

樹脂モールド構造における異種材料間の接着界面強度評価

株式会社 日立製作所 山崎 美稀

樹脂材料は、軽量で高強度の特性を持つことから金属やセラミックを樹脂でモールドした絶縁ロッドや絶縁容器などの絶縁体として電力機器に幅広く利用されている。特にエポキシ樹脂モールド絶縁体は電力機器の小型化に貢献した技術の一つとして挙げられる。エポキシ樹脂は熱硬化性樹脂の一種であり、その硬化反応プロセスは付加重合反応であるため、ガスなどの反応副生成物がなく、ボイドなどの初期欠陥の発生が少ない高電圧絶縁に適した材料である。樹脂モールド構造を製作するときに樹脂層と材料の組み合わせによってモールド樹脂がひずみを受け、樹脂層のクラックや界面はく離を発生させる原因となったり、過酷な冷熱試験などでは大きな熱応力が発生して、樹脂層を破壊したりするので、目的とする形状、性能を備えたモールド構造を得ることが困難な場合が多いなど課題も多いのが現状である。そのため、製品の強度安定性を保持する上で樹脂モールド構造の中に発生する応力関係を知ることが必要である。また、電力機器に用いる樹脂絶縁体は、絶縁性能を確保するために樹脂と金属間に強固な接着が要求される。その樹脂モールド構造の異種材料間の界面強度を正しく評価することによって、電力機器の信頼性を向上させることができると考える。

本講演では、樹脂モールド構造における金属と樹脂間の界面強度に影響を及ぼす因子を紹介する。また、界面の接着性能に着目して新たに提案した摩擦係数 μ と接着係数 B による接着強度の指標($\mu+B$)を用いて、金属の表面粗さと異材間の界面固有の接着特性分離による界面強度と表面粗さとの関係性を解明し、電力機器の信頼性を向上させた事例を紹介する。さらに、セラミクスと樹脂間界面の強度信頼性設計のために、分子動力学法を用いて界面の配向と結合を熱化学的にモデリングし、界面処理剤の反応基(官能基)を樹脂の化学構造に合わせて変えることで界面接着強度を向上させた界面処理方法を紹介する。