

(57) 小型鍛造用鋼塊の縦割れ防止について

Prevention of Longitudinal Surface Crack Formation of Small Forging Ingots

T. Kamoshida.

石川島重工業第三工場 工 嶋志田 次 男

I. 緒 言

鋼塊の鑄込みより型抜きまでの間に発生する縦割れについては従来種々の原因が考えられ、鑄型の設計または内面状況、熔鋼の化学成分特にSやCの含有量、非金属介在物、熔鋼の精錬状況、鑄込温度、鑄込速度などにその解決をもとめようとした多くの報告が提出されている。筆者は1tおよび2t型鍛造用鋼塊に生ずる縦割れをトリベノズルの径を一定として、すなわち鑄込速度はほぼ一定として鑄込温度を調節することによつて防止することができたので、その間に発生した異常縦割れの原因調査結果とともに報告する。

II. 作 業 条 件

1. 熔解作業

(イ) 鋼種：主として JIS 炭素鋼鍛鋼第3種～第6種  
 (ロ) 熔解炉：塩基性エルー式アーク炉，容量 3t，装  
 入量 3.4t，変圧器容量 1500KVA.

(ハ) 熔解方針：高電圧迅速溶解，強酸化沸騰精錬による脱ガス，水素吸収の防止，十分な脱酸，非金属介在物増加の防止などを主眼として作業標準を作製，これを基準として作業を行う。

2. 造塊作業

(イ) 鑄型：八角型 (Fig. 1 参照)

(ロ) 鑄込方法および条件：上注ぎ，漏斗使用，鑄込条件は数回の試験鑄込および経験からつぎのごとく定めた  
 ノズル径 トリベ：40mm，漏斗：30mm

鑄込温度目標(トリベ下) SF 45, SF 50 : 1550°C  
 (光高温計) SF 55, SF 60 : 1530°C

(ハ) 鑄込後の冷却：場所的な制約から鑄型内冷却として鑄込後約 20h 以上経過してから鑄型から抜取つた。

III. 縦割れ発生危険温度範囲および鑄込待ち時間  
 算出法の設定およびその後の成績

1. 6カ月間の鑄込データより縦割れを発生した熔解と発生しない熔解とをトリベ試料のC含有量と鑄込温度とに関連させてプロットし，縦割れ発生危険温度範囲を定めた。縦割れを防止するには鑄込温度(トリベ下)がこの温度範囲内に入らぬように，出鋼後のトリベ内熔

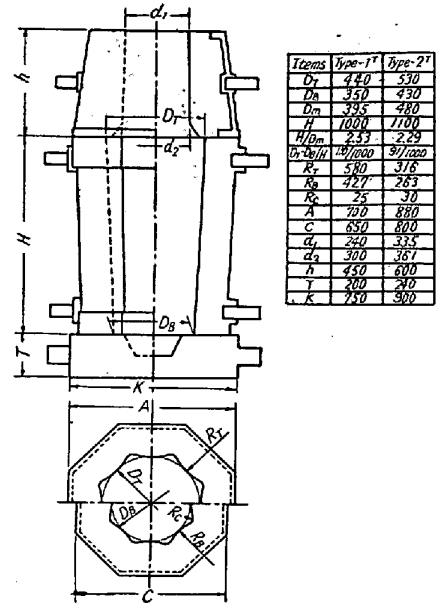


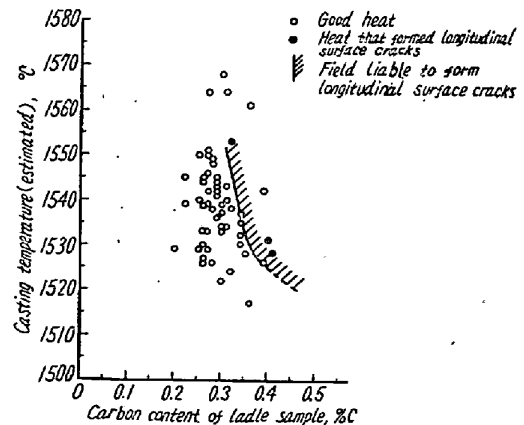
Fig. 1. Ingot mold.

鋼温度から鑄込待ち時間を算出する方法をとり，また鑄込にあつては熔鋼が鑄型の約半分の高さに達したならばトリベストップを絞つて鑄込速度をおそくし，熔鋼が押湯枠に達したならばさらにストップを絞ることとした。鑄込温度目標は出鋼前の炉中試料が 0.30% C 以下の場合には従来通り 1550°C，0.31% C 以上の場合は縦割れ発生危険温度範囲の境界線に相当する温度より 10°C 下とした。

2. その後6ヶ月間の成績を Fig. 2 に示す。縦割れは激減し，全て縦割れ発生危険温度範囲内において発生した。

IV. 異常縦割れの発生とその防止

1. ところがその後縦割れ発生危険温度範囲外においても縦割れが発生し始めた。この原因および対策検討のためインマージョンパイロメーターの較正をしたが指示



Casting temp. (estimated) = Temp. of molten steel in ladle just after tapping - 4°C/mn × Time from tap to cast (mn)

Fig. 2. Critical casting temperature versus the carbon content of the ladle sample.

