

平成 15 年 2 月 21 日

機械構造システム工学専攻	学籍番号	963119
申請者氏名	永田 正道	

指導教官氏名	竹園 茂男 教授 本間 博臣 教授 上村 正雄 教授 埜 克己 助教授
--------	--

論 文 要 旨 (博士)

論文題目	CFRP 擬似等方積層板の強度に及ぼす荷重方向の影響
------	----------------------------

繊維強化プラスチック (FRP) に代表される繊維分散系複合材料は、最も汎用性が高い複合材の一種である。従来のプラスチックに比べて高い比強度や比剛性、成形性など優れた性質を有し、資材の入手も容易であることから生産性にも優れている。このように、FRP は優れた性質や多様性をもった材料であるが、その構造上、強化材料である繊維配向の影響により、単体では一方向強化材料としての性質を含んでいる。その特徴として、強化材の埋め込こまれた方向には高強度・高剛性であるものの、その他の方向、特に繊維と直交する方向では荷重に対して弱いままとなっている。そのため、利用の際にはこの異方性を意識した使い方が重要となるが、構造材として使用される場合にはこのような性質が無視できない複雑な荷重環境下に置かれることがある。そこで通常はこのような強い異方性を克服する方法として、異なる繊維方向を有する CFRP の単層板を重ね合わせて積層板として用いられることが多い。古典的な積層理論によれば、積層板を構成する複数の単層板において、それぞれの繊維方向の角度差が等角で  $60^\circ$  以下であれば、理論上その応力一ひずみ関係に方向性が現れないとされている。このような積層板は、特に擬似等方積層板と呼ぶ。しかし、積層板はその構造上多数の界面を持つことや、それを構成する単層板自体が、異方性を有する不均質材料である。そのため、これらの問題を内包した積層板の損傷進展や強度には、荷重方向による影響が大きく存在するものと考えられ、いくつかの報告がなされている。

しかしながら、それらの多くは直交積層板を扱ったものが多く、擬似等方積層板に関して扱ったものは植村と井山の研究を除いて無いようである。植村と井山は、一方向強化材、直交積層板、擬似等方積層板について 2 種類の試験片形状で引張試験を行い、強度に及ぼす試験片形状や積層板の種類の影響と共に、擬似等方積層板の強度の方向性について考察を行っている。その際、FRP は繊維と直交する応力が強度に及ぼす影響が大きいことから、この応力が最大値を示す層の場所が荷重方向によって変化するため、引張強度には方向性が存在すると述べている。

本研究では、CFRP 擬似等方積層板の強度について、引張り負荷のみならず圧縮負荷も含めて、実験と解析の各々の場合について検討を行うことを目的とした。実験には 8 層からなる CFRP 擬似等方積層板として、2 種類の積層構成のものを用いた。引張試験では、各々の積層板から切出し方向を数種類に変化させた試験片を作成し、一定の変位速度で実験を行った。その際、引張強度を調べるとともに、試験中の試験片側面部における損傷進展の観察も行った。圧縮試験では、各々の積層板から数種類の方向及び長さを持った試験片を切出して、一定の変位速度または荷重速度による実験を行った。そして、長さや荷重方向の変化に対して圧縮強度 (または座屈強度) を求めた。解析では、汎用有限要素法解析ソフトによる三次元解析を行い、その計算結果から、擬似等方積層板の引張強度や圧縮強度または座屈強度の推定値を計算した。その際、一方向強化材の一般的な破損則として Tsai-Wu 則を用いた。また、この計算は実験では行っていない、任意の荷重方向についても行った。