

SA533 Type B Class1 SA508 Class3

Characteristics of SA533 Type B Class 1 Plates and SA508 Class 3 Forgings for Ammonia Plants

	(Kazuo Aso)	(Yoshifumi Sannomiya)	(Toshihiro
Sekine)	(Toshiyuki Karino)	(Teiichi Enami)	(Takehiko
Inoue)	(Shingo Sato)		

:
SA533 Type B Class 1 SA508 Class 3

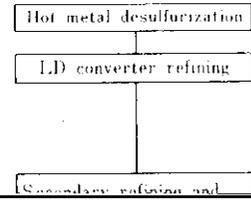
LRF(Ladle Refining Furnace) 2 420t

500mm SA508 Class 3

Synopsis :

SA533 Type B Class 1 and SA508 Class 3 are well-known as the RPV (Reactor Pressure Vessels) materials which are required to have the highest quality. As these materials are also excellent in toughness at low temperatures, they are often applied to the fabrication of plant vessels in special fields of chemical industries. Kawasaki Steel Corp. has recently produced about 420 tons in total of the two steel grades for the reactor vessels of ammonia plants. The steels have been refined through the LD-LRF (Ladle Refining Furnace) process, a unique steelmaking process best fitted for the refining of

は、最高級の品質が要求される原子炉圧力容器用材としてよく知られているが、一方低温靱性も優れているため化学工業の特定の分野の圧力容器にも使用されている。当社では水島製鉄所に 100t ASEA-SKF 炉（当社では Ladle Refining Furnace 略して LRF と呼ぶ）6,000t 自由鍛造



	Aimed effects	Aiming value
--	---------------	--------------

表 1 印刷製版技術の進歩

項目	従来	現在
1. 版材	鉛版	鋁版
2. 製版機	手動	自動
3. 露光機	手動	自動
4. 晒版機	手動	自動
5. 印刷機	手動	自動
6. 印刷速度	遅	速
7. 印刷精度	低	高
8. 印刷色数	少	多
9. 印刷コスト	高	低
10. 印刷品質	劣	優
11. 印刷作業	手動	自動
12. 印刷設備	簡易	複雑
13. 印刷技術	経験	理論
14. 印刷材料	多	少
15. 印刷廃棄物	多	少
16. 印刷公害	大	小
17. 印刷安全	低	高
18. 印刷衛生	低	高
19. 印刷環境	悪	良
20. 印刷社会	閉	開

Table 4 Tensile properties of SA533B CL1 plate

Through-thickness	Direction*	Y.S.	T.S.	El.	R.A.
-------------------	------------	------	------	-----	------

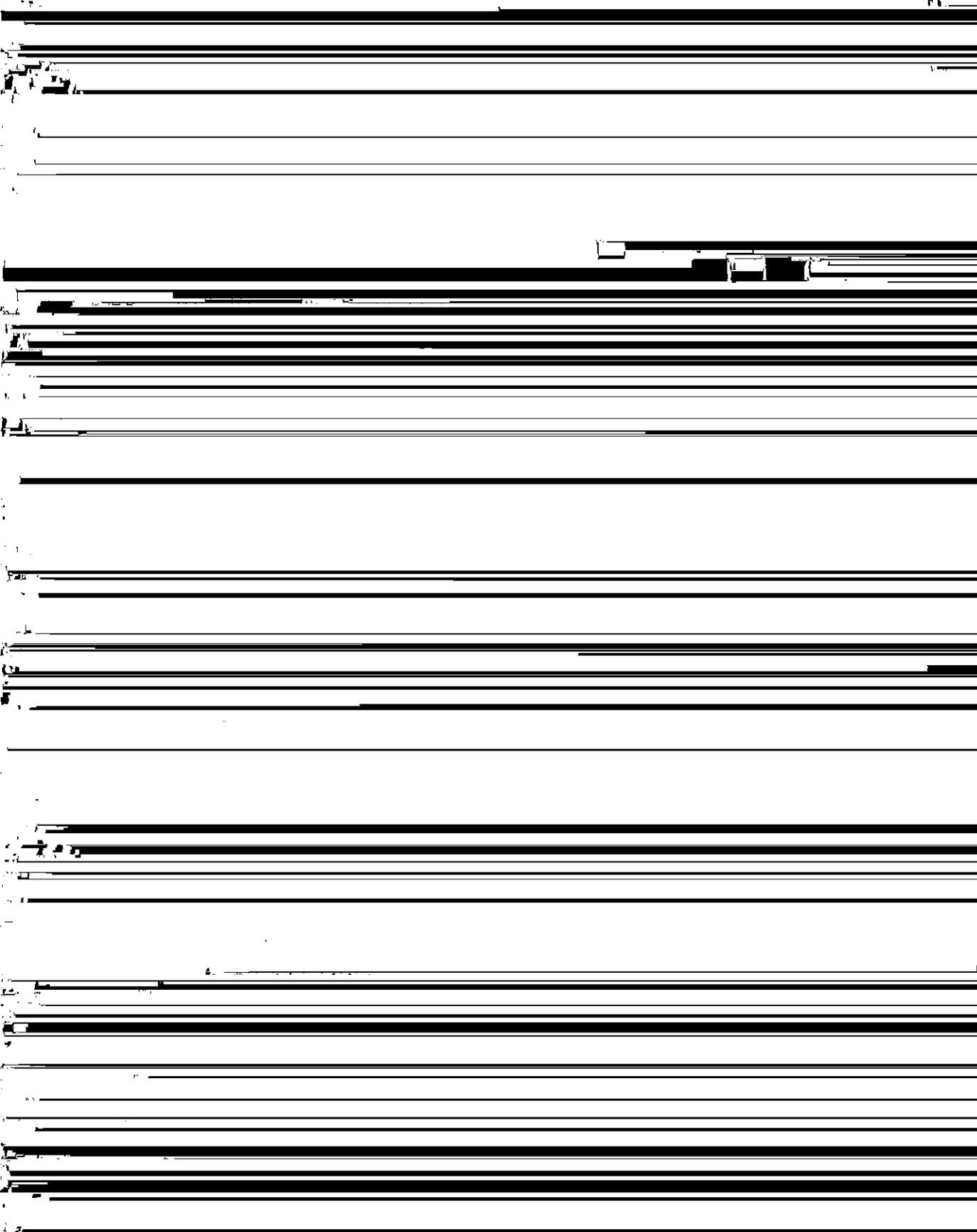
Table 5 Charpy impact properties of SA533B CL1 plate

