

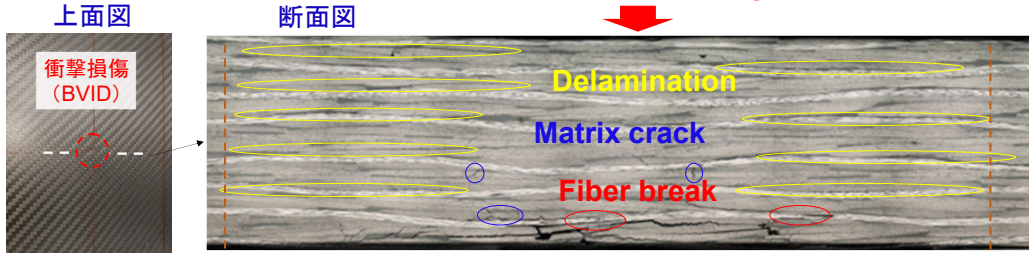
チャープ超音波ガイド波を用いたCFRP製モビリティ構造の衝撃損傷モニタリング

研究背景

軽量化のために、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)はパーソナルモビリティにも適用されている。しかし、パーソナルモビリティは所有者が気づかない間に損傷を受けた可能性が高く、CFRP構造に発生する損傷(BVID)は目視での発見も困難である。この研究では、Macro Fiber Composite (MFC) トランスデューサを用いて超音波を送受信する低コストかつコンパクトな構造ヘルスマニタリング(SHM)システムの開発を試みる。

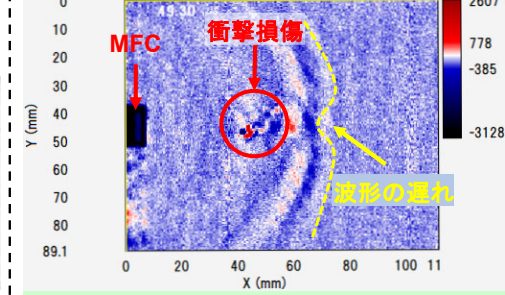
超音波の遅れ時間による損傷検出

損傷部の観察



外観からは判断できないが、損傷部の内部では複雑な微視的損傷が発生している。

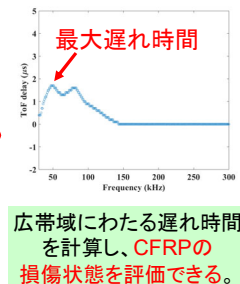
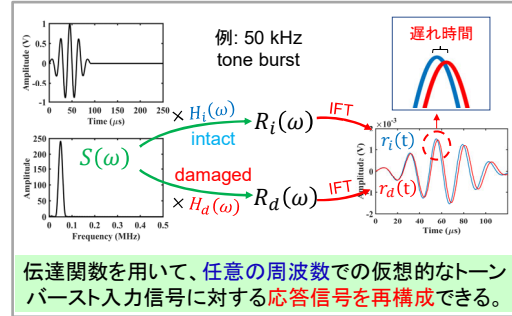
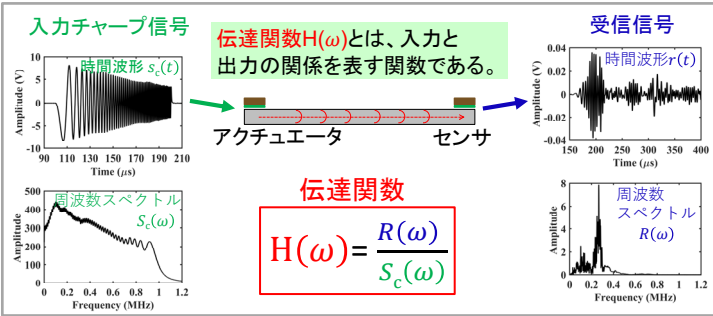
超音波可視化像



