

Manufacturing Process and Internal Quality of Large Ingots for Forgings

(Yoshiharu Iida) (Takemi Yamamoto) (Jun-ichi
Matsuno) (Shigeyoshi Yamaura) (Kazuo Aso)

:

140t

[] [] 0.005

Synopsis :

Mizushima Works of Kawasaki Steel Corporation is the only plant in the world where basic oxygen processed molten steel is used to cast ingots for forgings. In this report, features of steelmaking process and internal soundness of large ingots are explained in regard to forging ingots for pressure vessels, chemical plants, rotor shafts and nuclear power plant components. The report also discusses large hollow ingots which have newly been developed for pressure vessel application. The special core shape adopted for the hollow ingot casting results in a decreased segregation due to the thin wall thickness of the ingot. Hollow ingots up to 140t in weight

UDC 669.14-412:621.73
621.746.5:669.14.054
620.192

鍛造用大型鋼塊の製造方法と内部性状

Manufacturing Process and Internal Quality of Large Ingots for Forgings

飯田 義治*
Yoshiharu Iida

山本 武美**
Takemi Yamamoto

松野 淳一***
Jun-ichi Matsuno

山浦 茂義****
Shigeyoshi Yamaura

朝生 一夫*****
Kazuo Aso

Synopsis:

Mizushima Works of Kawasaki Steel Corporation is the only plant in the world where basic oxygen processed molten steel is used to cast ingots for forgings. In this report, features of steelmaking process and internal soundness of large ingots are explained in regard to forging ingots for pressure vessels, chemical plants, rotor shafts and nuclear power plant components. The report also discusses large hollow ingots which have newly

results in a decreased segregation due to the thin wall thickness of the ingot. Hollow ingots up to 140t in weight have been much appreciated by many users. As for the ingots for turbine rotor shafts, BOF-EF-LRF process

2. 製鋼技術の要項

ロータリーシャフト材については、鍛鋼品のなかでも最高級の品質が要求されるため、Fig. 3に示すよう

の品質要求度に応じて合理的かつ経済的に選択している。Fig. 1に水島製鉄所の製鋼工程を示す。一般の圧力容器用鍛鋼品には転がし-LRFあるいは

さらに真空鑄造を実施している。このように種々の製造工程を有しており、その各々に応じた品質管理を行っている。

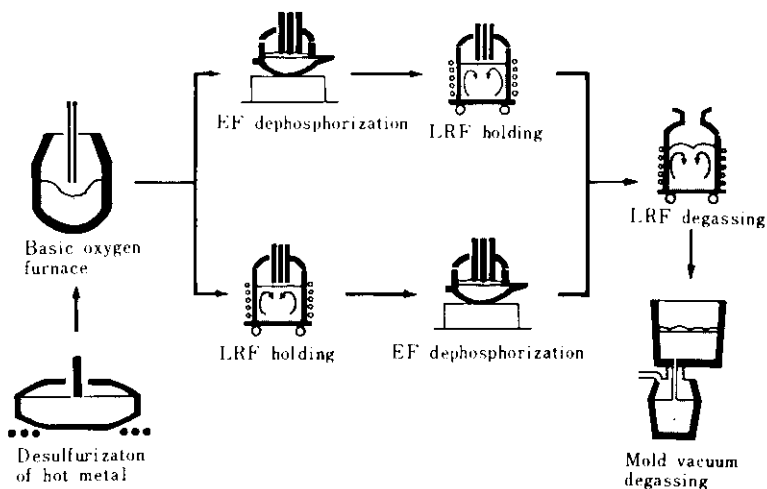


Fig. 3 Steelmaking process of turbine rotor shaft

- (3) 遅れ破壊を招く水素の低減。
 - (4) 非金属介在物や偏析が少なく、内質、表面とも健全な鋼塊の製造。
- このうち(2)~(4)項に関連して、P、Hの低い鋼の溶製法と、造塊法について、以下に簡単な解説を行う。

2-1 極低磷鋼の溶製

鍛造用大型鋼塊の溶製法と、比較的低磷鋼の溶製法

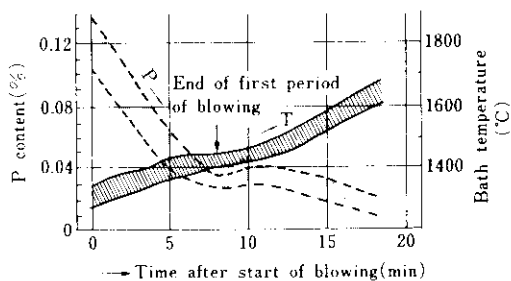


Fig. 4 Change of P content and bath temperature

用ゆるいものは、転炉-LRF工程の途中にリレードル法を組合せることにより復磷を防止しながら溶製する。この場合、Pは0.008~0.015%の値となる。極低Pが必要な場合は、LRFにおいて

