

# (200) 12Cr 鋼塊の内部欠陥の予測

(12Cr 鋼タービンロータシャフトの製造 第1報)

(株)日立製作所 日立研究所 ○赤堀公彦, 前野茂夫, 児玉英世  
 勝田工場 森定祝雄, 相川義夫, 大森義文, 大島俊彦  
 日立工場 久野勝邦

## 1 緒言

蒸気タービンロータ用 12Cr 鋼には Nb 入り 12Cr 鋼が使用されており, Nb 量が多くなると共晶 NbC が晶出するようになる。この共晶 NbC は機械的性質を劣化させるため欠陥と考えられ, 鋼塊の凝固時にその発生を防止する必要がある。共晶 NbC は通常の Nb 量では発生しないが, 偏析部で発生する可能性が大きいいため, 大形鋼塊中での発生条件及び防止法を検討した。

## 2 欠陥予測法及び実験方法

凝固計算により鋼塊の凝固過程を検討した。Fig. 1 は 100t 鋼塊の凝固計算結果を示す。凝固終了等時線で見ると鋼塊中心部に加速凝固域が発生しており, この部分に V 偏析 (共晶 NbC 欠陥) が発生し易いことが知られている。欠陥発生部をより定量的に評価する方法として凝固終了時の温度こう配をパラメータに用いることが有効であり, 温度こう配が小さい場合に欠陥が発生し易いこと (Fig. 1(b)) が鋳物の実験で報告されている。この欠陥発生限界温度こう配を実験により求め, 欠陥の発生を予測した。

欠陥発生を防止するためには, 鋼塊中の温度こう配を限界値より大きくする必要があり, その手段として, 鋼塊の高径比 (H/D) を検討した。実験には 2t (直径約 500 mm) 及び 10t (直径約 1000 mm) の鋼塊を用いて, H/D を 0.8~2.3 に変えて鋼塊を溶製し, マクロ及びマイクロ組織の検討により欠陥発生限界温度こう配を求め, 大形鋼塊中での欠陥発生を予測した。

## 3 実験結果

Fig. 2 は 2t, 10t 及び 100t 鋼塊の H/D と計算により求めた鋼塊本体中の最小温度こう配及び欠陥発生限界を示す。点線は共晶 NbC が全く発生しない限界線であり, これ以下の H/D であれば欠陥発生の心配は全くない。実線は少量の共晶 NbC は観察されるが, 機械的性質及び磁粉探傷試験には影響を及ぼさない限界線である。Fig. 3 は 100t 鋼塊軸心における温度こう配であり, H/D が 0.9 以上では極小部が存在しており, H/D は 0.8 以下が望ましい。

## 4 結言

Nb 入り 12Cr 鋼大形鋼塊中での共晶 NbC 発生領域は凝固終了時の温度こう配による方法で推定することが可能であり, 共晶 NbC による欠陥を防止するためには H/D は 1.0 以下にすることが必要である。

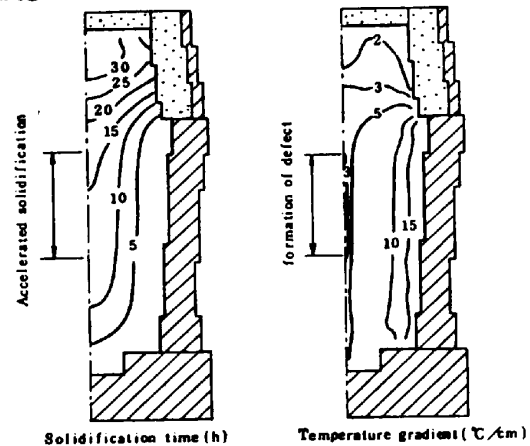


Fig. 1 Solidification calculation results of 100t ingot (H/D=1.6)

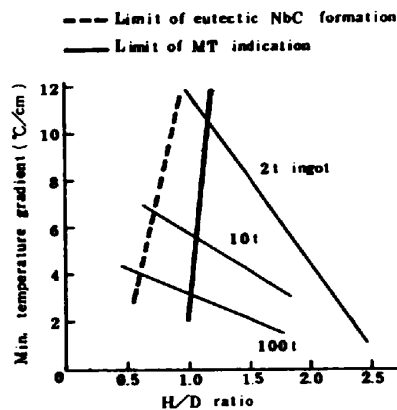


Fig. 2 Limit of defect formation

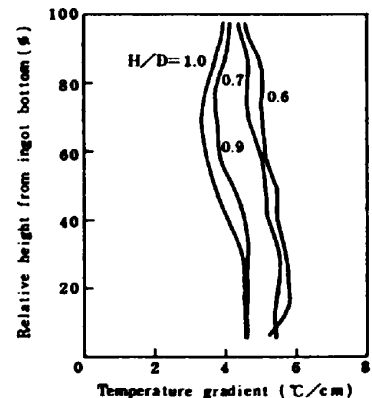


Fig. 3 Temperature gradient along centerline axis in 100t ingot