

I-225 大気中および腐食環境下の鋼材の疲労強度

増淵組 正会員 ○菅谷晃久
足利工業大学 正会員 阿部英彦
元足利工業大学 正会員 西村俊夫
足利工業大学 正会員 末吉達也

1. はじめに

我が国では地形上、鉄道や道路などの交通路は古くから海浜に隣接して建設されたものが多く、また最近では海上を横断して計画されるものも増加した。これらの路線に架設される鋼橋は波しぶきや潮風を受ける苛酷な自然環境にさらされている。

一般にこれらの橋梁は注意深く塗装が施されているが、使用年数の経過とともに鋼橋表面の塗装膜が老化して剥離することが考えられる。このような状態に対処するため腐食環境下での疲労強度を把握し、き裂などの変状を早期に発見したり、変状発生の可能性やその時期を予測する方法がいろいろ考えられている。その一つとして種々の大きさや頻度の荷重による疲労効果を評価するのに「マイナー則(直線被害則)」がしばしば利用されるが、本研究では主として塩水腐食環境下でのマイナー則の適用性を検証するために、基礎的研究として種々の2段荷重疲労試験を行った。

2. 実験方法

試験体に使用した鋼材は溶接構造用鋼材SM400Bで、試験体形状は図-1のように円孔を有するものである。応力波形は正弦波、繰返し速度は16Hzを標準とし、また繰返し速度の影響を調べるために一部8Hzのものを加えた。応力変動は下限応力 1.0kgf/mm^2 の部分片振り引張りとした。大気中と塩水滴下の両環境で疲労試験を行なった。塩水は海水を模して3%NaClで 25°C 、流量 10ml/min とし、写真-1のように試験中、絶えず循環させて試験体の円孔下縁に滴下した。

3. 実験結果と考察

まず、基本となるSN線を求めるため、一連の定応力振幅の疲労試験を行なった。そして大気中16Hz、腐食環境16Hz、腐食環境8Hzの3本のSN線が図-2のように得られた。大気中と腐食環境下の16Hzの両SN線を比較すると、腐食環境下の方が下側にあり、特に低応力の方でその差が著しい。低応力の領域では腐食環境に置かれる時間の差が大きいため、その影響も大きくなると考えられる。例えば、 $\sigma=22.5\text{kgf/mm}^2$ (疲労限度)辺りで比較すると塩水の影響によって破断回数は1/7に減少した。一方、高応力側の応力範囲 $\sigma=27\text{kgf/mm}^2$ 付近では腐食作用の時間が短いために疲労寿命に顕著な差は認められない。

次に腐食環境下の16Hzや8Hzで繰返し速度の影響について考察する。なお、大気中の場合はこの程度の繰返し速度の差では影響はほとんどないと言われているので、比較試験を行わなかった。例えば図-2で $\sigma=20\text{kgf/mm}^2$ の時の破断回数の差は腐食環境時間の効果であると考えられる。図-3は種々の高応力(H)と低

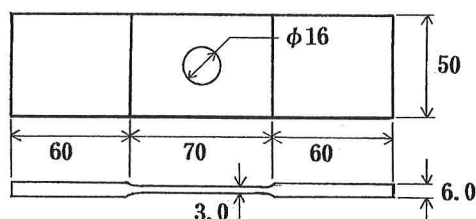


図-1. 試験体形状 (単位: mm)

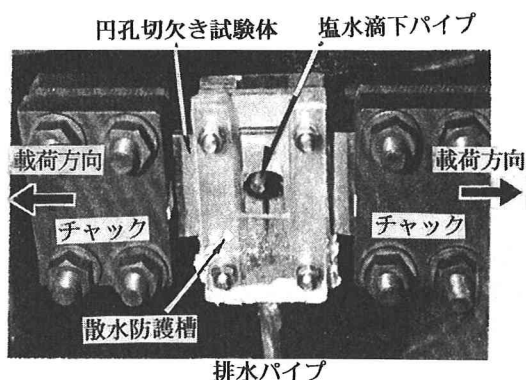


写真-1. 腐食疲労試験状況

応力(L)を種々の繰返し数で組合わせて破断に至らせ、その結果をまとめたものである。横軸は第1段階の応力の繰返し数(n_1)と図-2のSN線図から求められたその応力での破断回数(N_1)との比(n_1/N_1)を表す。即ち、本試験ではその値として1/3, 2/3, 1/2 などを選んだ。縦軸は同様に第2段階の応力について破断に至るまでの回数の比(n_2/N_2)を表す。右斜め45°の線は(n_1/N_1)+(n_2/N_2)=1、即ちマイナ

