

## 研究論文

## 直交積層カーボン／エポキシ複合材の圧縮特性の評価：負荷方向と温度の影響

†中井賢治\*, 福島 翼\*\*, 氏峰大地\*, 溝垣悠河\*\*

**Evaluation of Compressive Characteristics of a Cross-ply Carbon/epoxy Laminated Composite: Effects of Loading Direction and Temperature**

by

†Kenji NAKAI\*, Tsubasa FUKUSHIMA\*\*, Daichi UJIMINE\*, and Yuga MIZOGAKI\*\*

(Received Oct. 22, 2020; Accepted Nov. 20, 2020)

**Abstract**

The compressive properties of a cross-ply carbon/epoxy laminated composite in the three principal material directions or fiber (1-), in-plane transverse (2-) and through-thickness (3-) directions are investigated on an Instron testing machine over a range of temperatures between 20 and 80 °C. A nearly 10 mm thick cross-ply carbon/epoxy composite laminate fabricated by vacuum assisted resin transfer molding (VaRTM) is tested. Cylindrical specimens with slenderness ratios (= length/diameter) of 1.0 and 1.5 are used. A pair of steel rings are attached to both ends of the cylindrical specimens to prevent premature end crushing in the 1- and 2- direction tests with the Instron testing machine. It is shown that the ultimate compressive strength (or failure stress) and absorbed energy decrease significantly, while the ultimate compressive strain increases or decreases with temperature in the range of 20 to 80 °C in the three principal material directions. The failure modes are strongly affected by the temperature as well as loading directions.

**Keywords:** Compressive Property, Cross-ply Carbon/Epoxy Laminated Composite, Failure Mode, Loading Direction, Temperature

**1. 緒言**

高分子基複合材料（以下、複合材と略す）は、金属材料と比較して比強度、比剛性が高いだけでなく、疲労寿命や耐食性・耐摩耗性にも優れているため、航空機体、自動車部品、各種スポーツ用具、風車部材など広範に使用されている。これらの複合材構造物は稼働（使用）中に機械的負荷を受ける場合が多いため、これまで種々の積層複合材（一方

向強化材、直交積層材、疑似等方積層材、織物強化材など）の機械的特性が測定されてきた<sup>1)~30)</sup>。また、海上、山間部など複合材構造物の使用場所によっては直射日光等により環境が急激に変化することから、複合材の機械的特性や破壊モードに及ぼす温度<sup>1)~16)</sup>、湿度<sup>6), 17), 18)</sup>、紫外線照射<sup>17), 18)</sup>の影響についても調べられてきた。実際の複合材構造物は稼働中、外部より様々な方向から負荷が作用すると同時に環境の変化も受けることから、複合材の室温での圧縮、引張り、せん断応力-ひずみ関係に及ぼす負荷方向（面内及び板厚方向）の影響を調べた研究<sup>23)~26)</sup>や室温、高温での圧縮、引張り応力-ひずみ関係の繊維配向角依存性を評価した研究<sup>7), 16), 30)</sup>等が行われている。しかしながら、負荷方向と環境（温度や湿度など）の影響を同時に調べた研究は、これまであまり報告されていない。

本研究の目的は、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-）方向における圧縮応力-ひずみ特性（極限圧縮強度、極限圧

令和2年10月22日受付

\* 岡山理科大学工学部機械システム工学科：岡山市北区理大町1-1

TEL 086-256-9615 FAX 086-256-9615

nakai@mech.ous.ac.jp

Department of Mechanical Engineering, Okayama University of Science: 1-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama 700-0005, Japan

\*\* 岡山理科大学大学院工学研究科：岡山市北区理大町1-1 Graduate School of Engineering, Okayama University of Science: 1-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama 700-0005, Japan

†：連絡先/Corresponding author