

700°C : 600°C の場合とほぼ同様の变化を示す。ただし  $Fe_{20}C_9$  は生成しない。

以上の結果、 $H_2$ 、 $CO$  いずれの場合もフランクリナイトの還元性は他の酸化鉄物に比して悪く、それらの還元が進行した後にはじめて分解されるが、今回行なつた実験の範囲内では、すべての亜鉛が金属状態になるほどには還元されず、なおかなりの  $ZnO$  が残存し、一部が試料中の硫黄と結合して  $\beta-ZnS$  を生ずることがわかつた。

#### ii) $CaCl_2$ 添加の影響

##### $H_2$ 還元

Table 2~3 に示されるごとく、酸化鉄物も、フランクリナイトも、ともに単味還元ときにはすでに消滅する条件下でもなお存在し、 $\alpha-Fe$  の生成がおくれることから  $CaCl_2$  の添加はこれらの鉄物の還元を促進せず、逆に反応をおくらせるように作用していることが知られる。

ただこの場合、単味還元時にあらわれる  $ZnO$  が全く生成されず  $\beta-ZnS$  がかなり多量に生成される点から、 $CaCl_2$  の添加はフランクリナイトの分解そのものには効果はないが、分解に際して生ずる  $ZnO$  には強く作用してこれを分解させるといえる。

##### $CO$ 還元

この場合の影響も前記  $H_2$  還元時と全く同じである。なお、単味  $CO$  還元にあらわれる鉄の炭化物が全くあらわれず、その生成を抑制することが附加的な影響として認められる。

#### IV. 結 言

以上を要約して結論とする。

- 1) フランクリナイトの還元性は、他の酸化鉄物に比して悪く、それらの還元が進行した後にはじめて分解される。
- 2)  $CaCl_2$  の添加は、酸化鉄物やフランクリナイトの還元を促進せず、むしろ抑制する。
- 3) しかし、フランクリナイトの還元に際して生ずる  $ZnO$  には強く作用してこれを分解する。

#### 文 献

- 1) 下瀬, 他: 鉄と鋼, 48 (1962) 4, p. 453
- 2) 土居ノ内, 他: 鉄と鋼, 46 (1962) 3, p. 270
- 3) 下瀬, 他: 鉄と鋼, 47 (1961) 3, p. 286
- 4) 国井, 他: 鉄と鋼, 48 (1962) 4, p. 452
- 5) 天沼, 他: 日本鉄業会誌, 74, 253 (1958)

### 69,13-539,434-669,16 (54) 各種の原料鉄鉄から作つた鑄鉄の耐熱衝撃に関する特性

(高純度砂鉄鉄を原料とする各種鑄鉄の特性—Ⅲ)

日曹製鋼製品開発部 工博 高井 清  
" 技術部 工博 佐藤 祐一郎

Studies on the Heat Crack of Cast Irons Made from Various Pig Irons.

(Properties of various cast irons made from high-purity iron sand pig—Ⅲ)

Dr. Kiyoshi TAKAI and Dr. Yuichiro SATO.

#### I. 結 言

鋼塊鑄型廃却の理由である鑄型のきつ甲割れ、初期割れの原因は比較的高温の燃にさらされしかも繰返しの加熱、冷却の熱作用をうけるために生ずるものである。また、熱間圧延ロールの表面においても、加熱された鋼材および冷却水によつて激しい繰返しの熱衝撃を受け、チル面に応力割れが発生し、これが肌あれあるいははく離などの原因となつてロールの寿命を短くすることが知られている。このような鑄型あるいはロールの熱き裂を防ぐにはその材質をどのように選べばよいかということが非常に重要であり、かつ困難な問題である。

本報においては各種の原料鉄鉄から作つた熱衝撃試験片に繰返しの加熱、冷却を加えることによつて、その耐熱衝撃におよぼす鑄鉄の不純物元素の含有量の影響について調べた。さらに P, S, Ti など 2, 3 の有害不純物元素の影響を定量的に調査して、高純度砂鉄鉄の耐熱衝撃に関する特性について検討を加えた。

