

プロジェクト名	集成材における接着不良部の非破壊全数検査技術の開発 —導電性接着剤を用いたラミナ積層部における接着性能の評価—		
プロジェクト期間	平成 22 年度～平成 23 年度		
申請代表者 (所属講座等)	大内毅 (技術教育講座)	共同研究者 (所属講座等)	遠藤秀治 (技術教育講座) 梅野貴俊 (技術教育講座) 岩倉宗弘 (九州計測器 (株))
<p>①研究の目的</p> <p>本研究は、非破壊検査の手段として、導電性接着剤の特性を応用した検査法を考案開発することを目的としている。すなわち、導電性接着剤を用いて集成材用ラミナを接着積層し、この接着剤の硬化過程、硬化時、および硬化後におけるラミナ積層部の電気抵抗変化を検出することで、ラミナ積層部の接着性能（集成材の強度性能）を非破壊検査する新しい技術の開発を目指している。</p> <p>昨年度は、本プロジェクトの支援を受け、水性高分子イソシアネート系接着剤（以下、水ビ）では、接着層内の硬化状態の認識が、また、レゾルシノール樹脂接着剤（以下、レゾ）では、鉄粉、銅粉を導電材とした場合、接着層内における未塗布部分の有無の判断が、導電電流を計測することによって可能であることを示唆した。さらに、各種導電材を混練した接着剤における接着力は、導電材の種類と含有量の影響はほとんど受けないことも明らかにした。</p> <p>今年度は、導電材を混練しない通常の接着剤を用いたラミナ接着層内における接着剤の硬化状態を診断するための基礎的資料を得ることを目的とした。すなわち、昨年度の本プロジェクトにおいては、導電性接着剤の特性を応用した非破壊検査技術の開発を目指したが、通常の接着剤に導電材を混練させることで、一般的には接着性能が低下すること、さらに、直流で電気抵抗を安定的に測定することは困難であることなどが指摘されたため、今年度は昨年度供試した接着剤に水分が含まれていることに着目し、導電材を混練しない状態で、新たに交流での電気抵抗（インピーダンス）を計測することとした。実験では、接着剤の硬化過程における接着層のインピーダンス計測を試みるとともに、同条件下における接着層のブロックせん断試験を行った。そして、インピーダンスとせん断力の関係からラミナ接着層内の硬化状態の検査が可能であるか検討した。</p> <p>②研究の方法</p> <p>【インピーダンス特性試験】</p> <p>供試材には、宮崎県産スギ材を用いた。図 1 に示すように、実際の集成材ラミナ積層接着部を想定して、インピーダンス特性試験を行うための試験体を作製した。また、同図に示すように、亜鉛メッキ鋼板を試験体に取り付けて測定端子とした。なお、接着剤には、昨年度と同様に水性高分子イソシアネート系接着剤（以下、水ビ）と、レゾルシノール樹脂接着剤（以下、レゾ）を用いた。</p> <p>インピーダンス特性試験は、図 2 に示すように、インピーダンス・アナライザ（NF 回路設計ブロック：ZGA5920）を用いて行った。試験は、まずスギ材の周波数依存性を調べるために、スギ材の生材状態から気乾状態の乾燥過程におけるインピーダンス Z と位相 θ を測定した。次に、水ビとレゾで接着した試験体を用いて、接着硬化過程におけるインピーダンス Z と位相 θ を同様に測定した。なお、接着剤の硬化を促進させるため、接着直後に測定した後、試験体は 50° 一定に設定した乾燥機内に養生しながら 60 分ごとに 300 分経過するまで測定した。</p>			

