

広島大学工学部 正員 佐藤 誠
 広島大学工学部 学生員 ○細谷 芳巳

1. はじめに

本研究は、はり内の応力波伝播に対して2種類の解析法を適用し、主として曲げ波の伝播挙動について考察したものである。解析法の1つはKoenig 等¹⁾の行なつたTimoshenko はりの有限要素解析法(Direct Analysis, 以下D.A.法と呼ぶ)であり、他の1つは筆者等が行なつて来た波動方程式の差分解析法²⁾である。こゝでは2, 3のはりについて、両者の比較を行なうと同時に、すでに解析した分岐構造のはり部分の挙動とも比較検討した。

2. D.A.法による解析

図-1(a)に示すような長さ dx に分割された j 番目のはり要素(j th Cell)の左右の断面力と外力をを考える。その要素の変形をせん断力による変形も考慮して(b)図とし、回転慣性を考慮すると、 dt 時間後の断面力およびその要素の変形速度を(1)で表わしたものは次式となる。

$$\begin{aligned} (M^{i+1})' &= M^{i+1} - EI \frac{\omega^{i+1} - \omega^i}{dt}, \\ (\omega^i)' &= \omega^i + \left\{ \frac{1}{2}(\nabla^i + \nabla^{i+1}) \right\} dx + (M^i - M^{i+1}) \frac{1}{EI} dt, \\ (\nabla^{i+1})' &= \nabla^{i+1} + A_s G \left\{ \frac{(\psi^{i+1} - \psi^i)}{dx} \right\} dt - \omega^{i+1} dt, \\ (\psi^i)' &= \psi^i + \frac{(\nabla^i - \nabla^{i+1}) \frac{dx}{2}}{GA dx} dt. \end{aligned} \quad (1)$$

$$dt = dx/C_s \quad C_s = (E/\rho)^{1/2}$$

こゝに ω^i, ψ^i はそれぞれ j 要素の回転角速度、たわみ速度である。また A_s はせん断補正係数を考慮した断面積である。(1)を適当な初期境界条件に対して逐次積分を行なう。

3. 模型および計算に用いた諸定数

図-2, 表-1, 2にこれらの値を示す。片持はり(M-1)と単純はり(M-2)についてそれぞれ自由端およびスパン中央附近に分布荷重が50 μ secのhalf sineを与えられた場合のものである。M-1', M-2'は対応させる分岐構造を示したものである。なお材料定数は動光弾性実験を行なう場合を考へてエポキシ樹脂の値を用いている。

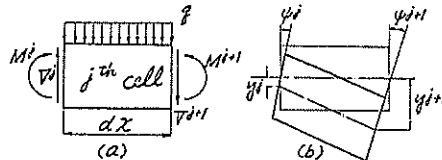


図-1 j 番目のはり要素

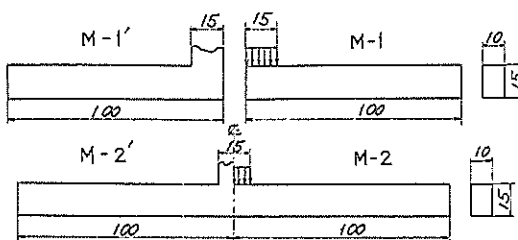
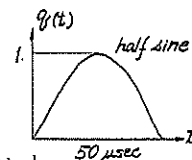


図-2 模型および載荷

ヤング係数	$E = 3.15 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$
密度	$\rho = 1.27 \text{ g/cm}^3$
ポアソン比	$\nu = 0.36$

表-1 材料定数および入力



解析法	Δx	Δt	タイムステップ数
D.A.法	0.125 cm	$0.7937 \times 10^{-6} \text{ sec}$	972
差分法	0.125 cm ($\Delta t = \Delta x/C_s$)	$0.25 \times 10^{-6} \text{ sec}$	7,470

表-2 分割区間

4. 計算結果と考察

図-3, 4 にそれぞれ
模型 M-1, 2 について衝撃
後 0.1 msec での変形とはり軸
方向応力 (σ_x) の分布を示
す。応力分布については対
応する分岐構造はり部分の
ものも同時に示した。

