を傷めないことが必要である。

そこで電気炉の出鋼温度をイマージョン・パイロメーターを用いて厳重に管理したところ、従来必要以上に溶鋼を高温で鑄込むことによつて惹起されていた鑄型の溶

損がある程度防止できるようになり、その結果鑄型原単位を約 2 kg/t 低下させることができた。

しかし溶鋼の鑄込温度を管理しても、なお部分的に溶損する鑄型は絶無にならない。これらの鑄型に部分的な修理をほどこして再使用できれば鑄型原単位の低下の点から非常に望ましい。そこでこの部分的な溶損部に簡単な溶接修理をこころみて再使用したところ、鑄型原単位をさらに約 2 kg/t 引下げ得ることができた。

以上のごとく高温鑄込を避けて鑄型の溶損を防止し、さらに一部溶損した鑄型を修理して再使用することによつて約 4 kg/t の鑄型原単位の低下が可能となつたのであるが、これをさらに引下げるためには鑄型重量を軽減すること、すなわち鑄型の肉厚を極限まで薄くする方法がもつとも効果的である。

このような見地から従来の厚肉鑄型肉厚に比して、若干肉厚の薄い薄肉鑄型ならびにいちじるしく薄い超薄肉鑄型の二種類を製作して試験を行つた。

#### II. 試験鑄型の形状

試験に供した従来の厚肉鑄型、および試験薄肉ならびに超薄肉鑄型の形状ならびに諸元を Fig. 1 および Table 1 に示す。

これらの試験鑄型は肉厚を厚肉鑄型に比べてそれぞれ 13 mm, 18.3 mm ずつ薄くし、鑄型比をそれぞれ 1.29 および 0.97 に減少させたものである。

#### III. 試験結果

これらの厚肉鑄型ならびに試験鑄型を塩基性電気炉で溶製した中炭素圧延用鋼塊の造塊に使用したところ、Table 2 に示すような結果を得た。

Table 1. Comparison of mould dimension.

Kind of moulds	Ingot weight (t)	Mould weight (t)	M/I Ratio*	Thickness		Sectional shape	Type of mould
				Top (mm)	Bottom (mm)		
Thick	1.818	2.192	1.38	110.0	122.5	Square	Big-end-up hot top
Thin	"	2.062	1.29	97.0	98.0	"	"
Super thin	"	1.540	0.97	78.7	81.6	"	"

\* M/I Ratio refers to the weight of moulds divided by the weight of steel in the mould itself.

Table 2. Comparison of mould consumption in various thickness mould.

Kind of moulds	Number of moulds	Mean life	Mould consumption (kg/t)	Kind of damage		
				Melt (%)	Cracking (%)	Cracking (%)
Thick	125	64.2	18.8	2.3	3.0	94.7
Thin	133	67.6	16.8	3.1	3.6	93.3
Super thin	11	49.3	17.2	0	100	0