

秋田大学 学生員 ○磯川 新吾

秋田大学 正 員 長谷部 薫

秋田大学 正 員 薄木 征三

1. まえがき 構造用集成材とは、ひき板をその繊維の方向がほぼ平行になるように積層し、接着剤をもって一体的に接着合成した材で構造耐力を期待して製造されたものである。この集成材は単一木材とは異なり燃えにくく、かつ乾燥によるひび割れに抵抗力が強いことが分かっており、これまで主に建築の分野で使用されてきたものである。

この集成材で格子けたを作製した場合、主げたと横げたはボルトによって直接連結される構造となるが、横げたは曲げとせん断を受けており、このような状況でのボルト継手の安全性を検討する必要がある。集成材はその繊維の方向とそれに直角方向ではヤング率が異なる直交異方性材料である故、ボルト孔周辺の応力分布も鋼とは異なることが予想され、数値計算を行って応力分布を調べた。

2. 解析モデル Fig.1 に主げたと横げたの連結法の一例を示す。連結具のアンクルとボルトは鋼製である。横げたの上下の添接部A、Cは曲げモーメントに抵抗し、けた中央のBはせん断に抵抗すると考えられる。

連結部A、Cのボルトは、ボルトの胴がボルト孔周辺に与

える放射方向応力分布を¹⁾

$$p = p_0 \cos \theta \quad (1)$$

と仮定した。したがってボルト孔1個に作用する

水平力 (Fig.2) は $P = \pi t p_0 / 2$ となる。ここで t は板厚、 p はボルト孔の半径であり、 $t = 10\text{cm}$ である。Fig.2 において、自由縁までの距離 e と孔中心間隔 P_i がパラメーターである。

連結部Bではボルト孔周辺の圧力分布は式(1)と同じであるが、せん断力に抵抗するのであるから圧力の方向は上または下向きとなる。境界条件は添接部A、Cでは、Fig.2 において辺 1-2 と 4-1 は自由、他の辺はローラー支持とし、添接部Bでは辺 4-1 のみ自由で他の辺はローラー支持とする。

3. 応力-ひずみ関係 FEMによる解析において、応力-ひずみ関係 $\sigma = D \cdot \epsilon$ を表わす D マトリックスは平面応力問題に対して

$$\begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{E_x}{1-\nu_{xy}\nu_{yx}} & \frac{\nu_{xy}E_y}{1-\nu_{xy}\nu_{yx}} & 0 \\ \frac{\nu_{xy}E_y}{1-\nu_{xy}\nu_{yx}} & \frac{E_y}{1-\nu_{xy}\nu_{yx}} & 0 \\ 0 & 0 & G_{xy} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \epsilon_x \\ \epsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} \quad (2)$$

となり独立な定数は ν_{xy} , ν_{yx} , E_x , E_y および G_{xy} の 5 個である。これらは材料試験から決められるべきであるが、ここでは、文献 1) のデータを例とする。これは Douglas-fir (ダグラスもみ) と言われる米国で最もポピュラーな木材のデータであり、我国の杉に相当する強度

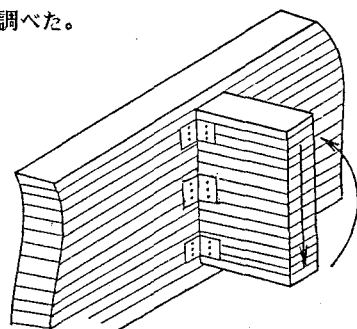


Fig.1

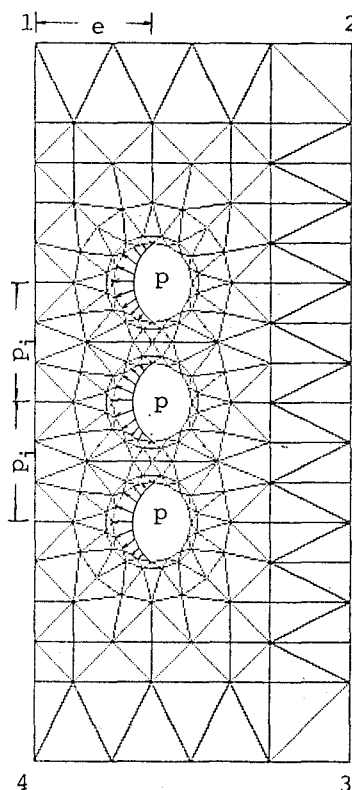


Fig.2

をもっている。これら 5 個の定数の値は以下のようである。

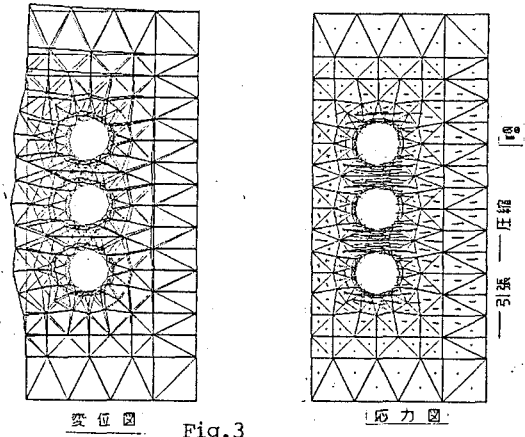
$$E_x = 1.43 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2 \quad E_y = 0.397 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2 \quad \nu_{xy} = 0.348 \quad \nu_{yx} = 0.01 \quad G_{12} = 0.795 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2 \quad (3)$$

