

鑄鉄のイノキュレーションについて

A Study of Inoculation in Cast Iron

岩 永 博* 仲 田 義 雄* 小 野 裕*

内 容 梗 概

強靱鑄鉄製造に当つて行われるイノキュレーションの効果およびイノキュレーション効果の持続時間について実験室のおよび現場的研究を行い、さらに Ca-Si と Fe-Si のイノキュレーション効果の差異について調べた。その結果 Ca-Si および Fe-Si とともにイノキュレーション効果がえられ、イノキュレーション効果の消失速度は熔湯の成分およびイノキュラントの種類によつて異なり、イノキュレーションによつて機械的性質の良好な、肉厚内外の組織の均一な鑄物をえることができることが証明された。さらにイノキュレーション効果を脱ガスの点のみからは説明できないことがわかつた。

〔I〕 緒 言

近年鑄鉄材質を強靱で、肉厚内部まで稠密なものとするために、鋼屑を多量に配合して高温で還元熔解を行い、Ca-Si または Fe-Si などイノキュレーションを行うことが推奨されている⁽¹⁾⁽²⁾。日立製作所日立工場においては数年前より Ca-Si でイノキュレーションを行つた強靱鑄鉄を製造し、鑄鉄材質の改善に大きな効果を取めている。

かゝる強靱鑄鉄の製造に当つて行われるイノキュレーションについては黒鉛核説、脱ガス説、およびシリケートスウイム説などから説明されているが、いまだ完全に解明されていない上に、イノキュレーション効果についても現在研究^{(3)~(9)}の途上にある。

筆者らはイノキュラントの種類、添加量、熔湯の成分とイノキュレーション効果の関係およびイノキュレーション後の時間とチル深さ、組織およびガス含有量などについて実験室的研究を行うとともに、現場のキュポラ熔湯に対する各種のイノキュレーション効果およびイノキュレーションによるガス含有量の変化などについて調べた。

〔II〕 実 験 方 法

Ca-Si と Fe-Si のイノキュレーション効果について実験するために T.C 2.9 %, Si 1.7 %, および T.C 3.1 %, Si 2.0 % の2種の熔湯を #5 ルッポで 3 kg 熔解し、これに Ca-Si または Fe-Si を 0.4 % または 0.75 % 添加し、イノキュレーション前後およびイノキュレーション後の時間とチル深さの関係について調べ、また銅製金型にて鑄造した 6φ×55 の試料を用いて真空熔融法によりガス分析を行つた。この際のガス抽出温度は

* 日立製作所日立工場

第 1 表 低炭素、低珪素熔湯に Ca-Si 0.4 % イノキュレーション結果

Table 1. The Results of Ca-Si 0.4 % Inoculate in Low C, Low Si Iron

| 熔 # | イノキュレーション後の時間(分) | 鑄込温度(°C) | チル深さ(mm) | 成 分 (%) | | |
|-----|------------------|----------|----------|---------|------|------|
| | | | | T.C | Si | Mn |
| 2-0 | せ ず | 1,450 | 17 | 2.87 | 1.77 | 0.46 |
| 2-1 | 直 後 | 1,350 | 5 | 2.80 | 1.86 | 0.46 |
| 2-2 | 5 | 1,350 | 5 | 2.80 | 1.86 | 0.48 |
| 2-3 | 10 | 1,350 | 7 | 2.80 | 1.86 | 0.46 |
| 2-4 | 15 | 1,350 | 9 | 2.79 | 1.86 | 0.47 |
| 2-5 | 20 | 1,350 | 11 | 2.80 | 1.86 | 0.45 |

第 2 表 低炭素、低珪素熔湯に Ca-Si 0.75 % イノキュレーション結果

Table 2. The Results of Ca-Si 0.75 % Inoculate in Low C, Low Si Iron

| 熔 # | イノキュレーション後の時間(分) | 鑄込温度(°C) | チル深さ(mm) | 成 分 (%) | | | ガス含有量(P.P.m) | | |
|-----|------------------|----------|----------|---------|------|------|--------------|----|-----|
| | | | | T.C | Si | Mn | O | N | H |
| 3-0 | せ ず | 1,400 | 24 | 2.88 | 1.68 | 0.45 | 34 | 59 | 2.6 |
| 3-1 | 直 後 | 1,350 | 2 | 2.77 | 1.96 | 0.47 | 24 | 59 | 2.6 |
| 3-2 | 5 | 1,350 | 3 | 2.74 | 1.95 | 0.47 | 20 | 60 | 2.6 |
| 3-3 | 10 | 1,350 | 9 | 2.77 | 1.96 | 0.46 | 15 | 55 | 2.5 |
| 3-4 | 15 | 1,350 | 11 | 2.77 | 1.96 | 0.45 | 28 | 69 | 2.4 |
| 3-5 | 20 | 1,350 | 13 | 2.77 | 1.96 | 0.46 | 31 | 81 | 2.4 |

