

機能材料工学専攻	学籍番号	959203
申請者氏名	東原 隆	

指導教官氏名	小林俊郎 小崎正光 伊藤浩一
--------	----------------------

論文要旨(博士)

論文題目	シリカ粒子を充填したエポキシ基材複合材料の応用的研究
------	----------------------------

最近の高電圧機器の技術動向にモールド技術応用によるオイルレス化、複合・縮小化そして長期信頼性向上がある。使用環境は屋内から屋外にも拡大、また電気絶縁性に加え構造部品としての機械的特性を要求されている。エポキシ基材シリカ粒子充填複合材料に関する研究課題を実応用的見地から検討した研究成果をまとめた。

〔1〕エポキシ基材成形品に用いられる原材料とその適性化に関する研究：エポキシ基材成形品にはエポキシ樹脂、硬化剤、着色剤、反応促進剤、充填材そして添加剤の原材料が用いられ、配合不適正の時は品質に重大な影響を与える。モールド変圧器のコイル巻線層間への含浸特性を例に適正化の研究結果をまとめた。含浸現象は真空状態の空隙への有機成分圧入工程であり、①反応促進剤加量および充填シリカ粒子の平均粒径を適正化、②注型時の高真空度化、③キュア条件の適正保持で、完全含浸を達成できる。〔2〕エポキシ基材シリカ粒子充填複合材料の機械的性質に関する研究：エポキシ基材シリカ充填複合材料を構造部品として使用することが増えており、その機械的性質を把握することは重要な意義を持つ。充填材として異性状の3種類のシリカ粒子（結晶性シリカ、熔融シリカあるいは球状シリカ）を充填し、衝撃/通常疲労特性におよぼす影響について考察を加え、また静的力学特性、破壊力学特性、疲労特性などにより力学的特性の総合的な評価を行った。〔3〕シリカ粒子充填エポキシ基材成形品の耐クラック性向上のための諸策とその評価：硬化時の内部応力発生機構の解明とその低減ため、3種類のシリカ粒子充填系で発生応力を調査した。シリカ粒子性状は発生応力に対し重大な影響を与え、充填量一定の時発生応力は結晶性シリカ>熔融シリカ>球状シリカの順に小さくなる。各配合の線膨張係数、引張弾性率に顕著な差はなく、応力低減効果はシリカ粒子自体の性状の違いによると考えられる。硬化時の発生応力低減には球状シリカが最も有効である。〔4〕屋外用モールド機器実用化のための研究：ジグリシジルエステル系エポキシ樹脂基材にシランカップリング処理シリカ粒子を適正配合した場合、機械的特性のみならず電気的特性にも優れていることを確認した。この新配合で屋外用モールド変圧器を試作して、温度-寿命実測結果とコイル絶縁材料のアレニウスの式から75℃連続運転時の寿命を約80年と予測した。新材料は従来より耐候性が改善され、課電暴露試験および人工加速劣化試験から表面絶縁寿命は約57年と試算できた。また、期待寿命30年の試作モールド変圧器は屋外適用に十分な長期信頼性を有する。〔5〕超伝導磁気浮上式鉄道用地上コイル実用化のための研究：〔1〕～〔4〕項にもとづく屋外用配合で推進・浮上・案内兼用の3機能一体形PLGコイルを成形し、その機械的特性を実使用時模擬状態で検証した。またシミュレーション解析値と実測値とがほぼ一致することを確認した。通常走行時締結部近傍で各最大引張応力が重畳された時の応力状態を材料特性値と比較するとPLGコイルは十分な機械的強度を有していると考えられる。

これらの研究成果はモールド機器部品として使用されるエポキシ基材シリカ充填複合材料の信頼性向上に貴重なデータを提供し、さらなる拡大適用に貢献するものとする。