

まえがき

衝撃荷重に対する構造物の応答を調べる一段階として、棒を対象とし時間的にはステップ荷重を加えた場合の解析には、¹⁾ *Coastantino*, ²⁾ 桜井, 小島らの例がある。ところが実際に起る衝撃荷重の時間的、空間的な変化がどのようなものであるかについて論じたものは見当らない。荷重と応答との関係を調べるに際して、棒の固有縦振動の周期が重要な因子となるだろうことは容易に想像できる。ここでは衝撃荷重と棒の応答について基本的なことから認識を得るために、4種の荷重(ステップ荷重、矩形丁型パルス、矩形2丁型パルス、sin型パルス)に対する解析例を示す。

初等理論

棒を伝わる応力波に関する初等理論

- ① 応力は断面内で一様分布する。
- ② 分散がないため応力波は形を変えずに一定速度 $C = \sqrt{E/\rho}$ で進む。
- ③ 固定境界では位相を変えずに、自由境界では位相を逆転して反射する。

から、衝撃荷重を受けた棒の応答を推察することができる。ここで用いる丁は、波速 C の応力波が荷重点から支点まで到達するのに要する時間である。

有限要素法による解析例

前記の解析を2次元問題として有限要素法を用いて行った結果を以下の図に○印で示す。座標および分割は図-1に示すように三角形1次要素で行い、質量マトリクスには集中質量を用いた。材質は鋼を想定しヤング率 $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ 、ポアソン比 $\nu = 0.3$ 、密度 $\rho = 7.8 \text{ g/cm}^3$ である。又数値積分にはルンゲ・フッタ・ギル法を用いた。

図-2は、ステップ荷重による節点1の水平方向変位 u の時間的変化を示したものである。有限要素法による計算値は大体初等理論値に沿っているが若干のズレは、

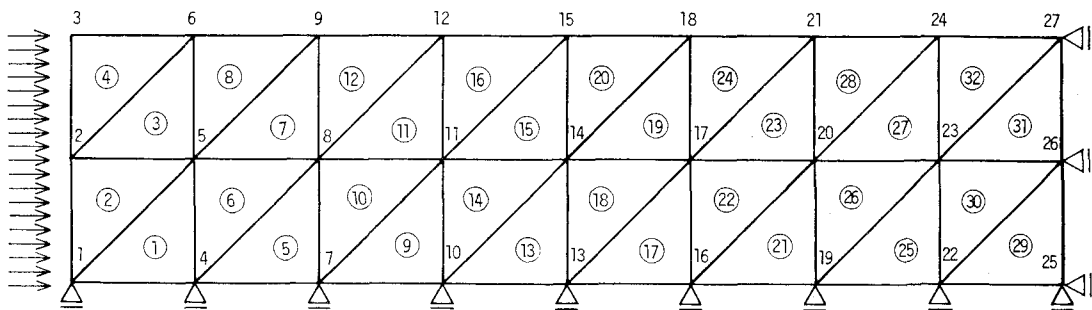


図-1 分割モデル図

- ① 分散の効果
- ② 数値積分の誤差
- ③ 分割モデル化による誤差

等が原因と考えられるが、これらの影響の定量的な度合については今後の検討を要する。

図-3は 要素17の垂直応力 σ_z の時間的变化を要したものである。初等理論値とはかなりズレがあり、又激しく振動しているのが認められる。この原因としては、

- ① ステップ荷重が強い不連続性を有すること。
- ② 1次要素による応力計算値は誤差が大きいこと。

等が考えられる。この点についてもさらに検討する必要がある。

あとがき

1次要素による解析は精度が悪いため大よその理解を与えるだけに過ぎないが、これらの解析を通して興味ある問題点が明確になったので今後はその解明を試みる。尚当日は他の3種の荷重に対する解析例を示し、比較その他の議論を述べる。以上の計算には東北工業大学のTOSBAC3400を使用した。

参考文献

- 1) C.J. Constantino "Finite-Element Approach to Stress-Wave Problems" Proc. A.S.C.E. EM2, 153-176 (1967)
- 2) 板井, 小島 "有限要素法の振動伝播問題への適用について" 鋼構造協会マシクス構造解析論文集 330-337 (1971)

図-2 節点1のU

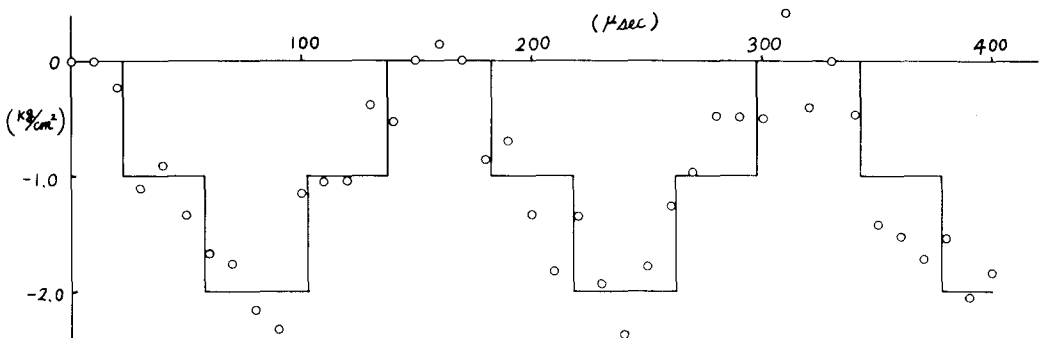
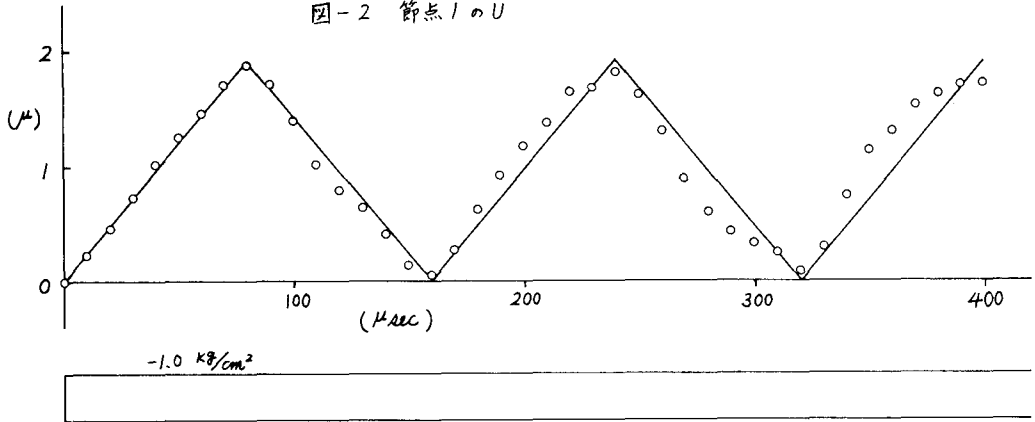


図-3 要素17の σ_z