

Journal 5r •

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.12 (1980) No.1

± 0.5δ " _ | • N Ê!T } Š p#Ý SA533 Type B Class 1 L5đ È b0 4

Manufacture of SA533 Type B Class 1 Extra-heavy Steel Plate for Nuclear Power Plant Components Using a Large Ingot

N &x – (Yuji Kusuhara) + \ / Noaki Koshizuka 6ō ? &ñ / (Toshihiro Sekine) . j &ž M (Teiichi Enami) #ã p ã ^ (Michihiro Tanaka) ` Ø , e – (Eiji Kobayashi) j. ((To)u Saito)

01 " :

N Ê!T } Š p#Ý5đ ! \ C _!T, :8• æ [Q#Ý I € • ! q c>* \ C _9x 88 ö @0[Ó I € • G € }8 ö b0[Ó † 6 S M S u b ö • %5* \ K Z >+ \$ i – (ò b * ö > | g)) È b ¶ (ý ì † 6 F >* C, Al, N µ w5 b4: G ì >* ¶5 Y(ç"@ – (ò b * ö ^) @ w [6 • G \ † &g K S I } _>* LD-LRF É ß - « b ± 0.5δ " † #Ý 8 >* G € } b %5* † v \ _ ô K S % † B ([>* È L 163 > | 250mm b L5đ ! † 0 8 K S G € } 5đ È c >* Æ4Š ú 2 ö >* '2A ö _ M D € >* I Ø >*/ª Á8 ö >* - 5 " I ö >* % Ú o8 ö >* \$ B › " I ö 8 N € v >* N Ê!T } Š p \ K Z (Q #Ý _ * < • ö + † w K Z 8 • G \ @ f ? W S

Synopsis :

An extremely high toughness is required of steels for nuclear power plant components, especially for the irradiated region of reactor vessels. As basic concept of measures to satisfy the above toughness requirement, this paper discusses reduction of brittleness-causing elements and micronization of steel structure, and points out that optimization of C, Al and N contents and reduction of fine inclusion elements are effective. Actually, an extra-heavy (163 > | 250mm thick) steel plate having aimed composition determined based on the above concept was manufactured using a large ingot made by LD-LRF process. The steel plate proved excellent in internal soundness and uniformity, with its strength, impact toughness, drop-weight test values, fracture toughness, and fatigue properties fully serviceable as material for reactor vessels.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

UDC 669.14.018.292:621.039.53
669.14 413:621.772

Type B Class 1 極厚鋼板の製造

Manufacture of SAC22 Type B Class 1 Thick Steel Plate

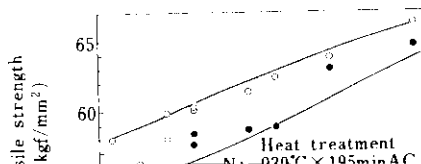
本報では、極厚鋼板において靱性を確保するための条件を明らかにするとともに、この条件に基づいて 100t を超える大型鋼塊から BWR 用および PWR 用の胴板を実用規模で製作した結果について報告する。

2. 製造条件と靱性

原子炉压力容器用鋼材は、特に良好な靱性、すなわちシャルピー衝撃試験上部たなエネルギー ($\sqrt{E_{shel}})$ が高いこと、シャルピー衝撃試験と落重試験により決定される関連適合温度 (RT_{NDT}) が低いことが要求される。良好な靱性を得るためには、靱性に有害な脆化元素の低減や、微細でしかも靱性に富

2.2 C 含有量の影響

C は強度を効果的に増加させる元素であるが、逆に靱性を劣化させる。SA533 B Cl. 1 および SA508 Cl. 3 のシャルピー衝撃試験の吸収エネルギーが $6.9 \text{ kgf}\cdot\text{m}$ ($50 \text{ ft}\cdot\text{lb}$) を示す温度 ($\sqrt{T_{50}}$)、横膨出量が 0.89 mm (35 mil) を示す温度 ($\sqrt{T_{35 \text{ mil}}}$)、落重試験の無延性遷移温度 (T_{NDT}) および引張強さと C 含有量の関係を Fig. 2 に示す。



細化がもっとも有効である。オーステナイト粒径とシャルピー衝撃試験の破面遷移温度(vT_S), T_{NDT} の関係を Fig. 3 に示す。オーステナイト粒の微細化とともに、 vT_S , T_{NDT} が明らかに低くなる。オーステナイト粒の微細化には AlN の析出を利用するのがもっとも容易である。オーステナイト粒度番号と Al_{tot} 量との関係を Fig. 4, N_{total} 量との関係

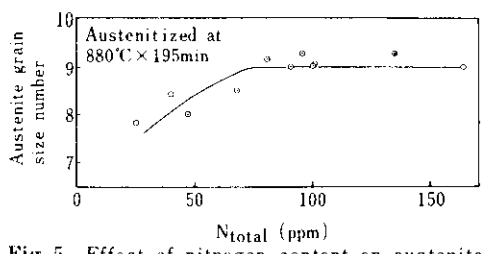
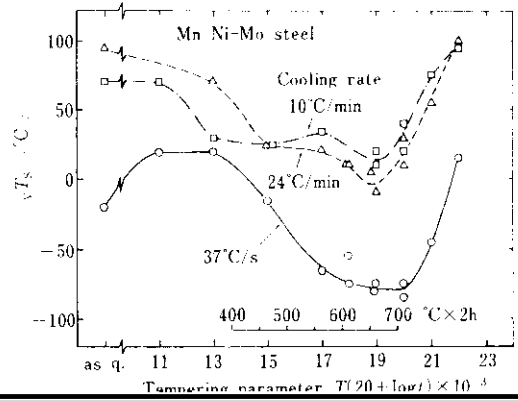


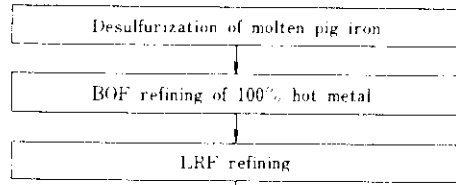
Fig. 5 Effect of nitrogen content on austenite grain size of A533 B Cl.1 steel plate

つぎに、焼入れ冷却速度(800°Cから400°Cの平均冷却速度)と衝撃特性、落重特性、および引張特性の関係を Fig. 7 に示す。焼入れ冷却速度が小さくなるとともに、強度は低下、靱性は劣化する。冷却速度の大きい 100°C/min 以上の領域では、ベイナイト+アルテンサイト組織であり強度靱性ともに優れている。焼入れ冷却速度が小さくなると組織はフェライト+ベイナイト組織となる。このような領域では、シャルピー衝撃特性の変化に比べて T_{NDT} の変化は少ない。



用として、 $163 \times 4\,085 \times 12\,580$ mm 単重 65 760kg、
1 200MeW 級 PWR 用として $250 \times 4\,400 \times 7\,050$ mm
単重 60 880kg の供試鋼板を製造した。

3-1 製造工程



製造工程および製造条件は、図 3-1 に示す通りである。

純物は極めて少ない。

以上の各試験結果と、これらの試験に先立って

3・2・1 内部性状

板の内部性状は非常に優れ、原子炉圧力容器用として十分な健全性と均質性を有しているといえる。

163mm
thick





163mm thick plate Temperature test piece	Ingot	Ingot	250mm thick plate Compression test piece
---	-------	-------	---

[The page contains multiple lines of text that are almost entirely obscured by heavy black redaction bars. Only a few faint fragments of text are visible, such as "100" at the top left and "101" at the top right. Some illegible characters are scattered throughout the page, but no coherent text can be transcribed.]