4. 結果 Fig.3 は添接部A、即ち上辺と左辺が自由、他の 2 辺はローラー支持とモデル化した場合の変位図と主応力図を示す。一本のボルトの水平力Pは 100kg、ボルト半径は $\rho = 10\text{mm}$ である。

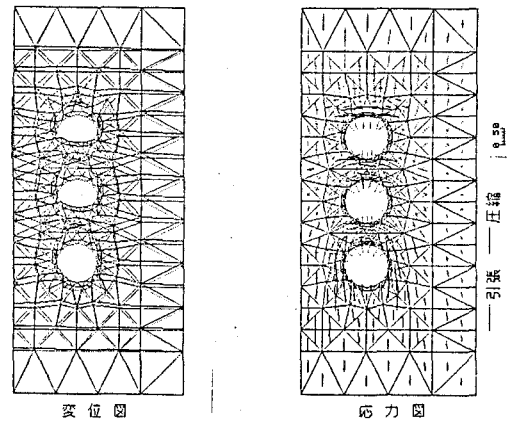
Fig.4 は添接部C、即ち左辺のみ自由、他の 3 辺はローラー支持とした場合の変位図と主応力図である。これらいずれの場合も上又は下の中心から上辺又は底辺までは、約 $7 \times \rho$ 離れている。またピッチ P_i と半径 ρ の関係は $P_i / \rho = 3$ の場合である。

Fig.5 は、3 孔の周辺での応力集中係数を表す。orthotropic は式 (3) の定数を用いた場合であり、isotropic は $E_x = E_y = 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 、 $\nu_{xy} = \nu_{yx} = 0.3$ の等方性とした場合である。isotropic では P_i / ρ の増大とともに応力集中率は漸減し、 $P_i / \rho = 5.5$ で 1 以下となるのに対して、式 (3) の材料では集中率は仲々低下しない。

Fig.6 はせん断力の場合である。この場合は繊維に直角に圧力が作用しており、この方向のヤング率 E_y は式 (3) からわかるように E_x より小さい。したがって圧力への抵抗は変位によって吸収される為と考えられる。



変位図 Fig.3 応力図



変位図 Fig.4 応力図

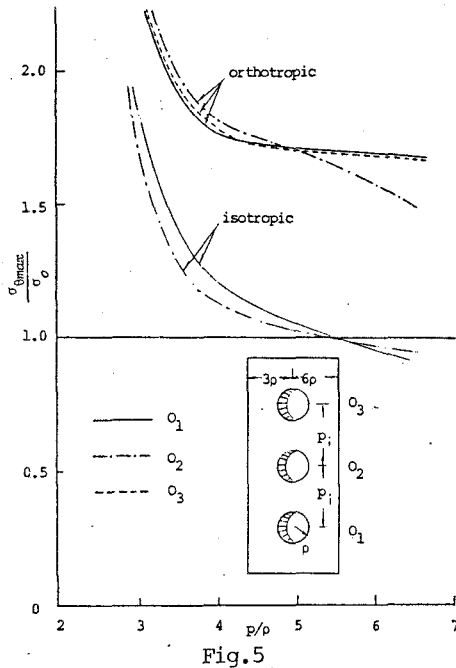


Fig.5

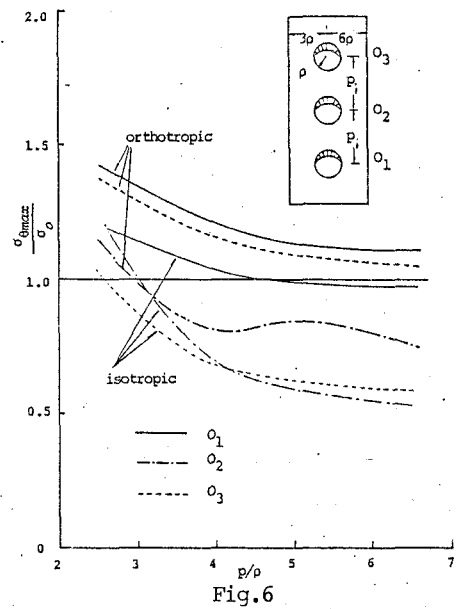


Fig.6