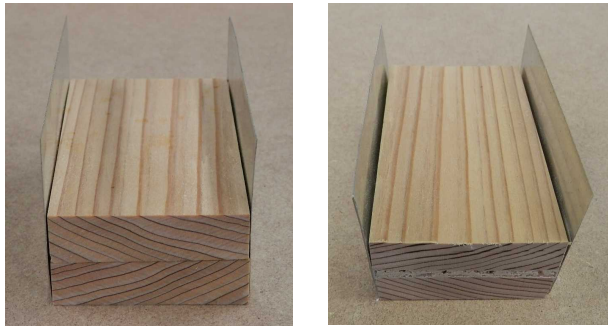


図1 インピーダンス特性試験の試験体（水ビ）

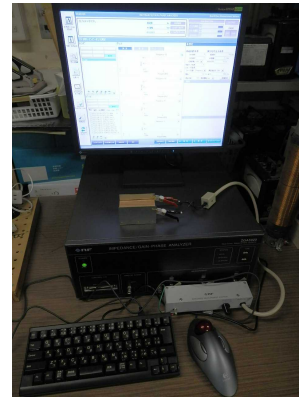


図2 インピーダンス特性試験

【ブロックせん断試験】

接着性能を調べるために、図3に示すような試験体を作製し、ブロックせん断試験を行った。ブロックせん断試験は、図4に示すように、万能試験機にせん断試験用治具（本年度購入）を用いて行った。インピーダンス特性試験と同様に、試験体は、温度を 50° に設定した乾燥機内に60、120、240分間それぞれ養生した後、試験に供した。なお、この試験で得られた最大荷重を接着面積で除した値を算出して、その値をせん断力として評価した。ここでのせん断力は、接着層のせん断と考えられるので接着性能と考えられる。

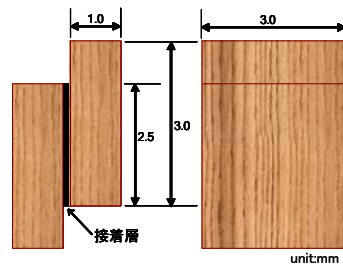


図3 ブロックせん断試験の試験体

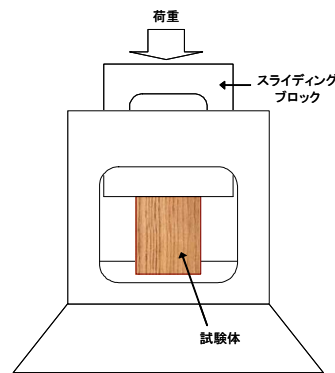


図4 せん断試験用治具の概略図

③研究成果

【スギ材のインピーダンスと位相の周波数依存性】

図5に、スギ材の生材状態と気乾状態におけるインピーダンス Z と位相 θ の周波数依存性を示す。これより、生材状態においては、 Z はいずれの周波数域においてもほぼ 16kHZ を示しており、電気的には抵抗として機能していることが明らかとなった。一方、乾燥後においては、 Z は 1k から 10kHz までは 400k から $500\text{k}\Omega$ となり、絶縁性が高まってコンデンサとして機能していることが明らかとなった。 10kHz より大きくなると、 Z と θ ともに大きく低下する傾向を示しており、このことから、以下のインピーダンス Z と位相 θ の評価には、 10kHz におけるデータを用いることとした。

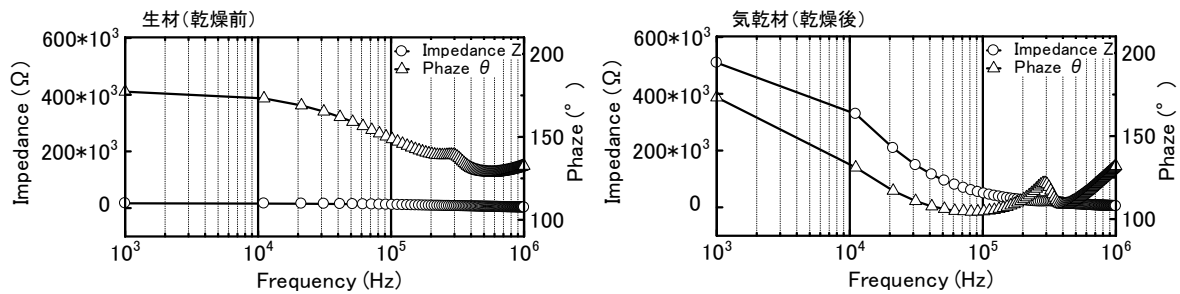


図5 インピーダンスZと位相θの周波数特性

【硬化過程におけるインピーダンスZと位相θ】

図6に、接着剤の硬化過程における接着層のZとθの変化を示す。これより、水ビとレゾのいずれの場合も、硬化が進展するにつれてZは直線的に大きくなる傾向を示し、θはほぼ一定の値を示すことが明らかとなった。また、レゾに比べて水ビの増加傾向が小さいのは、試験体の接着層が厚く、硬化時間300分では内部が十分硬化していなかったことが影響したものと推察される。さらに継続して硬化させれば、水ビの場合もレゾと同様に、Zは大きくなるものと考えられる。