1,650°C である。チル試験片は破断してチル深さを調べると共に、チル面から 5 mm, 10 mm (チル深さが 10 mm 以上の試料ではモットル消失部) および 30 mm の部分の顕微鏡組織を調べた。

キュポラ熔湯におけるイノキュレーション効果を調べるためには出湯時に Ca-Si または Fe-Si を 0.4 % イノキュレーションしてチル深さ、機械的性質およびガス含有量について調べた。

〔III〕 実 験 結 果

(1) ルッポ炉による実験

第3表 高炭素, 高珪素熔湯に Ca·Si 0.4%イノキュレーション結果

Table 3. The Results of Ca·Si 0.4% Inoculate in High C, High Si Iron

| 熔 # | イノキュレーション後の時間(分) | 鑄込温度(°C) | チル深さ(mm) | 成分 (%) | | |
|-----|------------------|----------|----------|--------|------|------|
| | | | | T.C | Si | Mn |
| 4-0 | せ ず | 1,400 | 5 | 3.18 | 1.96 | 0.46 |
| 4-1 | 直 後 | 1,350 | 2.5 | 3.08 | 2.06 | 0.50 |
| 4-2 | 5 | 1,350 | 2.5 | 3.07 | 2.10 | 0.50 |
| 4-3 | 10 | 1,350 | 5.5 | 3.05 | 2.10 | 0.50 |
| 4-4 | 15 | 1,350 | 5.5 | 3.05 | 2.10 | 0.50 |
| 4-5 | 20 | 1,350 | 5.5 | 3.06 | 2.10 | 0.48 |

第4表 高炭素, 高珪素熔湯に Ca·Si 0.75%イノキュレーション結果

Table 4. The Results of Ca·Si 0.75% Inoculate in High C, High Si Iron

| 熔 # | イノキュレーション後の時間(分) | 鑄込温度(°C) | チル深さ(mm) | 成分 (%) | | |
|-----|------------------|----------|----------|--------|------|------|
| | | | | T.C | Si | Mn |
| 5-0 | せ ず | 1,400 | 5 | 3.13 | 1.96 | 0.48 |
| 5-1 | 直 後 | 1,350 | 1 | 3.03 | 2.24 | 0.47 |
| 5-2 | 5 | 1,350 | 3 | 3.07 | 2.24 | 0.46 |
| 5-3 | 10 | 1,350 | 3 | 3.06 | 2.24 | 0.48 |
| 5-4 | 15 | 1,350 | 3.5 | 3.03 | 2.24 | 0.48 |
| 5-5 | 20 | 1,350 | 4 | 3.06 | 2.24 | 0.47 |

第5表 低炭素, 低珪素熔湯に Fe-Si 0.4%イノキュレーション結果

Table 5. The Results of Fe-Si 0.4% Inoculate in Low C, Low Si Iron

| 熔 # | イノキュレーション後の時間(分) | 鑄込温度(°C) | チル深さ(mm) | 成分 (%) | | |
|-----|------------------|----------|----------|--------|------|------|
| | | | | T.C | Si | Mn |
| 6-0 | せ ず | 1,400 | 2.3 | 2.75 | 1.78 | 0.44 |
| 6-1 | 直 後 | 1,350 | 2.5 | 2.78 | 2.05 | 0.45 |
| 6-2 | 5 | 1,350 | 5 | 2.80 | 2.05 | 0.42 |
| 6-3 | 10 | 1,350 | 6 | 2.84 | 2.05 | 0.43 |
| 6-4 | 15 | 1,350 | 6 | 2.84 | 2.05 | 0.43 |
| 6-5 | 20 | 1,350 | 6 | 2.83 | 2.05 | 0.41 |

第6表 低炭素, 低珪素熔湯に Fe-Si 0.75%イノキュレーション結果

Table 6. The Results of Fe-Si 0.75% Inoculate in Low C, Low Si Iron

| 熔 # | イノキュレーション後の時間(分) | 鑄込温度(°C) | チル深さ(mm) | 成分 (%) | | |
|-----|------------------|----------|----------|--------|------|------|
| | | | | T.C | Si | Mn |
| 7-0 | せ ず | 1,400 | 21 | 2.88 | 1.77 | 0.42 |
| 7-1 | 直 後 | 1,320 | 1.5 | 2.86 | 2.24 | 0.41 |
| 7-2 | 5 | 1,320 | 2 | 2.83 | 2.24 | 0.41 |
| 7-3 | 10 | 1,320 | 2.5 | 2.83 | 2.24 | 0.42 |
| 7-4 | 15 | 1,320 | 3 | 2.83 | 2.24 | 0.43 |
| 7-5 | 20 | 1,320 | 3 | 2.82 | 2.24 | 0.41 |

