

I - A257 塩水環境下の鋼材疲労に対するマイナー則の適用

足利工業大学 学生会員 諸橋知行
足利工業大学 正会員 阿部英彦

1. はじめに

鉄道橋は従来から疲労の影響を考慮しているが、近頃は道路橋も荷重の大きさや頻度の増加により疲労の影響が現れ始めている。一方、我が国では海浜に沿って、あるいは海峡を渡って架設された鋼橋が多いが、塩分の多い腐食環境下では大気中よりも疲労強度が、かなり低下する事が知られており、本研究の実験によっても確認されている。ところで種々の大きさや頻度で荷重が加わる場合の疲労に対する影響、すなわち、累積疲労効果を評価するのに、屢々、マイナー則が使われているが、この法則は塩水の腐食環境下では大気中よりも複雑に影響されると思われる。本研究ではこれまで種々の鋼材に対してこの種の実験を行って来たが、本報告ではその結果を比較、紹介すると共にそれに関する考察を行う。

2. 実験方法

試験体の鋼材はSS400、SM400B、SGD400であり、図-1の様に中央に円孔がある。先ず、大気、真水、塩水の環境で一定振幅荷重による疲労試験を行い、次に2種類の荷重の組み合わせによる疲労試験を行った。なお、腐食環境としては試験体にプラスチックの器を取り付け、円孔部の下縁に真水または3%塩水を1分間に10mlの割合で滴下した。

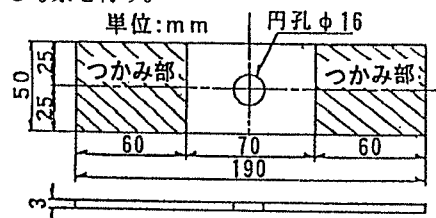


図-1 鋼材の寸法

3. 実験結果

図-2に各条件下のS-N線図を示す。この図から、破断強度の高いものは疲労強度も高く、大気、真水、塩水の環境の順に疲労強度は低下するが、回数の少ない方ではその差は小さい。マイナー則とは、一定応力範囲 σ をN回受けて破断する時、n回の変動応力を受けると n/N だけ疲労被害が蓄積し、種々の応力を受ける場合、その合計 $\sum n_i/N_i = M$ の値が1に達した時に破壊が生じると言う仮定である。そこで大小の荷重(H, L)の順序、大きさ及び第1段荷重の繰り返し数などを各S-N線図を参考に設定した。

図-3に2段荷重の応力差、材料規格、実験結果から求めた各M値を示す。この図から以下の様な事が認められる。

- ① M値は全般的に0.6~1.4の間にあるが、応力差34.3MPa(LH)の場合の様に2に達するものがある。
- ② 応力差が小さい19.6MPaの場合は各環境下とも「LH: $M < 1$ 」「LH: $M > 1$ 」となるが、応力差

