

## 1. まえがき

図-1 のような骨組のみからなる構造のトラスの応力解析については、既に知られている。また図-2 のような骨組と板(平面応力状態のシェイブ)よりなる構造のトラスの応力解析についての研究もある。<sup>1)</sup>ここでは図-3 のように近似解析法として骨組と板(せん断場)よりなる構造のトラスの応力解析をしたので、その結果をここに報告する。

## 2. 解析の理論

せん断場理論による板とトラス立体構造の解析にあたっては次のようにする。①立体トラスの剛性マトリックスを求める。②平面応力状態の板をせん断力のみが支配的に働くせん断場と考慮(したがって直応力の項は無視する。)剛性マトリックスを求める。③構造物全体について合計する。④境界条件や荷重条件を与えて変位を求める。⑤この変位を個々のトラス部材の剛性マトリックスの関係にあてはめるとトラス部材力が求まり、せん断場の剛性マトリックスの関係にあてはめると板のせん断力が計算される。

立体トラスの剛性マトリックスは式(1)のとうりである。

$$\begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \\ X_j \\ Y_j \\ Z_j \end{pmatrix} = \frac{EA}{L} \begin{pmatrix} \lambda^2 & \lambda\mu & \lambda\nu & -\lambda^2 & -\lambda\mu & -\lambda\nu \\ & \mu^2 & \mu\nu & -\lambda\mu & -\mu^2 & -\mu\nu \\ & & \nu^2 & -\lambda\nu & -\mu\nu & -\nu^2 \\ & & & \lambda^2 & \lambda\mu & \lambda\nu \\ & & & & \mu^2 & \mu\nu \\ & & & & & \nu^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_i \\ v_i \\ w_i \\ u_j \\ v_j \\ w_j \end{pmatrix} \dots (1)$$

Sym.

ここで  $X_i, Y_i, Z_i$  は  $i$  点の  $x$  方向,  $y$  方向,  $z$  方向の節点力があり,  $u_i, v_i, w_i$  は  $i$  点の  $x$  方向,  $y$  方向,  $z$  方向の節点変位である。  $A$  は部材断面積であり,  $L$  は部材長である。また  $\lambda, \mu, \nu$  は部材の  $x$  軸,  $y$  軸,  $z$  軸に対する方向余弦である。

またせん断場の剛性マトリックスは式(2)のとうりである。

$$\begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \\ X_n \\ Y_n \\ X_m \\ Y_m \\ X_p \\ Y_p \end{pmatrix} = \frac{Gt}{4} \begin{pmatrix} r & 1 & r & -1 & -r & -1 & r & 1 \\ & \frac{1}{r} & 1 & -\frac{1}{r} & -1 & -\frac{1}{r} & -1 & \frac{1}{r} \\ & & r & -1 & -r & -1 & -r & 1 \\ & & & \frac{1}{r} & 1 & \frac{1}{r} & 1 & -\frac{1}{r} \\ & & & & r & 1 & r & -1 \\ & & & & & \frac{1}{r} & 1 & -\frac{1}{r} \\ & & & & & & r & -1 \\ & & & & & & & \frac{1}{r} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_i \\ v_i \\ u_n \\ v_n \\ u_m \\ v_m \\ u_p \\ v_p \end{pmatrix} \dots (2)$$

Sym.

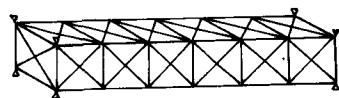


図-1

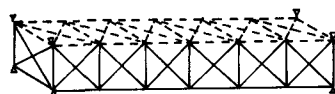


図-2

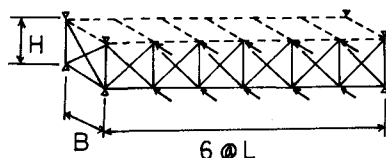


図-3

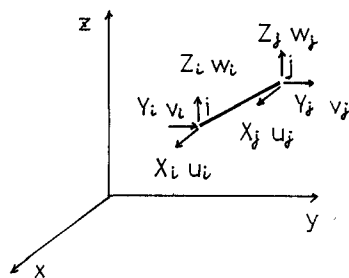


図-4

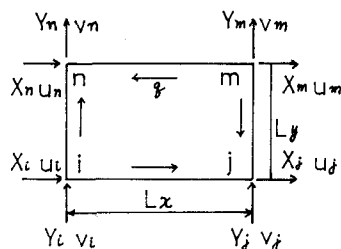


図-5

ここで  $r = \frac{Lx}{t}$  とする。 $G$  はせん断弾性係数であり、 $t$  は板厚である。

せん断場のせん断流は式(3) から計算される。

$$q = \frac{Gt}{2Lx} (r u_c + v_c + r u_d - v_d - r u_m - v_m - r u_n + v_n) \quad \dots (3)$$