Through-		σ_{max}	σ_{min}	σ_{avg}
----------	--	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Table 6 Results of NRL drop weight test for SA533RCL1 plate

Through thickness location	Test temperature (°C)	NDTTC
----------------------------	-----------------------	-------

5.2. 繼往的場所



衝撃試験結果を Table 9 に示す。また全製品の機械試験結果を Fig. 9 に示す。肉厚、部位による影響は比較的少なくまた方向性も小さい。

5・3・3 落重特性

230mm 材の表面および $\frac{1}{2}t$ 部より円周方向に採取した試験片にて NRL 落重試験を実施した。試験結果を Table 10 に示す。 $\frac{1}{2}t$ 部の NDTT 温度は

5・3・4 顕微鏡組織

230mm 材の表面、 $\frac{1}{2}t$ 、 $\frac{1}{4}t$ 部の顕微鏡組織の一例を Photo. 2 に示す。いずれも均一なベイナイト組織を呈しており非常に微細である。なおオーステナイト結晶粒度は、いずれの部位も ASTM NO. 8 であった。

Table 9 Charpy impact properties of SA508 Cl. 3 steel forgings with 230mm thickness

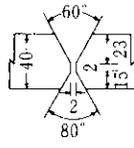
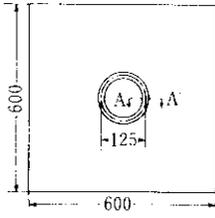
Through-thickness location	Direction	$\sqrt{E_0}$ (kgf·m)	vTr_{15} (°C)	vTr_{50} (°C)	tTr_{35} (°C)
Surface	L	23.3	-40	-74	-78
	T	18.9	34	-67	-80
$\frac{1}{2}t$	L	17.5	-12	-38	-45
	T	15.2	15	-42	-45

SA533B Cl. 1 および SA508 Cl. 3 材について、

Table 10 Results of NRL drop weight test for SA508 Cl. 3 steel forgings with 230mm thickness

Through-thickness location	Test temperature (°C)			NDTT (°C)
	35	-40	-45	
Surface				-45

Test specimen



A A' Section

はC量の増加にともない強度は上昇するが靱性は劣化する。肉厚 90mm～230mm の範囲では、強度、靱性の観点からC量は 0.18～0.20% の範囲が妥当と考えられる。一方靱性については、Al, N 含有量の管理によるオーステナイト結晶粒の微細化の効果が顕著であり、SA533B Cl. 1 および SA508

$$A = [40 + 1000(\% \text{ Cu} - 0.08) + 5000(\% \text{ P} - 0.008)](f/10^{19})^{1/2} \dots (1)$$

A: Predicted adjustment of reference

を実施した。Mn-Ni-Mo 鋼の焼入れ冷却速度と強度、靱性の関係を Fig. 15 に示す。代表的な冷却速

図 10 焼入れ冷却速度と強度の関係 (1) 焼入れ温度 1000°C、(2) 焼入れ温度 900°C、(3) 焼入れ温度 800°C、(4) 焼入れ温度 700°C、(5) 焼入れ温度 600°C、(6) 焼入れ温度 500°C、(7) 焼入れ温度 400°C、(8) 焼入れ温度 300°C、(9) 焼入れ温度 200°C、(10) 焼入れ温度 100°C、(11) 焼入れ温度 50°C、(12) 焼入れ温度 0°C

