

I-195 鋼材の腐食速度と腐食疲労について

大同工業大学 正員○事口寿男
 大同工業大学 正員 水澤富作
 大同工業大学 正員 酒造敏廣
 J R 東海 佐野智成

1. まえがき

腐食による疲労や損傷事故は社会的活動の発展に応じて増大しているのが現状である。今後建設される機会の多い海洋構造物では、ガイド・タワーやテンション・レグのようなスレンダーな主構造をケーブルで支持・補剛した構造が多く用いられる。しかし、海面付近のタワーやテンションケーブルでは、波浪などの繰り返し荷重によって極微小部が著しく腐食損傷し、構造物全体が使用不能となる場合がある。したがって、このような腐食疲労について十分な情報を得て、設計に供することは重要な課題である。

本研究では、鋼の湿式腐食は材料と環境との境界面で起こる電気化学反応であること、腐食は時間とともに進行する現象であることに着目して、実際の腐食環境を実験室でシミュレーションし、試験片に腐食セルを取り付け、電気化学的に腐食を加速させて、比較的短時間の実験で海洋構造物の腐食疲労強度を明らかにしようとするものである。

2. 腐食速度の実験結果

腐食疲労は時間依存性のある現象であり、例えば10年の耐用年数で設計するとしても、そのための腐食疲労実験を数週間で行うとすれば、何らかの方法で腐食を速めなければならない。ここでは、一つの試みとして、腐食セルを試験片に付け、ポテンショ・スタットを使ってアノード電流を流し、腐食を加速させながら腐食疲労の実験を行う。(図-1)。そのためには、腐食環境の差異による腐食速度を調べる必要がある。表-1に実験に使用した鋼材SS41材の機械的性質と化学成分を示す。表-2に環境の差異による自然腐食速度の実験結果を示す。

図-2にCase4の場合の分極曲線を例示する。Case1~6の分極曲線をもとに得た腐食速度を表-2の右覧に示す。なお、Case4の環境のもとで、

404時間30分かけた腐食損失量から実測した腐食速度は0.94mm/yearとなり、分極曲線より求めたものとよく一致していることを確かめている。ちなみに実際の海洋構造物の海面付近では0.1~0.4mm/year(平均0.27mm/year)の腐食速度であると報告されている。

3. 腐食疲労実験結果

自然腐食の状態と腐食速度を加速させたときの腐食疲労実験結果をS-N曲線として図-3に示した。図中には大気中

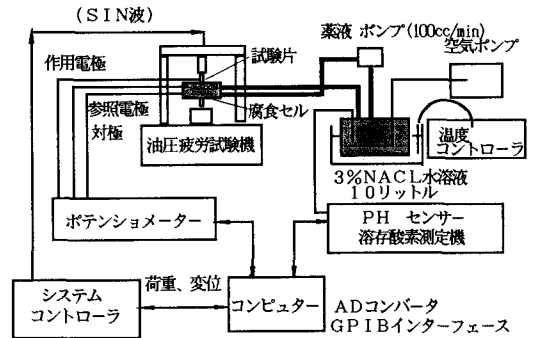


図-1 腐食疲労実験の概要

表-1 機械的性質と化学成分(%)

ヤング係数	降伏点	引張強度	伸び率	ポアソン比
204GPa	337MPa	418MPa	42%	0.26
C	Si	Mn	P	S
0.08	0.24	0.84	0.02	0.05

表-2 腐食環境と腐食速度

腐 食 環 境	腐 食 速 度	
	$\mu A/cm^2$	mm/year
1) 清水中(25°C)	1.0	0.12
2) 空気飽和清水中循環n(25°C)	3.5	0.41
3) 3%NaCl水溶液中(25°C)	2.5	0.29
4) 空気飽和3%NaCl水循環(25°C)	8.5	0.99
5) " (40°C)	10.5	1.22
6) " (5°C)	3.5	0.29

で行った疲労実験結果も併記している。空気中の疲労実験を9体、自然腐食疲労実験を6体、腐食を加速させた腐食疲労実験を5体行った。

腐食疲労の場合、応力レベルをSS41鋼材の公称許容応力度（=137MPa）以下に設定した試験片が疲労破断している。また、 $N=10^7$ 程度までは腐食疲労強度は直線的に低下することがわかった。腐食疲労試験片の破断面における脆性破面領域をスケッチしたものを図-4に示す。この図から、応力レベルが低くなるにつれて、脆性破面領域の拡大が顕著である。最も応力レベルの低い試験片では、脆性破面の領域が破断面全体の約90%にも及んでいる。写真-1は腐食疲労のストライエーションをとらえたものである。これから、亀裂進行と1サイクル当たりの亀裂進展長さを分析可能である。