に狂いはなかつた。トリベの底に鍋付き地金のある熔解にも縦割れが生じ、また縦割れの割れ目の上に片側から他の側にこまかなスケールが橋をかけたように附着しているものがあつた。縦割れを発生した熔解と発生しない熔解との間に精錬作業に差があるかどうかをトリベ試料 0.30% C 以上の熔解において検定したが脱炭量、脱炭速度、酸化期末 [Mn]、還元期時間、鑄込待ち時間についてはいずれも等分散で、有意な差は認められず、また鑄込速度に関しても 2 t 型の本体鑄込時間について同様に有意な差は認められなかつた。この異常縦割れの発生温度を調べるため表面温度計を用いて型抜き時の鋼塊表面温度を測定し、縦割れを発生していない鋼塊はピット内で藁灰徐冷した。0.30% C 以上の鋼塊において型抜き温度と縦割れ発生の有無について 500°C を境として有意な差が認められ、したがって 500°C 以下において異常縦割れの大部分が発生していると考えられた。

2. 以上の検討より異常縦割れは冷却途中の鋼塊内外部の温度差に起因し、この原因は押湯保温剤(発熱剤)の使用によるものであらうと考え、この使用を止め押湯面を藁灰で保温し、また炉中試料が 0.30% C 以上の鋼塊は鑄込後 2~3 h で型抜き、ピット内で藁灰徐冷した。その後縦割れの発生は激減した。押湯保温剤を使用した場合と使用しない場合とでは縦割れ発生に高度に有意な差があり、しかしてこの二つの場合において精錬作業には差は認められない。しかしながら鋼塊表面温度 500°C 以上で型抜き、ピット内で徐冷した場合には保温剤の使用の有無によって縦割れ発生に有意な差が認められず、500°C 以下の場合において有意な差が認められる。すな

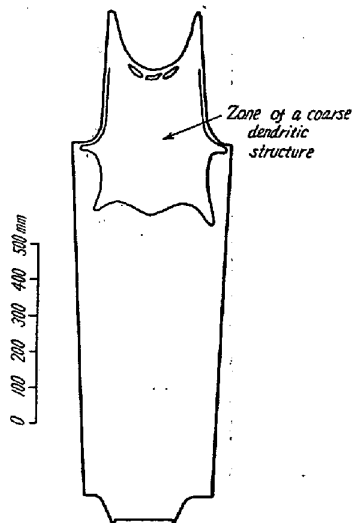


Fig. 3. Longitudinal section of a type-1 t ingot that formed longitudinal surface cracks.

わち 500°C 以下で型抜き、ピット内で徐冷する場合または鑄型内で放冷する場合には押湯保温剤を使用すると縦割れが発生し易くなるといえる。

3. 異常縦割れを生じた 1 t 型鋼塊のマクロ組織: 鋼塊断面のマクロ組織は Fig. 3 のごとく最後に凝固したり大樹状晶の範囲が鋼塊本体内に広くひろがっており、押湯保温剤の加熱効果によつて鋼塊内外部の温度勾配が大になつたことが推察される。

## V. 結 言

1 t および 2 t 型の鍛造用鋼塊にその鑄込より型抜きまでに発生する縦割れは鑄込中あるいは鑄込直後の高温度で発生し、また 0.31% C 以上の鋼塊に発生し易いと考へ、鑄込温度-炭素含有量の図において縦割れ発生危険温度範囲を設定し、鑄込温度をこの温度範囲外に来るように調節することによつて縦割れを防止することができた。

その後この温度範囲外においても縦割れが発生したがこの異常縦割れは鋼塊表面温度約 500°C 以下で発生し、また押湯保温剤(発熱剤)を使用すると縦割れ発生が多くなり、これは 500°C 以下で型抜きまたは鑄型内放冷した場合に顕著であることがわかつた。その後押湯保温剤を使用せず、0.30% C 以上の鋼塊は鑄込後 2~3 時間で型抜き、ピット内で徐冷することによつて縦割れの発生が防止されている。

この異常縦割れを生じた鋼塊の断面のマクロ組織によれば押湯保温剤の加熱効果により鋼塊上半部において内外部の温度勾配が大になり、このため鋼塊外周部は内部からの応力に耐えきれずに側面中央線にそつて割れを生じたものと考えられる。

## (58) 鋼中の非金属介在物の生成径路に関する研究(予報)

### Studies on the Origin of Non-Metallic Inclusions (Preliminary report)

T. Tokuda, et alii.

大阪大学 工博 青 武雄・理博○徳田種樹

成里春三・尾山竹滋

大阪府立工業奨励館 竜門 寛・工 小川吉克

## I. 緒 言

鋼塊製造のさい、表面に生ずる砂キズ、内部に生ずる非金属介在物などに関しては、放射性トレーサーを用いる研究、造塊条件と発生量との関係、成分分析による研究など多数あるが、演者らは珪酸塩化学の立場から、耐