

封止部材のシール性能の経時変化シミュレーション

1. はじめに

ダイキン工業(株)では、空調・冷凍機開発で蓄積したシミュレーション技術^{(1)~(3)}をフッ素化学分野へ展開し、フッ素化学製品の①物理現象のメカニズム解明、②構造の差別化と権利化による用途開発、③品質安定化による製品力の向上、④顧客の信頼獲得などの面においてシミュレーション技術の活用効果が顕著に得られることがわかった。本稿では、フッ素樹脂PFA(商品名ネオフロンPFA)を使用した封止部材のシール性能の経時変化の評価におけるシミュレーション技術の活用について紹介する。

2. フッ素樹脂封止部材

フッ素樹脂PFAは、電気絶縁性や低透湿性、低温から高温までの機械特性が優れているため、厳しい使用条件に耐える封止材として使われている。たとえば、ネオフロンPFAは強い復元力を持ち圧縮した反発力により、封止部材と金属面が密着してシールされる。低温(-40℃)や長期の高温(60℃)熱履歴を受けても復元力は残り、シール性が維持される。またネオフロンPFAは、表面処理剤・接着剤を使用せずに金属板の凹部に食い込んで凹凸のある表面でもシールできる特徴を持っている。さらに従来使われていたゴム材と比べ、ネオフロンPFAは電解液膨潤性が1/10以下と低く、車載リチウムイオン電池の電極周辺の封止部材の素材として非常に適している。

車載リチウムイオン電池において、封止部材の役割は、①電解液を外に漏らさず、また大気中からの水分の流入を防止すること、②電池の正極や負極がケースと接触してショートを起こさないための絶縁をすることである。この封止効果と絶縁効果を15年以上保つことが求められ、封止部材のシール性能の経時変化の評価が重要な課題である。

3. 封止部材のシール性能の経時変化

従来、封止部材のシール性能の経時変化の評価は試作試験で行われていた。開発のコストダウンや迅速化が絶えず求められている中、試作試験に頼った開発は限界に達している。そこで、シミュレーションを封止部材の開

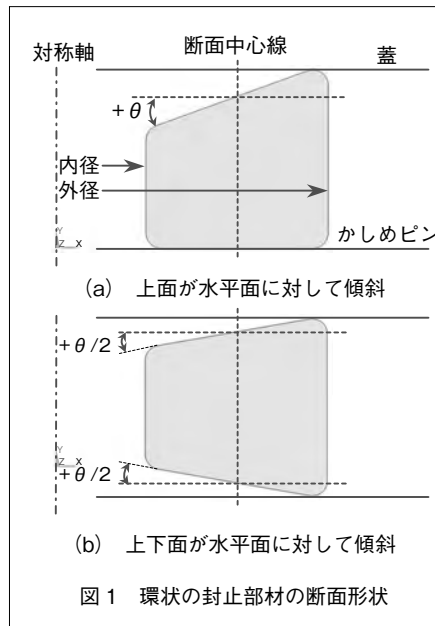


図1 環状の封止部材の断面形状

発に活用することにより、開発の期間短縮と完成度向上につなげる。またシミュレーションによる現象の「見える化」が新しい発想や新たな知見を見出すきっかけになることも期待できる。

環状の封止部材の断面形状を図1に示す。封止部材は上面または上下面がそれぞれ内外側に傾斜するとする。従来は傾斜がなく厚さが一様な断面形状の封止部材が使われていた。本稿では、長期の高温(60℃)環境下に置かれた封止部材の押圧により生じた反発力の経時変化を、ネオフロンPFAの弾塑性・クリープ特性を考慮したシミュレーションを用いて評価した。

傾斜角の違いによる封止部材の20万時間後の反発力の変化を図2に示す。外側に向かうほど厚さが増大する封止部材(b)については、傾斜角が増大するほど20万時間後に残る反発力が大きいことが読み取れる。たとえば、従来の厚さが一様な封止部材と比べて傾斜角が40度の封止部材(b)は反発力が約20%向上する。

図3に傾斜角が40度の封止部材の20万時間後のシール面圧の分布を示す。図1に示した封止部材(a)より封止部材(b)はシール面が広く面圧もほぼ一様に分布していることが見て取れる。

封止部材としては、従来の傾斜のない形状より封止部材(b)のように外側に向かうほど厚さが増し、かつ上面および下面の両方が傾斜している形状

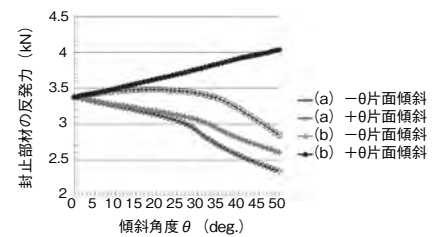


図2 傾斜角の違いによる封止部材の20万時間後の反発力の変化

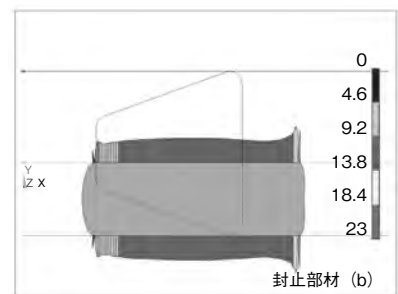


図3 傾斜角が40度の封止部材の20万時間後のシール面圧の分布

のものが使用されることが望ましいことがわかった。

4. おわりに

シミュレーションにより、フッ素樹脂PFA封止部材のシール性能の経時変化を試作試験に頼ることなく迅速に評価できただけでなく、長時間経過した後もシール性能を良好に維持できる封止部材の断面形状の特徴を見だし、製品の性能向上に寄与した。

(原稿受付 2015年7月17日)

〔劉 継紅 ダイキン工業(株)〕

●文献

- (1) 劉 継紅, ビル用マルチエアコン室外機の準静的変形解析への動的陽解法の適用, 第27回計算力学講演会CD-ROM論文集, (2014-11), F208.
- (2) 劉 継紅, パッケージエアコン室外機の落下衝撃解析, 第26回計算力学講演会CD-ROM論文集, (2013-11), F201.
- (3) 劉 継紅, インバータ基板のはんだ接合部の熱疲労寿命評価~応力特異性パラメータを用いた評価~, 第25回計算力学講演会CD-ROM論文集, (2012-10), F603.