

I-13

投げ出されたはりの幾何的非線形動的応答解析

武蔵工業大学 正員 増田陳紀

武蔵工業大学 正員 西脇威夫

武蔵工業大学 正員 皆川 勝

1. はじめに 近年、宇宙土木などのことばが聞かれるが、一般に宇宙構造物の場合、地球上の構造物と比較して相対的に軽量であるため、剛性が低く、大変形振動を生じ易い。したがって、このような構造物の設計にあたっては大変形振動を考慮した動的応答解析が必要となる。著者らは文献[1]において、骨組の幾何的非線形動的応答解析手法を開発し、浅いアーチや浅いトラスドームの動的座屈などの有限変形振動問題を対象とする解析を行ってきた。本報告は、この手法が大変形を伴う問題に対処可能なように拡張し得るか否かを確認するために、真空中に投げ出されるはり部材を想定した幾何的非線形動的応答解析を試み、問題点などを検討した結果を報告するものである。なお、この種の問題については、従来、主として宇宙航空科学関係の研究者らが研究を行ってきたが、現在までのところ数値計算例までを示したものはJ.C.Simoraの研究²⁾を除いては少なく、比較資料を与える意味で敢えて計算例を主とした報告を行うものである。

2. 解析例1 [モーメントステップ荷重を受ける一端ヒンジはり部材の解析] 投げ出されようとするはり部材の解析の前に、ここでは図1に示すような一端ヒンジのはり部材がヒンジ端にモーメントステップ荷重の作用を受ける場合について解析を行う。はり部材の諸元、モーメント荷重の大きさ、時間刻み巾などは図中に示した通りである。なお、図1における変形形状図では変形の拡大を行っていない。

3. 解析例2 [投げ出されたはりの動的応答の解析] ここでは一端ヒンジのはり部材の支点をはずし、モーメントと同時にステップ荷重が作用するはり部材の解析を行う。このモデルは支点を持たず、棒が投げ出されようとしている場合を想定したものである。はり部材の諸元、モーメントおよびステップ荷重の大きさ、時間刻み巾などは図2中に示した通りである。この解析例においては、剛性および荷重値の若干異なる2つの場合の解析例を示した。図2における変形形状図では変形の拡大を行っていない。なお、この問題について時間刻み巾を 2.0×10^{-4} [sec]とした場合には収束解が得られなかった。

4. おわりに 本報告においては、荷重はステップ荷重のみを取り上げたため、厳密には投げ出されたはりではなく投げ出されようとするはりの解析を行っている。解析例2に見られるようにほとんど同じ問題を対象としても、剛性および荷重条件のわずかな相違が応答に大きく影響することが確認された。文献[2]

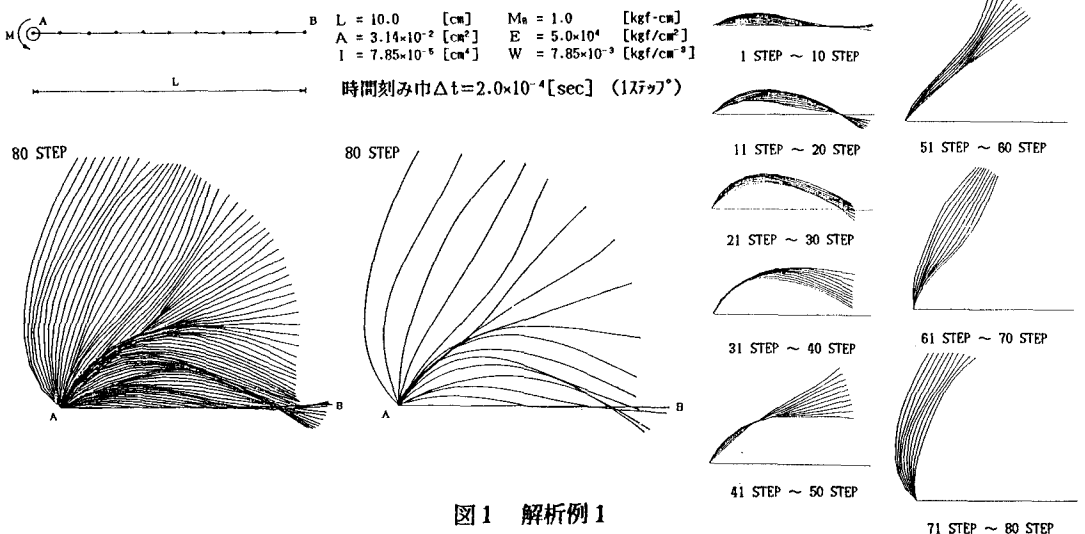
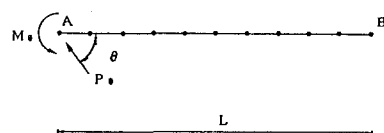
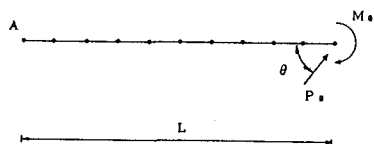
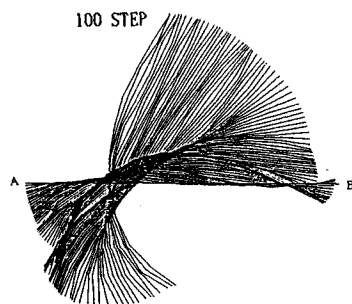


