

高温純水中における炭素鋼の疲労寿命予測  
(炭素鋼の高温純水中における低サイクル疲労特性 第3報)

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 前二報において、高温純水中における炭素鋼の疲労特性が歪速度、温度及び溶存酸素濃度(DO)に強く影響されることを報告した。これらの結果をもとに歪速度の影響を考慮した疲労寿命予測法を提案する。さらにこの寿命予測式から疲労における環境効果補正係数Kenを提案し、その適用範囲を明確にする。

2. 寿命予測法の提案 250°C, 8 ppm DOの高温水中における疲労寿命(N<sub>25</sub>)と歪速度(ε̇<sub>T</sub>)の関係をFig. 1に示す。図において疲労寿命と歪速度の関係は高速側と低速側の両領域において飽和する傾向が見られるが、0.0001~1%/sの範囲に限れば図中の点線(ε̇<sub>T</sub>の指数項を1/2とした直線)にほぼ近似できる。もしN<sub>25</sub> ∝ ε̇<sub>T</sub><sup>1/2</sup>が他の歪範囲においても成り立つとすれば、N<sub>25</sub>をε̇<sub>T</sub>の平方根で割ることによって1%/sにおける寿命に修正できる。250°C, 8 ppm DOにおける試験結果をε̇<sub>T</sub><sup>1/2</sup>で除してFig. 2に示す。図中の全プロットは一つの傾向線に乗る。この傾向線は全プロットに対する近似から図中に示した式で表わされる。これらの結果から、寿命予測式が次のように提案できる；

$$\epsilon_{ta} = 0.6007 (N_{25} \dot{\epsilon}_T^{-1/2})^{-0.6015} + 0.00148 \dots (1)$$

疲労寿命の実験値と(1)式による予測値の比較をFig. 3に示す。これらの間には良い相関が認められる。

3. 環境効果補正係数Kenの提案 Kenは次式で定義。

$$\epsilon_a = Ken \epsilon_{ta} \dots (2)$$

ここで； ε<sub>a</sub>：等価歪振幅， ε<sub>ta</sub>：完全両歪振幅  
実験結果よりKenを以下の形で提案できる；

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_{ta} \leq \epsilon_y \text{ のとき } Ken &= 1.0 \\ \epsilon_{ta} > \epsilon_y \text{ のとき } Ken &= 1 + M (\dot{\epsilon}_T^{-0.8} - 1) \left(1 - \frac{\epsilon_y}{\epsilon_{ta}}\right) \end{aligned} \right\} \dots (3)$$

ここで； ε<sub>y</sub> = σ<sub>y</sub>/E, DO ≤ 100 ppb のとき M = 0, 100 < DO < 200 ppb のとき M = (DO - 100)/100, DO ≥ 200 ppb のとき M = 1.0, 適用温度範囲 200~290°C, 適用歪速度範囲 0.0001~1%/s, σ<sub>y</sub>：降伏応力, E：弾性係数  
種々の歪速度及び環境条件下での実験結果をKenを用いて評価してFig. 4に示す。

1) 鉄と鋼 68(1982)S647 2) 同 69(1983)S694

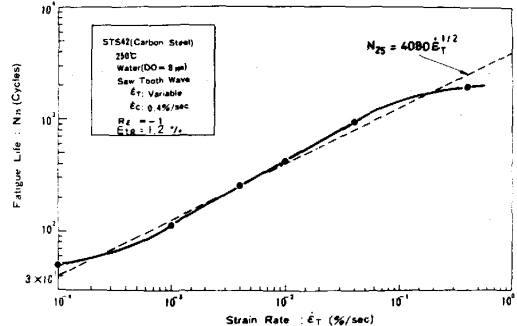


Fig. 1 Relation between Strain Rate and Fatigue Life in Water at 250°C.

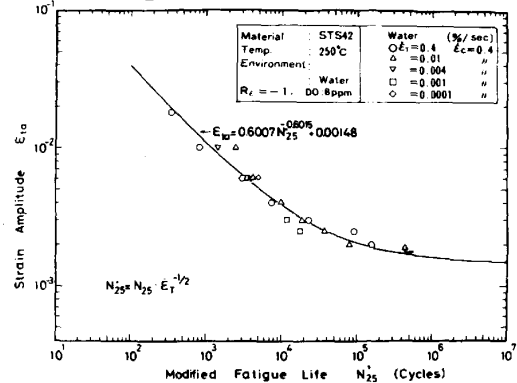


Fig. 2 Relation between Modified Fatigue Life and Strain Amplitude.

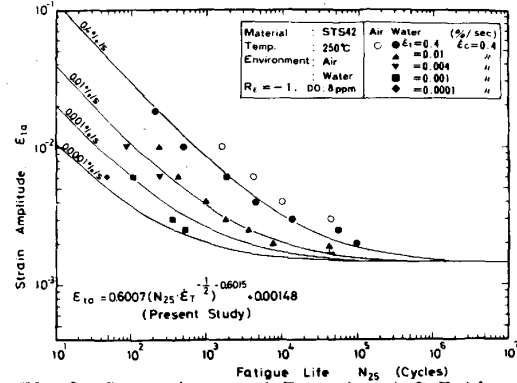


Fig. 3 Comparisons of Experimental Fatigue Lives and Predicted Fatigue Lives.

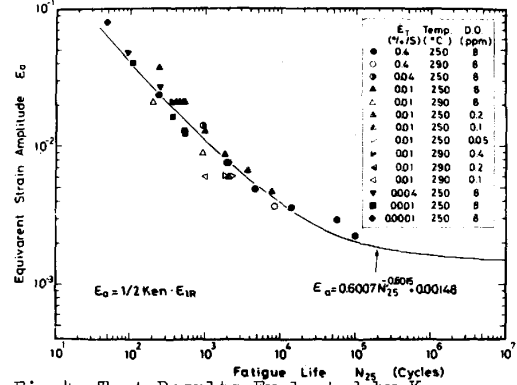


Fig. 4 Test Results Evaluated by Ken