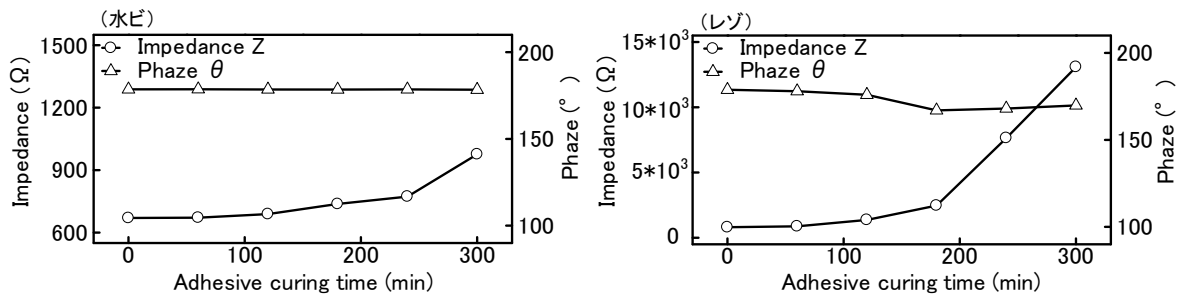


図6 硬化過程におけるインピーダンスZと位相θ

【硬化過程におけるせん断力】

図7に、接着剤の硬化過程(60、120、240分)におけるせん断力を示す。これより、水ビとレゾのいずれの場合も、硬化が進展するにつれてせん断力はインピーダンスZと同様に、直線的に大きくなる傾向を示した。

【インピーダンスからの接着性能の認識】

図8に、インピーダンスとせん断力の関係を示す。これより、水ビとレゾのいずれの場合においても、インピーダンスとせん断力との間に高い相関関係が認められた。このことか

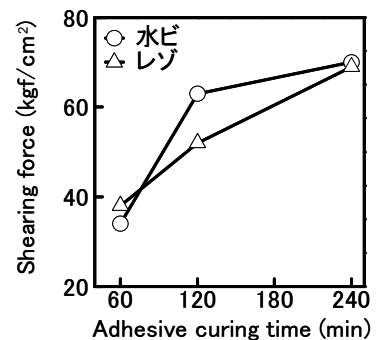


図7 硬化過程におけるせん断力

ら、接着層のインピーダンスをモニタリングすることによって、接着層内の硬化状態の認識が可能であることが示唆された。

④研究の今後の展望

本プロジェクト申請時において計画した専用の計測用治具の開発は、本年度は昨年度の計測方法とは異なり、インピーダンスの計測

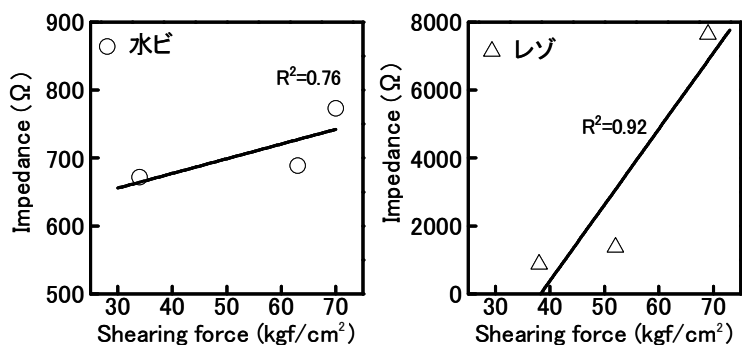


図8 インピーダンスとせん断力の関係

を主に行ったために実施することができなかった。今後の展望として、導電材を用いることなく、通常の接着剤（水ビとレゾ）の硬化過程におけるインピーダンスの測定が可能であることが示唆されたことから、インピーダンスをモニタリングすることによって接着性能を評価することはもちろん、今年度できなかった接着剤の塗布量や未塗布部分の面積の推定が可能であるか研究を進め、専用の計測用治具の開発も併せて実施する計画である。

⑤主な学会発表及び論文等（平成 24 年 3 月現在）

（1）論文発表

該当なし

（2）学会発表

第 18 回日本木材学会九州支部大会にて一部を公表済み（添付資料）

第 19 回日本木材学会九州支部大会にて発表予定