ルッポ炉によつて熔解した熔湯に対する実験結果はつぎの通りである。

(a) チル深さ

第1~8表にはこの場合の実験結果を示す。いずれの場合にもチル深さはイノキュレーションによつて低下し、その後は時間の経過とともに増加する。

しかしその程度は成分, イノキュラントの種類, および量によつてことなる。T.C, Si が低い熔温の場合には第1, 2表のように Ca·Si を 0.4%イノキュレーションするとチル深さは5分後では変化せず, その後は増加している。Ca·Si を 0.75%イノキュレーションするとイノキュレーション直後のチル深さは Ca·Si 0.4%の場合より浅いが, 15分後には逆に深くなつている。

T.C, Si の高い熔湯の場合には第3, 4表に示すようにイノキュレーションによつてチルが減少することは前述の通りであるが, その後の時間の経過とともに急速にチルが増加し, とくに Ca·Si 0.4%の場合には10分でイノキュレーション前のチル深さになつている。

イノキュラントとして Fe-Si を用いた場合に T.C, Si が低い熔湯では第5, 6表に示すように, Fe-Si 量のいかんにかゝらずイノキュレーション直後からチル深さが増加する。

T.C, Si の高い熔湯に Fe-Si でイノキュレーションした場合には第7, 8表に示すように, T.C, Si の低い場合とほぼ同一の傾向を示している。

イノキュラントの差について見ると Ca·Si の場合には時間の経過とともにチル深さがイノキュレーション前の状態に戻る傾向が認められるが, Fe-Si の場合には10~15分でチル深さが一定になり, かつそのチル深さがイノキュレーション前のチル深さより浅い。

(b) ガス含有量

第2表および第1図にはイノキュレーションおよび経過時間によるガス含有量の変化を示す。この図からわかるように O₂ 含有量はイノキュレーション

ン後 10 分までは減少し、その後は増加して 20 分後にはイノキュレーション前の含有量に近くなる。N₂ 含有量はイノキュレーションによつて変化せず、O₂ が増加する場合に増加する。他方 H₂ もイノキュレーションによつて変化しないが、10 分以後は逆に減少する。

(c) 組織

以上の実験によつて得られた試料の顕微鏡組織の 1 例を第 2 図に示す。この図からわかるように、チル面から 5 mm の深さの所では完全に白鉄のものが、イノキュレーションによつて黒鉛化しており、その黒鉛は塊状である。しかしイノキュレーション後の時間が増すにしたがつて黒鉛が減少し、セメントライトが増加する。

チル面から 10mm の所ではイノキュレーション前では黒鉛とセメントライトが共晶状に現われているが、イノキュレーションした試料では黒鉛が塊状に集合し、セメントライトはきわめて少い。イノキュレーション後時間が経つにしたがつてデンドライトがあきらかになり、イノキュレーション前の状態に近くなる。

チル面から 30 mm の所の組織について見るとイノキュレーション前のものでは黒鉛がデンドライト状に折出しており、黒鉛の形状が不均一で、一部に共晶黒鉛が認められるが、イノキュレーションした試料では黒鉛が大きく、時間の経過とともに微細になるが、その形状は丸味を帯び、20 分後でもイノキュレーション前の黒鉛とはその形状が異り、共晶黒鉛も認められない。

(2) キュポラ熔湯に対する実験

実用キュポラ熔湯に対するイノキュレーション効果を調べた結果はつぎの通りである。

Ca-Si 0.4% イノキュレーション前後のチル深さを 50 熔解にわたつて調べた結果の平均値 (X) と標準偏差 (σ) を示すと第 9 表の通りで、イノキュレーションによつてチル深さは 1/2 以下となり、平均値の差の検定を行つた結果 1% の危険率で有意差が認められる。

Ca-Si 0.4% イノキュレーション前後の機械的性質の変化を 25 熔解について調べた結果の平均値 (X) と標準偏差 (σ) を示すと第 10 表の通りで、イノキュレーションによつて機械的性質が向上することがあきらかである。

