

東京電機大学大学院

## 学位論文内容の要旨

報告番号	先端科学技術	号	氏名	山内 賢太郎
論文題目	接着剤と低表面自由エネルギー被着体との接着強度に関する研究			

論文は、全6章からなっている。

第1章は、序論であり、研究の目的と背景が記される。本研究は、エポキシ樹脂接着剤と低表面自由エネルギーポリマーの接着において、接着強度の表面自由エネルギー依存性について明らかにすることを目的とし、接着メカニズムの解明により医療業界等における低表面自由エネルギー被着体の用途拡大を目指す。

被着体が低表面自由エネルギーであるポリマーの場合、エポキシ樹脂との接着強度はポリマーの表面自由エネルギーの増加に対し直線的に増加することが報告されている。ただしこの報告では表面自由エネルギーの下限が20mN/mであり20mN/m以下の領域では接着強度と表面自由エネルギーとの間でどのような関係があるかについては不明であった。

接着強度の表面自由エネルギー依存性を明らかにするうえで以下の実験的課題と理論的課題があった。

実験的課題は、20mN/m以下の表面自由エネルギーを有する被着体の作製が困難なことであった。

理論的課題は、接着に関する既存の3つの破壊力学的理論すなわちGriffithの理論、き裂の存在を想定した異種接着材料の破壊力学理論、き裂の存在を想定しない異種接着材料の破壊力学理論のいずれの場合も、接着強度の表面自由エネルギー依存性を説明することはできないことであった。

第2章では、実験的課題を解決するため金属試料の上にPTFE粒子を含む液体塗料などの低表面自由エネルギー塗膜を塗布し、20mN/mより低い表面自由エネルギーを有する被着体を実現した。実験的課題を解決することにより、接着強度と表面自由エネルギーとの直線関係を支配する法則の下限値を、従来値の20mN/mから15.3 mN/mへと低下させた。

第3章では、理論的課題を解決するためエポキシ樹脂とポリマーの接着体を両者の平均的な物性を有する物体とみなし、その物体に対しGriffithの理論を適用した。さらにこの理論に液状エポキシ樹脂の表面自由エネルギーより低い表面自由エネルギーを有するポリマーの表面ではぬれ性が低下し接着強度が低

下するというファクターを乗じることにより接着強度と表面自由エネルギーとの関係を表す式を導出した。

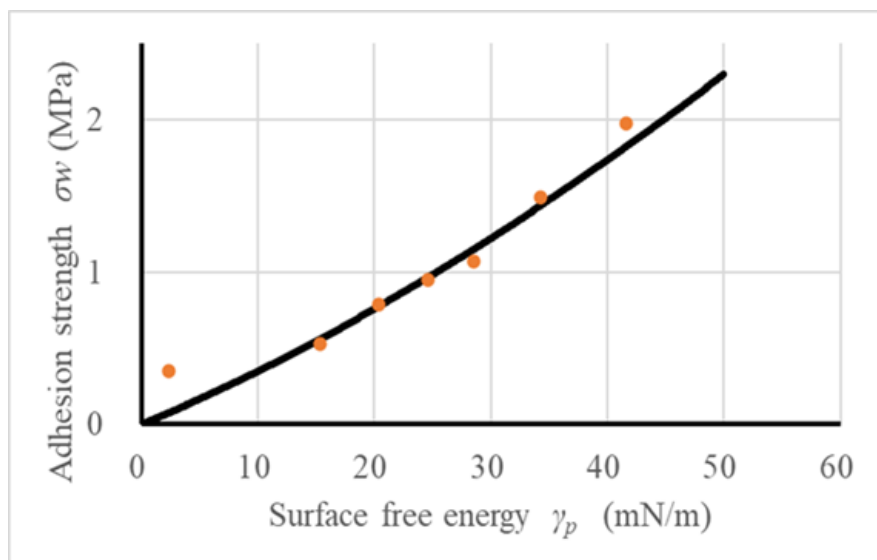


図1 接着強度の表面自由エネルギー依存性. 実線は切り欠きの長さ  $c = 3.7 \mu\text{m}$  とした場合の理論値.

図1に示すようにこの理論式は表面自由エネルギーが  $15.3 \text{ mN/m}$  以上の領域で実験値と一致した. 表面自由エネルギーが  $2.3 \text{ mN/m}$  の場合の接着強度は被着体表面が PTFE 粒子分散材料であることから説明される.

第4章では, 応力特異場パラメータの表面自由エネルギー依存性を明らかにした. これまでの章において接着強度としてせん断引張強度を用いた. しかしエポキシ樹脂とポリマーの接着において接着端の応力特異場に着目した場合, せん断引張強度の代わりに応力特異場パラメータを用いることが提案されている. 本章では特性方程式を解くことによりエポキシ樹脂とポリマーの接着における特異性の指数  $\lambda$  を求め, 表面自由エネルギーが減少すれば  $\lambda$  は増加傾向がみられ  $20.4 \text{ mN/m}$  で飽和値  $0.5$  に達することを明らかにした.

第5章では, これまでの章で得られた, 接着剤と低表面自由エネルギー被着体との接着強度の表面自由エネルギー依存性についての研究成果を, 動的接着現象である低表面自由エネルギー上での粒子のランダムウォークに適用した. その結果, 低表面自由エネルギー表面では付着力が弱くランダムウォークによる粒子の平均移動距離が増加することから光触媒粒子分散抗菌材料の抗菌性向上メカニズムを明らかにした.

第6章は本研究の総括を行った.