向として焼入れ冷却速度が早くなると強度は高く、 σ_{TS} として最適のヒークを有することが知られている。

ライトおよびベイナイト組織からベイナイト組織への変換の場合、視も押しパラメータ 19.5×10^3 にみられ、さ

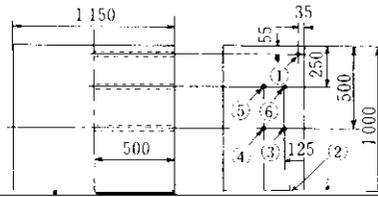
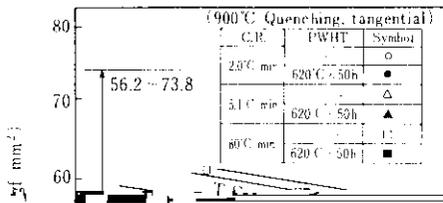


Table 14 Tensile properties of 500mm thickness trial forging

		Test temperature	Y.S.	T.S.	FI	R.A.
--	--	------------------	------	------	----	------

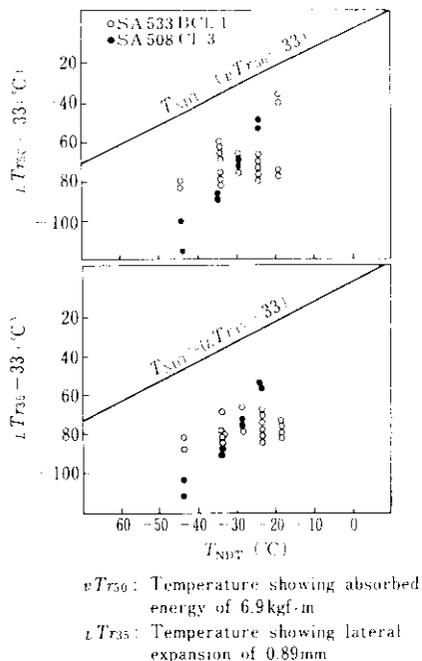


Fig. 18 Comparison of T_{NDT} with vTr_{50} and lTr_{35}

性試験に基く材料特性データおよび中性子照射デ

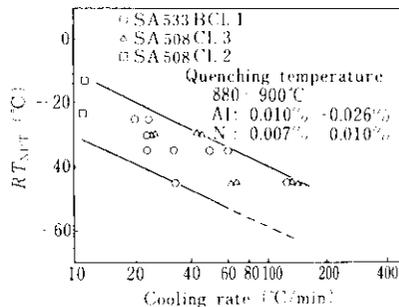


Fig. 19 Relation between RT_{NDT} and cooling rate from 800°C to 400°C

が緊急課題となっている。

9. 結 言

アンモニアプラント機器用材料として、SA533B CL.1 材約60t SA508 CL.3 材約360t 製造した。強度、靱性および溶接性ともアンモニアプラント機器用として優れた品質特性をうることができた。また原子力圧力容器材への適用を検討したが、材

データの充実をはかる必要がある。特に実体規模の試験においては、破壊靱性試験を重視し、その特

料特性については、ほぼ満足すべき値が得られた。これらのデータは、今後原子力圧力容器材製造に

性データを充実する必要がある、この計画の実施

対して、大きな礎となった。

参 考 文 献

- 1) 江本、宮田、高橋、鈴木、関根：川崎製鉄技報，6 (1974) 2, 153
- 2) 大井、松野、西岡、早川：川崎製鉄技報，4 (1972) 4, 17
- 3) 江本、山本、飯田、大井、西岡：鉄と鋼，6 (1977) 13, 102
- 4) 佐藤、榎並、楠原、林：川崎製鉄技報，4 (1972) 3, 375
- 5) 榎並、佐藤、田中、船越：川崎製鉄技報，6 (1974) 2, 15
- 6) 榎並、波戸村、田中、船越：川崎製鉄技報，6 (1974) 2, 32
- 7) 楠原、吉村、狭野、榎並、船越、林：川崎製鉄技報，6 (1974) 2, 44
- 8) 広、西山、坪井、岡部、森：川崎製鉄技報，6 (1974) 2, 69
- 9) 和中、堀内、灘、松居、早川：川崎製鉄技報，8 (1974) 1, 15

- 14) 長島、森、上生、千々岩：鉄と鋼，51 (1965) 11, 2037
- 15) 小野寺、宮野、山田、千葉：鉄と鋼，52 (1966) 4, 594
- 16) 小野寺、本間、山田、深町：日本製鋼所技報，22 (1967), 2445
- 17) 宮野、島崎、長谷川：日本製鋼所技報，29 (1971), 11
- 18) 牧岡、広松、平野：神戸製鋼所技報，22 (1972), 46
- 19) 高野、大泉、石原：神戸製鋼所技報，25 (1975) 4, 16
- 20) 岡本、柴竹、高橋、小笠、山根、石川：製鉄研究，282 (1975) 9

21) 藤巻、渡辺、塚本、今井：製鉄研究，282 (1975), 28

22) 柴竹、山根、高橋、小笠、山根、石川：製鉄研究，282 (1975)

23) 中尾、菊竹：鉄と鋼，S 271 (1976)

24) 小野寺、大西、塚田、鈴木：鉄と鋼，A 143 (1977)

25) 柴竹、山根、高橋、小笠、山根、石川：製鉄研究，282 (1975) 9