第 7 表 高炭素、低珪素熔湯に Fe-Si 0.4% イノキュレーション結果

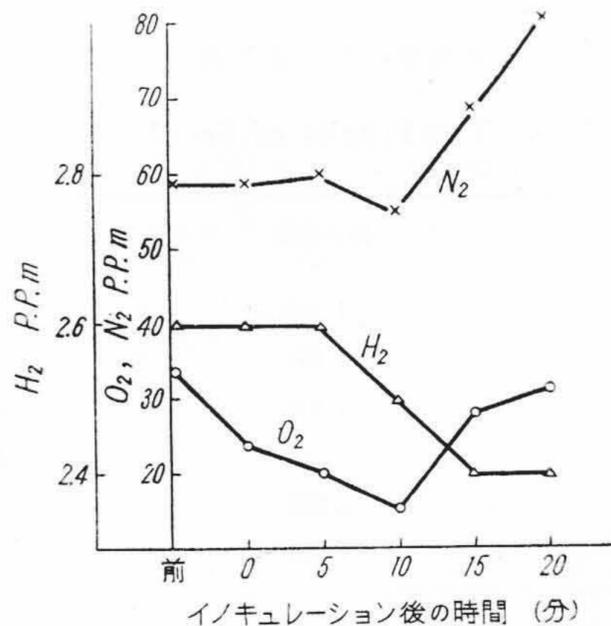
Table 7. The Results of Fe-Si 0.4% Inoculate in High C, Low Si Iron

| 熔 # | イノキュレーション後の時間(分) | 鋳込温度(°C) | チル深さ(mm) | 成 分 (%) | | |
|-----|------------------|----------|----------|---------|------|------|
| | | | | T.C | Si | Mn |
| 8-0 | せ ず | 1,400 | 7 | 3.15 | 1.86 | 0.38 |
| 8-1 | 直 後 | 1,300 | 2 | 3.05 | 2.05 | 0.36 |
| 8-2 | 5 | 1,300 | 2.5 | 3.07 | 2.05 | 0.39 |
| 8-3 | 10 | 1,300 | 3 | 3.09 | 2.06 | 0.36 |
| 8-4 | 15 | 1,300 | 3 | 3.07 | 2.06 | 0.36 |
| 8-5 | 20 | 1,300 | 3 | 3.08 | 2.06 | 0.36 |

第 8 表 高炭素、高珪素熔湯に Fe-Si 0.75% イノキュレーション結果

Table 8. The Results of Fe-Si 0.75% Inoculate in High C, High Si Melt

| 熔 # | イノキュレーション後の時間(分) | 鋳込温度(°C) | チル深さ(mm) | 成 分 (%) | | |
|-----|------------------|----------|----------|---------|------|------|
| | | | | T.C | Si | Mn |
| 9-0 | せ ず | 1,450 | 9 | 3.24 | 1.86 | 0.40 |
| 9-1 | 直 後 | 1,350 | 1 | 3.21 | 2.23 | 0.41 |
| 9-2 | 5 | 1,350 | 2 | 3.21 | 2.23 | 0.41 |
| 9-3 | 10 | 1,350 | 2.5 | 3.21 | 2.23 | 0.40 |
| 9-4 | 15 | 1,350 | 3 | 3.21 | 2.23 | 0.40 |
| 9-5 | 20 | 1,350 | 3 | 3.21 | 2.23 | 0.38 |



