

繊維強化プラスチック FRP をモデルにした破壊シミュレーション

(産総研) 青柳 裕子, 森田裕史, (京工織大) 齋藤明子, 田中照久,
(JST-ERATO, 九大, 東北大) 陣内浩

【はじめに】

繊維強化プラスチック (FRP) は、不飽和ポリエステル樹脂で代表されるマトリックスと繊維強化材(フィラー)とを複合化した軽量かつ丈夫な材料として、建築・自動車・医療等、様々な分野で実用されている。最近、X線 μ CT を用いた三次元同視野観察実験(1)によって、一軸伸張下における FRP の破壊過程が詳細に観察された。私達は、実験から観察されたフィラーの表面修飾の有・無による物性の違いに興味を持ち、シンプルな二次元格子モデル(2)(3)を用いた破壊シミュレーションを行った。

【結果と考察】

シミュレーションではひずみを一軸方向に与えていくと、フィラーの端から亀裂が生じ、マトリックスとフィラーの境界面に沿ってボイドが成長する様子が確認された。これは実験結果ともよく一致し、亀裂の先端で生じる応力集中の分布は破壊力学でよく知られるグリフィス理論とも一致している。Figure1 にフィラーが伸張方向に平行な場合のボイドの様子を示した。赤い領域がマトリックスを示し、青い領域がフィラー、白い領域がボイドである。ボイドの形状は円に近い形をしており、ボイドができた分、応力が緩和されている。また、Figure2 は、フィラーが伸張方向に垂直な場合のボイドの様子である。Figure1・Figure2 で示されたボイドの形状は、実験で観察されたボイドの形状を良く再現できていることが確認できた。フィラーの表面に修飾処理を施しマトリックスとの親和性を高めた場合、何も処理しない場合と比べて、ボイドの生成が抑制されるが、一度ボイドができるとその面積が伸張方向に向かって大きく成長ことが確認され、実験と同じ傾向を示すことがわかった。これらの結果から、フィラーの表面修飾の違いによって生じるフィラー・マトリックス界面の振る舞いの違い(ボイドの生成・成長)について物理的に明らかになりつつある。これらの詳細については、当日報告する。

【参考文献】

- (1) H. Saito et al., *Polym. Prepr. Jpn*, 59, No.1, 950, 2010
- (2) Y. Aoyanagi and K. Okumura, *J. Phys. Soc. Jpn*, 78, No.3, pp034402 1- 5, 2009
- (3) Y. Aoyanagi and K. Okumura, *Phys. Rev. E* 79, 066108, 2009

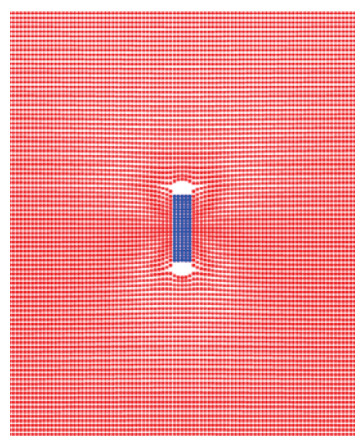


Figure1. The shape of void in elastic composite body, if the filler is located in parallel with extension direction. Blue area shows filler and red area shows elastic body.

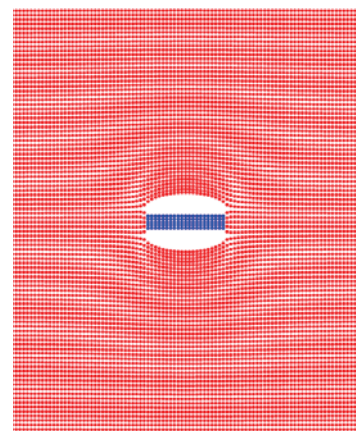


Figure2. The shape of void in elastic composite body, if the filler is located in vertical with extension direction.