2-2 低水素鋼の溶製

鍛造用鋼の溶製時に適用される。低水素鋼溶製

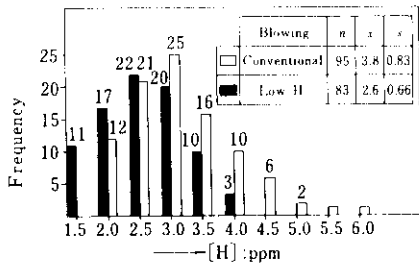


Fig. 5 Comparison of hydrogen content at turn down between different blowing methods

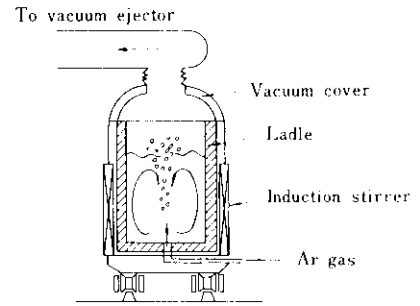
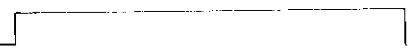


Fig. 7 Schematic drawing of AIS/Ar gas

行う。元来の仕様が200t 鍋用であったRH 設備を、
 100t 鍋についての処理も可能なように改善を加え
 た。RH 設備は、鋼液の温度に結びつき、H₂

ing method



に示す下注法を採用している。下注法の場合、高温の溶鋼を低速で注入し、しかも適切な表面被覆材を塗布しているため、砂疵・砂疵付（キズ）の発生率は極めて低い。

各プロセスにより製造された鋼塊の内質、特に偏析と介在物について以下に説明する。

Table 2 に調査した各種鋼塊の一覧を示す。調査

発生しない。このため大型鋼塊の下注化を推進し、175t までの下注造塊技術を確立した。上注材と下注材の砂疵発生率の比較を Table 1 に示すが、下注法の採用により大幅に減少している。

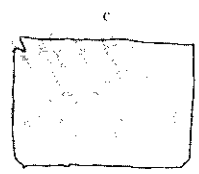
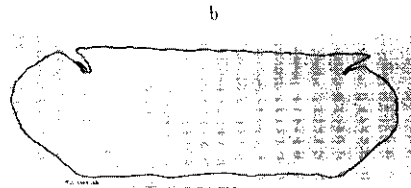
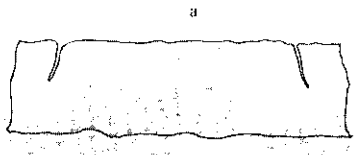
査は荒地鍛造後に製品余長部から、また中抜き材については、中心ポンチ部から試片を採取して行った。

Table 1 Influence of pouring method on sand defects occurrence

Photo. 1 に各鋼塊の頭部あるいは中心部の縦断面サルファープリントを示す。175t および 165t 鋼塊の頭部には若干の逆 V 偏析線が認められる。

Total ingots	Number of ingots with sands	Ratio of defective ingots(%)
--------------	-----------------------------	------------------------------

とも認められず、非常に健全である。また 70t タンク材は頭部において逆 V 偏析が認められず、非常に健全である。



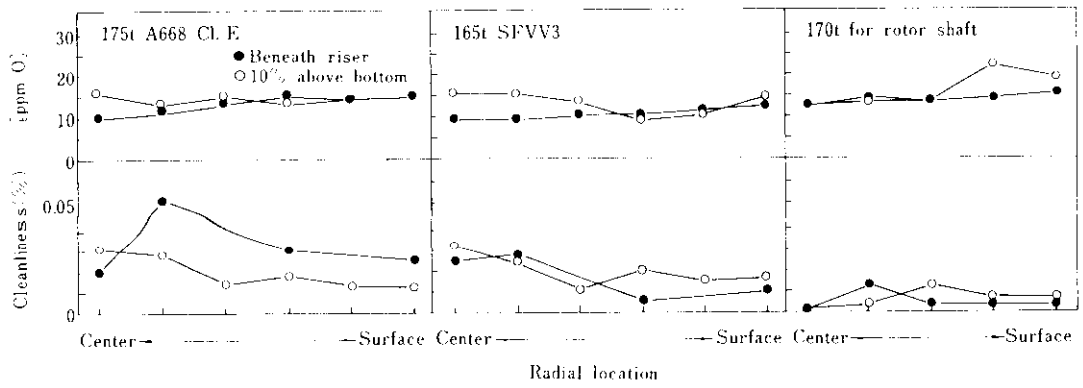
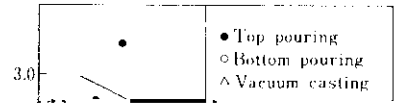
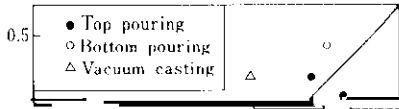


