'83－S 1330

(602) 304系ステンレス鋼の高温クリープ疲労特性に及ぼすひずみ速度の影響

日本鋼管㈱　技術研究所　　工博　山田武海

I. 目的　　304ステンレス鋼は高温構造用鋼として，550～650℃の温度領域で，頻繁に使用される。このような領域では，動的ひずみ時効の影響が顕著であるため，既存の寿命予測法では，満足できる予測ができないといわれている。動的ひずみ時効は金属学的な現象であり，C％の影響を受けるものと考えられる。そこで，本報では，C％の異なる304系鋼について，600℃で，クリープ疲労試験を行ない，これらを基に動的ひずみ時効を考慮した新しい寿命予測法を提案した。

Table1. Chemical Compositions (wt－%) and Grain Size (μm) of Tested Steels.

	Chemical Composition (wt－%)							Grain Size
	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Dr(μm)
C－0	0.008	0.51	0.92	0.0071	0.023	9.10	17.43	115
C－5	0.057	0.53	0.84	0.0052	0.025	9.07	18.87	90
C－10	0.112	0.56	0.90	0.0059	0.024	9.16	19.05	77
C－15	0.148	0.53	0.91	0.0045	0.029	9.16	18.14	111

II. 実験方法　　Table 1に示す4種類の鋼に1150℃×1h，WQの溶体化処理を施して，試験に供した。疲労試験は0.00001～1.0％/secのひずみ速度$\dot{\varepsilon}$をもつ非対称ならびに対称三角波，600℃，全ひずみ振幅2.0％の条件で，高周波加熱型電気油圧式試験機を用いて行なった。

III. 実験結果　　実験の結果以下の結論を得た。

1) Slow－Fast 波形では，$\dot{\varepsilon}_T$ の低下にともない寿命は著しく低下し，Fast－Slow 波形では，$\dot{\varepsilon}_C$ の低下にともない寿命はやゝ増大するか，もしくはほとんど変化しない。なお，Slow－Slow 波形では，Slow－Fast 波形とFast－Slow 波形の中間的挙動を示した（Fig.1）。

2) 引張ひずみ速度の低下は粒界割れの発生を著しく促進するが，圧縮ひずみ速度の低下はほとんど影響を及ぼさない。またC％の増大は粒界破壊を促進する。

3) 疲労硬化係数gはひずみ速度にほとんど依存しない。また高C％鋼で，Fast－Slow 波形で試験した$\Delta\sigma$－N線図には二次硬化が認められた。この二次硬化発生時間は$(\dot{\varepsilon})^2$にほゞ比例する。

4) Tomkins のパラメータ，疲労硬化係数g，引張ひずみ速度，およびひずみ波形を考慮した，Fig.2に付記したような寿命予測式を見出した。この方法は1サイクル目のヒステリシスループ，低サイクル疲労データ，ならびに引張試験結果があれば，二次硬化の影響が著じるしい特異例を除いて，factor of two の寿命予測を可能にする（Fig.2）。

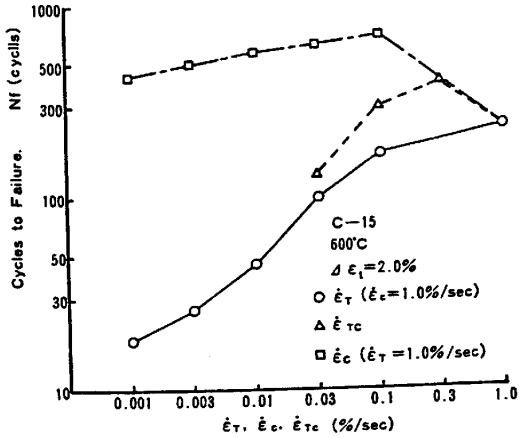
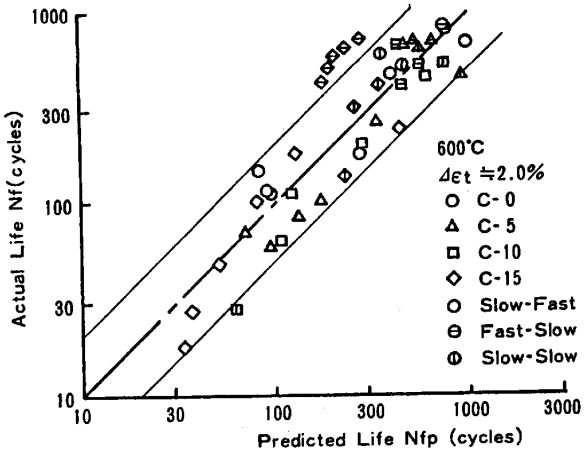


Fig.1. Cycles to Failure of C-15 Steels as a Funcfion of Verious Strain Rates



$$Nfp=\frac{1}{2}(0.896-0.0192\times g)\left(\frac{4550\times\sigma_B^2}{\Delta\varepsilon_{pl}\times\Delta\sigma_1}-279\right)\left(0.638-0.992\times\dot{\varepsilon}_T^{1/2}\right)\left(\frac{\dot{\varepsilon}_T}{\dot{\varepsilon}_c}\right)^{1/4}$$

Fig.2. Comparision of Actual Life and Predicted Life.