

島津試験 CSC ニュース No.262

固体高分子燃料用電解質膜の耐久試験 【マイクロサーボ MMT-100N】

燃料電池に不可欠な電解質膜(固体高分子燃料電池用電解質膜)は、含水率、透水性、化学的安定性などの機能性を向上させる技術開発が活発に行われています。

また、機能性を高める一方で電解液の圧力や温度変化によって生じる外力の影響を考慮した機械的特性の評価も重要視されるようになってきました。

島津電磁式微小試験機・マイクロサーボは、高分子材料、電子部品など小形のサンプルを対象に微小な繰り返し荷重負荷を与えることができる小型疲労試験機であり、電解膜の外力による耐久性を恒温恒湿環境下で評価できる試験装置であり、今回はこの装置を使用して電解質膜に対する引張り繰り返し負荷試験による耐久性の評価事例を紹介します。

試験機と試験治具の仕様 (図 1)

- (1) 最大試験力 : 100N
- (2) 最大変位 : 20mm
- (3) 最大繰り返し周波数 : 100Hz
(負荷周波数と変位の関係は性能曲線の範囲内で決まります)
- (4) 試料グリップ部 : 20(L)x20(W)mm アルミ合金製



図 1 マイクロサーボ MMT-100N

試料と負荷・測定条件

- (1) 材料 : 高分子電解質膜
- (2) 試料寸法 : 平行部 5(W)x0.196(T)mm ダンベル形
(平板状サンプルを金型で抜いて加工)
- (3) 静的引張り試験 : 負荷速度 10mm/min
: グリップ間距離 20mm (図 2)
- (4) 繰り返し負荷試験 : 負荷周波 5Hz
- (5) 雰囲気 : 室温 26
(本来電解質膜は、90 程度の恒温、湿度 95% 以上の恒湿状態で使用される材料ですが、今回の実験では環境制御を行わず、室温実験室で実施しました)



図 2 試料と試験グリップ

静的引張り強度の測定

電解質膜の耐久試験に先立ち引張り強度を測定しました。

その結果、引張り強度 16.2MPa, 破断点変位 13.8 mm という測定値が得られ、この測定値をベースに耐久試験の条件を定めました。

サンプルの応力と試験機のピストン変位線図を図 3 に示します。

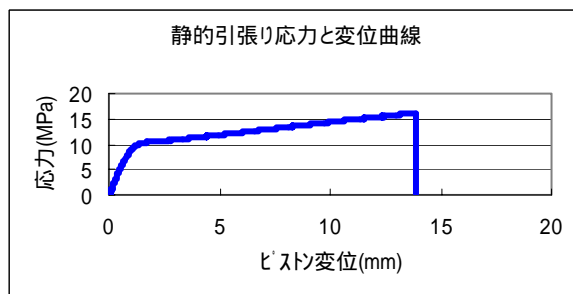


図 3 静的引張り応力と変位曲線

耐久性の評価

電解質膜の耐久性評価方法の一つとして、受動的な繰り返し外力による機械的特性変化の把握が注目されています。これは例えば車載用燃料電池内の電解膜が電解液中で圧力変動や温度変化による熱膨張を受けるような場合を想定した物性評価です。

今回の耐久試験では前述の静的引張り試験で得られた引張り強度の95%、90%、85% 応力を未使用サンプルに対して繰り返しで与え(5Hz正弦波)、グリップ間変位が初期値に対して50%増加した時点の繰り返しサイクル数を疲労寿命として評価しました。

図4 は引張り強度16.2MPaの95%応力 (最大15.4MPa、最小0.4MPa、応力振幅7.5MPa)をサンプルに負荷した時の繰り返し第100,000サイクル、1周期の応力測定値(時刻歴)です。

この負荷応力を試験力に換算すると、最大 15.1N, 最小 0.4N であり、マイクロサーボは、このような小さな繰り返し試験力を正確かつ安定して供給できる材料試験機です。

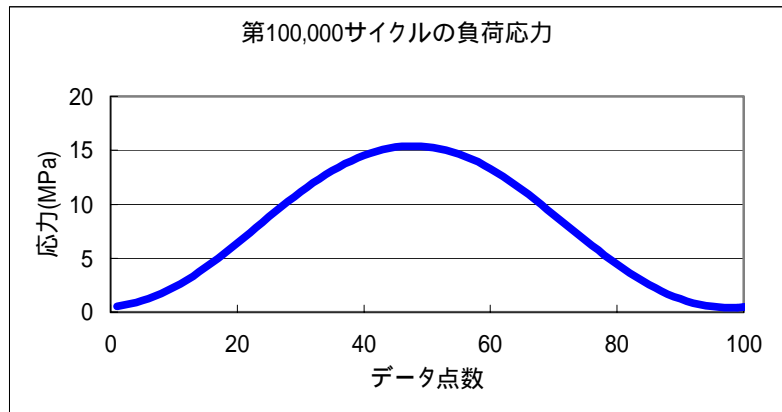


図4 応力負荷波形の測定時刻歴

図5 は電解質膜の疲労試験におけるS-N線図です。縦軸はサンプルに与えた繰り返し応力の最大値、また横軸は、サンプルグリップ間の変形が初期の150%(10mm伸びた状態)に到達した時点の繰り返しサイクル数です。(本来、S-N線図の横軸はサンプルの破断繰り返しサイクル数をプロットしますが、今回の実験ではサンプルの破断ではなく、150%変形をクリティカルな劣化と仮定しています)

この実験では耐久試験用サンプルを4個用意し、繰り返し応力を引張り強度の98%(15.9MPa)95%(15.4MPa)、90%(14.6MPa)、90%(13.8MPa)で実施しました。

この実験結果から電解質膜の50%変形に対する疲労寿命を明確に推定することはできませんが、負荷水準と各負荷水準におけるサンプル数を増やすことにより、電解膜の熱膨張や力学的な外力に起因する使用限界(耐久性)の推定が可能であることがわかります。

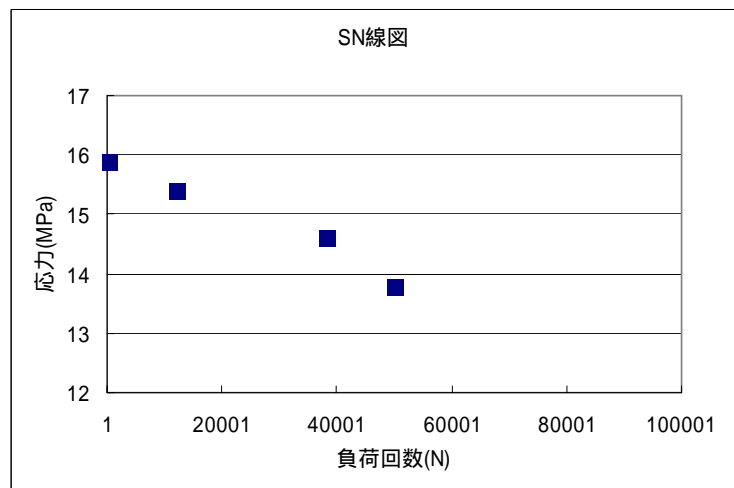


図5 電解質膜のS-N線図

このように島津電磁式微小試験機・マイクロサーボ MMT-100N は、樹脂材料、金属合金箔、小形電子材料などの小容量での試験力・変位制御性能が非常に優れた疲労試験装置です。

*本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。改訂版は下記の島津 Web で閲覧できます。
初版発行: 2006年11月