

川崎重工業(株)技術研究所

工博 喜多清, 清重正典

○富永昌武

1. 緒 言

高張力鋼のような高強度材などでは劈開による破壊よりも、低エネルギー延性破壊が問題となる。この特性は破壊靱性値 (K_{Ic}) で評価される。非金属介在物の引張強度、疲労破壊に及ぼす影響については多くの報告があるが、この破壊靱性に及ぼす非金属介在物の影響についての報告はあまり見受けられない。そこで、この研究では近年圧力容器として規格化された24Cr-Mo鋼の焼入焼戻し材のASTM A542 Q1/相当材と、その焼準焼戻し材のASTM A387 Cr22相当材について破壊靱性の異方性に及ぼす非金属介在物の影響を二、三調べたのでその結果を報告する。

2. 実 験 方 法

供試材は塩基性高周波溶解炉で市販24Cr-Mo鋼を原材料として表1に示すS含有量の多いA1鋼（硫化物系介在物を多く含む）と、S含有量の少ないB1鋼（珪酸塩系介在物を多く含む）のインゴットを溶製した。次いでこのインゴットに拡散熱処理を施した後、圧下率6で鍛造および圧延をして鋼板を作製し、この鋼板にASTM A387 Cr22相当（焼準焼戻し、以下N.T.材とする）とASTM A542 Q1/相当（焼入焼戻し、以下Q.T.材とする）の熱処理を施して供試材とした。破壊靱性試験はWOL型引張試験片を用いJ1C試験（Begleyの方法とフラクトグラフ法を併用）により、圧延方向（L方向）と板厚方向（Z方向）について行なった。

表1 供試材の化学組成

鋼種	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
A1	0.13	0.18	0.24	0.012	0.060	23.7	0.91
B1	0.13	0.17	0.24	0.012	0.018	23.9	0.90

3. 実 験 結 果

非金属介在物は圧延材の強度、靱性などの異方性に影響を与える一因子であり、その種類、形状、分布状態、体積分率などが重要である。そこでA1およびB1鋼についてX線マイクロアナライザーでその介在物の組成を調べた。その結果A1鋼には粘性変形したMnSが主に含まれ、B1鋼には粘性変形したSi-Mn-O系の介在物が主に含まれていた。非金属介在物の体積分率を表わす清浄度はA1、B1鋼とも殆んど同じでA系が

表2 各供試材の破壊靱性試験結果

供 試 材		L 方 向		Z 方 向	
鋼 種	熱 処 理	J1c ($\text{kg}\cdot\text{mm}^{-3/2}$)	K1c※ ($\text{kg}\cdot\text{mm}^{-3/2}$)	J1c ($\text{kg}\cdot\text{mm}^{-3/2}$)	K1c※ ($\text{kg}\cdot\text{mm}^{-3/2}$)
A1	N.T.	11.8	522	7.2	408
	Q.T.	8.0	430	3.8	296
B1	N.T.	12.2	531	8.0	430
	Q.T.	8.6	446	5.2	346

(注: K_{Ic} ※は J1c 値からの換算値)

約0.24%、B系が0.05%、C系が0.02%であつた。このような非金属介在物を含んだ各供試材の破壊靱性試験結果を表2に示す。この結果によると、N.T.材、Q.T.材ともに珪酸塩系介在物を多く含むB1鋼よりも硫化物系介在物を多く含むA1鋼の方が靱性値が若干低い値を示した。この傾向はL方向、Z方向ともに同じようであつた。次に、異方性についてはB1鋼の場合N.T.およびQ.T.材ともにZ方向の K_{Ic} ※値はL方向に対し約20%の低下を示したが、A1鋼の場合にはN.T.材ではその K_{Ic} ※値の低下が約20%であつたのに対してQ.T.材では約30%の低下を示した。すなわち、A系介在物を主体とした両鋼種において硫化物系介在物を多く含んだA1鋼の方が破壊靱性の異方性は大きくなることが認められた。