

41 海洋構造物の疲労被害度に対する信頼性解析

【討論】 江原隆一郎 君 (1) 海洋構造物用鋼材の $S-N$ 曲線では、低応力、高サイクル側で海洋環境（海水）の影響が顕著なことが実験的に明らかにされている¹⁾。疲労被害度 D_L に与える環境の影響及びその程度について、ご教示いただきたい。

(2) 腐食疲労強度におよぼす海水環境の影響は、 R が大になるほど著しいので、 D_L に環境効果を入れれば、応力比 R が大きい場合においても高張力鋼使用のメリットはなくなると思われる。この点について、ご教示いただきたい。

- 1) 江原隆一郎：海洋構造物用高張力鋼の腐食疲労挙動，鉄鋼の環境強度部会，第3回シンポジウム前刷集（1987），pp. 253～265.

【回答】 (1) 十分な防食を施した場合（2直線 $S-N$ 線図）とそうでない場合（寿命を $1/2$ にした1直線 $S-N$ 線図）との疲労被害度を直接比較していない。Fig. 2 と Fig. 7 から類推すると防食を施した場合 $D \approx 1$ に対し、防食を施さない場合は $D \approx 4$ 程度となる（ $\log_{10} 2 \sigma \approx 0.5$ と考えた場合）。ご質問のように、高サイクル側で環境の影響がより顕著であり、UK・DOE のように高寿命側の $S-N$ 線図の寿命を環境の影響を考慮して、単に寿命を $1/2$ に平行移動させるやり方は実情に合わないと考えます。

(2) HT 70 の平滑試験片で人工海水中の応力比 R の影響を検討した論文¹⁾によると、 $N_f < 10^6$ 回のデータであるが、 $\Delta \sigma$ でみた場合には R の影響は出ていない。長寿命側のデータの蓄積および溶接継手まのデータの蓄積が必要と考えます。

- 1) Y. Takesh and H. Mimura : High-Performance Tendon for TLP Manufactured by Quench. OTC 5155 (1986) pp. 41-52.

【討論】 的場正明 君 (1) 疲労破壊確率 $P_f \approx 2 \cdot$

10^{-2} についてですが、一般の $S-N$ 線図での [平均-2 σ_{Nf}] の線は、寿命を対数正規分布とすると 2.3% の破壊確率となります。

$P_f \approx 2 \cdot 10^{-2}$ は、その値 (2.3%) に近いですが、本文での P_f 導出の際 (Fig. 5 と (4.7) 式の組合せ)、 P_f は σ_{Nf} にあまり影響されず上記の 2.3% に近いと考えて良いでしょうか。

(2) Mobile Offshore Structure と Fixed Offshore Structure についての破壊確率に関し、ルールで定めた線図（例えば、UK・DOE では $2\sigma_{Nf}$ の線）は多くのバラツキ要因のある実験データをもとにしていますが、実機では施工管理が各種のチェックにより厳しく行われるため、実験データよりも σ_{Nf} は小さくなる。従って、UK・DOE の線図で設計する場合、 P_f は $2 \cdot 10^{-2}$ よりも充分小さいものと考えられます。

UK・DOE の与える σ_{Nf} の値の妥当性について、ご教示いただきたい。

【回答】 (1) 板厚の効果および N_f のバラツキを考慮した設計 $S-N$ 線図に対し、疲労被害度 $D_{T2}=1$ となる条件での疲労破壊確率は、 σ_{Nf} にあまり影響されず $P_f \approx 2 \cdot 10^{-2}$ 程度となると考えられます。

(2) UK・DOE の σ_{Nf} は、施工管理が厳しく行われる実機継手より大きいと考えられます。従って、UK・DOE の設計線図を用いて $D_{T2}=1$ とした場合の破壊確率 $P_f \approx 2 \cdot 10^{-2}$ より小さくなります。また、溶接余盛止端のグラインダー処理等を施すならば、さらに疲労強度は向上するため、実験的に証明すれば UK・DOE の設計線図より高い $S-N$ 線図を用いることも可能であります。グラインダー処理を施したにもかかわらず、UK・DOE の溶接まの設計線図を用いて $D_{T2}=1$ とした場合、疲労破壊確率は非常に小さくなります。

42 変動荷重下の疲労き裂伝播挙動に関する研究（第2報）

【討論】 的場正明 君 伝播寿命推定に関し、実用上の観点からお伺いします。ランダム荷重下の伝播寿命推定に際して、例えば岩崎他(造論 vol. 156) が述べているように定荷重試験で得られた ΔK_{th} を無視するか、より小さ目にするのが通常であると思えます。

貴論文では ΔK をコントロールし ΔK_{max} , ΔK_{min} を定めたため、遅延現象が強く現われていると考えます。実船では荷重がランダムである時、き裂進展に伴い ΔK は徐々に増大していくと考えるのが安全側でしょう。例えば $K = \sigma\sqrt{\pi a}$ の型があります。また一方ではき裂進

展に伴い ΔK が減少する $K = \sigma\sqrt{\pi a}$ の型も実船構造には存在します。

これより修正 Paris 則 (ΔK_{th} 考慮) と Miner 則を用いた伝播寿命評価において、実船の構造では伝播速度の速い構造 ($K = \sigma\sqrt{\pi a}$ 型) ではその評価より速く、遅い構造 ($K = \sigma/\sqrt{\pi a}$ 型) は評価より遅いと考えて良いでしょうか。

【回答】 ワイブル分布形のランダム荷重 (Shape parameter h が $0.75 \leq h \leq 1.25$) では ΔK_{th} は過大荷重効果が有効に働き、 ΔK_{th} は定荷重試験に比べ一般に上昇す