

(615) 炭素鋼の高温純水中における低サイクル疲労特性

石川島播磨重工 技術研究所 ○樋口 洵 坂本 博 谷岡慎一

1. 緒言 高温高圧水中における疲労は環境依存現象であるから、ひずみ速度によって影響を受けると考えられる。そこで高温高圧水中ひずみ制御低サイクル疲労試験装置を開発し、これによってまず炭素鋼の高温水中疲労におよぼすひずみ速度の影響について調べた結果を報告する。

2. 実験方法 供試材は炭素鋼管 J I S G 3 4 5 5 S T S 4 2 (1 2 B, Sch 8 0) を用いた。化学成分と機械的性質を Table 1 に示す。試験片は Fig. 1 に示す平行部付丸棒で G L 部にナイフエッジを押当ててひずみを検出した。装置の概要を Fig. 2 に示す。水環境条件は 2 5 0 ° C , 4 0 気圧, 溶存酸素 8 ppm の循環純水とした。疲労試験はひずみ制御, 完全両振三角波または鋸歯波とし, ひずみ速度の影響は主として引張側ひずみ速度 ($\dot{\epsilon}_T$) を変化させて調べた。

3. 実験結果 一定ひずみ範囲 ($\epsilon_{tR} = 1.2\%$) で一サイクルの最大応力 (S_{max}) のくり返し数 (N) による変化を, 室温, 2 5 0 ° C 大気中および 2 5 0 ° C 水中について, またひずみ速度を変えて比較して Fig. 3 に示す。2 5 0 ° C 大気中では室温に比べて動的ひずみ時効に起因するくり返し硬化現象が認められる。ひずみ速度が遅くなる程このくり返し硬化現象は顕著となり疲労寿命の低下に繋がる。2 5 0 ° C 水中での S_{max} の変化は疲労の初期段階では 2 5 0 ° C 大気中の場合と良く一致しているが, 疲労寿命は大気中に比べて著しく短くなっている。

Table 1 Chemical Compositions and Mechanical Properties

C	Si	Mn	P	S	Cu	YS kg/mm ²	UTS kg/mm ²	EI %	RA %
0.20	0.31	0.93	0.020	0.015	0.02	30.8	49.9	41	80

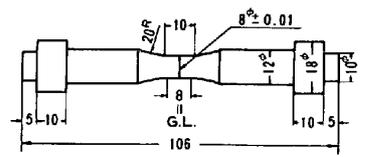


Fig. 1 Fatigue Test Specimen

大気中および水中におけるひずみ制御疲労試験データをひずみ振幅 (ϵ_{ta}) と寿命 (N_{25}) の関係で表わして Fig. 4 に示す。2 5 0 ° C 水中では特にひずみ速度の影響が顕著で, ひずみ速度の低下とともに疲労寿命は著しく短くなった。このような高温水中における炭素鋼の疲労寿命低下の原因は, 酸化物保護被膜破壊で生じるノッチ効果によるクラック発生の促進, 腐食によるクラック伝播の促進, 低速引張時この種高温水中で観察される S C C などの影響によると思われる。

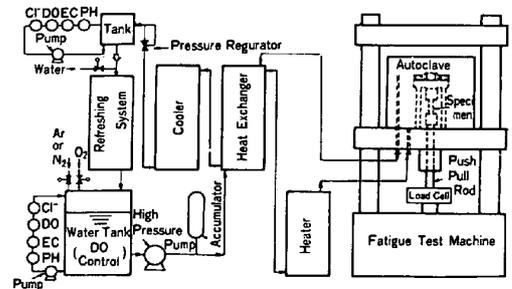


Fig. 2 Test Loop and Fatigue Test Machine

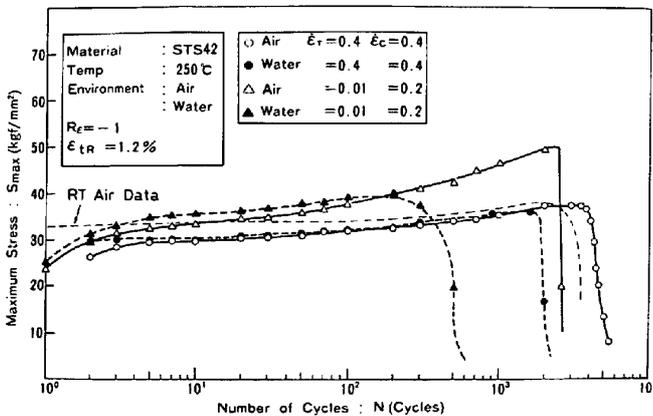


Fig. 3 Relation between Maximum Stress and Number of Cycles in Low Cycle Fatigue

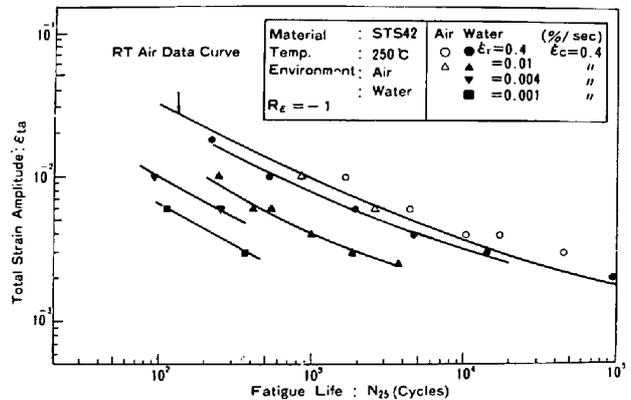


Fig. 4 Relation between Total Strain Amplitude and Fatigue Life in Low Cycle Fatigue