I-270　　　線要素による棒の衝突の解析

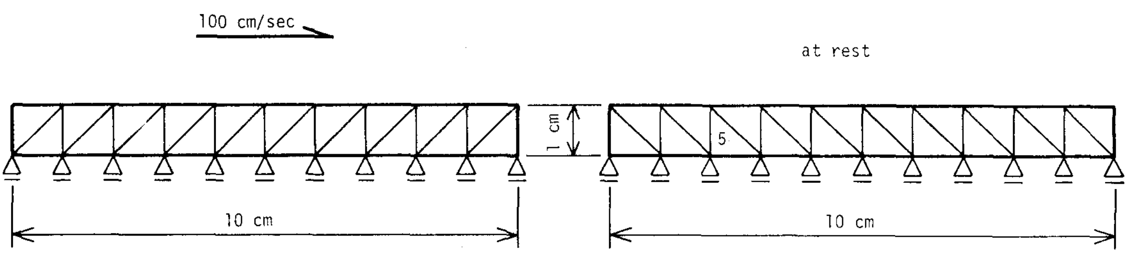
東北工業大学　正会員　秋田宏

2次元の衝突問題を、弾性範囲内で、有限要素法により解析することは、すでに何度か試みたところである。[1),2)] その結果、著者の用いた手法は、衝突現象の概要を把握するためには適しており、簡明な結果を与えることがわかった。しかしながら、現象の詳細を論じるためには、未だ不十分と考えられる点もいくつか見出されている。

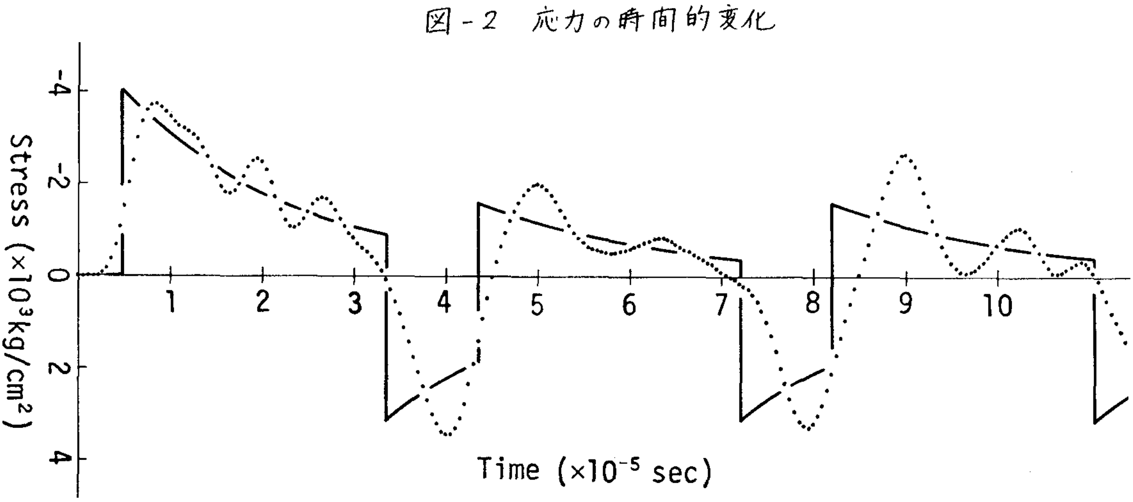
たとえば、図−1のような三角形要素により棒の衝突を解析し、要素5に着目して応力の時間的変化を調べると、図−2のようになる。ここで、衝撃体は剛体棒、被衝撃体は鋼の物性定数を用いた完全弾性棒であり、両者の質量は等しいものとしている。実線は、Boussinesqによる理論値であるが、応力波の分散を考慮しない初等理論であるため、34 μsec付近から後はまったく周期的な変化となっている。点で示したのが数値解析の結果であり、大筋は理論値に沿っているが細く振動し、周期的な変化になっていない。この周期性からのズレに対して、当初は応力波の分散が有力な原因の1つであろうと判断された。

ところが、分散の影響かどうかを調べるためには、分散の起り得ない1次元の問題を考えれば良い。図−3はそのための線要素によるモデルであり、図−4は要素3における応力の時間的変化である。結果は、分散がない筈にもかかわらず、完全な周期性は現れない

図−1　三角形要素モデル



図−2　応力の時間的変化



のである。

この有力な原因は、有限要素による離散化誤差がみかけ上の分散性を与えているものと考えられる。すなわち、離散化モデルにより棒の固有振動周期を求めると、高次のモードでは連続体としての理論値とズレてくる。このズレのため、波長の短い応力波の位相速度が変ることになり、みかけ上分散効果が現れるものと思われる。これは、本質的には連続体の高次の振動を有限な離散モデルでは十分に表現できないことに由来している。したがって、応答解析のように本質的に高次の振動が含まれる問題には、有限要素法の適用は慎重に行うべきものと考えられる。

このような、みかけ上の分散による影響は、分割を多くすることにより減少させ得るのかどうか、または離散化運動方程式の定式化の際に、まったく新しい発想を必要とするのかどうか、などを今後の検討課題としたい。もちろん、逐次積分法の選択および誤差の評価も必要である。当日は、ルンゲ・クッタ・ギル法および塩尻らの提案した手法[3)]につき、分割を多くした場合との比較などを発表する。

参考文献

1). 秋田 "有限要素法による衝突・衝撃のシミュレーション" 才30回年講 I PP 546-547

2). 秋田 "衝突問題の2次元的解析例" 才31回年講 I PP 546-547

3). 塩尻弘雄、中村秀治 "構造解析における動的応答解析の一方法について" 土木学会論文報告集 No. 246 PP 21-33 1976

図-3 線要素モデル

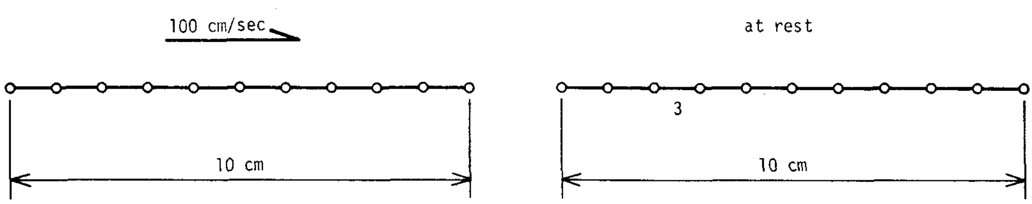


図-4 応力の時間的変化