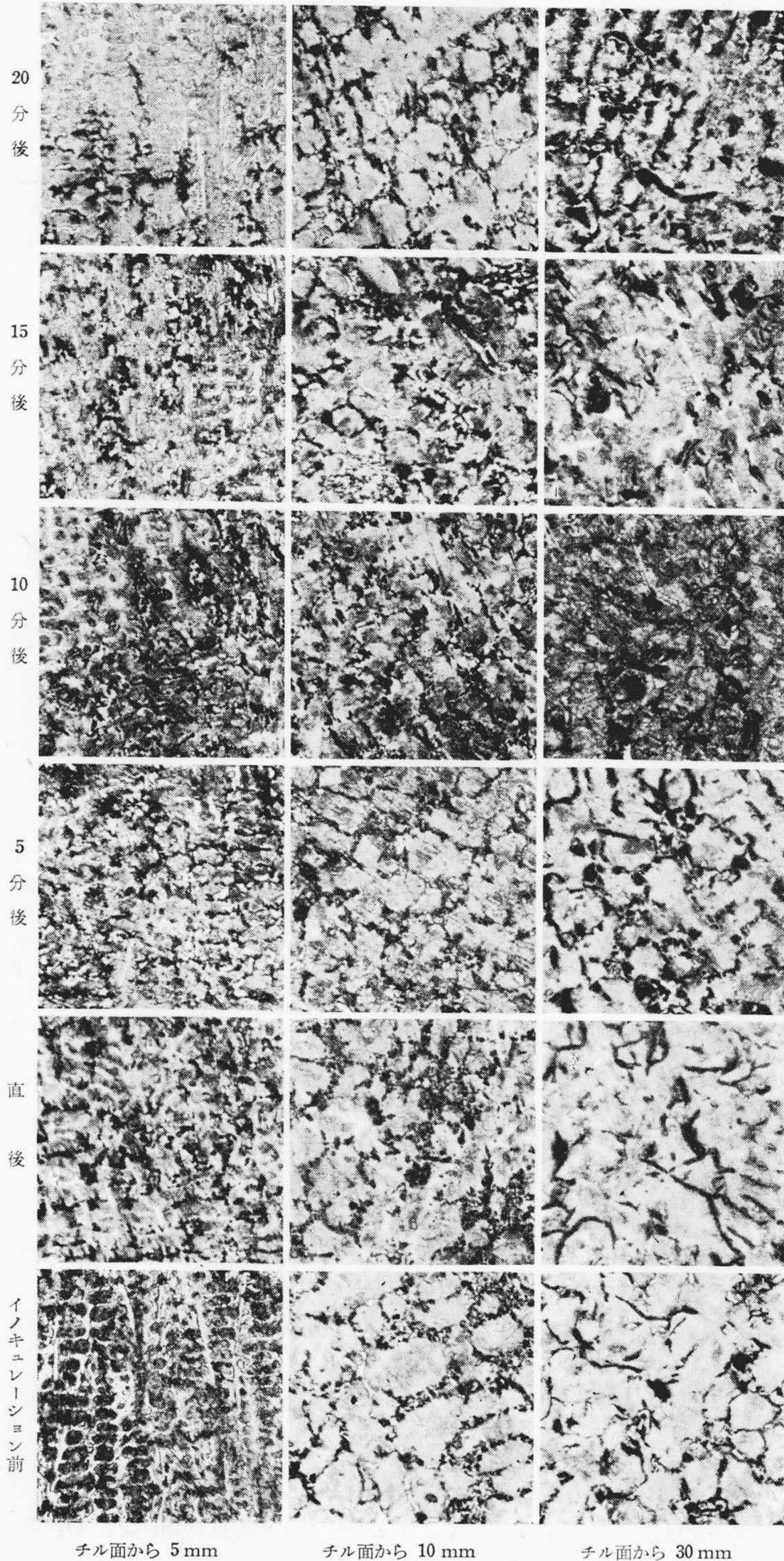
第 1 図 イノキュレーション後の時間とガス含有量の関係

Fig. 1. The Relation between Gas Contents and Times after Inoculation

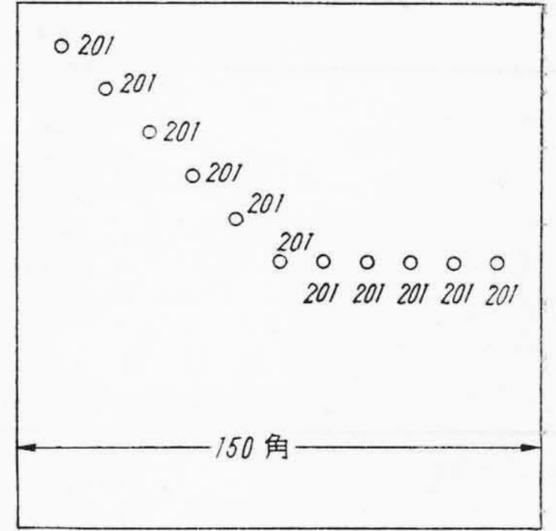
第 9 表 イノキュレーション前後のチル深さ
Table 9. The Chill Depths of before and after Inoculation

| 処 理 | | 成 分 (%) | | | チル深さ(mm) | 試料数 |
|------------|----|---------|------|------|----------|-----|
| | | T.C | Si | Mn | | |
| イノキュレーション前 | X̄ | 3.26 | 1.56 | 0.63 | 12.7 | 50 |
| | σ | 0.10 | 0.16 | 0.07 | 2.1 | |
| イノキュレーション後 | X̄ | 3.22 | 1.81 | 0.64 | 5.2 | 50 |
| | σ | 0.09 | 0.17 | 0.08 | 1.4 | |