#### II. 実験材料および実験方法

高純度砂鉄鉄、スエーデン木炭鉄、T木炭鉄、Kダクタイル鉄 Yノジュラー鉄および Mコークス鉄各 4 kg をクリプトル焔に装入し、約 30mn 間で、1,400°C に加熱溶解する。そして高純度ベースメタル、フェロシリコン、フェロマンガンを加えて成分を調整した後、1,450°C に温度を上昇し、10mn 間保持してから試験片鑄造装置 (図省略) の湯だめ内に溶湯を注入する。湯だめの溶湯の温度が 1,300°C に達したら、ストッパーを静かに、しかも急速に引き抜いて、その周囲の 4 個所に放射線状に配置され、下部に冷し金を備えた生砂型に 30φ × 60mm の丸棒として鑄造する。

このようにして各種の原料鉄鉄から作つた鑄鉄および球状黒鉛鑄鉄のチル試験片を作製し、この試験片を第 1 回だけは 60mn 間で 700°C に加熱し、700°C に 30mn 間保持した後水焼入を行ない、第 2 回目以後は 20mn 間で 700°C に加熱し、700°C に 30mn 間保持した後水焼入を行なう。すなわちこのような加熱、冷却を繰返すことによつて試験片に熱衝撃を加える。そして試験片のチル面に発生したき裂の状況を観察し、実物幻燈機により 10 倍に拡大して複写し、そのき裂発生長さの正確に測定する。同時にチル面のショアー硬度 ( $H_s$ ) の変化を調べた。さらに熱衝撃によつてチル面に発生するき裂の長さにおよぼす 2, 3 の有害不純物元素の影響を調べるために、高純度砂鉄鉄に P, S および Ti をそれぞれ単独に添加してチル試験片を作製し、同様の方法で試験を行ない、高純度砂鉄鉄の耐熱衝撃に関する特性について検討を加えた。

#### III. 実験結果および考察

(1) C 3.3%, Si 0.6% および Mn 0.6% の化学成分をもつ熱衝撃試験片では高純度砂鉄鉄、スエーデン木炭鉄、T木炭鉄、Yノジュラー鉄、Kダクタイル鉄および Mコークス鉄の順序にき裂の発生長さの長くなり (Fig. 1) C, Si および Mn 以外の不純物元素の含有量の多い鑄鉄ほどき裂の発生は大となる。そして P, S, Cu, Cr, V, Ti, As および Sn などの不純物元素の含有量が 0.2% を越えると、チル面に発生するき裂の長さは著しく増加することが認められた。また熱衝撃の

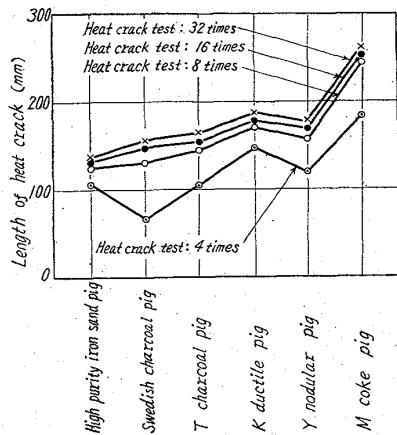


Fig. 1. Relation between kind of pig iron and heat crack. (C 3.25~3.33%, Si 0.58~0.64% and Mn 0.58~0.62%)

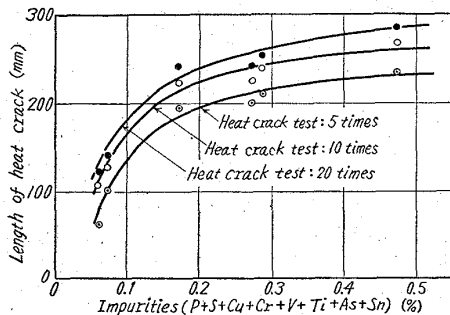


Fig. 2. Effect of impurity content on heat crack. (C 3.28~3.43%, Si 2.34~2.52% and Mn 0.36~0.53%)

回数によつてチル面の顕微鏡組織およびショア硬度はほとんど変化しない。なお窒素含有量および酸素含有量は各試料とも 30 ppm 以下で、大きな差異は認められなかつた。

(2) C 3.3%, Si 2.0% および Mn 0.4% あるいは C 3.3%, Si 2.6% および Mn 0.4% の化学成分をもつ熱衝撃試験片では、普通鉄試料および球状黒鉛鉄試料いずれの場合も高純度砂鉄とスウェーデン木炭鉄のき裂の発生は少ない。そして P, S, Cu, Cr, V, Ti, As および Sn などの不純物元素の含有量が 0.1% を越えると、チル面に発生するき裂の長さは著しく増加することが認められた (Fig. 2)。また普通鉄と球状黒鉛鉄試料のチル面に発生するき裂の長さはいずれも同じ程度で、特別に差異は認められなかつた。