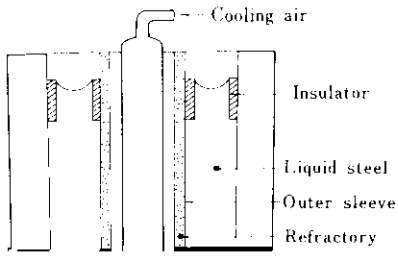
Fig. 11 Radial distribution of oxygen content and cleanliness in large ingots for forgings

因する硫化物の増加を示している。これに対して
70t タービンローター材では清浄度も軸心部で特に

Table 3 List of investigated ingots

Wt.	Ladle analysis (wt%)
-----	----------------------

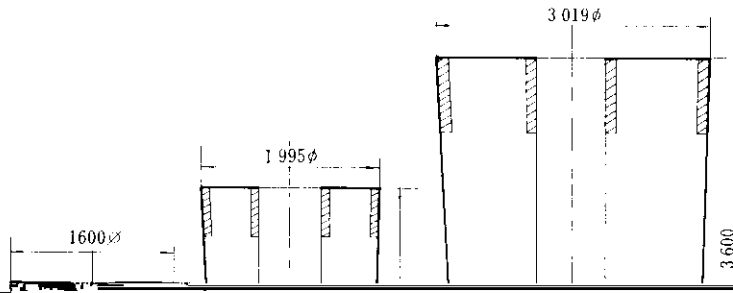




ブの実測温度変化と計算値を併せ示す。最高温度は、鑄込後2~3hであり、この条件においては厚さ40mmの耐火物充填物をもつ中子は座屈しないことが明らかとなった。

4・2 中空鋼塊の内質

鋼塊寸法200×150×140mm中空鋼塊の計測を





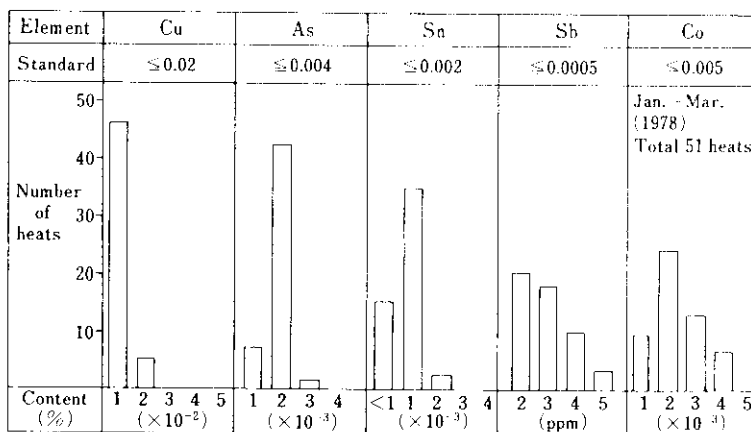


Fig. 10 Impurity elements in cast iron. Jan. - Mar. 1978. Total 51 heats.

Mizushima Works

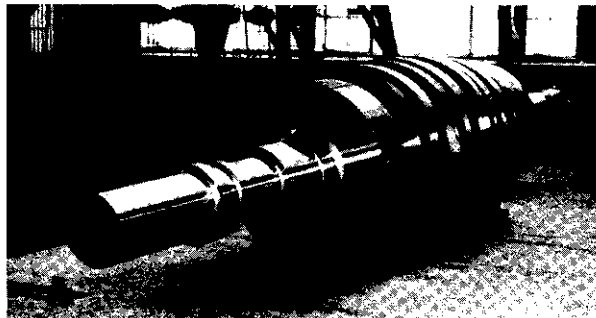
はほとんどみられなかった。一方タービンロータ 脆化がみられない。

Table 8 Comparison of impurity contents among various forgings*

(ppm)

[The table content is completely obscured by heavy black redaction bars.]

- 16) 小沢, 岡野, 飯田, 山本, 朝生, 宮井: 鉄と鋼, **64** (1978) 11, S682
17) 朝生, 和中, 名村, 山本, 小沢, 松野: 鉄と鋼, **65** (1979) 4, S137
18) 小沢, 岡野, 飯田, 山本, 朝生, 宮井, 松野: 鉄と鋼, **66** (1980) 2, S11



大型鋼塊からの製品例(タービンローターシャフト)