キーワード: 実験、疲労、鋼材、腐食、耐久性

連絡先: (住所)〒326 足利市大前町268-1 (TEL)0284-62-0605 (FAX)0284-64-1061

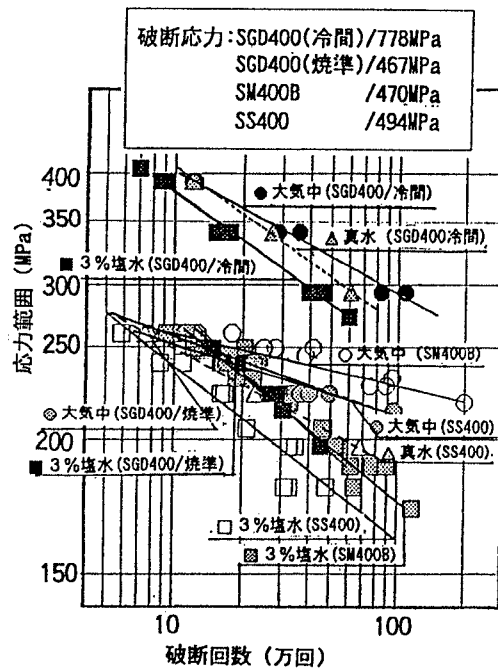
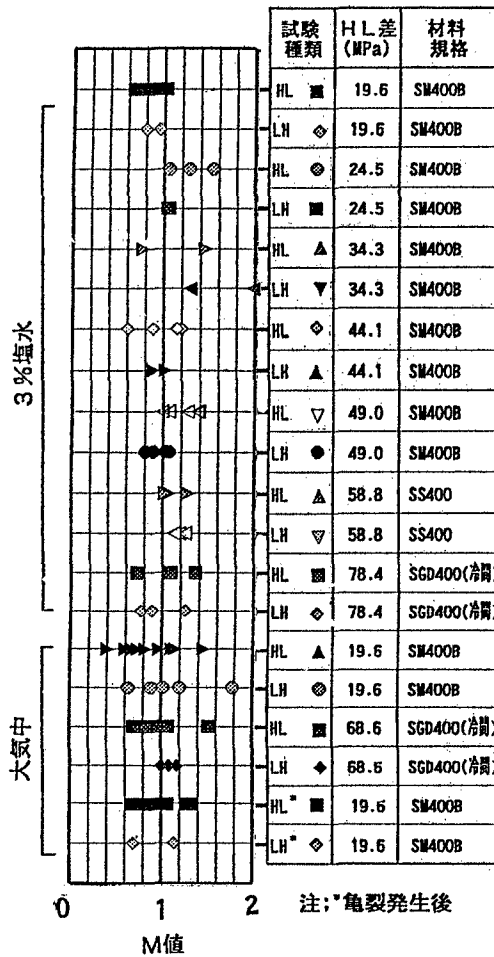


図-2 基本S-N線


図-3 $\Sigma n/N$ 値の試験結果

24.5MPa 以上ではその逆で「HL: $M > 1$ 」「LH: $M < 1$ 」になる傾向が見られる。

③腐食環境下（3%塩水）の2段階疲労試験は、大気中にくらべて1に近似する傾向がある。

④亀裂発生時より2段階応力を载荷したものはより1に近似する傾向がある。

⑤鋼材による差は余り認められないが、冷間加工により強化したSGD400の方がSS400級やSM400B級よりもばらつきが大きい。

図-4は第1段の繰返し比と第2段の繰返し比との関係を示す。なお、 $M=1$ の場合、値は対角線上に乗る。この図から大気中より3%塩水の場合の方が $M=1$ に近似すると判断される。

4. 考察

S-N線図から、各鋼材とも3%塩水の腐食環境下では大気中よりも疲労強度がかなり低下するので、橋梁が海に面したり、凍結防止のために塩化カルシウムをまく場合など特に注意を要する。

本研究の結果より、全体として $M=1.0 \pm 0.4$ の間にばらついているが、中にはこれより大きくばらついたものもある。今回の実験でM値に対する主だった影響因子として、①HLの応力差、②HL, LHの順序、③大気中か塩水か、などが考えられる。しかしこれらの有意差よりも、むしろばらつきの方が大きかった。しいて傾向を述べれば、LHの方が $M > 1$ となるが、その逆のものもある。また大気中の場合、 $M < 1$ の傾向がある。今後ばらつきの原因を究明する必要がある。例えば、第一段の荷重による亀裂の有無の影響などを研究する予定である。

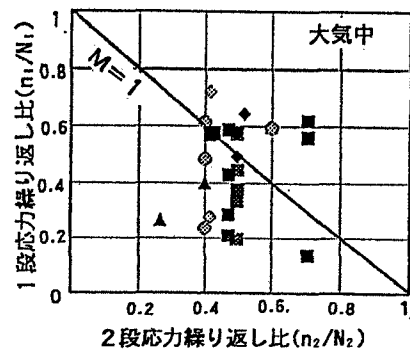
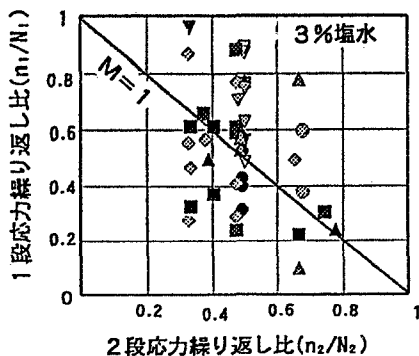


図-4 第1段応力と第2段応力の関係

記号は図-3と同様とする