(3) 高純度砂鉄に P, S および Ti をそれぞれ単独に添加して熱衝撃によるき裂の発生の影響を調べた結果、各元素ともその添加量のわずかな増加によつて、チル面に発生するき裂の長さをいちじるしく大きくする傾向があり、P 含有量は 0.05% (Fig. 3), S 含有量は 0.025% (Fig. 4) および Ti 含有量は 0.05% (Fig. 5) を越えると、P はステナイトが析出し S は鉄に対する溶解度限を越え、Ti は炭化物の析出が増加して、それぞれチル面に発生するき裂の長さをいちじるしく増加することが認められた。これらの諸元素はいずれも前報で報告したように、球状黒鉛鉄の熱処理後の機械的性質に

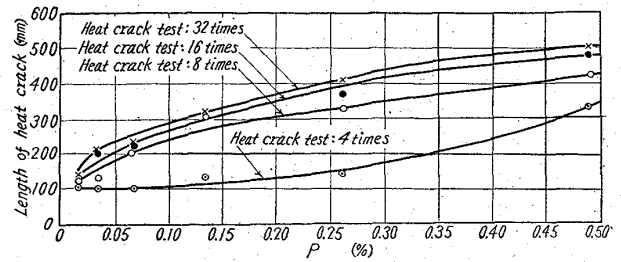


Fig. 3. Effect of phosphorus on the heat crack. (C 3.25~3.30%, Si 0.57~0.63% and Mn 0.56~0.62%)

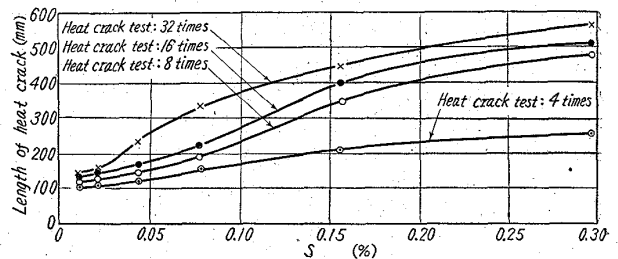


Fig. 4. Effect of sulphur on the heat crack. (C 3.26~3.33%, Si 0.56~0.61% and Mn 0.58~0.60%)

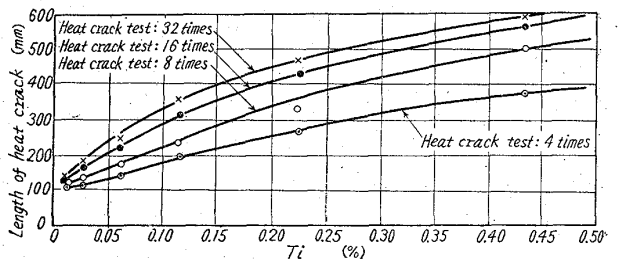


Fig. 5. Effect of titanium on the heat crack. (C 3.26~3.33%, Si 0.57~0.62% and Mn 0.58~0.60%)

悪影響をおよぼす元素であり、かつ本実験の結果から、熱衝撃によるき裂の発生に対してもいちじるしく有害な元素であることがわかつた。

#### IV. 結 言

各種の原料鉄から作った熱衝撃試験片に、繰返しに加熱、冷却を加えたときチル面に発生するき裂の長さが不純物元素の含有量によつてどのように変化するか調べた。また高純度砂鉄に 2, 3 の有害不純物元素を少量添加した場合の影響を定量的に調査した。さらにチル面の顕微鏡組織およびショア硬度の変化を調べた結果、鋼塊鋳型あるいはロールの寿命を短くする理由の一つとして考えられる鋳型のきつ甲割れあるいはロールのチル面に発生するき裂は原料鉄の化学成分、すなわち C, Si および Mn 以外の微量の不純物元素に関係があり、不純物元素の含有量が少ないほどき裂は少なく、特に不純物元素の含有量が 0.1% 以下ではき裂の発生が非常に少ないことがわかつた。そして熱処理後の機械的性質に悪影響をおよぼす P, S, Ti などの元素は熱衝撃によるき裂の発生に対してもいちじるしく有害な元素であることが明らかとなつた。