

# KAWASAKI STEEL GIHO

UDC 669.14.018.292-415  
620.178.7  
621.772:621.039.4

原子炉用圧力容器用鋼板の破壊靭性

Fracture Toughness of Heavy Section Steel Plate for Nuclear Pressure Vessel

大橋延夫\*  
Nobuo Ohashi

田中康浩\*\*  
Michihiro Tanaka

榎 甚 靖 \*\*\*

大 井 浩 \*\*\*\*

Teichi Enami

Hiroshi Oi

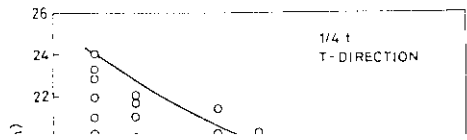
関根稔弘\*\*\*\*\*

関根稔弘\*\*\*\*\*

原稿左側に「58」の数字が記されている。耐印

### 2・2 靱性の改善

前述のように、原子炉圧力容器材は不安定破壊



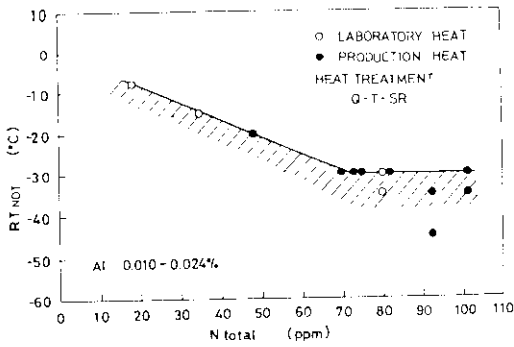


Fig. 4 Effect of total nitrogen content on  $RT_{NDT}$  of heavy section A533B Cl.1 steel plates

以上のような研究結果に基づいて成分設計を行い、製造した極厚原子炉圧力容器用鋼板の化学成

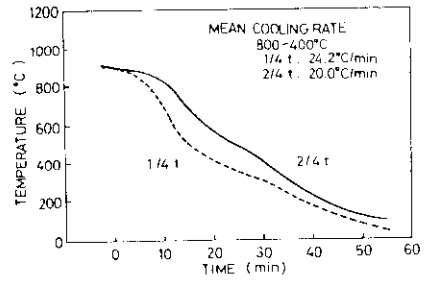


Fig. 5 Cooling rate at quenching process of 250mm thick heavy section steel plate

頭部(T)、中央部(M)、底部(B)における板幅中央部(C)、端部(E)について、それぞれ板厚表層

非常に低く、中性子照射脆化や再熱脆化に対して

計30箇所を対象とし、分析を行った結果の例を

Table 2 Example of chemical composition of heavy section ASTM A533B Cl.1 steel plate

250mm	0.18	0.28	1.39	0.007	0.003	0.01	0.61	0.15	0.54	0.006	0.019	<0.002
163mm	0.18	0.21	1.41	0.006	0.002	0.01	0.68	0.09	0.49	0.005	0.017	<0.001
Plate thickness	Ti	B	Co	Sn	Sb	As						
250mm	0.001	<0.0002	0.013	<0.002	0.0002	0.002						

Table 3 Example of distribution of chemical composition in heavy section steel plate

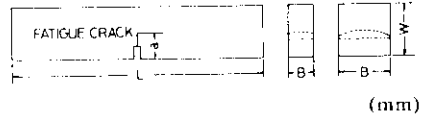
(wt%)

	C	Mn	P	S	Mo	Cr	Al	O	N
--	---	----	---	---	----	----	----	---	---



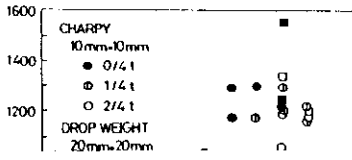
の条件を満たすとき、平面ひずみ破壊靱性  $J_{IC}$  と  
して採用し、(4)式によって  $K_{IC}$  に換算した。

$$K_{IC} = \sqrt{\frac{J_{IC} \cdot E'}{(1-\nu^2)}} \dots\dots\dots(4)$$



Specimen	B	W	a	L
Instrumented Charpy	10	10	5	55





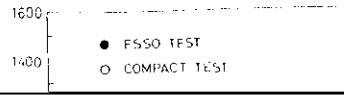
$K_{ca}$ は厳密には平面ひずみ状態でのき裂停止破壊靱性  $K_{Ia}$ ではないが、板厚が十分厚い場合は  $K_{Ia}$ とみなせる。