### 3. 解析例

図-3 における断面寸法は  $B=7\text{m}$ ,  $H=7\text{m}$ ,  $L=7\text{m}$ ,  $E=2.1 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ , 板厚  $t(\text{cm})$ , トラス部材の断面積: 下弦材  $A=100\text{cm}^2$ , 下横構  $A=100\text{cm}^2$ , 垂直材, 斜材  $A=100\text{cm}^2$ , 上横構  $A_s(\text{cm}^2)$  である。比較のため図-1, 図-2 についても同断面で計算した。その時はポアソン比  $\nu=0.3$ , 上弦材  $A=100\text{cm}^2$ , 上横構  $A_e(\text{cm}^2)$  とする。

せん断場つきトラス構造物の板厚  $t$  と節点変位  $v$  の関係も求め(図-6), これとすでに求めた立体トラスの上横構断面積  $A_e$  と節点変位  $v$  の関係と比較すると次のことが言える。同一の  $v$  を与えるための  $A_e$  と  $t$  の関係を求めると, 上横構  $A_e$  の換算板厚  $t$  が求められる。(図-7) せん断場を持つトラス構造物では  $t-v$  曲線よりわかるように,  $t$  が変化したとき  $v$  は一定値をとる。したがって  $t$  が少し変化しただけで  $A_e$  の最大値に近づくため,  $A_e-t$  曲線がシャイベを持つトラス構造物よりも急勾配になる。このことは部材力  $S$  についても同様のことが成り立つ。

終りに本研究をすすめるに際し北工大学部渡辺教授に非常にお世話になったことを感謝する。

なお計算は北工大計算機センターと東北大大型計算機センターを利用した。

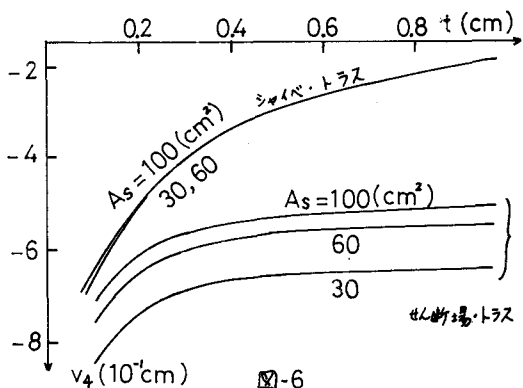


図-6

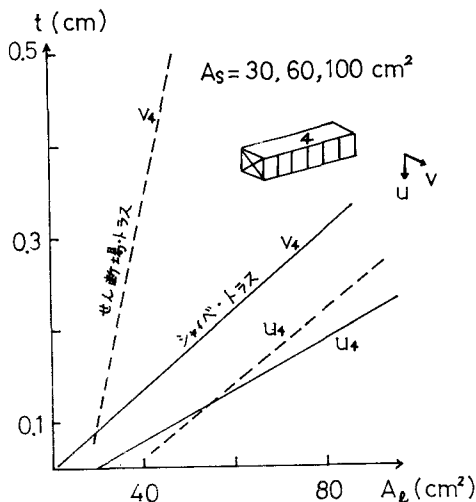


図-7

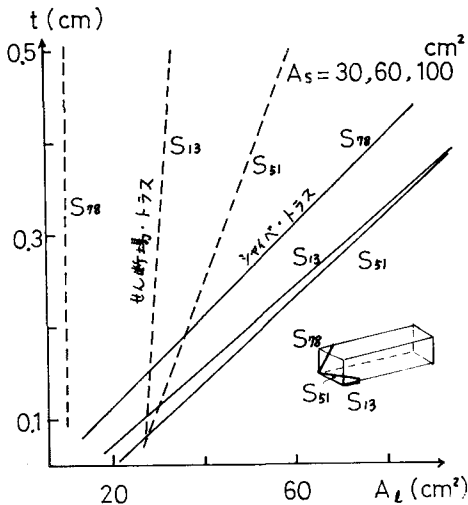


図-8

参考文献より渡辺, 片山: 板・トラス構造の立体解析について, エル学会第28回年次学術講演会講演概要集