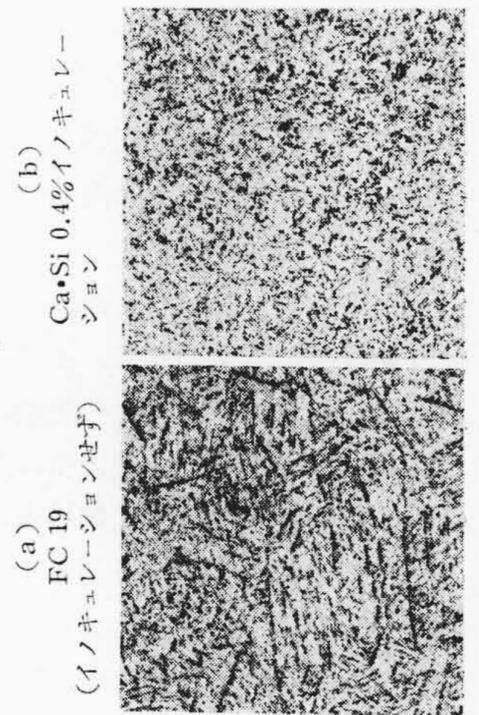
125角×150h のブロック試験片の中心断面の硬度分布を調べた結果は第3図に示す通りで、イノキュレーションしない鑄鉄に比べてきわめて均一で、この面のサア



第2図 Ca·Si 0.4% イノキュレーションの場合の組織の変化 ×100
Fig. 2. Microstructures in Case of Ca·Si 0.4% Inoculation



第3図 ブロック試験片の硬度分布
Fig. 3. The Distribution of Hardness in Block Test Piece



第4図 普通鑄鉄とイノキュレーション鑄鉄のサルファプリント
Fig. 4. The Sulphur Prints of Original and Inoculated Cast Iron



第5図 普通鑄鉄とイノキュレーション鑄鉄の組織
Fig. 5. The Microstructures of Original and Inoculated Cast Iron

第10表 イノキュレーション前後の機械的性質
Table 10. Mechanical Properties of before and after Inoculation

| 処 理 | 成 分 (%) | 機 械 的 性 質 | | | 試 料 数 | | | |
|------------|---------|-----------|------|------|-------|--------------------------|---------|---------|
| | | T.C | Si | Mn | | 抗張力(kg/mm ²) | 抗折力(kg) | 撓 み(mm) |
| イノキュレーション前 | X | 3.25 | 1.61 | 0.63 | 29.7 | 2,034 | 3.8 | 25 |
| | σ | 0.11 | 0.15 | 0.07 | 5.5 | 267 | 0.4 | |
| イノキュレーション後 | X | 3.22 | 1.82 | 0.65 | 33.2 | 2,228 | 4.4 | 25 |
| | σ | 0.09 | 0.17 | 0.08 | 4.4 | 245 | 0.4 | |

第11表 Ca・SiとFe-Siイノキュレーションによる機械的性質
Table 11. Mechanical Properties by Ca・Si and Fe-Si Inoculation

| 処 理 | 成 分 (%) | 機 械 的 性 質 | | | 試 料 数 | | | |
|--------------------|---------|-----------|------|--------|-------|--------------------------|---------|---------|
| | | T.C | Si | Mn | | 抗張力(kg/mm ²) | 抗折力(kg) | 撓 み(mm) |
| Ca・Si イノキュレーション | X | 3.26 | 1.89 | 0.62 | 29.4 | 2,052 | 4.2 | 15 |
| | σ | 0.10 | 0.21 | 0.07 | 1.9 | 125 | 0.3 | |
| Fe-Si イノキュレーション | X | 3.25 | 2.02 | 0.68 | 24.4 | 1,939 | 4.1 | 15 |
| | σ | 0.11 | 0.24 | 0.08 | 2.5 | 133 | 0.5 | |
| 平均値の差の検査結果 | | | | 1%で差あり | 有意差なし | 有意差なし | | |

ルファプリントは第4図のようにCa・Si 0.4%イノキュレーションした試料では内外の組織差のないことがわかる。

イノキュレーションした鑄鉄と一般の鑄鉄の組織の比較は第5図に示す通りで、イノキュレーションによつて黒鉛の分布が均一で、その先端が丸味を帯びている。

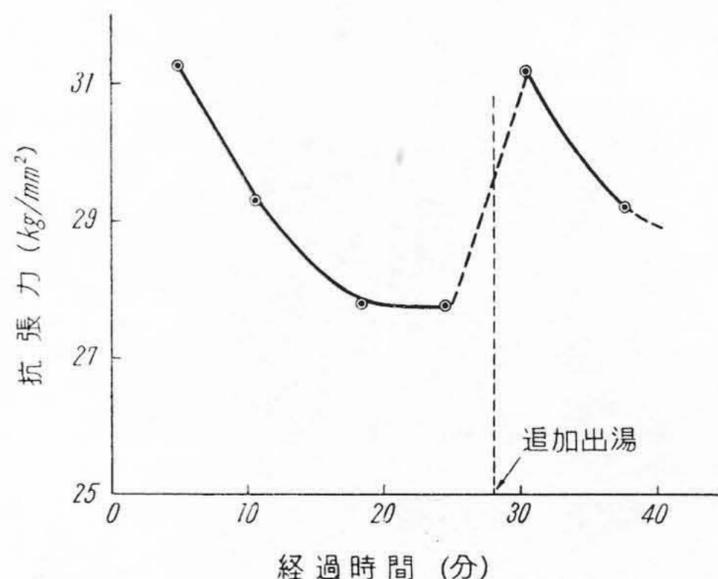
Ca・SiとFe-Siのイノキュレーションによる機械的性質の差を調べた結果は第11表の通りで、抗張力は1%の有意差があるが、抗折力および撓みには差がない。