またコンパクト試験は、Fig.12に示すような、

またコンパクト試験は、Fig.12に示すような、

$A_t$ から(6)式によって $K_{Ia}$ を求めるものである。

$$K_{Ia} = Y \cdot A \cdot F \cdot \frac{1}{\sigma \sqrt{a}} \cdot \left( \frac{B}{a} \right)^{1/2} \dots \dots \dots (6)$$



$$Y = f(a/W)$$

Fig.13にコンパクト試験においては荷重変化と変位変化の例を示す。

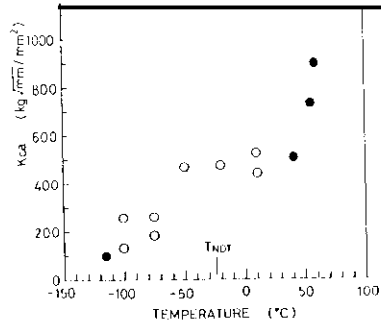
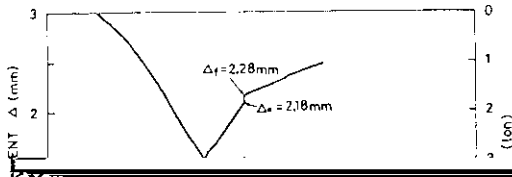


Fig. 14 Relation between  $K_{Ia}$  and temperature for compact test specimens

用を認めるように改正された。さらに Appendix G を定め、フェライト系耐圧部材の許容応力を求めるための解析法として、線形破壊力学をとり入れ、設計基準破壊靱性として、 $RT_{NDT}$  を基準とする参照破壊靱性値  $K_{IR}$  を与えている。  $K_{IR}$  は米国にお

とくに高温側で優れた破壊靱性をもっていることが明らかである。

さて、本鋼材を用いた圧力容器の最低使用温度は  $RT_{NDT} (-25^{\circ}\text{C})$  より  $33^{\circ}\text{C}$  高い温度、すなわち  $+8^{\circ}\text{C}$  であり、その温度における  $K$  値は Fig.15 か

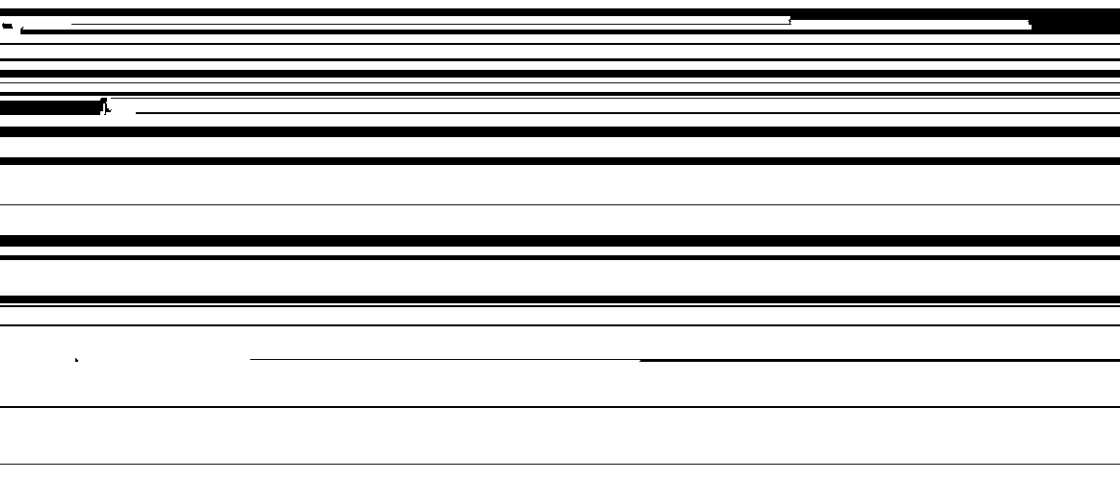
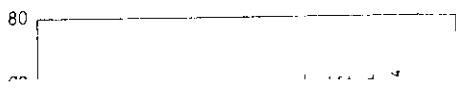


図 15 線形破壊力学による破壊靱性の評価 (単位:  $\text{ksi}\sqrt{\text{in}}$ )

結果の下限値を結んだ曲線として与えられ、(7) 式で表される。

$$K_m (\text{ksi}\sqrt{\text{in}}) = 26.78 + 1.233$$

に、不安定破壊を起こさずに存在しうる表面欠陥の寸法を求めると Fig.16 のようになる。原子炉用



中性子照射による予測脆化温度が $RT_{NDT} + \Delta RT_{NDT}$ について  $93^{\circ}\text{C}$  をこえることが予想される場合は、

.....

