

トラスの自由振動解析に関する一考察

八戸工業大学 学生員 ○ 向谷地 均
八戸工業大学 正員 穂山 和男
八戸工業大学 正員 長谷川 明

1. はじめに

トラスの解析モデルは、一般にピン結合解析モデルである。静的解析においては、現実には剛結合であるが、ピン結合解析モデルの設定は妥当である。しかし、動的解析においては、その解析モデルをそのまま使うのはおかしいという問題がある。

本論文は、動的解析における解析モデルとして、ピン結合解析モデルの妥当性の検討を行った。比較検討のため、剛結合解析モデルの解析¹⁾及び離散化手法の1つであるラングマスによる計算²⁾をも行った。

2. 解析方法

正規関数として、剛結合の解析モデルの場合には

$$\left. \begin{aligned} Y_R &= C_{Rr} \sin Y_R Z_R + C_{Rc} \cos Y_R Z_R + C_{Rsh} \sinh Y_R Z_R + C_{Rch} \cosh Y_R Z_R \\ X_R &= C_{Rr} \sin Y_0 Z_R + C_{Rc} \cos Y_0 Z_R \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ピン結合解析モデルの場合には

$$X_R = C_{Rr} \sin Y_0 Z_R + C_{Rc} \cos Y_0 Z_R \quad (2)$$

だけを用いる。

ここに、 R : 部材番号, Y_R : 部材 R の横方向変位, X_R : 部材 R の縦方向変位, Z_R : 部材 R の軸方向座標, r : 横波の伝播定数, y_0 : 縦波の伝播定数である。また、 r と y_0 は、 $r = \sqrt{P/GI}$, $y_0 = P/Co$ である。 P : 内振動数, $Co = \sqrt{E/P}$, E : ヤング率, P : 密度, $R = \sqrt{I/A}$, I : 断面2次モーメント, A : 断面積。従って

$$y_0 = Rr \quad (3)$$

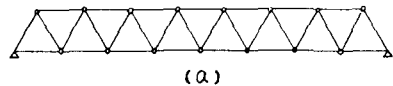
3. 解析モデル

解析モデルを図1, 2に示す。図1, 2の(a), (b)はそれぞれ、ピン結合モデル、剛結合モデルである。

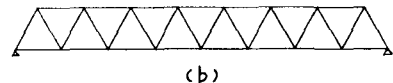
部材長、部材断面は、すべて等しい。

4. 解析結果

連続体解析において、ピン結合モデルで縦振動だけを考慮する場合には、部材の細長比 $H = l/R$ (l : 部材長) に無関係に固有値 ω が求まる。しかし、剛結合モデルの場合には、細長比 H により異なる。表1, 2に示す。

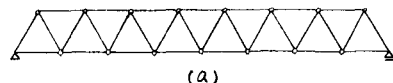


(a)

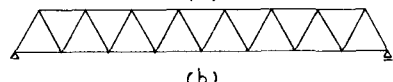


(b)

図1 両端ピン支承



(a)



(b)

図2 単純支持

解析方法		固有値	1st	2nd
連続体	ピン結合		0.08751	0.2062
	剛結合	H=125	0.05305	0.09737
		H=100	0.05347	0.1217
		H=75	0.05380	0.1296
		H=50	0.05407	0.1342
		H=25	0.05452	0.1377
ランプトマス			0.05397	0.1359

表1 固有値 $\gamma_0 l$ (両端ヒンジ支承)

解析方法		固有値	1st	2nd
連続体	ピン結合		0.06766	0.1569
	剛結合	H=125	0.04204	0.09632
		H=100	0.04224	0.1057
		H=75	0.04241	0.1116
		H=50	0.04256	0.1153
		H=25	0.04286	0.1177
ランプトマス			0.04243	0.1173

表2 固有値 $\gamma_0 l$ (単純支持)

また、表1, 2の細長比 H に対する固有値 $\gamma_0 l$ のグラフを、それぞれ図3, 4を示す。

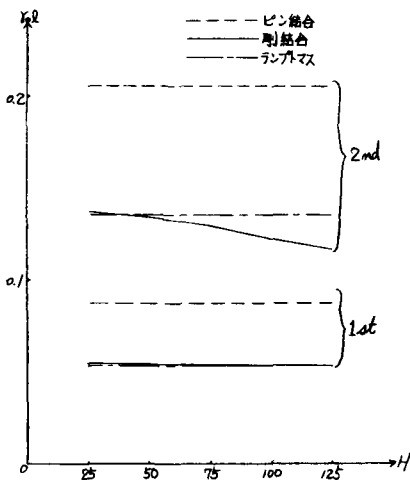


図3 両端ヒンジ支承

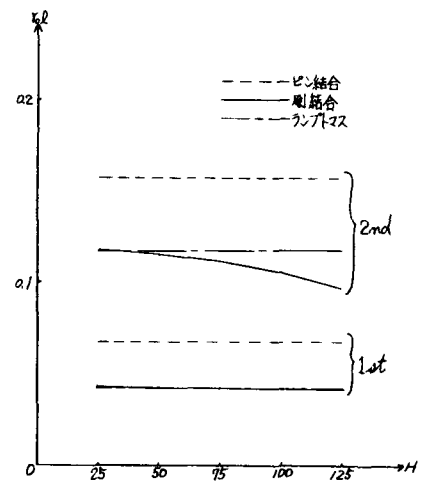


図4 単純支持

5. おわりに

表1, 2及び図3, 4からわかるように、ランプトマスによる結果と連続体解析における剛結合解析モデルの結果とが、1stの場合、細長比 H 関係なく、よく一致する。2ndになると細長比 H が大きくなるに従い、ランプトマスと剛結合モデルの固有値は異なってくる。また、ピン結合モデルの固有値は、ランプトマスと剛結合モデルの固有値よりも1st, 2nd共に大きい。

参考文献

- 1) 堀山和男, 石田孝次, 大々保達美: 第37回年次学術講演会講演概要集工, 423-424 (1982)
- 2) 小堀為雄: 応用土木振動学, 52-56, 森北出版 (1982)