

(715) 腐食疲労におけるインピーダンススペクトルの実時間測定

東工大精研 ○ 小野 雅司、肥後 矢吉、布村 成具

1. 緒言 腐食環境下において平滑材が繰返し負荷を受けるとき、大気中におけるよりもはるかに低い荷重で、巨視的には弾性変形の範囲内にあっても破断に至ることがある。この疲労寿命の大部分は材料表面における応力集中場の形成に費やされており、不働態形成金属材料にあつては、不働態膜の動的な挙動が重要な役割を果たしている。

水溶液中における材料表面の化学的構造を調べる手法として、系の電気化学的インピーダンスの測定がある。腐食疲労試験にこれを適用するためには、刻々と変化する応力サイクルに応動した動的な測定により各瞬時のスペクトルを連続的に測定しなければならない。ここでは生物物理で生体高分子の構造解析に用いられている誘電スペクトルの高速測定法 [1] と、アコースティックエミッションの周波数領域での伝達関数測定法 [2] を応用した、腐食系インピーダンススペクトルの短時間測定・表示法について検討した結果を示す。

2. 方法 計測系のブロック図をFig. 1に示す。316L鋼圧延材より平滑引張試片を切削し、電気油圧式サーボ疲労試験機により室温の0.9% NaCl溶液中で0.65~10Hzの繰返し負荷を与えた。測定部位を残してシリコンゴムにより被覆した試料はポテンシostatにより一定電位に保つ。試作した擬似雑音発生器によって、計算機により合成され、時間領域と周波数領域でパワーが一定であり、かつパワーと位相が完全に同定されている信号をポテンシostatを通して試料に与える。試料に与えた電圧と腐食電流をFFTアナライザーにより解析し、実時間でインピーダンススペクトル及び位相スペクトルを表示する。これらの情報は必要に応じて、あるいは定間隔でXYプロッターまたは主記憶装置に出力する。ポテンシostat、擬似雑音発生器、FFTアナライザーはすべてCPUの管理下に置くことが出来る。これにより試料の荷重あるいは歪サイクルの任意の点でのスペクトル計測が可能である。

3. 結果と考察 試料に±500 μの歪を1Hz及び10Hzであたえ、腐食電流の変化を解析した。時間領域では外部ノイズ(電源の50Hz)に埋まり応力の繰返しと腐食電流の間に関連を見出せなかったが、周波数領域では1Hzあるいは10Hzに明瞭なピークが観察され、試料表面で繰返歪に対応した変化が各サイクルごとにあることを示した。外部ノイズを除去するためファラデーゲージ中で測定されたスペクトルの一例をFig. 2に示す。上がインピーダンス、下が位相スペクトルで、試料定電位0.3V、周波数帯域40Hz~8.3KHz、測定時間25m秒である。インピーダンスは低周波数ほど高く、表面が不働態化されていることを示している。不働態以上の電位ではこの低周波数域でのインピーダンスは減少する。試料に±500 μの歪を0.65Hzで与え、6.5Hz~3.3KHz、周波数帯域でインピーダンス測定を行なった(1測定所要時間160m秒)。試料にあたる電位による低周波数域のインピーダンスの試料表面の歪に関連した変化が認められた。より詳細な不働態の挙動の解析にはノイズレベルの改善が必要である。[1] 中村、和田; 応用物理, 13(1978)407 [2] Y.Higo, K.Takashima & S.Nunomura; Pro. 5th AE Symp., (1980), 103

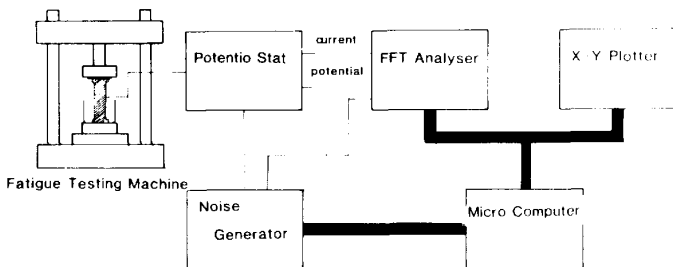


Fig.1 The block diagram of the spectrum measurement system.

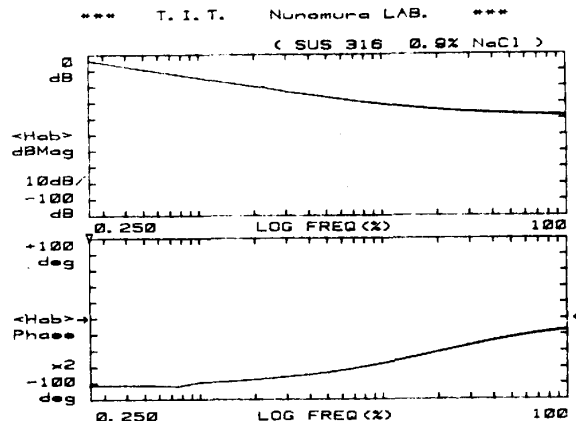


Fig.2 Bode diagram of 316L in 0.9% NaCl solution. →