Ca・Si 0.4%イノキュレーション後の時間と抗張力の関係は第7図に示す通りで、時間の経過とともに抗張力が低下する。しかし、このイノキュレーション効果の低下した熔湯にイノキュレーションを行いながら追加出湯すると抗折力は第1回のイノキュレーション直後の状態に帰り、その後ふたたび低下する。

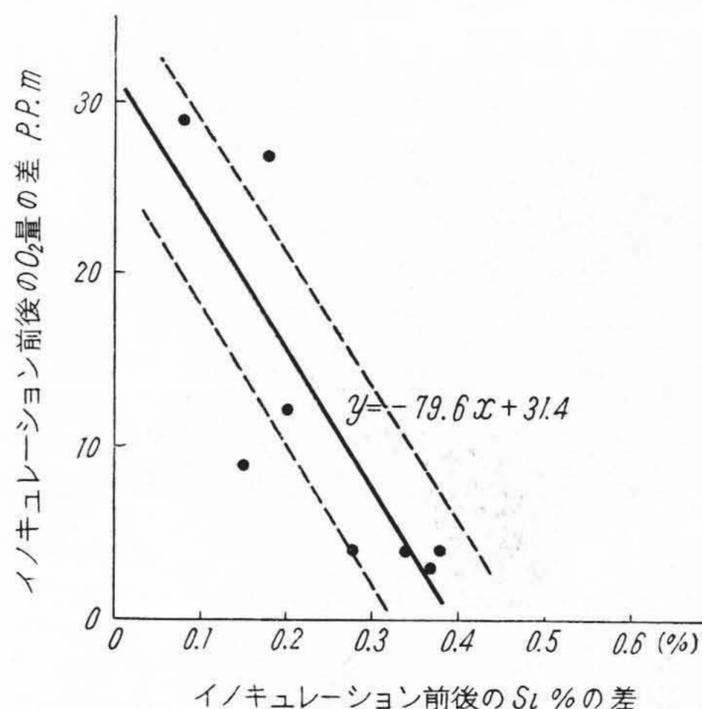
Ca・Si 0.4%イノキュレーション前後のガス含有量は第12表に示す通りで、イノキュレーションによるSiの増加量とO₂含有量の減少の間には相関があり、イノキュレーション前のO₂含有量が高い場合にはイノキュラント中のSiの歩留りが低い。

〔VI〕 実験結果の考察

以上実験室のおよび現場的研究の二面からイノキュレーションについての二、三の実験を行つた結果、実験室的研究からイノキュレーションによるチル深さの減少はT.C, Siの低い熔湯においていちじるしく、チル深さの回復速度が遅い。Ca・SiとFe-Siのイノキュレーション効果をチル深さで比較すると、Fe-Siの方がチルを浅くする。イノキュラントの量のみを変えた場合には、Ca・Siでは0.4%, Fe-Siでは0.75%の場合がチルの増加速度が遅い傾向が認められる。



第6図 抗張力とイノキュレーション後の時間の関係
Fig. 6. The Relation between Tensile Strengths and Times after Inoculation



第7図 イノキュレーション前後のSi量とO₂量の変化の関係
Fig. 7. The Relation of Si and O₂ Differential Contents by Inoculation

第12表 イノキュレーション前後のガス含有量および成分の変化
Table 12. The Gas and Chemical Composition of before and after Inoculation

