



分類	材料シミュレーション
キーワード	炭素繊維強化複合材料、有限要素法、熱伝導解析、硬化解析、残留応力解析、損傷発展解析
開発者	小笠原朋隆、キム サンウォン、吉川暢宏
作成年月	2010年3月
コード名	FrontCOMP
使用言語	Fortran90、C、C++

ソフトウェア開発の目的

炭素繊維強化複合材料は、比強度および比剛性の高さから、航空機をはじめとする軽量化がその価値を左右する機器の開発に、積極的に利用されつつある。ところが現状は、強度信頼性評価を的確に行う方法論が未整備であるため、保守的設計に留まり、その材料特性を十分に活かしてない。そのような現状を打開し、強度評価の方法論において新機軸を打ち立てるため、本ソフトウェア開発を行っている。既往の方法論では、炭素繊維束と樹脂の複合システムとしての材料を、複合則等により連続体化して扱う。その枠組みにおいては、複合システムとしての強度発現機構を現象に即して解明し、設計の高度化を行うことが難しかった。そこで、本研究開発においては、繊維束と樹脂を区分するメソスケール有限要素モデルを基盤に据えたソフトウェア開発を行っている。

ソフトウェアの構成

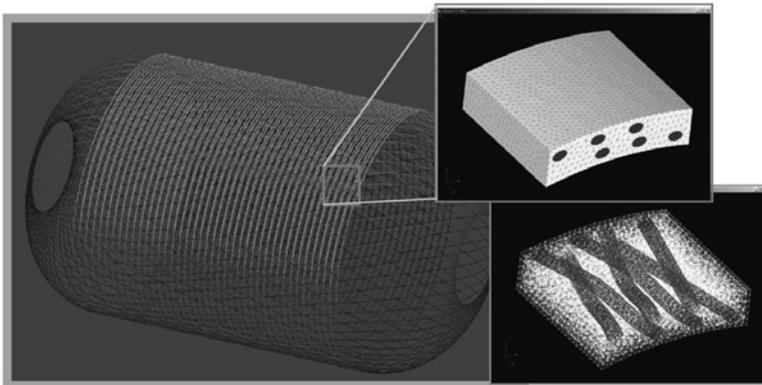
主要な開発構成モジュールを列挙する

- (1) FrontCOMP_mold：フィラメントワインディングや Resin Transfer Molding により製造される FRP 部品全体について、型に沿った炭素繊維束の配置を決定し、繊維束と樹脂を実物に即して別々に有限要素モデル化するための賦型プロセスシミュレーターである。
- (2) FrontCOMP_cure：硬化プロセス後の残留応力・残留ひずみを解析するシミュレーターであり、樹脂の発熱も含む型-炭素繊維束-粘弾性体（樹脂）の熱伝導/変形連成解析を行う。
- (3) FrontCOMP_damage：メソスケールモデルを用いて長期信頼性を評価するためのシミュレーターであり、損傷発展にともなう剛性低下と応力再配分を時刻歴解析する。

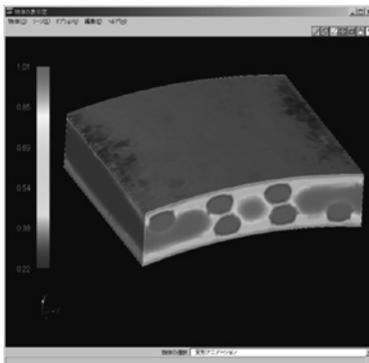
以上の基本モジュールを有機的に運用するプラットフォームも開発中である。

燃料電池自動車用高圧水素容器の破裂強度評価

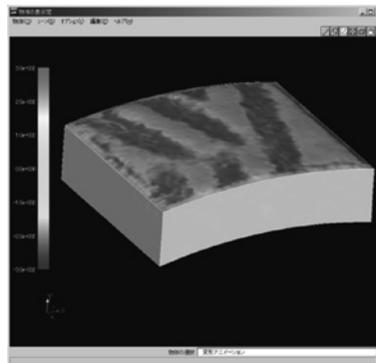
ソフトウェアの適用性を検証するため、炭素繊維束をフィラメントワインディングして製造された小型高圧容器の破裂強度評価に関する実証解析を行っている。フィラメントワインディングの経路を、測地線をたどることで求めて三次元データ化し、その一部に関して、炭素繊維束と樹脂を別々に有限要素分割したメゾスケールモデル作成する。硬化プロセスシミュレーションおよび損傷発展シミュレーションを実施し、メゾスケールでの応力集中と破裂強度の相関を検討している。



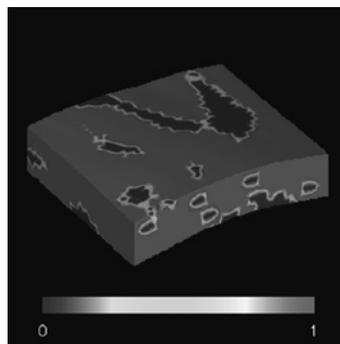
燃料電池自動車用高圧水素容器のメゾスケールモデル



硬化度解析



残留ひずみ解析



損傷解析

(執筆責任者：吉川暢宏)