

集成材の材料定数の測定

環境構造工学講座 02468 三浦 映子
指導教官 薄木 征三 後藤 文彦

1. はじめに

近年、鋼板で補強するなどして比較的長スパンの道路橋などにまで集成材が広く使われるようになってきていることもあり、集成材構造を数値モデル化する必要性が高まってきた。集成材は、異方性の強い材料であるが、異方性材料として材料定数が測定されることはほとんどないため、異方性材料として数値モデル化の際にどのように材料定数を設定すべきかの判断材料にとぼしい。そこで本研究では、軸方向、軸直角2方向の計3方向に切り出した集成材の供試体柱の圧縮試験を行い、直交異方性材料とみなした集成材の3方向のヤング率、6つのポアソン比の測定が可能であるかどうかを検討する。

2. 実験方法

図-1 に示すように集成材をそれぞれ幅 $b = 8\text{cm}$ 、桁高 $h = 32\text{cm}$ を目安¹⁾に、柱軸方向が x 方向、 y 方向、 z 方向となるように切り出し、試験体は柱軸方向に対応させて試験体 x 、試験体 y 、試験体 z と呼ぶ。図-2 に示すように、切り出した集成材の4つの側面の、柱軸方向と柱軸直角方向にそれぞれ4箇所、計8箇所にはずみゲージを貼る。圧縮試験機で柱軸方向に圧縮し、ひずみと荷重を測定する。このとき繊維直角方向に載荷される試験体 x と試験体 y は最大 6kN のレンジで、繊維方向に載荷される試験体 z は最大 60kN のレンジで載荷する。比較のため、試験体 z の x 面については π 型変位計でも横ひずみ、縦ひずみをそれぞれ測定する。

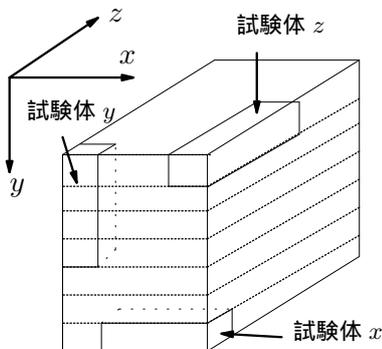


図-1 試験体 $x \sim z$

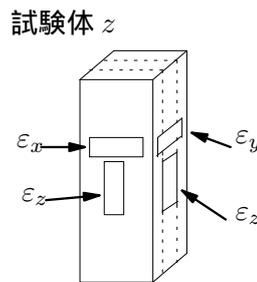


図-2 ひずみゲージ

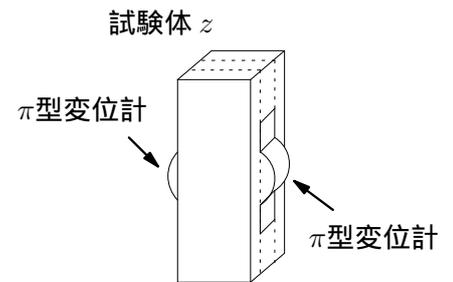


図-3 π 型変位計

3. 実験結果

ひずみゲージで測定した応力-ひずみ曲線を図-4～図-6 に示す。1つの試験体について、縦ひずみが4本、横ひずみが4本の計8本ずつの曲線が示してある。図-7は、 π 型変位計の x 面の縦ひずみが2本、横ひずみが2本の計4本の曲線が示してある。図-8は π 型変位計の横ひずみ2本についてスケールを変えて書き直してある。応力-ひずみ曲線の線形回帰直線の傾きから、縦ひずみ測点4箇所の平均としてヤング率 E_x 、 E_y 、 E_z を求め、その値と最終の荷重段階の縦ひずみと横ひずみを用いてポアソン比を求める。ポアソン比は、 $\nu_{zx} = -\frac{E_z \epsilon_z}{E_x \epsilon_x}$ 、 $\nu_{yx} = -\frac{E_y \epsilon_y}{E_x \epsilon_x}$ 、 $\nu_{xy} = -\frac{E_x \epsilon_x}{E_y \epsilon_y}$ 、 $\nu_{zy} = -\frac{E_z \epsilon_z}{E_y \epsilon_y}$ 、 $\nu_{xz} = -\frac{E_x \epsilon_x}{E_z \epsilon_z}$ 、 $\nu_{yz} = -\frac{E_y \epsilon_y}{E_z \epsilon_z}$ として求める。

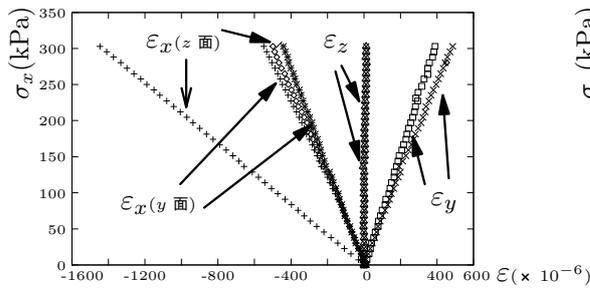


図-4 試験体 (x)