D.A. 法からは応力分布は得
られないが比較のためモー
メント分布から $\sigma_x = M_y / I$
により求めたものを示した。

図-5 は模型 M-2 について
2つの解法による代表的な
点のたわみの時間変化を示
した。

以上の結果から、D.A. 解
と2次元差分解とは変形に
関しては良く一致している
こと、応力分布については
D.A. 解はモーメントから求
めたものではあるが、載荷
近傍以外では良く一致して

いることがわかる。したがって載荷近傍以外
では、表-2 に示したように計算機容量の点と
極めて経済的である点も考慮すると、十分実用
的と思われる。また分岐構造のはり部分の挙動
と比較した場合考えている模型に対しては、分
岐附近を除けば良く一致している。特に対称分
岐では分岐隅角部以外でははりとしての解析で
十分挙動を解明できると考えられる。なお他の
結果をあわせて当日詳述する。

1) H.A. Koenig, M. Davis, "Dynamical Finite Element Analysis for Elastic Waves in Beams and Plates," Int. Jour. Solids Structures, 1968, Vol. 4, pp. 649~668

2) 佐藤誠, 岩崎啓之, "分岐構造の応力解析と実験解析," 地球学会誌 回年次号 地球構造会報, 昭44, pp. 493~495

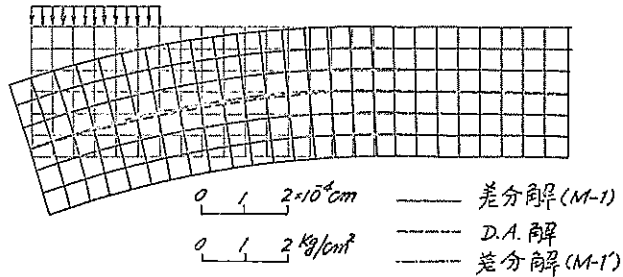


図-3 M-1, 1' の変形および応力 (σ_x)

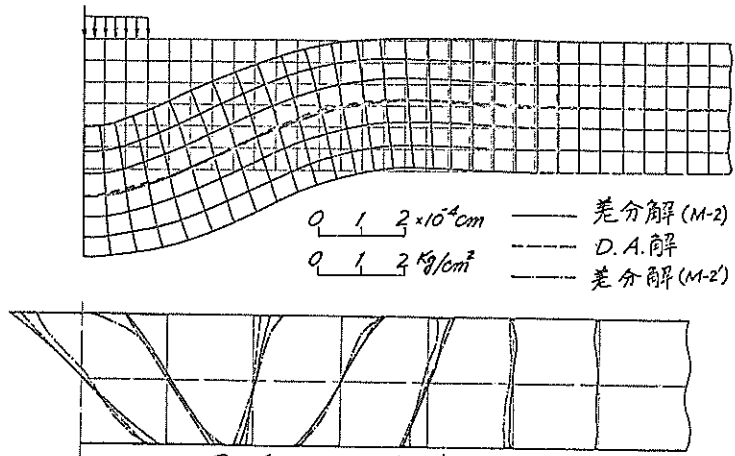


図-4 M-2, 2' の変形および応力 (σ_x)

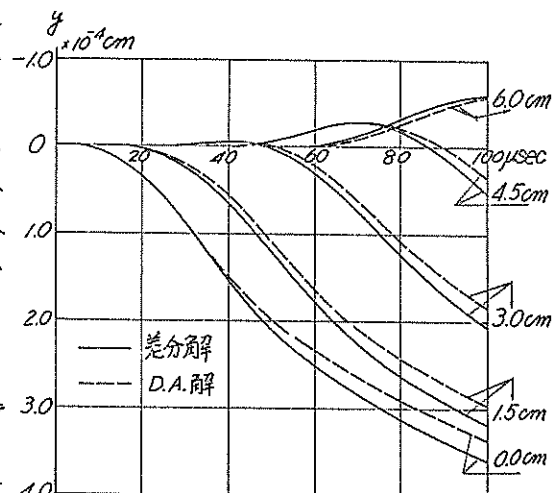


図-5 各点の変位-時間 M-2