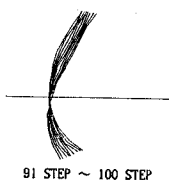
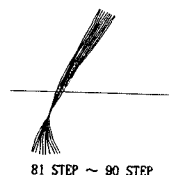
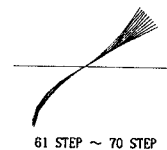
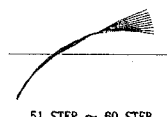
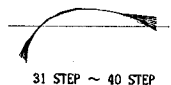
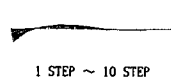
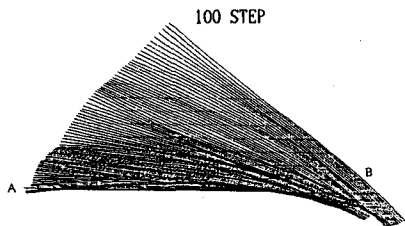
図1 解析例1



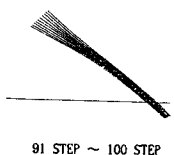
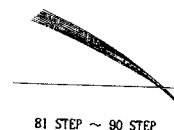
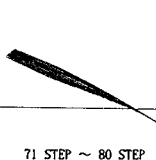
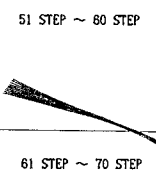
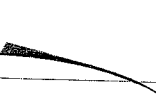
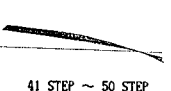
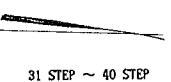
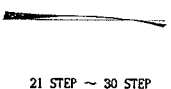
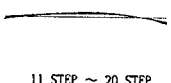
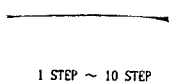
$P_0 = 0.1$ [kgf] $\tan \theta = 4/3$
 $L = 10.0$ [cm] $M_0 = 1.0$ [kgf-cm]
 $A = 3.14 \times 10^{-2}$ [cm²] $E = 5.0 \times 10^4$ [kgf/cm²]
 $I = 7.85 \times 10^{-6}$ [cm⁴] $W = 7.85 \times 10^{-3}$ [kgf/cm³]
 時間刻み巾 $\Delta t = 1.0 \times 10^{-4}$ [sec] (1ステップ)



$P_0 = 0.05$ [kgf] $\tan \theta = 4/3$
 $L = 10.0$ [cm] $M_0 = 0.25$ [kgf-cm]
 $A = 3.14 \times 10^{-2}$ [cm²] $E = 3.0 \times 10^4$ [kgf/cm²]
 $I = 7.85 \times 10^{-6}$ [cm⁴] $W = 7.85 \times 10^{-3}$ [kgf/cm³]
 時間刻み巾 $\Delta t = 2.0 \times 10^{-4}$ [sec] (1ステップ)



10 STEP ごとに分割した変形状図



10 STEP ごとに分割した変形状図

図2 解析例2

に掲載されている解析例には、問題諸元に若干の不備があり、そのため、本報告の解析結果と直接の比較を行うことができない。今後の課題としては、他の解析結果との比較、実測結果との比較などを通じて解析手法の妥当性を確認し、また、収束判定基準および時間刻み巾などの解析パラメータの設定基準を設けることが必要である。

◆ 参考文献 ◆

- 1) Masuda, N., Nishiwaki, T. and Minagawa, M. : Nonlinear Dynamic Analysis of Frame Structures , Computers & Structures, Vol.27, No.1, pp.103-110, 1987.
- 2) J.C.Simo and L.vu Quoc : A Novel Approach to the Dynamic of Flexible Beams Under Large Overall Motions - The Plane Case, Electronics Research Laboratory, Memorandum No.UCB/ERL M85/63 31, 1985.