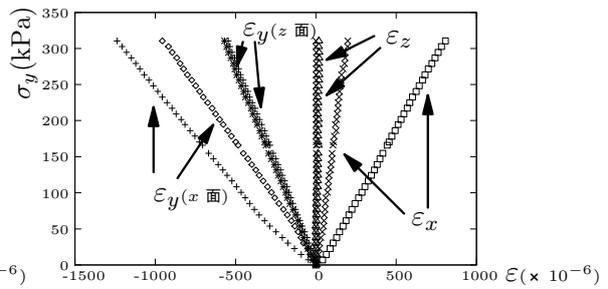


図-5 試験体 (y)

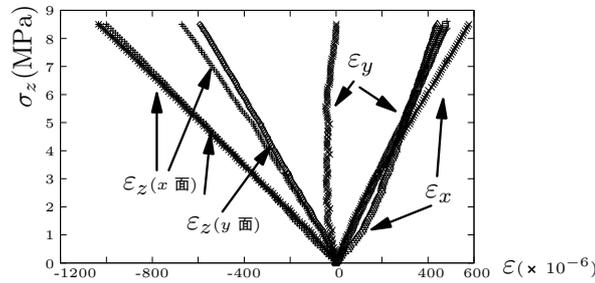


図-6 試験体 (z)

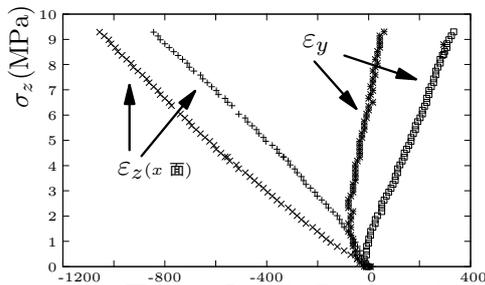


図-7 試験体 (π型試験体 z)

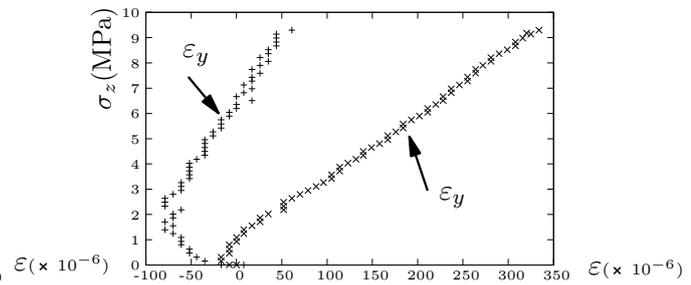


図-8 試験体 (π型試験体 z横)

表-1 実験結果

試験体	ヤング率	横ひずみ/縦ひずみ	横ひずみ/縦ひずみ	ポアソン比
x	0.504	0.883(z面)	0.016(y面)	$\nu_{zx}=0.3471$ $\nu_{yx}=0.7336$
y	0.420	0.890(z面)	0.010(x面)	$\nu_{xy}=1.0675$ $\nu_{zy}=0.2633$
z	10.82	0.662(y面)	0.231(x面)	$\nu_{xz}=0.0308$ $\nu_{yz}=0.0090$
z(π型変位計)	9.789	0.227(x面)	-	$\nu_{yz}=0.0075$

実験結果を見ると、いずれの結果もばらつきが大きい。縦ひずみは比較的線形に分布しているが、横ひずみは必ずしも線形的ではない部分も見られた。図-5や図-6の縦ひずみように、対面どうしのひずみは近い例もあるし、図-4の縦ひずみのように対面どうしですら大きく異なる例も見られた。 $\sigma_z=8.96\text{MPa}$ のとき、縦ひずみ ϵ_z の平均はひずみゲージが 890.5μ でπ型変位計は 919μ である。このことから、π型変位計の方がひずみゲージより、3%程度大きめの値が測定されるようだ。また、ひずみゲージと比べるとπ型変位計による測定値は線形的にならない。図-8の横ひずみの1本が、載荷初期に圧縮方向のひずみを発生させてから、その後引張方向のひずみに転じている。これは取付部がすべっている可能性も考えられる。ヤング率に関しては集成材の一般的な値が求まっているようだが、ひずみ測定値のばらつきが大きいので、ポアソン比の値は1を超えるような非現実的な値も出ているので、この方法によるポアソン比の測定はあまり実用的ではないかもしれない。今回の結果をもとに試験方法、測定方法を検討し、より精度の高い材料定数の測定方法を模索したい。

参考文献

- 1) American Society for Testing and Materials: Standard test methods of static tests of lumber in structural sizes, ASTM Standards, D198-94, 1994.