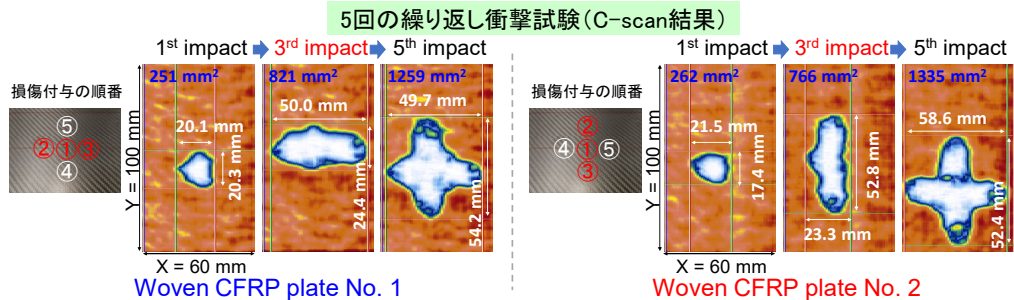
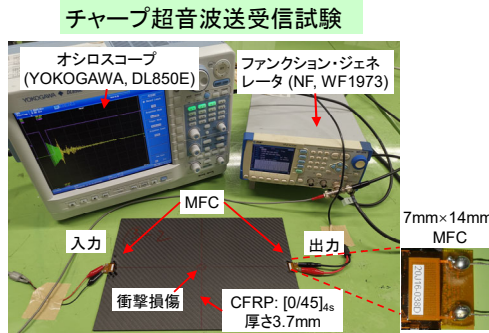
超音波の伝播経路に損傷があると、損傷部で超音波の群速度が変化し、伝播時間も変化する。これにより損傷検出が可能である。

伝達関数による遅れ時間の計算

複雑な衝撃損傷を評価する時、伝播時間の変化は超音波の周波数に依存する。そのため、確実に衝撃損傷を検知するには、様々な周波数での伝播時間の変化を計測する必要がある。この際、周波数の異なる多数のトーンバースト波を送受信するよりも、一つの広帯域信号を送受信して、伝達関数を求め、広帯域にわたる遅れ時間を計算する方が効率的である。

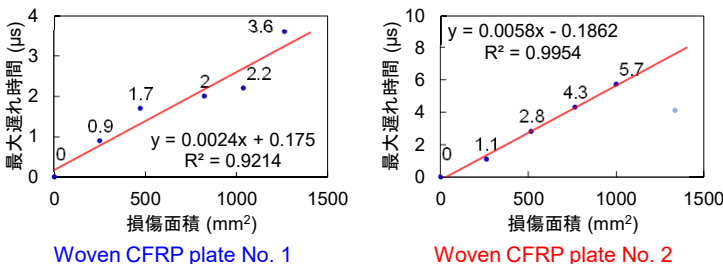


実験の流れ



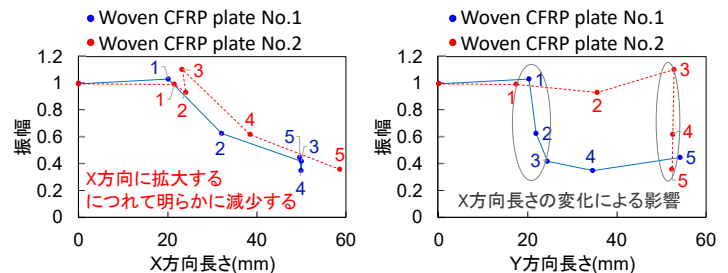
実験結果

損傷面積と最大遅れ時間の関係



Woven CFRPにおいて、損傷面積と最大遅れ時間は線形の関係にある。最大遅れ時間を用いて、損傷面積を評価することができる。

損傷形状とA₀モードの振幅の関係



A₀モードの振幅は、衝撃損傷がX方向に拡大するにつれて明らかに減少するが、Y方向の拡大に対しては変化しない。

まとめ

本研究で提案したSHMシステムは、衝撃損傷の大きさや広がり方向を定量的に評価することができる。