

(I - 7) 腐食疲労をうける鋼部材片の寿命予測

足利工業大学 学生会員 菅谷 晃久
足利工業大学 正会員 末吉 達也
足利工業大学 正会員 西村 俊夫

1. はじめに

橋梁などの鋼構造物が変動する外力（応力）を繰返し受けると、使用年数（時間）の増加につれて構造の各所に疲労などを原因として様々な変状が起こってくる。近年では、交通量の飛躍的增加、走行車両の高速化、高強度鋼の使用、溶接構造の多採用などにより構造物の疲労問題が重要視されるような厳しい環境になってきたといえる。特に狭隘、急峻な国土の地形から鉄道、道路などの交通路は古くより海浜に近接して建設されたものが多く、また近年は海上を横断して計画されるものが増加し、これらの路線に架設される鋼橋は絶えず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。

実際の構造物には防錆塗装が施されているが塗膜が老化して剥離することが考えられ、このような状態に対処するため腐食環境下での疲労寿命特性について把握する必要がある。その一環として寿命推定法の問題をとり上げ、取扱いやすく実用的な「直線被害則（マイナー則）」を適用し、基礎的段階として2段2重重複疲労試験を行い、その有効性について検討した。

2. 実験方法

実験には図-1に示す試験体を使用した。これらは表-1に示すSM41B材より製作された。疲労試験には試験体に写真-1のような腐食槽を設置して円孔切欠き下部側のみ腐食液（25℃、3%NaCl、流量10ml/分）を滴下させながら、サーボ式5t疲労試験機で水平方向の部分片振引張で行った。

使用応力は一定応力と2段2重応力で、2段2重応力については高低応力範囲を純断面当り240、216MPaとするものと応力範囲差を拡大した250、206MPaの2系列とした。1次応力の繰返し数比は1/3、2/3とし以後2次応力に切換えた。繰返し回数は疲労寿命に大きい影響を及ぼすが今回は所要時間の関係で16Hzとした。

表-1. 供試材の機械的性質と化学成分

降伏点	引張強さ	伸び	C	Si	Mn	P	S
372MPa	470MPa	25%	0.13%	0.21%	0.72%	0.01%	0.002%

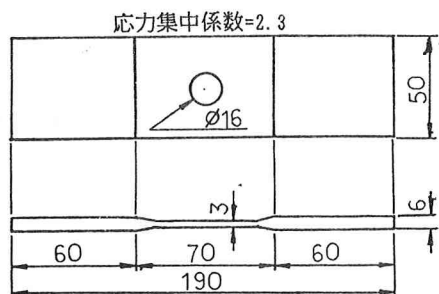


図-1. 試験体の形状と寸法 (mm単位)

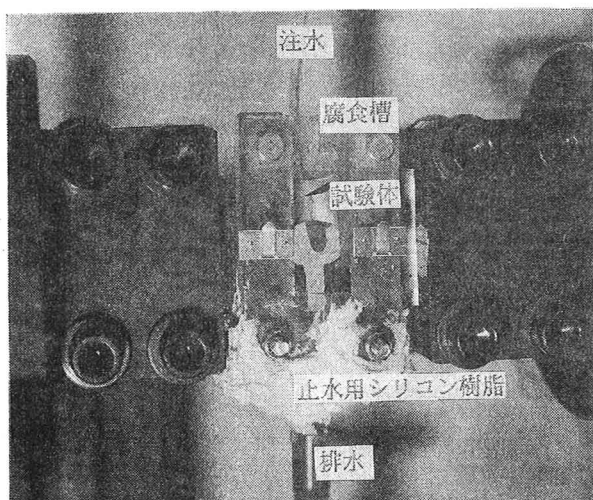


写真-1. 腐食疲労試験状況

3. 実験結果と考察

腐食環境下および大気中における破断寿命を基準としたS N線図を図-2に示す。腐食環境下においては、S N線図は大気中のそれよりかなり下位かつ急勾配となり、また疲労限が認められない。

2段2重試験の結果、破断寿命を基準とした累積繰返し数比 $\Sigma n/N = n_1/N_1 + n_2/N_2$ は表-2のようになった。ここに、 N_1 は1次応力のみが作用した場合の疲労寿命、 N_2 は2次応力のみが作用した場合の疲労寿命、 n_1 は1次応力の繰返し数、 n_2 は2次応力に切換えた後から破断までの繰返し数である。

腐食環境下の場合、マイナー則が成立する $\Sigma n/N = 1$ 近傍のものがほとんどを占める。マイナー則は、大気中においては亀裂発生寿命を基準とすることでかなり精度よく寿命予測できるという報告¹⁾があるので、今回の腐食環境下の実験においては亀裂発生寿命を基準とする場合も検討してみたが、破断寿命を基準とした方が有利に寿命予測できることが明らかとなった。また、腐食環境下の2段2重試験において、低応力と高応力の応力差を拡大するとマイナー則が成立しにくくなるとの報告²⁾もあるが本実験の場合は切欠き試験体を使用し、応力集中が大きい関係からかマイナー則が適用できることがわかった。

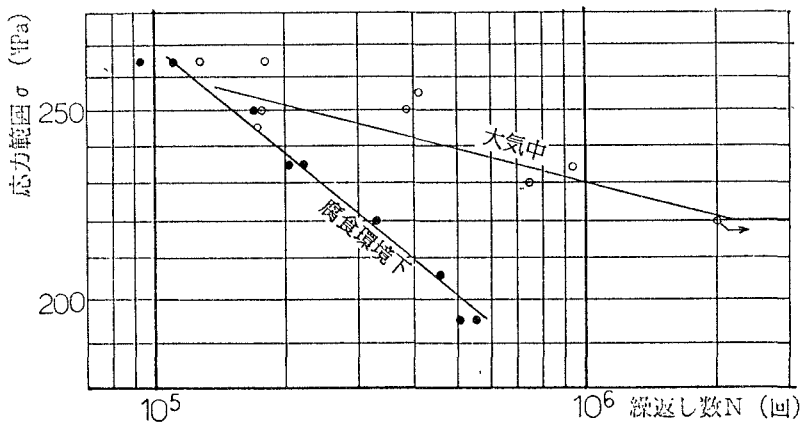


図-2. S N線図

表-2. 2段2重試験による累積繰返し数比(腐食環境下)

	試験種別	1次応力	2次応力	$n_1/N_1 (10^3)$	$n_1 (10^3)$	$n_1+n_2 (10^3)$	$\Sigma n/N$
普通 応力	H-L	240MPa	216MPa	3/10	70	244	0.88
		240	216	2/3	129	327	1.26
	L-H	216	240	1/3	124	249	1.02
		216	240	2/3	247	305	1.03
拡大 応力	H-L	250	206	1/3	50	285	0.86
		250	206	2/3	100	309	1.13
	L-H	206	250	1/3	164	241	0.87
		206	250	2/3	328	365	0.98

実験は大気中における2段2重試験も併行して実施したが、腐食環境下の方が実験結果のばらつきが少なく、また $\Sigma n/N$ 値も1に近づくものが多かった。今後、さらに繰返し回数を変えた場合なども含め実験結果を蓄積し、累積繰返し数比のばらつき範囲などを検討してゆくことが必要と考えられる。

4. 参考文献

- 1) 張・三木・西村：直線被割則による鋼部材片の疲れ寿命予測，土木学会論文報告集，NO. 270, 1978
- 2) 石原・塩沢・宮尾：炭素鋼の二段二重腐食疲労における累積損傷に関する研究，材料，NO. 370, 1984