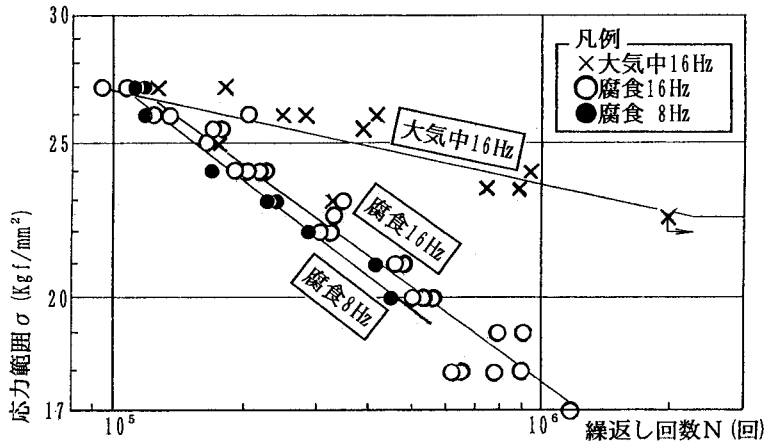


図-2. SN線図

ー則に丁度適合した場合の線であり、それより右上は長寿命、左下は短寿命にそれたことを意味する。腐食環境下においては応力振幅差が大きいとマイナー則は成立しないという報告¹⁾があるが、本実験での2段階の応力振幅の差はその報告の実験と比べて相当、小さいため比較的良好的にマイナー則を満たした。しかし応力振幅の差が大きくなる程マイナー則が成り立ちにくくなる傾向があると言える(図-3参照)。また、この図を見ると n_1/N_1 の値1/3, 1/2, 2/3いずれにおいてもHLの順の組合せの場合、 $\Sigma n/N > 1$ 、そしてLHの順の組合せの場合、 $\Sigma n/N < 1$ となる傾向が認められる。

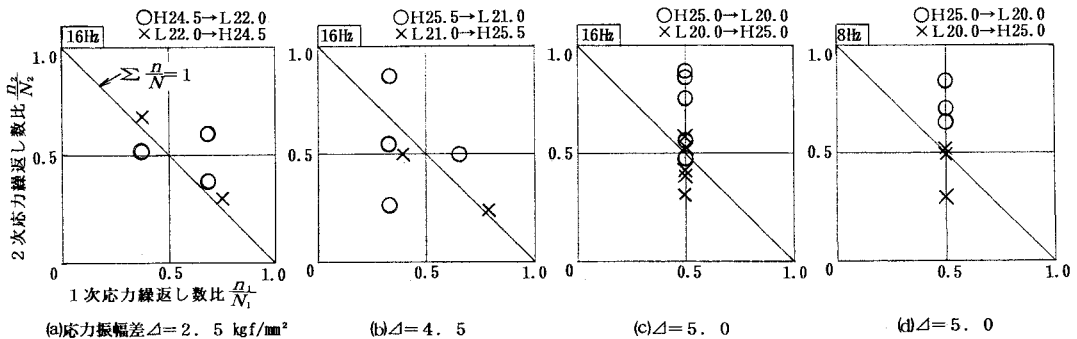


図-3. 繰返し数比の関係(腐食環境下)

4. 結論

- (1)腐食環境下において2段階の応力範囲の差が大きい程マイナー則は成り立ちにくくなる傾向がある。
- (2)腐食環境下で2種類の繰返し速度(16Hz, 8Hz)を用いて2段階荷重試験を行った結果、累積疲労度 $\Sigma n/N$ はいずれの場合もHLの順では1より大、LHの順では1より少となる傾向が見られる。

参考文献

- 1) 石原・塩沢・宮尾：炭素鋼の二段二重疲労試験における累積損傷に関する研究，材料，第33巻，第370号(昭和59年7月)
- 2) 西村・菅谷・末吉：腐食疲労を受ける鋼部材片の寿命予測，第20回関東支部，土木学会，1993年3月