| 熔 # | 成 分 (%) | | | | | | ガ ス 含 有 量 (P.P.m) | | | | | |
|-----|---------|------|------|------|------|------|-------------------|----|----------------|----|----------------|-----|
| | T.C | | Si | | Mn | | O ₂ | | N ₂ | | H ₂ | |
| | 前 | 後 | 前 | 後 | 前 | 後 | 前 | 後 | 前 | 後 | 前 | 後 |
| 201 | 3.21 | 3.18 | 1.86 | 2.06 | 0.59 | 0.62 | 49 | 37 | 45 | 43 | 3.5 | 2.7 |
| 329 | 3.42 | 3.36 | 1.30 | 1.63 | 0.74 | 0.60 | 31 | 27 | 39 | 40 | 2.4 | 2.7 |
| 331 | 3.32 | 3.27 | 1.77 | 2.14 | 0.61 | 0.64 | 37 | 34 | 38 | 38 | 2.4 | 2.3 |
| 405 | 3.23 | 3.23 | 1.45 | 1.53 | 0.88 | 0.78 | 57 | 28 | 49 | 49 | 2.6 | 2.6 |
| 413 | 3.21 | 3.00 | 1.50 | 1.68 | 0.53 | 0.57 | 61 | 34 | 45 | 45 | 3.5 | 3.5 |
| 416 | 3.07 | 3.11 | 1.77 | 1.92 | 0.67 | 0.70 | 41 | 32 | 51 | 52 | 3.8 | 5.3 |
| 418 | 3.44 | 3.41 | 1.77 | 2.05 | 0.57 | 0.55 | 26 | 22 | 37 | 36 | 5.0 | 4.5 |
| 419 | 3.43 | 3.37 | 1.30 | 1.68 | 0.93 | 0.83 | 25 | 21 | 41 | 41 | 3.5 | 3.7 |

Fe-Si でイノキュレーションした場合には時間が経過してもチル深さがイノキュレーション前の状態に帰らない傾向が認められるのは Fe-Si 中の Si が熔湯中に入つてイノキュレーション効果とは別に黒鉛化しやすい成分となるため、Ca-Si の場合には T.C の低下が起りこれが Si の増加によるチル減少効果を打ち消していると考えられる。

顕微鏡組織について調べた結果、イノキュレーションによつて共晶状に晶出する黒鉛が少なくなり、黒鉛化が進行し、デンドライトが認められなくなり、時間の経過とともに黒鉛化が阻止されてデンドライトが現われてくるが、この場合に折出する黒鉛は塊状で、本実験で行つた程度の時間では未だイノキュレーションの効果が認められる。

ガス含有量について調べた結果、イノキュレーションによつて O₂ はあきらかに減少し、その後時間が増加するとともにある時間まではさらに減少するがその後は増加する。すなわち Ca-Si によつて脱酸が起り、この時生じた酸化物やシリケートなどの脱酸生成物の除去にある時間がかかるが、これらが除去された後は大気中からガスを吸収するために O₂ と N₂ が同時に増加するものと考えられる。なおこの場合のガス含有量の変化がチル深さの変化と一致しないことからイノキュレーション効果を脱ガスの点のみから説明することはできないと思われる。

従来イノキュレーション効果の消失時間についてはしつじゆ研究されているが、実験規模によつて結果がことなつており、熔湯の量が多い程時間が長い傾向があるので本実験でえた結果が直ちに実際の作業には適応せず、変化の傾向のみを示すものと考えられる。

実用キュポラ熔湯に対するイノキュレーション効果の検討から、イノキュレーションによつて黒鉛化が促進され、機械的性質が向上し、かつ肉厚内外部の均一な強靱な鑄鉄が製造されることがわかり、さらにイノキュレーション

効果の持続も一般の場合には良好であり、追加出場によつて十分なイノキュレーション効果がえられることから、大きな鑄物の製造可能なことがあきらかになつた。

イノキュラント中の Si の歩留りは熔湯の O₂ 含有量に反比例するので、熔湯の O₂ 含有量が低い方がイノキュレーション効果を大きくするのであろうことが推定される。

[V] 結 言

以上実験室的、現場的にイノキュレーションについて二、三の実験を行つた結果、

- (1) 熔湯の T.C, Si の低い方がイノキュレーション効果が大きい。
- (2) イノキュレーション効果およびその消失速度は熔湯の成分、イノキュラントの種類および量によつてことなる。
- (3) イノキュレーションによるガス含有量の変化とチル深さの変化は一致しない。
- (4) イノキュレーションによつて機械的性質の良好な、肉厚内外の均一な鑄物の製造が可能である。

などのことが証明された。

以上のほかにこのような特殊熔解法とイノキュレーションとを行つて熔製した鑄鉄は不良を減じ、品質の向上と原価の低減に大きな役割を果している。

参 考 文 献

- (1) Hand book of Mechanite Metal: Giesserei 40 (1953) 334
- (2) E. Piwowarsky: Giesserei
- (3) 佐藤他: 鑄物 27 (1955) 3
- (4) 木下, 藤田: 鑄物 26 (1954) 581
- (5) 岡本: 金属 25 (1955) 337
- (6) 佐藤, 山本: 鑄物協会昭30年秋季講演会にて発表
- (7) 依田, 岡本: 日本金属学会第38回大会にて発表
- (8) 牛山他: 鑄物 28 (1956) 63
- (9) W. S. Williams: Iron and Steel 25 (1952) 9