

1. まえがき

前年度、有限要素を用いたシミュレーションにより棒状物体の衝突問題を扱った¹⁾。手法としては2次元解析であったが、対象が棒であったために2次元的效果はほとんど現れなかった。そこで典型的な2次元問題とするために正方形の板を衝突させて、その挙動を調べたものが本稿の内容である。

2. 計算条件

本シミュレーションに用いた衝突モデルは図-1の3種であり、いずれも厚さ1cm、10cm×10cmの板で質量は等しく、衝突速度は100cm/secである。(1)はまったく同一の板の衝突、(2)は静止した弾性板に剛体板がぶつかるもの、(3)は剛体板が集中荷重としてぶつかるものである。弾性板は完全弾性体と仮定し、いかに大きな応力を受けても降伏することはない、しかも物理定数としては鋼のものを用いた。また有限要素は三角形1次要素で集中質量型とした。

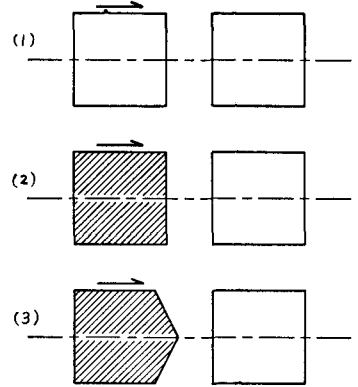


図-1 衝突モデル

3. 計算結果

図-2は衝撃力の時間的な変化を中心線上の節点1に図して描いたものである。オノステップでのとび離れた値を別とすれば、大体1次元理論に近い値となっている。同時に衝突面上の節点1～6での衝撃力分布を示したが、一様分布からのズレが若干みとめられる。

図-3は(2)の衝撃力を示したものであり、傾向は図-2と同じであるが、理論よりも早く接触が終っていることがわかる。これは1次元理論の波速 $\sqrt{E/\rho}$ よりも速い応力波の存在を示唆するもので、棒の衝突の際も見受けられたことである。

図-4は(3)の衝撃力であり前二者とはまったく異なる結果を示している。この結果が球面接触で局所変形を考慮したHertz²⁾の衝突理論値と類似していることは興味深い。ともあれ、(2)と(3)における現象の違いは注目し値すると思われる。

図-5は(1)について中心線上の節点1と6の変位の時間的変化を表したものである。

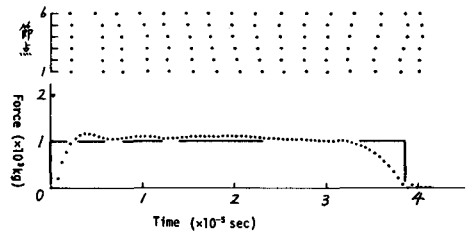


図-2 衝撃力(1)

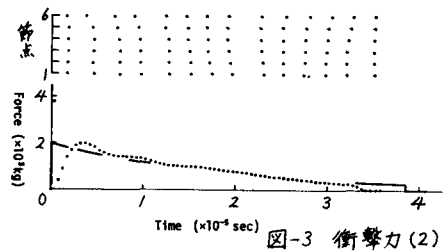


図-3 衝撃力(2)

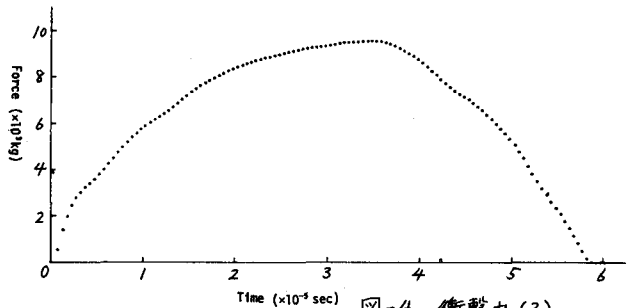


図-4 衝撃力(3)

大体1次元理論に沿っており、ズレの度合は棒に比べると若干大きくなっている。

図-6は(2)の変位であって、結果についてはまったく同様のことが言える。

図-7は(3)の変位であるが、(2)とはかなり違う点が見られる。オ1に衝突後(2)では衝撃体がわずかながらも速度を持っているのに対して、(3)ではほとんど0に近い。また(2)では衝突後の被衝撃体の動きは強い振動をとまっているが、(3)では(1)と同様あまり振動せずに移動している。この違いについてはさらに詳しく調べてみたい。

図-8は(3)における変位の変化を、衝突面上の節点1~6と、反対側の節点61~66について示したものである。予想されるように集中力を受ける節点近傍の変形が大きく、反対側では一様変位からのズレは小さい。節点6が移動に先立っていったん奥の方に動いていることが認められたのは興味深い。

4. あとがき

衝突問題の有限要素シミュレーションは、離散化によって質量が集中するために余計な振動が含まれること、同じ理由による衝撃力のオ1ステップで不連続に大きな値が出ること等の欠点はあるが、現象を理解する上では有力な知見を与えようと言えよう。とくに実体モデル実験では測定が困難な値も、容易に計算で出せる強みがある。さらに形状の複雑な物体の挙動、塑性等を考慮した場合への応用は有力な解析手段になると考えられる。なお、当日は応力の分布、棒の衝突との比較等も含めてO.H.P.により発表する。

参考文献

- 1) 秋田宏 "有限要素法による衝突、衝撃のシミュレーション" オ30回年講 PP. 546-547.
- 2) W. Goldsmith "Impact" Edward Arnold 1960

図-5 変位(1)

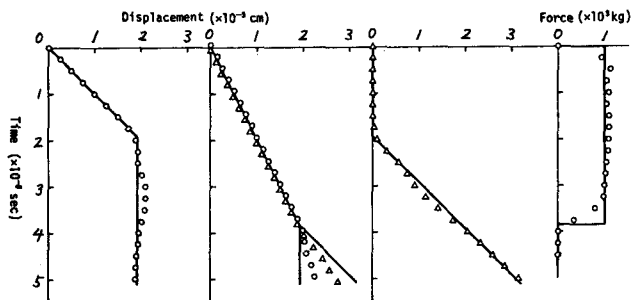


図-6 変位(2)

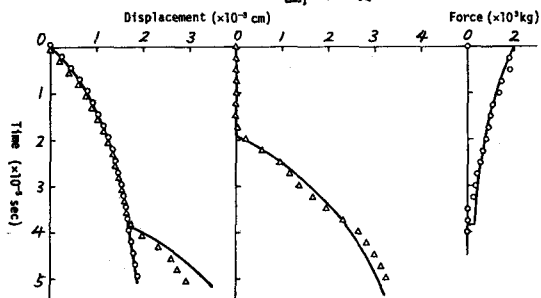


図-7 変位(3)

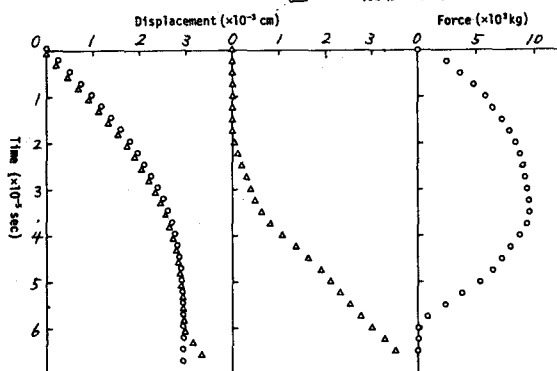


図-8 変位の分布

