

任友金属工業(株) 中研 平川賢爾 ・時政勝行

1. 緒言

フェライト系ステンレス鋼430Zrは、SUS430 に少量のZrを添加して耐酸化性、溶接性、加工性の改善をはかった鋼種で、主として熱延鋼板、冷延鋼板、薄肉溶接管として製造されている。用途としては自動車排ガス浄化装置用部品、暖房機器用材、熱交換器用材など耐酸化性、耐熱疲労性が要求される機器が考えられる。ここでは、耐熱疲労性について430ZrとSUS304 とを比較した結果を報告する。

2. 方法

(1)熱疲労寿命推定法：Manson-Coffin式より、材料の高温性質（線膨張係数、ヤング率、機械的性質）と熱疲労寿命との関係は次式により与えられる。

$$N_f = (\ln \frac{1}{1-\varphi}) / (\eta \alpha \Delta T_p)^{1.667} \quad \dots\dots\dots (1)$$

η : 拘束率, α : 線膨張係数, φ : 絞り

ΔT_p : 図1 に示す方法で求められる。

したがって、拘束率 η が等しいとき、2つの材料1, 2の寿命比 N_{f2}/N_{f1} は次式で与えられる。

$$N_{f2}/N_{f1} = (\alpha_1 \Delta T_{p1} / \alpha_2 \Delta T_{p2})^{1.667} \cdot (\ln \frac{1}{1-\varphi_2}) / (\ln \frac{1}{1-\varphi_1}) \dots (2)$$

(2)熱疲労試験：供試材430Zr と比較材SUS304 鋼の化学成分を表1に、高温での α , E , 耐力 σ_y , φ を図2に示す。熱疲労試験はCoffin型試験機を用い、2mm ϕ の円孔切欠付円筒試験片（外径8mm, 内径5mm）切欠底からのき裂の発生と進展挙動を観察した。実験条件を表2に示す。

3. 結果

図3および図4に熱疲労き裂の発生寿命とき裂発生後のき裂進展挙動を示す。き裂発生寿命 N_c , 破断寿命 N_f は430Zrの方がSUS304よりも約2倍寿命が長く、き裂進展速度も430Zrの方がきわめて遅いことがわかる。この結果は、式(2)と図2より推定した結果とよく一致し、両鋼種の線膨張係数の差が寿命比を支配していることがわかった。

表2. 実験条件

No	Tmin(C)	Tmax(C)	t ₁ (sec)	t ₂ (sec)
1	60	650	11	17
2	"	700	13	18
3	"	750	16	17
4	"	800	17.5	17
5	"	850	19	17

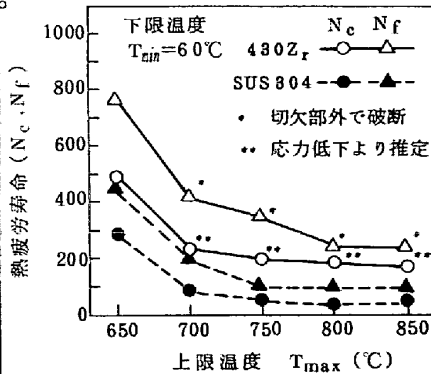
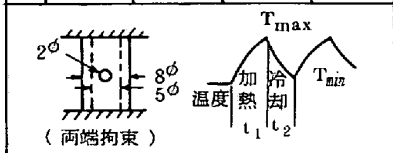


図3. 熱疲労寿命とT_{max}の関係

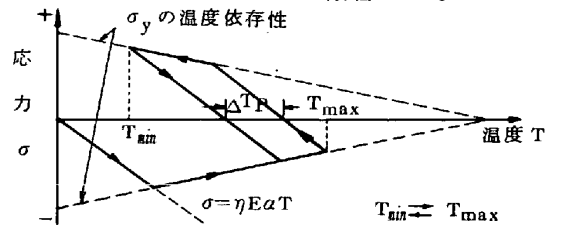


図1. ΔT_p の決定方法

表1. 供試材の化学成分(%)

鋼種	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Zr
430Zr	0.018	0.58	0.60	0.029	0.008	0.02	0.20	17.08	0.50
SUS304	0.06	0.75	1.73	0.021	0.005	0.08	8.79	19.06	-

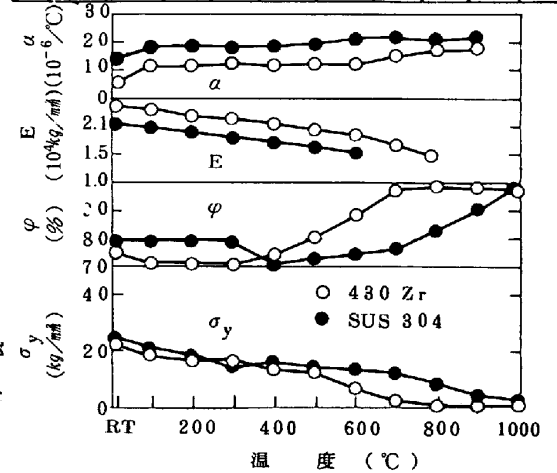


図2. α, E, σ_y, φ の温度依存性

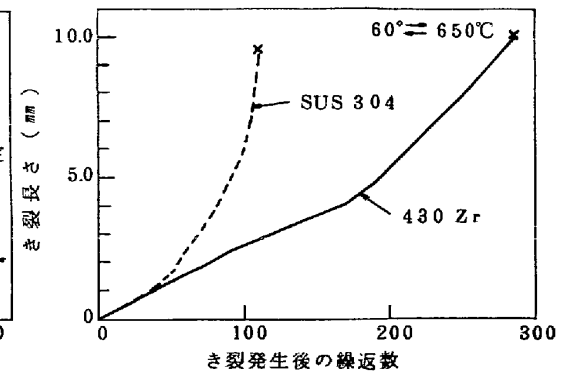


図4. き裂進展状況