

風レンズ風車用の炭素繊維強化複合材の衝撃圧縮挙動の負荷方向依存性

工学部 機械システム工学科 中井賢治, 横山 隆, 田中翔太, 田淵紀之, 定松昌平 (中井研究室)

Keywords: カーボン/エポキシ積層複合材, ホプキンソン棒法, 圧縮特性, 負荷方向, ひずみ速度

1. 研究目的

九州大学では, 効率に優れた「風レンズ風車」を「六角形浮体」に搭載した「洋上エネルギーファーム」の実証試験が2011年11月から開始した. 第1期計画では博多湾に直径18 mの浮体, 第2期計画では福岡県津屋崎沖に直径60 mの浮体と2機の風レンズ風車を搭載した実験が計画されている. 今後, エネルギーファームの効率を更に高めるためには, 軽量でかつ高強度, 高剛性である大型風車を開発する必要がある. このような観点から, 風車の大型構造部材に炭素繊維強化複合材 (CFRP) の使用が計画されている. 九州大学応用力学研究所のエネルギー変換工学分野では, 真空樹脂含浸製造法 (Vacuum assisted Resin Transfer Molding : VaRTM) によるCFRPの開発研究が新しいテーマとして開始されている. この手法を用いると, 風車や集風体など複雑な大型部材を製作することが比較的容易になる. 風レンズ風車が台風等で大波高波浪による衝撃を受けた時の安全性を評価するために, CFRPの衝撃特性データが不可欠である.

本研究の目的は, VaRTM法により成形した直交積層カーボン/エポキシ複合材の主軸3方向すなわち繊維 (1-), 面内横 (2-), 板厚 (3-) 方向における静的及び衝撃圧縮応力-ひずみ特性 (極限圧縮強度, 極限圧縮ひずみ, 極限圧縮ひずみ直までの吸収エネルギー) を, 実験的に評価することである.

2. 供試材と試験片の形状寸法

供試材として, VaRTM法により成形された板厚 10 mm の直交積層カーボン/エポキシ積層板から, 最上・下面での繊維方向 (1-d), 面内横方向 (2-d), 板厚方向 (3-d) に対して機械加工により直径 $d = 8$ mm の円柱状の静的および衝撃試験片を採取した.

3. 試験方法及び結果

インストロン試験機 (モデル 5500R) を用いて, 室温にて低速・中間ひずみ速度 (クロスヘッド速度 1, 50 mm/min) で圧縮試験を行なった. 衝撃圧縮試験では, 標準型ホプキンソン棒装置を用いた. 本装置は, 主として入出力棒 (JIS SUJ2, 直径 16 mm, 長さ 1500 mm) と打出し棒 (JIS SK5, 直径 15.9 mm, 長さ 350 mm) から構成されている.

全ての負荷方向の静的・衝撃試験により得られた圧縮応力-ひずみ関係を, 図 1 に示す. どの方向においても, ひずみ速度が上昇するにつれて, 初期の傾き (初期係数), 極限圧縮強度は大きくなっているが, それに対応するひずみは小さくなっている. また, どのひずみ速度においても板厚方向 (3-d) の極限圧縮強度は, 他の 2 方向のそれらに比べて大きくなっている.

4. 応用先

本研究におけるカーボン/エポキシ積層複合材の衝撃圧縮特性データは, 複合材構造物の動的設計に対する有用な設計指針を与えることが期待される.

Fig. 1 直交積層カーボン/エポキシ複合材の静的・衝撃圧縮応力-ひずみ関係の負荷方向依存性 (右図)