4. 結 論

- 1) 電気化学的手法を用いると、湿式腐食の環境に依じて、短時間で腐食速度を容易に求めることができる。
- 2) 腐食疲労強度は、腐食と疲労の相乗効果により、許容応力レベル以下になることがある。
- 3) 腐食疲労の破断面は、空気中疲労のそれと異なり、脆性破面の占める割合が大きく、応力レベルが低下するほどその傾向は著しい。
- 4) 腐食疲労に関するS-N曲線を求めるためには、長寿命領域まで含めた実験が必要であり、現在実験遂行中である。
- 5) 長寿命領域における腐食疲労強度は、本文で述べた電気化学的に腐食を加速させる方法によって得られる。

あとがき

本研究を実施するにあたり、平成元年度～2年度の文部省科学研究費・一般研究(C)の補助を受けたことを付記する。

参考文献

- 1) H. Uhlig and R.W. Revie: Corrosion and Corrosion Control, An Introduction to Corrosion Science and Engineering, Third Edition, John & Wiley Sons, 1971.
- 2) 事口寿男他：海水環境下での腐食疲労に関する実験的研究、日本造船学会第9回海洋工学シンポジウム、1989.
- 3) Kotoguchi, H et al: Corrosion Fatigue Strength under Sea Water Environment by Electrochemistry, Proc. of Forth International Conference on Fatigue and Fatigue Thresholds, Hawaii, 1990
- 4) 事口寿男他：海水環境下における鋼材の腐食速度と腐食疲労、土木学会第44回年次学術講演会、I-194、平成元年10月。

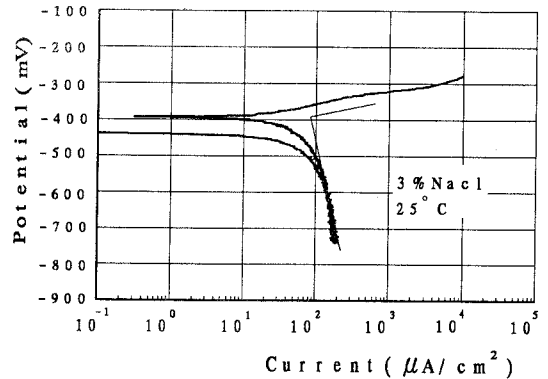


図-2 分極曲線 (Case-4)

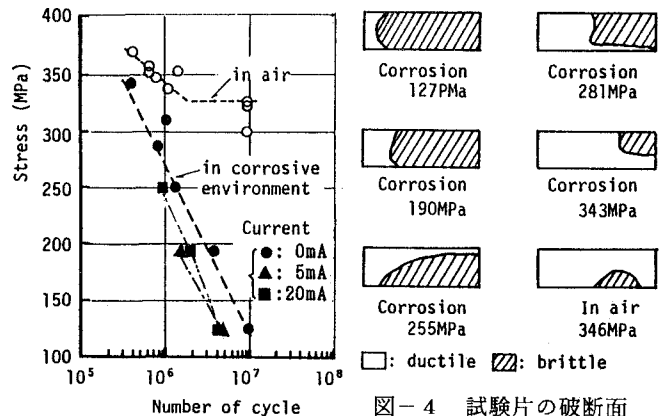


図-3 S-N曲線

図-4 試験片の破断面のスケッチ

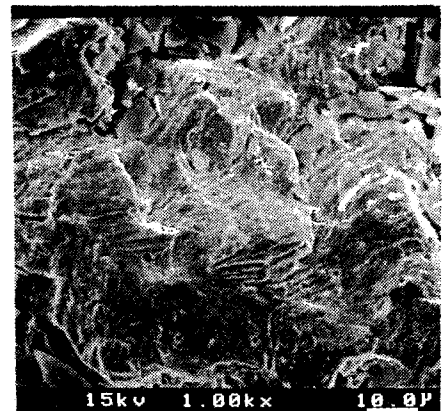


写真-1 疲労破面(striationに着眼)